

s'échappe par les cheminées forées dans le sol et peut servir à actionner des turbines.

Cette énergie a cependant l'inconvénient de ne pas être vraiment renouvelable. Il a fallu des millions d'années à ces roches pour accumuler leur chaleur. Quand celle-ci aura été extraite, elle ne pourra pas être renouvelée. Mais le refroidissement prendra quelques décennies!

Puiser la chaleur volcanique.

Seuls les volcans en activité ou récemment éteints peuvent constituer des sources d'énergie géothermique réellement renouvelable. C'est le cas en Nouvelle-Zélande, au Mexique, aux États-Unis, en Italie, au Japon et en Islande.

L'exploitation de l'énergie géothermique présente cependant quelques risques. Si, par exemple, de trop grandes quantités d'eau sont extraites des roches ou injectées dans des roches sèches, des modifications de pressions internes peuvent survenir, des glissements de roches pourraient s'amorcer en bordure des failles peu résistantes.

La conservation d'énergie: cinquième combustible.

Cette boutade est destinée à rappeler aux gens que la plus petite parcelle d'énergie économisée est une énergie qu'il ne faudra pas générer par combustion! C'est simultanément le moyen le plus rapide de réduire la pollution.

Dans les pays industrialisés, les deux consommateurs principaux d'énergie sont les bâtiments et les véhicules. C'est dans ces deux directions que nous devons accorder des priorités aux économies d'énergie. Cette économie d'énergie passera par des améliorations techniques (isolations, moteurs plus performants sur le plan énergétique...), mais surtout par des changements dans nos habitudes, changements qui peuvent être encouragés par des avantages fiscaux...

L'énergie.

L'ÉNERGIE.

Définition: l'énergie est la faculté que possède un corps matériel de libérer des forces pour fournir du travail.

DIFFÉRENTS TYPES D'ÉNERGIE.

Suivant les physiciens, il y a six formes d'énergie.

A. ÉNERGIE MÉCANIQUE:

Différents aspects de l'énergie mécanique:

- * Énergie potentielle: c'est une quantité d'énergie "mise en réserve" du fait de la position du corps dans l'espace.
-Exemples:
L'eau retenue par un barrage pourra, quand on la libèrera, faire tourner les turbines de la centrale hydro-électrique.
La pierre posée en équilibre sur un mur pourra, lorsqu'une autre force la mettra en mouvement, tomber et creuser un trou au sol. Cette énergie potentielle, une fois libérée, se transforme en une autre forme d'énergie.
- * Énergie cinétique: énergie d'un corps en mouvement.
Dans les exemples précédents, à partir du moment où on libère les corps, ces derniers s'animent d'un mouvement et prennent de la vitesse. L'eau qui s'écoule peut faire tourner des turbines et la pierre peut faire un trou au sol; l'eau et la pierre en mouvement possèdent une énergie cinétique.
Cette énergie est due à la vitesse.
- * Énergie élastique: l'arc que l'on bande pour lancer une flèche possède, lorsque la corde est tendue, de l'énergie élastique qui va se transformer en énergie cinétique quand la flèche est décochée.

B. ÉNERGIE CHIMIQUE: réaction chimique de deux substances en contact. La matière peut renfermer de l'énergie chimique qui sera libérée lors de ces réactions exothermiques:

Exemples:

- * Aliments + oxygène = force musculaire

90%. Des projets similaires pourraient être largement répandus au cours du siècle prochain.

L'énergie des chutes d'eau.

Les barrages et l'hydroélectricité sont une des premières techniques de production.

L'énergie hydroélectrique ou houille blanche est une énergie renouvelable, mais elle peut générer tout de même un certain nombre de problèmes:

- il faut d'énormes barrages pour produire de l'électricité à grande échelle. Ces barrages coûtent cher et peuvent représenter un danger pour les populations de la vallée en cas de rupture.
- de vastes étendues sont souvent submergées et les populations doivent être déplacées.
- dans les pays tropicaux, la création de lacs artificiels peut favoriser la prolifération d'insectes vecteurs de maladies.
- les poissons et autres animaux de rivières peuvent être affectés par les grands barrages. Comme l'eau d'amont est pratiquement stagnante, elle perd graduellement de son oxygène en profondeur.
- d'autres problèmes peuvent surgir à mesure de l'envasement des barrages.

Il sera certainement sage de freiner dans l'avenir la construction de grands barrages. Cependant, au cours des dernières années, de nouveaux types de projets à petite échelle ont été établis et se sont révélés très prometteurs.

Le magma terrestre.

Sous l'écorce terrestre, il y a le magma en fusion. Là où les roches brûlantes avoisinent la surface, l'eau du sol se vaporise sous l'action de la chaleur. La vapeur peut être captée pour actionner des turbines à vapeur.

Les roches chaudes.

Géologues et ingénieurs ont localisé des roches très chaudes à faible profondeur, même dans des régions qui n'ont plus à l'heure actuelle d'activité volcanique de surface. La chaleur peut être extraite en injectant de l'eau à cette profondeur et en la faisant circuler sur les roches chaudes. L'eau est vaporisée, la vapeur

Piéger la marée.

Les estuaires des régions aux marées amples voient affluer et refluer d'énormes quantités d'eau. En fermant, à marée haute, les vannes de barrages qui les traversent, de l'eau y est emmagasinée et elle peut, lors du reflux, entraîner des turbogénérateurs.

Une installation de ce genre a été construite en France dans l'estuaire de la Rance.

Quelques problèmes:

- coût.
- impact de ces complexes sur la vie marine, modification du régime alluvionnaire.
- entraves à la navigation.

La chaleur des océans.

L'énergie thermique marine est très diffuse. Cependant, depuis une vingtaine d'années, des spécialistes se sont penchés sur son exploitation. Ils ont conçu des projets de conversion de l'énergie thermique marine (OTEC = Ocean Thermal Energy Conversion). L'un des projets OTEC les plus avancés est japonais. L'eau chaude de surface est acheminée à terre par un aqueduc. La chaleur de l'eau est utilisée pour faire bouillir un liquide dont le point d'ébullition est très inférieur à celui de l'eau. Le gaz dégagé joue le rôle de la vapeur d'eau dans les centrales électriques à vapeur classique. Il est ensuite condensé par refroidissement au contact d'eau pompée dans les profondeurs marines.

L'énergie de l'eau salée.

L'eau douce renferme plus d'énergie que l'eau salée. Si une masse d'eau douce est rapprochée d'une masse d'eau salée mais en est maintenue séparée par une membrane très fine, l'eau douce filtrera vers l'eau salée: c'est le phénomène de l'osmose. Les japonais ont inventé une membrane d'un type nouveau pour maintenir la séparation entre l'eau douce d'un fleuve et l'eau salée de la mer. La pression exercée sur la masse d'eau salée augmente et peut être utilisée pour actionner des machines, y compris des turbogénérateurs. Le rendement énergétique du processus dépasse

- * Photosynthèse des plantes: en partant de l'énergie solaire, faculté que possèdent les plantes de synthétiser leurs aliments à partir de l'eau et du gaz carbonique. Ces aliments constituent une réserve énergétique de la plante.
- * Combustion: combinaison d'un comburant (oxygène) avec un combustible (substance contenant du carbone).
- * Certaines réactions peuvent être réalisées pour l'obtention d'un travail cinétique: dans une arme à feu, l'énergie chimique potentielle de la poudre est transformée en chaleur et en bruit, mais surtout en énergie cinétique du projectile.

