



# Économiser l'énergie

"L'essence est aussi vitale que le sang" G. Clemenceau

**Yokohama** est située sur la côte ouest de la baie de Tokyo, à 25 km au sud du centre de la capitale. En population (près de 3,6 millions d'habitants), elle est la deuxième ville du Japon. Longtemps simple village, elle se développa grâce à l'ouverture de son port après le "traité de commerce et navigation" entre le Japon et les États-Unis en 1859. L'activité maritime (premier port de l'archipel avec un trafic de près de 130 millions de tonnes) reste une de ses principales activités avec l'industrie lourde et les industries de haute technologie (Hitachi, Toshiba, NEC, Fujitsu).

L'agglomération tokyoïte est parcourue par un réseau d'autoroutes dense. Du fait du manque de place et du prix des terrains, beaucoup de ces autoroutes et échangeurs sont suspendus. La saturation du trafic est en partie due à l'organisation des entreprises (zéro stock, livraisons juste à temps) qui transforme l'autoroute en convoi mécanique.

Le Japon a très peu de charbon (son extraction couvre 5 % des besoins énergétiques de l'archipel) et encore moins d'hydrocarbures : le pétrole ne permet de couvrir que 0,4 % des besoins. Donc, 85 % de l'énergie consommée au Japon est importée. De plus, 50 % de cette énergie est entièrement liée du pétrole.

Économie et société japonaises sont donc très dépendantes du pétrole, dont le secteur des transports (réseau ferré excepté) est presque totalement tributaire.



## Économiser l'énergie

# COLLÈGE

## Sciences de la vie et de la Terre

### 1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?

#### Sixième

Notre environnement : caractéristiques de notre environnement.

- Les différentes composantes de notre environnement.
- L'Homme agit sur les milieux naturels.

#### Cinquième Quatrième

La Terre change en surface : évolution des paysages.

- Formation des roches sédimentaires.
- Exploitation des ressources géologiques de la Terre.
- Activités humaines et environnement.

#### Troisième

Responsabilités humaines : santé et environnement.

- Conséquences des activités de l'Homme sur l'environnement.
- Conséquences des activités de l'Homme sur la santé.

### 2. Quelles problématiques aborder ?

Le thème "Économiser l'énergie" ne pourra pas être abordé ainsi en liaison directe avec les programmes des sciences de la vie et de la Terre.

On pourra se reporter au document "Davantage d'énergies renouvelables" qui montre comment on peut contribuer à définir le concept de "renouvelable-non renouvelable", conduisant indirectement à la nécessité d'une "économie" d'énergie. D'autre part, la combustion de matière carbonée dans l'utilisation d'énergie fossile est responsable indirectement :

- de l'émission de dioxyde de carbone (gaz à effet de serre) ;
- de poussières, de la production d'ozone et autres éléments pouvant avoir une incidence sur la santé.

Les sciences de la vie et de la Terre amènent donc tout au long du collège des regards permettant d'alimenter une argumentation justifiant la nécessité "d'économiser l'énergie", argumentation variable selon les sources considérées.

Par la connaissance des mécanismes de la production végétale, les sciences de la vie et de la Terre permettent aussi de mieux comprendre les intérêts et les limites globales des biocarburants.

Ces apports amènent à manipuler :

- différentes échelles d'espace (localisation des sources d'énergie, possibilité de production d'énergie renouvelable) ;

- différentes échelles de temps (constitution des ressources d'énergie, en particulier fossiles, à l'échelle de milliers-millions d'années et consommation en dizaines d'années) ;
- la complexité des situations.

Le débat sur les économies d'énergie, devant déboucher sur des actions reposant sur des valeurs, devra se construire de façon nécessairement transdisciplinaire.

### 3. Quels contenus et notions mobiliser ?

#### Sixième

- Les manifestations de l'activité humaine sur l'environnement.
- En fonction de ses besoins, l'Homme agit sur son environnement (prélèvements de matériaux utiles, rejets de déchets...).

#### Cinquième quatrième

- Interactions entre les roches et l'Homme.
- Utilisation des ressources naturelles par l'Homme.
- Exploitation, directe ou après transformation, des ressources en fonction de leurs propriétés.
- Ressource non renouvelable à l'échelle de temps humaine. Son exploitation doit donc être gérée en fonction de son épuisement prévisible.
- Des substances nocives perturbent le fonctionnement de l'appareil respiratoire et peuvent être à l'origine de maladies graves.

