



Les énergies fossiles et renouvelables

**Dossier subventionné par le Ministère des Transports, de la Mobilité et de l'Energie
de la Région Wallonne (Belgique)**

Avec la collaboration du Secteur de l'environnement
de l'Enseignement primaire du canton de Genève (Suisse)

Mai 2003

Table des matières

NOTICE THEORIQUE	3
La logique de base.....	3
Energie : qualité et quantité.....	4
Energies renouvelables / non renouvelables	4
Energie et environnement	6
Répartition des ressources, dépendances.....	7
Mon énergie et celle des autres : inégalité des consommations	7
Energie et risques	8
Croissance de la consommation.....	8
Efficacité énergétique au quotidien.....	8
NOTICE DIDACTIQUE	10
OBJECTIFS	10
PROPOSITION D'ACTIVITES	10
Dossier « expériences en sciences de la Terre »	10
Questions de recherche et pistes de travail	10
EXEMPLE DE SEQUENCE D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE.....	12
La chaleur et la température	12
1. Point de départ (30 min.).....	12
2. Récolte des représentations (45 min.).....	12
3. Mise en place d'une méthode de recherche (45 min.)	12
4. Phase instrumentale (45 min.).....	13
5. Phase expérimentale (90 min.)	13
6. Remise en question (45 min.).....	13
7. Evaluation (45 min.).....	13
RESSOURCES	13
Sites WEB.....	13
Moyens d'enseignement	14
FICHES POUR LES ELEVES	15
Comment ressent-on la « chaleur »?	15
FICHES POUR LES ELEVES	17
La mesure de la température	17
FICHES POUR LES ELEVES	19
Comment chauffer de l'eau ?	19
Comment chauffer de l'eau ?	20



Notice théorique¹

L'énergie a toujours constitué un enjeu vital pour l'homme et les sociétés humaines. Les comportements humains sont fortement induits par sa disponibilité ou sa non-disponibilité, son abondance ou sa pénurie. De ces comportements vont découler de nouveaux enjeux, en particulier pour l'environnement et les équilibres socio-économiques.

La prise de conscience de l'importance de ces enjeux (réchauffement climatique, épuisement des ressources, augmentation des coûts de la santé, ...) devrait, nous l'espérons, permettre de tendre vers une utilisation plus rationnelle de l'énergie, une optimisation des processus énergétiques que nous mettons en œuvre tous les jours.

La logique de base

« Rien ne se crée, rien ne se perd : tout se transforme ». Ce mot, attribué à Lavoisier, constitue le premier principe de la thermodynamique, et la base de toute réflexion concernant l'énergie.

Cette logique de transformations constitue une véritable grille de lecture du monde de l'énergie. Si l'énergie est la capacité à fournir un travail, aucun travail ne pourra se faire sans convertir une forme d'énergie en une autre. La quantité d'énergie d'un système est une constante, une caractéristique de ce système.

Les chaînes de conversion énergétique

Pour obtenir une prestation ou un service, on devra toujours convertir une *énergie primaire* en une forme d'énergie utilisable.

Je veux avoir chaud ? Je dois mettre en œuvre un processus de production de chaleur, par exemple en brûlant un combustible. Mieux : je mets un pull, afin de conserver la chaleur dégagée par mon corps alors qu'il « brûle » les sucres de mon déjeuner ou mes réserves de graisses. Je ne peux pas me réchauffer sans convertir une énergie primaire en chaleur, et réciproquement je ne peux pas m'alimenter indéfiniment sans transformer ces aliments en mouvement, en chaleur, en information, etc.

Afin de convertir les énergies primaires en prestations utiles, nous mettons en œuvre chaque jour de nombreuses technologies, de manière plus ou moins consciente. De la pile à la centrale nucléaire en passant par le moteur à explosion et le capteur solaire, chaque technologie a ses avantages et ses inconvénients.



Figure 1 – Diverses installations productrices d'électricité²

Nous puisons toujours notre énergie dans l'environnement, ce faisant nous la transformons, souvent de manière irréversible. En tant que consommateurs, nous nous situons en bout de chaîne. De notre comportement va dépendre ou non la mise en œuvre d'une cascade de transformations et d'effets.

¹ La notice théorique de ce dossier pédagogique est une version condensée d'un document produit par Cédric Jeanneret (Terrawatt – Energies pour un développement durable – cedric@terrawatt.ch). L'auteur a donné son accord pour cette adaptation, nous l'en remercions vivement.