Chaque fois qu'il se produit une réaction chimique, il y a échange d'énergie avec l'extérieur.

C. ÉNERGIE THERMIQUE: les molécules d'un corps, qu'il soit solide, liquide ou gazeux, sont animées d'un mouvement permanent et possèdent une sorte d'énergie interne qui les maintient sans cesse en état d'agitation.

Plus les molécules d'un corps possèdent d'énergie, plus la sensation de chaleur que dégage ce corps est importante.

Cette agitation est aussi liée à un besoin croissant d'espace: dans un glaçon, les molécules d'eau ont une agitation relativement faible; si l'agitation (et donc la température) augmente, les molécules d'eau ont besoin de plus d'espace et l'eau devient liquide. Si cette agitation augmente encore, les molécules d'eau prennent encore plus d'espace et l'eau devient gazeuse. Ce besoin d'espace lié à l'agitation moléculaire peut dégager des forces colossales (vapeur d'eau par exemple)

Application: on peut créer cette agitation en soumettant les molécules à des ondes appropriées. Cette agitation se traduit très vite par une élévation de la température: c'est le principe du four à micro-ondes.

Cette agitation (ou cette chaleur) se transmet aisément d'un corps à un autre:

- * par conduction dans les solides: il y a transfert de l'énergie thermique mais il n'y a pas de transfert de matière: les molécules de la matière ne bougent pas. Cette transmission de la chaleur par conduction peut se faire facilement avec certaines matières conductrices de chaleur (métaux par exemple) et

s'avérer plus difficile avec d'autres matières qui sont des isolants thermiques (bois, amiante etc...)

- * par convection (liquides et gaz): ici il y a déplacement de matière. Quand on fait chauffer de l'eau dans un récipient, on peut observer ces mouvements de convection du liquide chauffé.
- * par rayonnement: la chaleur solaire par exemple se transmet dans le vide par rayonnement.

Nota: à $-273^{\circ}\text{Celsius}$ (température la plus basse réalisable), l'énergie cinétique de n'importe quelle molécule est abolie.

D. ÉNERGIE RAYONNANTE:

Le soleil dégage de l'énergie rayonnante sous forme d'ondes capables de se propager à travers le vide et l'atmosphère. Ces ondes dites électromagnétiques possèdent des niveaux d'énergie divers si bien que nous les percevons comme des phénomènes différents. Ces ondes sont caractérisées par 2 grandeurs liées par une loi de proportionnalité: la longueur d'onde et la fréquence.

- * En une seconde, les ondes parcourent 300 000 kilomètres dans le vide. La longueur d'onde L (distance entre deux crêtes de "vagues") est obtenue en divisant la distance parcourue (300 000 kilomètres) par le nombre d'oscillations qui ont été produites en une seconde et qu'on appelle la fréquence (exprimée en Hertz ou en multiples du Hertz):

L (en kilomètres) = $300\ 000 / F$ en Hertz.

Mais on préfère utiliser des unités différentes qui fournissent des nombres plus commodes à manipuler:

L en mètres = $300\ 000\ 000 / F$ en Hertz

L en mètres = $300 / F$ en mégahertz.

Sachant que le maximum d'énergie se traduit par un maximum d'agitation (F élevé), les ondes les plus porteuses d'énergie sont les ondes les plus courtes.

Nous percevons:

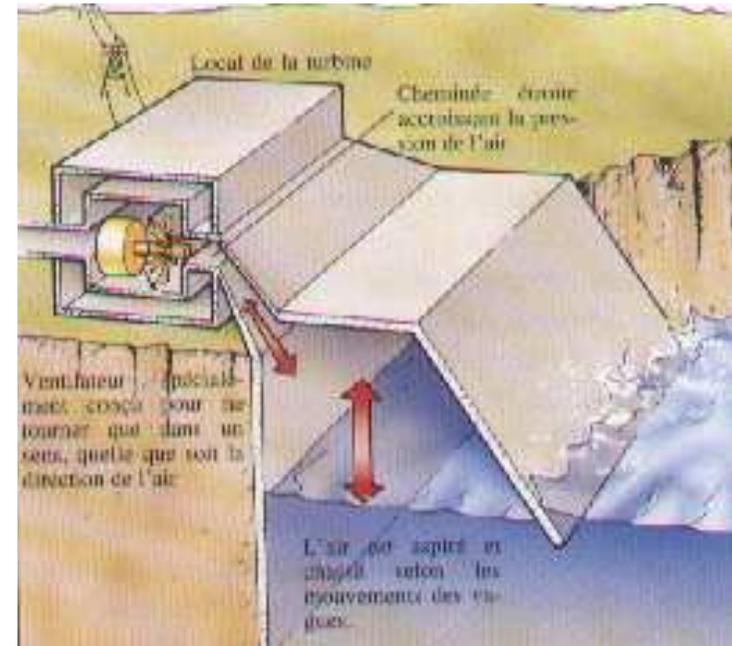
- * comme chaleur les ondes comprises entre 1 millimètre et 1 micron ($1\ \mu = 1$ millionième de mètre)

renferment serait infiniment trop onéreuse.

Chevaucher les vagues.

Il existe 2 façons de capter l'énergie de la houle et de l'utiliser:

- la première consiste à construire des centrales à terre, mais elles présentent l'inconvénient d'être exposées en permanence aux menaces de terrains friables et aux caprices des vagues.



- l'autre façon de capter l'énergie de la houle est d'utiliser des installations flottantes attachées en ligne, qui sont moins soumises à des risques d'endommagement par les vagues exceptionnelles car elles suivent le mouvement de l'eau. Le système britannique CLAM pourrait finalement fournir autant d'électricité, et à un prix plus avantageux, que l'ensemble des centrales au charbon actuelles. Comme pour les éoliennes, il faut cependant étudier avec beaucoup de soin les lieux d'implantation, les cotes où la houle offrira l'énergie la plus rentable.

de celles-ci chuterait, et avec lui le coût de l'électricité qu'elles produisent.

En 1989, la Grande-Bretagne a abandonné ses plans de construction de nouvelles centrales nucléaires. Ce pays pourrait produire près de 45 térawatts d'électricité d'origine éolienne, soit l'équivalent de la production des centrales nucléaires de ce pays. Si on prend en considération le prix de démolition des centrales nucléaires devenues obsolètes, le prix de l'énergie électrique d'origine nucléaire augmente fortement et l'énergie éolienne devient concurrentielle.