#### Troisième

- L'Homme en général, chaque citoyen en particulier, a une responsabilité à l'égard de l'environnement à l'échelle de la planète, garant de sa santé.
- Des gaz, comme le dioxyde de carbone et le méthane, exagèrent l'effet de serre.
- La quantité excessive d'ozone dans les milieux urbains pollués crée des problèmes d'environnement et de santé.

### 4. Quelles pistes de travail envisager ?

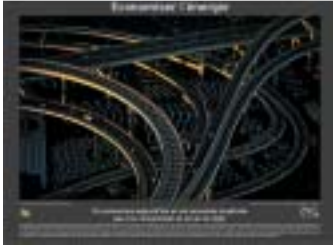
#### Sixième

Aspects énergétiques des pratiques agricoles et perspectives de développement durable (sources d'énergie, énergie grise, bilan CO<sub>2</sub>).

#### Troisième

##### Lien consommation d'énergie-pollution-santé

On peut compléter l'argumentation en analysant les méthodes de transformation du pétrole et leurs conséquences sur l'environnement et la santé. La comparaison des effets relatifs des transports individuels et collectifs, de leurs conséquences sur la pollution et la santé, peut amener à réfléchir à des solutions concrètes permettant d'économiser l'énergie et d'abaisser la pollution, sur des bases quantitatives.



# Économiser l'énergie

## LYCÉE

### Histoire-géographie et ECJS

# 1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?

## Seconde

### Géographie

Au premier abord, les questions énergétiques sont absentes de ce programme. Mais dans les commentaires des thèmes du programme, il est fait mention des enjeux géopolitiques des ressources énergétiques (thème : "Plus de six milliards d'Hommes sur la Terre") et des conflits internationaux qui peuvent en découler. De même, dans l'étude du thème "Les sociétés face aux risques", les risques technologiques liés à l'énergie nucléaire ou aux transports ne sont pas oubliés. Il n'est pas interdit de s'interroger sur les liens éventuels, à l'échelle mondiale, entre émission de gaz à effet de serre et changements climatiques.

## Terminale L Terminale ES

### Géographie

1<sup>re</sup> partie du programme intitulé "Un espace mondialisé."

- Les flux de produits pétroliers, entre régions de production, de transformation et de consommation sont un des éléments structurant de l'espace mondial. Ils sont, plus ou moins, organisés par les grandes compagnies pétrolières, des organisations internationales comme l'OPEP ou l'AIE. Les politiques énergétiques des États les influencent également. Le commerce du pétrole est un élément constitutif de la puissance des métropoles comme Londres et Rotterdam en Europe, New York et Dallas aux États-Unis.
- Parmi les débats dont la mondialisation est l'enjeu, les atteintes à l'environnement, à court et long termes, provoquées par la forte consommation de pétrole pourront être évoquées.

2<sup>e</sup> partie du programme intitulé "Les trois grandes aires de puissance dans le monde".

La place de l'automobile dans l'organisation de l'espace de la façade atlantique de l'Amérique du Nord et de la mégalopole japonaise est capitale. Mais la saturation de l'espace est beaucoup plus forte au Japon qu'en Amérique du Nord.

## 2. Quelles problématiques aborder ?

**Le pétrole, première source d'énergie mondiale, indispensable au transport**

Ses propriétés (forte concentration en énergie, état liquide, facilité de stockage, de transport et d'utilisation, faible coût d'extraction et d'exploitation) en ont fait la première source d'énergie primaire au monde. En 2003, le pétrole a représenté 41 % de la consommation d'énergie (environ 27 milliards de barils), contre 21 % au gaz, 21 % au charbon, 7 % au nucléaire, 3 % à l'hydraulique, 1 % aux énergies renouvelables... Revers de la médaille : la combustion du pétrole et de ses dérivés est la première source d'émission de CO<sub>2</sub>, principal gaz à effet de serre (voir le document "Le climat change").

Comme énergie, le pétrole ne peut se consommer que transformé en essence, gazole, fioul ou kérosène. Les transports représentent son premier débouché (la moitié des produits pétroliers consommés au monde). Plus de 95 % des déplacements effectués utilisent comme propulseur le couple pétrole-moteur à explosion. Et, pour le moment, il n'existe pas de moyen de substitution viable aux produits pétroliers pour les transports.