² Toutes les illustrations de ce dossier sont tirées des animations à voir sur le site Educapoles : www.educapoles.org



Energie : qualité et quantité

Pourquoi parler de crise de l'énergie, alors que selon le premier principe de la *thermodynamique*, « rien se crée, rien ne se perd » ?

Là où le bât blesse, c'est que les transformations énergétiques ne sont pas réversibles : chaque transformation induit une dégradation de la qualité de l'énergie. Les processus de conversions énergétiques, qui mettent en jeu diverses formes d'énergie, n'ont pas tous le même rendement.

Chaque conversion d'énergie induit une perte, demande toujours une quantité et une qualité d'énergie supérieure à celle attendue pour satisfaire la prestation. Selon les technologies mises en jeu, les pertes seront plus ou moins importantes.

L'énergie contenue dans les énergies primaires (pétrole brut, gaz naturel, etc.) est transformée en produits énergétiques finaux (essence, électricité, etc.) pour être ensuite convertissable en prestations de consommation (chaleur, lumière, mouvement, etc.) avant d'être finalement et irrémédiablement dégradée en chaleur. A l'heure actuelle, plus de la moitié de l'énergie est perdue en cours de route lors de ces processus de transformations.

Energies renouvelables / non renouvelables

L'intensité du soleil ne diminue pas quand on pose des capteurs solaires, le vent ne s'arrête pas de souffler si on installe des éoliennes. En revanche les réserves de pétrole, de charbon, de gaz naturel et d'uranium diminuent irrémédiablement lorsqu'on les exploite.

On distingue donc deux grands types d'énergies :

Les énergies « *renouvelables* », inscrites dans un cycle naturel, leur disponibilité ne diminue pas lorsqu'on les utilise.

Soleil

A la base de tous les cycles naturels.

Végétaux

Poussent et se développent au rythme des saisons.

Hydraulique

Issue du cycle de l'eau (soleil + force de gravitation).

Vent

Selon la météo et la rotation de la terre.

Bois

Produit par les forêts.

Autres énergies renouvelables

Géothermie, marées, *biogaz*, *éthanol*, etc.

Les énergies « *non-renouvelables* », qui s'épuisent lorsqu'on les utilise (stocks limités).

Essence

Tirée du pétrole.

Mazout

Egalement issu du raffinage du pétrole.

Charbon

Extrait des mines.

Gaz naturel

Naturel, mais pas renouvelable.

Uranium

Formé en même temps que notre planète il y a des milliards d'années.

Autres énergies non renouvelables

Le kérosène alimentant les avions (tiré du pétrole), le butane, le propane (également extraits du pétrole) ...



Traditionnellement, les êtres humains ont vécu en domestiquant les énergies renouvelables (traction animale, moulins, navigation à voile, bois, mais aussi esclavage...). Depuis la révolution industrielle, l'homme puise abondamment dans le sous-sol pour en extraire ces énergies non-renouvelables fossiles que la planète a mis des millions d'années à former.

Au rythme où nous utilisons les énergies non renouvelables, il n'y en aura bientôt plus. Ou plus exactement, quand les gisements les plus accessibles seront épuisés, il faudra prospecter et forer dans des conditions tellement difficiles, que cela coûtera beaucoup trop cher pour les exploiter de manière lucrative. D'ici 20 ans ? 50 ans ? 100 ans ? 200 ans ? Nul ne le sait exactement.

Si on ramène l'histoire des énergies fossiles à une période symbolique d'une année, le déséquilibre entre le temps de formation et le temps d'épuisement saute aux yeux :

Date	Correspondance temps sur une année	Evénements
-300 millions	1 ^{er} janvier 0 h.	Début de la formation des énergies fossiles
-200 millions	Fin avril	Apparition des dinosaures
-65 millions	mi-octobre	Disparition des dinosaures
-23 millions	3 décembre	Formation des Alpes
-1 million	hier, un peu avant 19 heures	Premiers hommes
-300'000 ans	il y a 9 heures	Maîtrise du feu
-40'000 ans	il y a 1 heure ¼	Homo Sapiens
0	il y a 3 minutes ½	Naissance du Christ
1750	il y a 25 secondes	Machine à vapeur
1859	il y a 15 secondes	Premier puit de pétrole, Pennsylvanie.
1973	il y a 3 secondes	1 ^{er} choc pétrolier.
2003	31 décembre, minuit.	Aujourd'hui
2050 ?	dans 5 secondes	Fin des réserves pétrolières prouvées.