D'autres pays travaillent avec acharnement au développement des WTG: la Suède, les États-Unis... Mais il demeure d'autres pays gros producteurs d'électricité nucléaire comme la France, la Belgique, l'Allemagne et le Japon. Ces pays seront confrontés dans une trentaine d'années, quand le temps viendra de démanteler les usines, à de très graves difficultés techniques et économiques: si d'ici là ces pays n'ont pas développé des sources alternatives d'énergie sur une vaste échelle, l'électricité y deviendra onéreuse et insuffisante pour satisfaire les besoins. Pour tirer le meilleur parti de l'énergie du vent, les emplacements des WTG doivent être choisis avec beaucoup de soin en tenant compte des conditions météorologiques locales. Il existe d'autre part plusieurs types de WTG. On devra donc choisir aussi le modèle le mieux adapté.

Combinaison d'énergies.

Le vent ne souffle pas sans discontinuer. Il est donc utile de prévoir la prise de relais de l'énergie éolienne par d'autres sources de façon à assurer la quasi continuité de la production d'énergie.

L'énergie marine.

Les mers recouvrent environ 70% de la surface terrestre. On a identifié jusqu'à présent cinq sources d'énergie marine: la houle, les marées, la chaleur de l'eau, l'eau salée et les courants océaniques. En différents endroits du globe, les quatre premières sont déjà exploitées. Il est peu probable que les courants océaniques soient jamais utilisés car la maîtrise de l'énergie qu'ils

- * comme lumière les ondes comprises entre 1 micron et 1 000 Angstroems ($1 \text{ \AA} = 1 \text{ dix-millième de micron}$).
- * Les ondes plus courtes peuvent avoir un effet néfaste sur notre organisme (ultra-violets, rayons X, rayons γ et rayons cosmiques). Heureusement, ils sont filtrés par l'atmosphère.
- * Les ondes supérieures à 1 mm seront utilisées pour diverses applications industrielles:
 - micro-ondes pour la création électromagnétique de la chaleur.
 - les ondes hertziennes pour les communications.

E. ÉNERGIE NUCLÉAIRE:

- * Dans le noyau de l'atome, des forces de cohésion tiennent "collés" ensemble les neutrons et les protons. Quand le noyau possède un nombre élevé de particules, l'interaction nucléaire ne suffit plus à assurer sa stabilité et le noyau laisse échapper des particules et des radiations qui constituent le phénomène de la radioactivité.
- * Autres formes d'énergie concernant les atomes: l'énergie atomique:

Les électrons, chargés d'électricité négative, gravitent autour du noyau qui concentre toute l'électricité positive sous forme de protons. Ceci un peu à la manière des planètes qui gravitent autour du soleil. Cependant les électrons sont répartis sur des couches concentriques qui représentent autant de niveaux d'énergie; les électrons d'une même couche possèdent un degré d'énergie à peu près équivalent. Ce degré d'énergie augmente en allant des couches proches du noyau vers les niveaux externes. L'électron peut "sauter" d'une couche à l'autre.

 - Dans un cas, quand l'électron passe d'une orbitale à haut niveau énergétique (couche externe) à une orbitale de moindre niveau, l'électron libère de l'énergie sous forme d'ondes électromagnétiques.
 - Si l'électron migre vers une couche plus externe (meilleur niveau énergétique), il faut qu'il soit excité par une quantité d'énergie venue de l'extérieur (chaleur, électricité...). Mais l'électron retourne rapidement à son niveau d'origine en

émettant un rayonnement (lumière ou autre).

* **Autres formes d'énergie nucléaire; la relativité.**

C'est l'énergie libérée au cours des réactions qui modifient la structure du noyau de l'atome.

- Vers 1905, Albert EINSTEIN était arrivé au résultat que masse et énergie étaient équivalentes: $E = mc^2$. (dans cette formule E est l'énergie, m la masse et c la vitesse de la lumière, les réactions se faisant à une vitesse équivalente à la vitesse de la lumière). L'idée d'Einstein se trouva confirmée avec les expériences nucléaires. Lorsque l'on réunit un proton et un neutron pour former un noyau, la masse de ce dernier est inférieure à la somme des deux masses des constituants. Cette différence de masse représente l'énergie de liaison de ces deux composants dans le noyau. Dans toute formation d'un noyau à partir de particules primaires telles que neutrons et protons, il y a toujours diminution de masse, d'où libération d'énergie due à la plus grande stabilité du nouveau noyau: c'est la FUSION.

- FERMI, en 1904, commença une série d'expériences dans lesquelles il bombardait un noyau d'uranium avec un neutron. Sous l'effet du choc, l'uranium se divisait en deux noyaux de masses intermédiaires. La différence de masse fournissait une énergie énorme: c'est la FISSION.

- Actuellement, on réalise des expériences dans lesquelles interviennent des quantités d'énergie plus importantes que dans la fission et la fusion: c'est la physique des hautes énergies.

F. ÉNERGIE ÉLECTRIQUE:

ÉLECTRICITÉ & COURANT ÉLECTRIQUE.

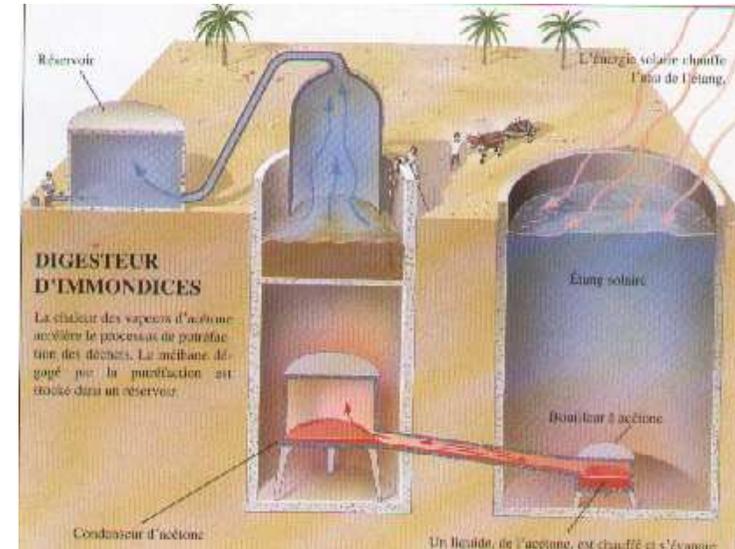
On appelle électricité un déplacement d'électrons entre les atomes. Si ce déplacement est organisé dans un sens précis, on parlera de courant électrique.

Électricité statique:

Si on frotte avec un chiffon une règle en matière plastique et si on approche ensuite cette règle de confetti, les confetti sont attirés par la règle.

Explication: lorsqu'on frotte la règle, le chiffon "arrache" des électrons qui se trouvaient sur les atomes périphériques. Donc la

engrais de qualité.



Un digesteur d'immondices.

L'énergie éolienne.