Par ailleurs, plus du quart de la production pétrolière est destiné au chauffage des locaux individuels et collectifs. 10 % servent à la production d'électricité dans des centrales thermiques où la combustion du fioul, dans des chaudières, produit la vapeur qui fait tourner des turbines couplées à des alternateurs. 8 % sont utilisés par l'industrie pétrochimique (matières plastiques, caoutchouc de synthèse, fibres synthétiques, détergents, pesticides et engrais...). L'agriculture est consommatrice de 3 % du pétrole, tout au long de la filière (tracteurs et machines, engrais, pompage de l'eau, conditionnement, transport, réfrigération). Sans oublier les forces armées pour lesquelles "l'essence est aussi vitale que le sang" (G. Clemenceau).

**Le "pic de production" est-il pour demain ?**

Comme le charbon et le gaz naturel, le pétrole est une énergie non renouvelable. Il est difficile de prévoir le moment où se produira le "pic de production" mondial (c'est-à-dire le moment où la production cessera d'augmenter et de satisfaire la demande) et où commencera la "déplétion" (phénomène de décroissance de la production). Ce moment correspondra à l'épuisement d'importants gisements insuffisamment compensé par la mise en valeur de nouveaux gisements difficilement exploitables (petits gisements, gisements off-shore situés à plus de 2 000 mètres de profondeur, gisements subpolaires). Se produira-t-il en 2050, comme le pensent les plus optimistes, en 2015, comme l'annoncent un grand nombre d'experts, en 2007, comme le craignent ceux qu'inquiète la poussée de la consommation de la Chine et de l'Inde et qui considèrent que l'actuelle flambée des cours est une prémisse du déséquilibre de l'offre et de la demande ?

Les incertitudes proviennent, entre autres, de l'opacité entretenue par les compagnies, les États et les diverses organisations internationales (OPEP, AIE) sur leurs évaluations des réserves. Autres inconnues : le prix que les consommateurs accepteront de payer (plus les prix sont élevés, plus les réserves exploitables augmentent et certaines énergies alternatives deviennent rentables), la nature des progrès technologiques (jusqu'à quelles profondeurs arrivera-t-on à forer ? Ne parviendra-t-on pas à augmenter les quantités extraites d'un gisement ?). La hausse des prix de l'énergie, l'approche du pic de production du pétrole, les difficultés pour trouver des énergies alternatives au pétrole, la nécessaire limitation des émissions de gaz à effet de serre (GES) en application du protocole de Kyoto (voir le document "Le climat change") rendent plus que jamais indispensables la recherche d'énergies alternatives et les économies d'énergie.

## Quelles énergies alternatives ?

Il n'existe pas de remplaçant unique au pétrole.

Parmi **les énergies non renouvelables**, le gaz naturel ne peut être considéré, à long terme, comme une alternative au pétrole. En effet, son pic de production devrait se produire une quinzaine d'années après celui du pétrole et les prix du gaz et du pétrole sont indexés, car la contribution du gaz à l'effet de serre n'est inférieure que de 30 % à celle du pétrole. Le charbon est abondant, mais l'énergie fossile est la plus polluante (émission de CO<sub>2</sub> lors de sa combustion et de méthane lors de son extraction). L'énergie nucléaire donne lieu à des débats passionnés sur son coût réel et sa sécurité à court et long termes, mais de toute façon les réserves d'uranium sont limitées et les nouvelles générations de centrales (surgénérateurs, voire à fusion thermonucléaire) vont être longues à mettre au point.

**Certaines énergies renouvelables semblent prometteuses.** Ainsi la biomasse présente l'intérêt de provoquer peu de rejets de gaz carbonique. Le bois est la principale, voire l'unique, source d'énergie pour la moitié des habitants de la planète. Mais la surface disponible est trop faible pour couvrir une part importante de la consommation de pétrole. Les biocarburants utilisent des plantes, tels que le colza, le blé, le tournesol, la betterave, la canne à sucre. Leurs rendements sont actuellement faibles. Il faudra attendre la mise au point de biocarburants de la deuxième génération pour savoir si ce rendement peut devenir intéressant.