Utilisée depuis des siècles pour propulser les voiliers et actionner les moulins à vent, l'énergie éolienne sert aussi depuis plus de vingt ans à produire de l'électricité au moyen de turbogénératrices éoliennes (WTG, abréviation de Wind Turbine Generator). Il existe plus de 20 000 WTG dans le monde actuellement dont 15 000 en Californie.

Pourquoi cette source d'énergie n'est-elle pas davantage exploitée? Tout simplement parce que des sources à plus forte concentration d'énergie (charbon, pétrole et gaz) sont moins onéreuses. Cependant le prix modéré de ces dernières n'est dû qu'à l'absence de prise en compte de la réparation des dommages causés à l'environnement qu'elles polluent.

À mesure de l'accroissement du nombre de WTG, le prix unitaire

l'appauvrissement du sol lui-même. A la fin du siècle, la pénurie en bois de chauffage sera grave.

Forêts et pollution.

Les arbres absorbant le CO₂, leur raréfaction contribuerait à développer la teneur de l'air en gaz carbonique; comme on sait que ce gaz favorise l'effet de serre, ce dernier deviendrait de plus en plus important et notre planète se réchaufferait plus vite. Certaines sociétés, conscientes de ce problème, se sont lancées dans une politique de reboisement.

Voitures à l'alcool.

Les déchets de bois, sciures, copeaux etc... peuvent être utilisés pour fabriquer des carburants pour véhicules. Actuellement deux alcools, méthanol et éthanol, sont produits, mais en faibles quantités. Utilisés dans les moteurs de voitures et de camions, ces alcools sont moins polluants que les carburants habituels extraits du pétrole.

Si le moteur à alcool se révèle performant, il est probable que le méthanol deviendra un carburant essentiel. Dans cette hypothèse, la demande de déchets de bois, de paille et d'autres végétaux ne peut que croître. Même les détritiques provenant d'eaux usées pourraient être utilisés.

L'énergie des immondices.

Chaque jour, des millions de tonnes d'immondices sont déversées et s'accumulent dans des décharges. L'énergie et les matériaux utiles qu'elles renferment sont gaspillés, alors qu'ils pourraient être recyclés.

On peut récupérer le méthane provenant de la décomposition des ordures. Des digesteurs de grande taille pourraient permettre la bioconversion de déchets et de plastiques biodégradables. Dans les pays pauvres, des digesteurs de modèle réduit sont largement utilisés pour assurer la bioconversion de résidus d'origine animale et végétale et collecter le gaz. Celui-ci, appelé biogaz, est essentiellement du méthane. Après extraction du biogaz, les résidus "digérés" sont comprimés et constituent un

règle a maintenant une carence en électrons et elle est chargée d'électricité positive. Sachant que les charges électriques opposées s'attirent, lorsqu'on approche la règle des confetti, la charge positive de la règle attire les électrons (charges négatives) qui se trouvent en périphérie des atomes constituant les molécules du papier. Ces atomes ne veulent pas laisser échapper leurs électrons et c'est tout le morceau de papier qui suit les électrons attirés.

Autres manifestations d'électricité statique:

- cheveux attirés par l'écran de la télévision ou de l'ordinateur.
- crépitements et "étincelles" de vêtements en tissu synthétique que l'on enlève le soir dans l'obscurité.
- légers bourdonnements de l'air en montagne juste avant un orage. Etc...

Courants électriques:

Si le déplacement des électrons est organisé et se fait dans un sens précis, on dit qu'on a un courant électrique.

- Si les électrons se déplacent entre les atomes toujours dans le même sens, on a un courant électrique CONTINU.

- Si les électrons se déplacent entre les atomes alternativement dans un sens et puis dans l'autre, on a un courant électrique ALTERNATIF.

VITESSE DU COURANT ÉLECTRIQUE:

Nous avons vu qu'il y avait essentiellement du vide dans la matière. C'est ce vide qui explique la vitesse élevée du courant électrique: les électrons ne trouvent pratiquement aucun obstacle sur leur chemin.

Le courant électrique atteint 300 000 kilomètres par SECONDE.

C'est aussi la vitesse de la lumière et des ondes électromagnétiques.

Exercice: Si on envoie une onde électromagnétique en direction de la lune, l'écho revient environ deux secondes plus tard. Que peut-on en déduire concernant la distance terre-lune?

A noter toutefois que l'organisation des atomes dans les molécules de certaines matières facilite le déplacement des électrons: ces matières seront appelées des CONDUCTEURS (exemple: les métaux). Dans d'autres matières, l'organisation des atomes dans les

molécules empêche cette circulation: ces matières constituent les ISOLANTS (verre, porcelaine, matières plastiques etc...)
On a enfin créé des composants électroniques qui ne laissent circuler les électrons que dans un sens: on appelle ces composants des SEMI-CONDUCTEURS (Diodes, transistors etc...)

EXPLOITATION DES SOURCES D'ÉNERGIE:

Un travail de recherche avait été confié aux élèves: "Quelles sont les techniques d'exploitation des différentes sources d'énergie, dans le passé et à l'époque actuelle?". Le paragraphe suivant est rédigé à partir du travail de Roland DU CHAZAUD.

La force du vent est une ressource d'énergie naturelle connue depuis longtemps; on l'exploite pour puiser de l'eau, par exemple, au moyen d'une éolienne, grande roue à pales de toile ou métalliques montée sur un pylone et actionnée par le vent.
On l'exploite aussi pour moulinier le grain dans les moulins à vent.

Le charbon.:

Si son utilisation remonte à l'Antiquité, son exploitation comme source d'énergie et comme matière première remonte à la Révolution Industrielle du XIX^{ème} siècle. Après une période d'oubli, il est sans doute appelé à un nouvel avenir grâce à des techniques d'exploitation modernes telles que la gazéification qui permet la mise en valeur des gisements profonds dont l'exploitation par des méthodes traditionnelles se révèle trop délicate.

Outre son utilisation comme combustible dans les centrales thermiques, il est indispensable pour la fabrication des fontes et des aciers.

La carbochimie qui repose sur le traitement des sous-produits de la cokéfaction de la houille fournit de très nombreux produits (huile, hydrocarbures, résines, colorants, produits pharmaceutiques ...)

Le pétrole et le gaz.

Ils constituent aujourd'hui les premières ressources énergétiques mondiales et sont indispensables à l'économie.

directement l'énergie spatiale pour la transférer et l'utiliser sur Terre. La France et la Russie ont envisagé un plan à long terme visant à construire dans l'espace un énorme convertisseur qui transformerait la lumière solaire en micro-ondes, dirigerait celles-ci vers une station réceptrice terrestre où elles seraient transformées en électricité. Mais l'envoi vers la Terre d'un faisceau de micro-ondes est potentiellement dangereux et soulève des objections fondamentales.

Le modèle végétal ②

L'un des espoirs de la science est d'arriver à exploiter l'énergie solaire en reproduisant le processus de la photosynthèse des plantes. De nombreux essais ont réussi en laboratoire, mais toutes les méthodes se sont avérées trop onéreuses pour être exploitées à une échelle industrielle.