- ❶ **L'énergie hydroélectrique** peut être stockée derrière des barrages, elle est économiquement compétitive et son potentiel de développement est indéniable. Mais les barrages posent des problèmes écologiques, les investissements initiaux sont très importants et la production est irrégulière selon les années et les saisons. Par ailleurs, le potentiel des mers et des océans est intéressant. Quelques usines marémotrices utilisent une partie de l'énergie du flux et du reflux de la marée dans des sites à forts coefficients. Des projets expérimentaux utilisant l'énergie des vagues, des courants marins sont en cours. Il serait possible de tirer parti des différences de température entre eau chaude de surface et eau plus froide des profondeurs. Mais les coûts d'exploitation seraient très importants à cause de la corrosion due au milieu marin.
- ❷ **L'énergie solaire** permet de produire de l'électricité, par l'intermédiaire de panneaux de cellules photovoltaïques ou de centrales solaires, ainsi que de l'eau chaude circulant dans des canalisations pour alimenter habitations et piscines. C'est cet usage du solaire qui est, pour le moment, le plus prometteur.
- ❸ **L'éolien**, notamment offshore, est souvent considéré comme une filière d'avenir (voir le document "Davantage d'énergie renouvelable").
- ❹ **La géothermie** utilise la chaleur du manteau terrestre. Mis à part quelques pays, comme l'Islande qui possède des geysers, il faut forer des puits pour tirer parti du gradient géothermique entre la surface et les fortes profondeurs.
- ❺ **L'incinération des déchets et les biogaz**, obtenus par fermentation de matières organiques, sont également considérés comme des énergies renouvelables. Mais leur place est très marginale.

La solution à la déplétion des hydrocarbures réside-t-elle dans la mobilisation de toutes les filières alternatives existantes ou dans celle de quelques filières ? "L'énergie la moins chère n'est-elle pas celle que l'on ne consomme pas ?".

### La sobriété énergétique

Elle doit concerner aussi bien les transports que le chauffage. Elle passe par de meilleurs usages et conception des voitures actuelles (plus petite motorisation, limitation de la vitesse de pointe, conduite plus souple, allègement de leur poids, réduction des équipements énergétivores), par le transfert d'une partie du transport de marchandises vers le train ou le bateau, par une meilleure isolation des bâtiments individuels et collectifs, par le recours à une architecture bioclimatique (captant, stockant, répartissant l'énergie solaire), par le recyclage des matériaux, voire par la relocalisation des activités (rapprochant lieux de production et de consommation à moins que le bateau soit utilisable).

## 3. Quels contenus et notions mobiliser ?

Énergie primaire, formes d'énergie. Énergies fossiles (non renouvelables)/énergies renouvelables. Énergies alternatives. Pic de production, déplétion. Énergie solaire. Énergie éolienne. Géothermie. Sobriété énergétique.

## 4. Quelles pistes de travail envisager ?

### Seconde Géographie

Établir un tableau des avantages et inconvénients des différentes sources d'énergie primaire tenant compte de l'effet de serre.

### Terminale L Terminale ES Géographie

Analyse d'un croquis des productions, consommations et flux de pétrole dans le monde.



# Économiser l'énergie

## LYCÉE

### Sciences de la vie et de la Terre

## 1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?

### Seconde

Dans la partie : "La planète Terre et son environnement", les problèmes d'environnement globaux liés à la dynamique des enveloppes externes et en particulier de l'atmosphère.

- La composition de l'atmosphère.
- Le cycle du CO<sub>2</sub>.
- Influence de l'Homme.
- Effet de serre.
- Maladies pulmonaires liées à l'environnement.
- Empoisonnement par le CO (dans les thèmes).

### Première ES

- Le bois (présenté aussi comme source d'énergie).

### Terminale S (spécialité)

- Dans la partie "Les roches produits et témoins du temps" : la notion de temps en géologie.
- Influence de l'Homme sur l'environnement (par exemple recherche des origines des variations de la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère).
- Dans la partie "Évolution humaine et environnement" : impact de l'Homme sur les milieux, les espèces et la planète.

## 2. Quelles problématiques aborder ?

Le thème "Économiser l'énergie" ne pourra pas être abordé ainsi en liaison directe avec les programmes des sciences de la vie et de la Terre.