Dans la réaction chlorophyllienne, la chlorophylle dissocie la molécule d'eau; l'oxygène non utilisé est rejeté dans l'atmosphère. L'énergie de l'hydrogène est utilisée par les plantes pour élaborer des éléments nutritifs. Si les savants parviennent à mettre au point une méthode peu coûteuse d'extraction de l'hydrogène de l'eau, cet hydrogène pourra remplacer les combustibles traditionnels dans les moteurs à explosion et notre économie serait sans doute fondée sur l'hydrogène. Jusqu'à présent une seule installation utilise un procédé semblable: à Lorrach, dans le sud-ouest de l'Allemagne.

L'énergie "verte".

Les végétaux se développent à partir de l'énergie solaire qu'ils ont captée. En brûlant, les végétaux dégagent sous forme de chaleur l'énergie emmagasinée. A l'heure actuelle, 40% de l'énergie utilisée dans le monde est fournie par la combustion du bois. Le bois a un bien moindre rendement énergétique que le charbon ou le pétrole, mais il constitue une énergie renouvelable. Comme il a également de nombreux usages autres que calorifiques, l'augmentation de la demande de bois entraîne sa raréfaction en de nombreuses régions.
Le déboisement a également d'autres conséquences, entre autres

La pétrochimie qui prit naissance vers 1920 permet actuellement d'obtenir plus de 80 000 produits fabriqués (matières plastiques, caoutchoucs...)

Ce sont des énergies non renouvelables et dont les gisements sont très inégalement répartis sur le globe.

L'hydro-électricité et l'énergie des mers.

- * Les civilisations les plus anciennes ont utilisé la force d'écoulement des rivières pour actionner les roues à aubes. C'est en 1880 qu'Aristide BERGES imagina et construisit la première chute forcée destinée à produire de l'énergie électrique. La France figure parmi les grands pays producteurs d'énergie électrique d'origine hydraulique, mais sa production est proche de son maximum du fait des difficultés de plus en plus grandes à trouver des sites exploitables.
- * La mer est source d'énergie à plusieurs titres:
 - 1) **L'énergie marémotrice** est celle que l'on tire d'une masse d'eau retenue par une digue à marée haute et qui s'écoule, à marée basse, à travers un système électro-technique produisant du courant électrique, comme le barrage de la Rance par exemple.
 - 2) **L'énergie de la houle** qui peut être captée grâce à différents dispositifs: dispositif des canards de Saltes (flotteurs qui oscillent au passage de la vague), radeaux de Cockerell 'radeaux articulés qui épousent la forme de la vague) etc...



Centrale solaire en Californie aux États-Unis.

Énergie solaire et énergie spatiale.

La lumière solaire peut être transformée directement en électricité par des cellules solaires

Utiles dans les pays chauds, les batteries solaires ont été surtout développées dans le cadre des programmes spatiaux américains pour fournir de l'énergie aux satellites et aux sondes spatiales. Les ingénieurs de l'Espace sont à la recherche d'autres moyens de capter



L'énergie éolienne:

C'est l'énergie du vent, utilisée depuis plus de vingt siècles. Mal adaptée à une production d'énergie électrique, elle convient parfaitement pour des usages intermittents et nécessitant de faibles puissances (pompes, moulins...)

L'énergie nucléaire.

C'est l'énergie que possède l'atome. Elle est actuellement utilisée lors de la fission de certains noyaux atomiques à l'intérieur de réacteurs nucléaires. On peut classer ceux-ci en plusieurs familles

que l'on appelle filières.

L'énergie solaire

Elle est due aux réactions thermonucléaires qui se produisent à l'intérieur du soleil. Elle est en partie rayonnée sur la terre, directement ou après diffusion dans l'atmosphère. En dehors des formes indirectes d'utilisation, elle est captée de 2 manières:

- * par conversion thermique (l'énergie solaire est transformée en énergie thermique) grâce à l'emploi de capteurs plats.
- * par conversion photovoltaïque, grâce à l'emploi de photopiles.

On l'utilise actuellement dans de nombreux domaines dispersés: chauffage d'habitations, production d'eau chaude, production d'électricité...

L'énergie géothermique.

C'est l'énergie thermique disponible à l'intérieur de la terre. Elle est probablement due à la désintégration des éléments radio-actifs présents dans les couches profondes du sol. Les gisements géothermiques peuvent être de haute énergie (réservoirs de vapeur de 150°C à 300°C) ou, le plus souvent, de basse énergie (nappes d'eau chaude de 50°C à 90°C). Les premiers permettent de produire de l'électricité, les seconds ne permettent que la production d'eau chaude.

La bioénergie:

C'est l'énergie qui provient sous diverses formes de la combustion du bois, de la paille, de taillis ou de certaines cultures, voire de déchets agricoles. Elle est parfois utilisée pour le chauffage de serres, d'habitations ou même de piscines, mais demeure largement au stade expérimental.

Le biogaz

Dans certaines fermes, en particulier, on produit du gaz méthane (ou gaz des marais) à partir de déchets organiques et végétaux (fumier par exemple). Ce gaz remplace avantageusement les gaz d'origine pétrolière (butane et propane).

L'énergie du soleil. La lumière du Soleil est absorbée de deux façons par la Terre:

- ① la première est l'absorption des rayons du Soleil par la surface terrestre et marine. Cette chaleur emmagasinée rayonne ensuite et est stoppée par les gaz à effet de serre contenus dans l'air.
- ② la seconde façon passe par les plantes vertes. Celles-ci renferment de la chlorophylle, une substance qui absorbe la plus grande partie de la lumière blanche sauf sa composante verte qui est réfléchiée. L'énergie lumineuse est utilisée par les plantes pour fabriquer des éléments nutritifs: c'est la photosynthèse. La vie sous toutes ses formes, à de rares exceptions près, dépend de la photosynthèse: les carnivores se nourrissent d'autres animaux végétariens, les combustibles fossiles sont dus à la décomposition d'organismes vivants qui dépendent, comme nous venons de le voir, directement ou indirectement de la photosynthèse etc...

Utilisation du rayonnement solaire ①:

A un niveau élémentaire, la lumière solaire peut, après réflexion, être concentrée vers un récipient de cuisson. De tels réchauds solaires sont maintenant utilisés dans les pays pauvres. Sur le même principe, on peut construire des fours solaires permettant d'atteindre des températures très élevées. Beaucoup de pays utilisent des fours solaires pour dessaler l'eau de mer (Israël, Arabie Saoudite, États-Unis, Russie, Bulgarie, Australie ...). Un autre type de four solaire, le tube de Winston, permet d'atteindre des intensités lumineuses proches, voire supérieures à celles de la surface du Soleil lui-même. Ce nouveau système de focalisation des rayons solaires pourrait générer de grandes quantités d'énergie à bon marché, servir à fabriquer des matériaux nouveaux et être aussi utilisé pour détruire des substances toxiques.

Cette radioactivité est d'autant plus dangereuse que c'est une énergie indétectable sans l'aide d'appareils adéquats: on peut très bien être irradié sans s'en rendre compte!

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES:

Les énergies renouvelables sont celles qui participent ou découlent de la mécanique même de notre planète: le rayonnement solaire, l'attraction du soleil et de la lune qui se traduisent en particulier par les marées, les vents issus de différences climatiques entre diverses régions du globe mais aussi de la rotation de la terre, la présence de roches en fusion au coeur de notre planète, la présence de l'eau et son cycle ...

Les combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel...) cèdent par combustion une énergie qui est perdue à jamais, et leurs réserves ne sont pas illimitées. Les problèmes que pose l'utilisation de ces combustibles ne feront qu'augmenter à mesure de l'explosion démographique: l'épuisement des réserves de combustible sera plus rapide qu'actuellement, et la pollution atmosphérique s'accroîtra, entraînant pour tous les peuples de la Terre des conséquences redoutables.

Pour éviter ces conséquences, de nombreux hommes de science mènent des recherches sur l'exploitation de sources alternatives d'énergie qui soient inépuisables et qui ne polluent pas. On les appelle les sources d'énergie renouvelable. Au cours des prochaines décennies, il deviendra courant d'utiliser des sources de 5 types: gravité, lumière solaire, énergie recyclée, salinité de l'eau de mer et géothermie.

Ces 5 sources d'énergie sont toutes largement disponibles partout dans le monde. Pourquoi ne pas les avoir exploitées plus largement dans le passé pour éviter les problèmes que nous causent actuellement les combustibles fossiles et l'uranium? Tout simplement parce que ces derniers renferment de l'énergie hautement concentrée alors que les sources d'énergie renouvelable possèdent une énergie beaucoup plus diffuse, donc plus difficilement exploitable.

LES PROBLÈMES DE L'ÉNERGIE:

Économies d'énergie. Tentative de réduction de la quantité d'énergie utilisée à des fins domestiques et industrielles, en particulier dans les pays industrialisés.

Les sources d'énergie épuisables:

Autrefois, l'offre d'énergie était plus abondante que la demande, si bien que le bois ou le charbon de bois était brûlé avec prodigalité et sans grand rendement, dans des feux à air libre ou dans de simples poêles. Le bois et le charbon de bois furent les principaux combustibles jusqu'à ce que le charbon soit utilisé et devienne le «moteur» de la Révolution Industrielle du XVIII^e siècle. Aujourd'hui encore, le bois représente 13 p. 100 de l'énergie mondiale et sert pour l'essentiel dans les pays en voie de développement à la préparation des repas, là où les rendements restent faibles. Un villageois indien utilise cinq fois plus d'énergie pour faire cuire son repas du soir sur un poêle ou sur un feu de bois qu'un Européen. En tant que source d'énergie, le bois commence aussi à disparaître en Afrique et en Asie du Sud-Est.

En Europe, et particulièrement en Grande-Bretagne, le bois commença à manquer dès le milieu du XVIII^e siècle. Le charbon le remplaça progressivement. Outre son utilisation domestique, le charbon était brûlé pour produire la vapeur servant à actionner les pompes à eau des mines et augmenter ainsi l'extraction du précieux combustible. La machine à vapeur alimentée au charbon a également donné naissance au transport par chemin de fer, notamment après l'invention par George Stephenson de la motrice (*Locomotion*, construite en 1825) qui se révéla plus efficace que les autres formes de propulsion. Cela ne veut pas dire qu'elle était intrinsèquement rentable : l'énergie chimique du

charbon n'était convertie en force motrice qu'avec un rendement inférieur à 1 p. 100.

Encore de nos jours, le rendement pratique de conversion d'une grande centrale électrique à vapeur alimentée au charbon ou au mazout est inférieur à 40 p. 100 et celui d'un moteur automobile alimenté à l'essence est inférieur à 20 p. 100. Le reste de l'énergie est rejeté comme calories excédentaires — bien que, dans le cas d'une voiture, les calories excédentaires puissent être utilisées pour le chauffage ou la climatisation du véhicule. Cette détérioration de la "qualité" de l'énergie au cours de ses transformations est exprimée dans le principe d'entropie.

Le faible rendement avec lequel nous produisons notre électricité ou motorisons nos voitures, conséquence des lois de la physique plutôt que d'une négligence, signifie que les améliorations que nous pourrions apporter à nos dépenses d'énergie dans le futur résulteront à la fois de perfectionnements techniques et d'une réduction consciente de notre consommation (comme le nombre de trajets en voiture). Or ces problèmes ne font l'objet d'attention sérieuse que depuis peu de temps.

Facteurs d'amélioration du rendement

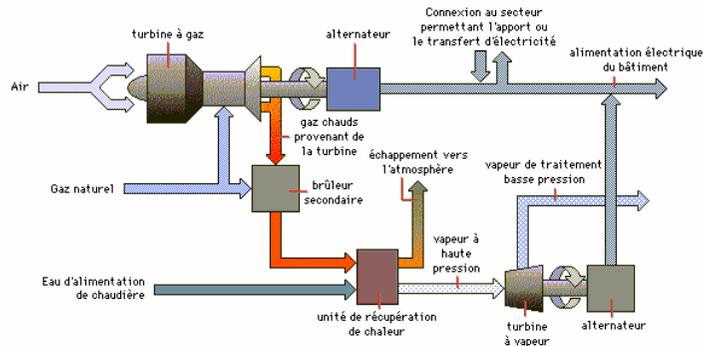
La structure d'utilisation de l'énergie dans les pays industrialisés a connu un bouleversement majeur en 1973 lorsque les producteurs de pétrole ont multiplié le prix du pétrole par quatre (fixant le prix du baril à 12 dollars) et qu'ils ont réduit de 5 p. 100 leurs ventes aux grands pays importateurs de pétrole comme la Communauté européenne et les États-Unis. En 1979, ils devaient encore augmenter ce prix!; en 1980, le pétrole brut se négociait ainsi à 40 dollars le baril.

en vendant de plus en plus d'énergie — diminuant d'autant leur enthousiasme pour les économies d'énergie. En fait, ils ne sont contrôlés que par la législation anti-pollution. Du côté de la demande, les utilisateurs semblent curieusement réticents à installer des systèmes économisant l'énergie, même si cela leur fait économiser de l'argent au bout de trois ou quatre ans (les ampoules électriques à bon rendement énergétique en constituent un parfait exemple). Afin de favoriser les économies d'énergie, les gouvernements devront donc avoir recours à des encouragements fiscaux combinant subventions et impôts. Un impôt carbone-énergie a ainsi été suggéré pour l'Union européenne, de 10 dollars par baril d'équivalent pétrole, partagé de manière égale entre énergie et carbone. De telles mesures sont déjà appliquées dans certains pays comme le Danemark.