On pourra se reporter au document "Davantage d'énergies renouvelables" qui montre comment on peut contribuer à définir le concept de "renouvelable/non renouvelable", conduisant indirectement à la nécessité d'une "économie" d'énergie. D'autre part, la combustion de matière carbonée dans l'utilisation d'énergie fossile est responsable indirectement :

- de l'émission de dioxyde de carbone (gaz à effet de serre) ;
- de poussières, de la production d'ozone et autres éléments pouvant avoir une incidence sur la santé.

Les sciences de la vie et de la Terre amènent, à la suite du collège et à plusieurs moments au lycée, des regards permettant d'alimenter une argumentation justifiant la nécessité "d'économiser l'énergie", argumentation variable selon les sources d'énergie considérées.

Par la connaissance des mécanismes de la production végétale, les sciences de la vie et de la Terre permettent aussi de mieux comprendre les intérêts et les limites globales des biocarburants.



Ces apports amènent à manipuler :

- différentes échelles d'espace (localisation des sources d'énergie, possibilité de production d'énergie renouvelable) ;
- différentes échelles de temps (constitution des ressources d'énergie, en particulier fossiles, à l'échelle de milliers-millions d'années et consommation en dizaines d'années) ;
- la complexité des situations.

Le débat sur les économies d'énergie, devant déboucher sur des actions reposant sur des valeurs, devra se construire de façon nécessairement transdisciplinaire.

### 3. Quels contenus et notions mobiliser ?

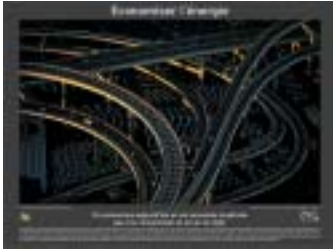
- Évolution de l'atmosphère.
- Effet de serre.
- Les mouvements atmosphériques sont rapides et permettent un mélange efficace des gaz polluants.
- Le cycle du CO<sub>2</sub> et l'influence de l'Homme sur ce cycle.

### 4. Quelles pistes de travail envisager ?

#### Seconde

Un thème au choix peut être développé s'appuyant sur **la connaissance des bilans énergétiques et le cycle du carbone**. Des précisions peuvent être apportées pour alimenter le débat et permettre :

- de comprendre à partir de la formation du pétrole (lieu, contexte géologique, durée), son statut de "ressource non renouvelable" ;
- d'estimer la durée probable des réserves pétrolières en confrontant la quantité de pétrole existant dans les réserves mondiales connues et la consommation annuelle mondiale ;
- de comprendre la relation entre utilisation de l'énergie fossile, pollution et modification de l'effet de serre et santé.



# Économiser l'énergie

## EN SAVOIR PLUS

### Sites internet

#### Thém@doc

- Les énergies renouvelables, c'est quoi ?, CRDP de Basse-Normandie  
<http://www.crdp.ac-caen.fr/energies/presentation.htm>
- Le bois, une énergie renouvelable, CRDP de Champagne-Ardenne  
<http://www.crdp-reims.fr/cddp10/ressources/mediatheque/dossiers/themadoc>
- Évaluer les besoins, les ressources et la consommation d'énergie  
<http://www.industrie.gouv.fr/energie/>  
[http://www.europa.eu.int/comm/energy/index\\_fr.html](http://www.europa.eu.int/comm/energy/index_fr.html)
- Risques et pollution  
<http://www.ecologie.gouv.fr/sommaire.php3>

### Vidéo DVD

- Les problématiques de l'énergie et de l'environnement, Cédérom, ADEME, 2003.
- Les énergies renouvelables, Cédérom, Grenoble, CRDP, 2000.
- Énergies dans le vent, CNDP, collection "Côté télé" - série "Nimbus".

### Articles Revue Livres

- BIJU DUVAL B., *Géologie sédimentaire*, TECHNIP Institut Français du pétrole.
- "Pétrole, vers la pénurie ?", *Textes et documents pour la classe*, CNDP, 2001, n° 826.
- Que ferons-nous sans le pétrole ?*, National Géographic France, octobre, 2005.
- WINGERT J.-L., *La vie après le pétrole*, Autrement, Paris, 2005.
- CHEVALIER J.-M., *Les grandes batailles de l'énergie*, Gallimard, 2004.