Il est clair que les ressources énergétiques mondiales devront être utilisées de façon plus rentable à l'avenir si nous souhaitons faire face à la demande accrue d'énergie qu'une population qui augmente et s'industrialise va exiger. La pression exercée sur les ressources limitées en combustibles, ainsi que la progression constante du nombre d'habitants sur cette planète, exigent une réponse urgente.

Stockage des déchets:

L'énergie atomique et nucléaire semble offrir des rendements fort intéressants notamment pour la production électrique. La France est dans le domaine du combustible nucléaire un des pionniers mondiaux. Cependant, un grave problème risque de freiner cet enthousiasme dans les années à venir: les déchets radioactifs. On sait que ces déchets ont une durée de vie qui dépasse le siècle. Les sites d'enfouissement de ces déchets radioactifs présenteront-ils à très long terme les garanties de sécurité qu'ils semblent offrir de nos jours? Nul ne peut répondre à cette question avec certitude, car le sous-sol peut subir des transformations sur de longues périodes et donc ne plus être suffisant pour le confinement de la radioactivité.



Transports

Le secteur des transports est le plus polluant de tous, car il génère davantage de dioxyde de carbone que la production d'électricité ou la destruction des forêts tropicales. Quelque 500 millions de voitures roulent actuellement dans le monde et il est prévu que les chiffres doublent en Europe de l'Ouest d'ici 2020. Dans les pays en voie de développement, l'augmentation devrait même être plus rapide. Bien que le rendement des moteurs à explosion se soit nettement amélioré grâce à de nouveaux systèmes d'allumage, la tendance est encore à la construction de voitures dont les performances sont meilleures que ce que permettent les réseaux routiers. Les embouteillages et la pollution conduisent à s'intéresser aux voitures électriques et aux transports en commun, bien que beaucoup se cramponnent à la «liberté» que semble leur procurer la voiture individuelle.

Politique énergétique

La dérégulation et la privatisation des systèmes d'approvisionnement en énergie, ainsi que l'introduction de politiques énergétiques dominées par les lois du marché, encouragent les producteurs à réaliser un maximum de bénéfices

La Communauté européenne réagit par une politique qu'on peut symboliser par trois noms : charbon, économie et nucléaire. Priorité a d'abord été donnée à la réduction de l'utilisation générale des combustibles fossiles, en particulier le pétrole. Face à la hausse du prix des carburants, on a commencé à utiliser les combustibles fossiles avec davantage de parcimonie — si bien que des améliorations considérables ont été réalisées quant au rendement énergétique dans les années 1980. Les gens ont acheté des voitures plus petites et la vitesse maximale sur les routes a été réduite dans beaucoup de pays. Lorsque le cartel des pays producteurs de pétrole a commencé à se fissurer et que les prix du pétrole ont chuté, redescendant en dessous de 10 dollars le baril, la réduction de la consommation d'énergie est restée une préoccupation : la pollution, le réchauffement de la planète et la défense de l'environnement sont devenus des priorités.

Pollution de l'environnement

Dès 1896, Svante Arrhenius se rendait compte que l'équilibre radiatif de la Terre était profondément influencé par la présence d'un milieu protecteur constitué de dioxyde de carbone. Pendant 150 000 ans, la teneur en dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère est restée constante à environ 270 particules par million (ppm). Ce dioxyde de carbone capture les rayons infrarouges quittant la surface de la Terre et augmente la température moyenne du globe de plus de 31°C (par rapport à la température que nous aurions sans cette couche de dioxyde de carbone). Ce phénomène a un effet primordial sur la vie elle-même puisque, sans cet effet de serre naturel, la plupart de l'eau sur Terre serait transformée en glace. Depuis 1850 environ, la teneur en dioxyde de carbone de l'atmosphère n'a toutefois cessé d'augmenter — jusqu'à atteindre aujourd'hui 360 ppm. La

principale raison en est la consommation croissante de charbon, de pétrole et de gaz fournissant l'énergie devenue indispensable à notre mode de vie. En Europe de l'Ouest, la consommation annuelle par habitant est de 3 tonnes de pétrole (ou l'équivalent en gaz ou en charbon). Elle est de 8 tonnes aux États-Unis. La consommation annuelle mondiale en combustibles fossiles d'équivalent pétrole est de 8 milliards de tonnes et devrait atteindre 14 milliards vers 2020. Une grande partie de cette demande nouvelle provient des pays en voie de développement. La Chine brûle chaque année 1 milliard de tonnes de charbon mais, au cours des cinq ans à venir, ce chiffre devrait atteindre 1,5 milliard puisque son économie progresse de 10 p. 100 par an. (Dans un pays en voie de développement, une augmentation de 1,5 p. 100 de la consommation énergétique équivaut à une croissance moyenne de 1 p. 100 de l'économie.) L'augmentation rapide de la population des pays en voie de développement rend, bien sûr, ce problème plus crucial.

Selon les Nations unies, la population mondiale au milieu des années 1990 était légèrement supérieure à 5 milliards d'habitants. Il se pourrait qu'elle atteigne 10 milliards en 2040. Huit milliards de personnes devraient alors vivre dans des pays à économie en croissance rapide et dont les besoins énergétiques iront croissant.

L'utilisation de quantités toujours plus grandes de combustibles fossiles entraîne une augmentation de la production de dioxyde de carbone. La concentration en dioxyde de carbone du milieu du XIX^e siècle devrait donc doubler d'ici à 2030, provoquant, selon le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat mis en place par les Nations unies, une élévation de la

un engagement manifeste au plus haut niveau hiérarchique. Le problème de l'amélioration des économies d'énergie est aussi psychologique que technique et financier.

Production de l'électricité

Le rendement de la production électrique est régi en dernière instance par les lois de la thermodynamique. En augmentant la température d'entrée (par l'introduction de nouveaux matériaux et de techniques de conception nouvelles), le rendement de conversion des turbines à gaz les plus récentes a atteint 42 p. 100. Si le gaz d'échappement chaud est utilisé pour augmenter la vapeur d'alimentation d'une turbine à vapeur, on obtient un système (dit à cycle combiné) dont le rendement total de conversion approche 60 p. 100. Dans le monde entier, les centrales électriques à cycle combiné fonctionnant au gaz naturel tendent à remplacer les centrales au charbon et au pétrole. Une autre raison de les adopter est leur faible impact sur l'environnement, leurs émissions en dioxyde de carbone étant réduites.

Une façon encore plus rentable d'utiliser l'énergie des combustibles fossiles primaires est de construire des systèmes de cogénération ou systèmes dits combiné chaleur et électricité (CHP). Dans ce cas, la chaleur sortant de la turbine à gaz ou à vapeur, ou même du moteur Diesel, est utilisée pour actionner le générateur électrique qui fournit de la vapeur ou de la chaleur aux zones de travail. Ces systèmes ont un rendement global énergétique supérieur à 80 p. 100. (Ce système est illustré sur le schéma ci-dessus) Il existe des situations techniques et commerciales où le CHP est idéal pour l'équilibre électricité/ chaleur, et où l'installation réduit les coûts et économise de l'énergie.

d'énergie.

Secteur industriel

L'amélioration du rendement énergétique dans l'industrie nécessite des dépenses pour lesquelles les provisions sont en concurrence avec celles envisagées pour l'achat de nouveaux équipements, l'augmentation de la production, le paiement des dividendes ou les salaires. Il est donc important que les périodes d'amortissement ne soient pas calculées sur des laps de temps trop courts si l'on souhaite que les investissements en matière d'économies d'énergie ne soient pas sacrifiés.

Des économies d'énergie importantes seraient aussi possibles grâce à l'amélioration du contrôle des facteurs de puissance du matériel électrique, grâce à l'installation de moteurs électriques modernes pour ventilateurs, pompes et autres transmissions, et grâce à l'installation d'un matériel d'éclairage à haut rendement. Elles pourraient également être augmentées grâce à un emploi plus fréquent d'un délestage qui éviterait une trop forte pénalisation en période de pointe mais offrirait d'avantageux tarifs de nuit.

Le rendement des chaudières et des fours pourrait souvent être radicalement amélioré par un réglage et un contrôle soignés des taux d'air de combustion. La récupération des calories excédentaires au moyen d'échangeurs de chaleur, de pompes à chaleur et de programmeurs thermiques pourrait faire l'objet d'évaluations soignées. L'amélioration des systèmes de vapeur et de condensation entraînerait des économies substantielles.

Des économies d'énergie ne sont possibles que si un plan d'exploitation de l'énergie est mis en place avec des contrôles rigoureux et des objectifs déterminés. La motivation de la main-d'œuvre est essentielle, mais elle ne sera obtenue que s'il existe

température moyenne à la surface de la Terre d'environ 0,2°C tous les dix ans — et une élévation correspondante du niveau de la mer de 4 cm environ.

Les conséquences d'un réchauffement de la planète sont si graves et imprévisibles que l'inquiétude a gagné. La perspective d'inondations massives de pays situés au niveau de la mer, comme le Bangladesh, ou de changements climatiques provoquant un accroissement des pluies dans certaines parties de l'hémisphère Nord, et de la désertification dans certaines régions tropicales, est alarmante. En mai 1992, 154 pays, dont ceux de l'Union européenne, ont signé la convention-cadre de l'ONU sur les changements climatiques (ratifiée en mars 1994). Les signataires sont convenus de stabiliser, jusqu'à la fin du siècle, le niveau de leurs émissions de dioxyde de carbone aux valeurs de 1990.

Les experts pensent que cette limitation sera à peine suffisante pour empêcher d'autres changements climatiques. Cependant, la simple stabilisation des émissions de dioxyde de carbone exigera une volonté politique considérable. Le Conseil mondial de l'énergie déclare que, pour parvenir à une stabilisation, il faudra diminuer les émissions annuelles de dioxyde de carbone provoquées par l'Homme d'au moins 60 p. 100.

Économies d'énergie et effet de serre

Il y a plusieurs possibilités pour réduire les émissions de dioxyde de carbone. L'approche de loin la plus rentable consiste à brûler moins de combustibles fossiles, en particulier de combustibles riches en carbone comme le charbon et le mazout lourd. En outre, les combustibles ont une teneur très élevée en soufre, élément qui, comme l'azote, est à l'origine des pluies acides. Il en résulte que la protection de l'environnement est maintenant la meilleure

raison d'encourager les économies d'énergie. À long terme, la question de l'épuisement des ressources en combustibles fossiles non renouvelables est tout aussi essentielle. Au rythme de consommation actuelle, les réserves de pétrole et de gaz seraient de cinquante ans et celles de charbon de deux cents ans.

La demande croissante de combustibles fossiles, ainsi que les risques de pollution qu'elle implique, ont conduit divers groupes d'experts, dont la commission Brundtland (1987), à lancer des appels en faveur d'un développement durable des **énergies renouvelables** qui a été retenu par les hommes politiques de nombreux pays. Beaucoup mesurent toutefois mal les difficultés qui seront à surmonter pour atteindre cet objectif. Selon le Conseil mondial de l'énergie, les sources d'énergie renouvelables ne pourront couvrir au mieux que 30 p. 100 des besoins mondiaux vers 2020 (même si certains estiment que ce chiffre pourrait être de 60 p. 100 vers 2100) et il semble difficile à certains d'imaginer qu'on puisse se passer de l'énergie nucléaire.

Consciente de ces problèmes, l'Union européenne a pris des initiatives pour encourager les économies d'énergie. Elle considère que 20 p. 100 d'économie est un objectif raisonnable. Pour sa part, le Conseil mondial de l'énergie a demandé des réductions considérables de l'«intensité de l'énergie», c'est-à-dire de la quantité d'énergie nécessaire à la production d'une unité de produit national brut (PNB). Les chiffres publiés dans un rapport du Conseil mondial de l'énergie en 1993 suggèrent un chiffre mondial moyen de rendement énergétique de 3 à 3,5 p. 100. En Europe de l'Ouest et au Japon, le chiffre est de 4 à 5 p. 100, alors qu'il n'est que de 2 p. 100 aux États-Unis.

Méthodes utilisées pour réaliser des économies d'énergie

Du côté de l'offre, des économies d'énergie peuvent être réalisées grâce aux perfectionnements techniques à apporter à la production d'électricité et aux opérations de raffinage. Du côté de la demande, c'est-à-dire de la consommation d'énergie pour chauffer les bâtiments, pour s'éclairer ou faire fonctionner les appareils électriques, les efforts ont été négligés et il reste un large éventail d'améliorations possibles. En Europe de l'Ouest, par exemple, 40 p. 100 de l'énergie sont consommés par les ménages, 25 p. 100 par l'industrie et 30 p. 100 dans les transports.

Bâtiments privés, commerciaux et publics

Environ la moitié de l'énergie totale de l'Europe de l'Ouest est consommée dans les maisons et les bâtiments. Si l'on appliquait des techniques de construction appropriées, la consommation d'énergie pourrait être réduite de 20 p. 100, la période d'amortissement étant inférieure à cinq ans. Il faudrait donc encourager des isolations soignées, un éclairage plus économique, l'usage de systèmes informatiques de gestion de l'énergie, l'installation de dispositifs de régulation, d'appareils de chauffage, de climatisation, de réfrigération et de cuisine de conception récente. Un étiquetage des appareils comportant des informations sur leur rendement énergétique aiderait aussi les consommateurs à choisir les systèmes les mieux adaptés.

Les progrès dans le secteur domestique sont nécessairement lents, car c'est lors de la construction initiale que les meilleures techniques d'économie d'énergie peuvent être prises en compte. Dans la mesure où le renouvellement du parc des logements n'est que de quelques pour cent par an, il faut encourager l'aménagement rétroactif des systèmes d'isolation et d'éclairage. La remise à neuf des bâtiments commerciaux et industriels, qui est plus fréquente, devrait toujours inclure des plans d'économie