L'utilisation des énergies renouvelables génère aussi des impacts sur l'environnement. Ils sont beaucoup moins importants que ceux provoqués par la consommation d'énergies non renouvelables, mais ils existent :

- Les barrages: impact environnemental et humain (vallées noyées), impact sur la rivière en aval, risque en cas de rupture, impact visuel, *écosystèmes* perturbés voir condamnés à disparaître.
- L'énergie du bois: impact local sur la qualité de l'air. Si l'exploitation est mal gérée: déforestation, désertification, disparition des sols et glissements de terrain.
- Les éoliennes: bruit, impact sur le paysage (crêtes, collines).



Les énergies renouvelables d'hier

Le soleil
Moulins à eau, à vent...
Force animale et humaine (agriculture, esclavage)
Navigation à voile
Cuisson au bois
Etc.

Les énergies renouvelables de demain

Le soleil (*capteurs solaires, solaire passif*)
Turbines hydroélectriques
Eoliennes
Energie humaine (vélo, etc.)
Chauffage à copeaux de bois
Etc.



Energie et environnement

L'homme a besoin d'énergie pour vivre/survivre dans son environnement. Toute énergie est prise à l'environnement (ressources énergétiques). Elle est transformée, fournit une prestation puis est restituée à l'environnement sous une forme différente. L'utilisation de l'énergie est aujourd'hui le premier facteur de modification de la planète Terre.

En consommant principalement des énergies non renouvelables en grandes quantités (85% de l'énergie consommée en Europe est d'origine non-renouvelable), les sociétés industrialisées modifient les équilibres des cycles naturels et les perturbent de manière préoccupante, irréversible parfois.

Les principaux impacts sur l'environnement dus à notre consommation d'énergie sont un accroissement de la pollution locale, une perturbation globale des phénomènes atmosphériques (pollution globale) et un accroissement des déchets, en particulier les déchets nucléaires.

Pollution locale :

Le smog que respirent les habitants de Los Angeles est responsable chaque année de la mort de 1600 d'entre eux. Une étude réalisée par des chercheurs californiens et publiée dans la revue *Science* en juillet 1992 estime à un pour mille le risque de mortalité par pollution atmosphérique dans cette agglomération de 12 millions d'habitants, soit la moitié de la probabilité d'être tué dans un accident de voiture.

- Smog hivernal : les inversions de températures associées aux émissions des chauffages et des véhicules à moteur aboutissant à des hauts niveaux de pollution de l'air (oxydes d'azote, oxydes de soufres, oxydes de carbone, imbrûlés, etc.).
- Smog estival : le rayonnement solaire associé à la chaleur et aux oxydes d'azote produits par les véhicules à moteur provoque des taux élevés d'ozone.

Déchets :

Les centrales nucléaires produisent chaque année des milliers tonnes de déchets faiblement et moyennement radioactifs et des tonnes de déchets hautement radioactifs. La durée d'activité de ces déchets est de plusieurs dizaines de milliers d'années.

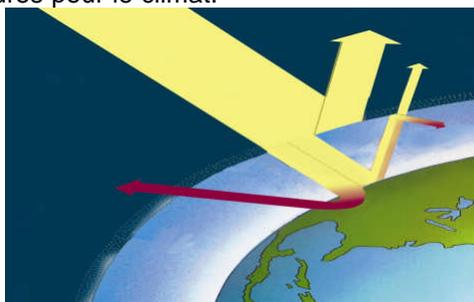
Ces déchets doivent être retraités puis stockés. Dans chaque pays, trouver des lieux de stockage est un problème complexe encore non résolu de façon définitive.

Pollution globale et changements climatiques :

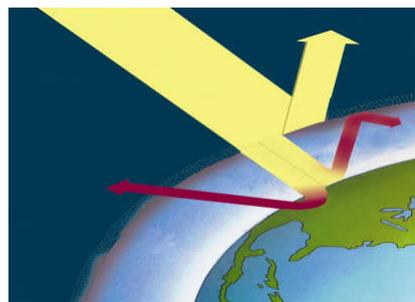
La combustion d'une tonne de pétrole dégage environ 800 kg de carbone (environ 3 tonnes de CO_2) ; une TEP (tonne équivalent pétrole) de gaz dégage environ 600 kg de carbone et une TEP de charbon environ une tonne de carbone. Chaque année, ce sont plusieurs milliards de tonnes de carbone qui sont ainsi diffusées et « stockées » dans notre atmosphère.

On peut estimer la quantité de carbone atmosphérique à 760 milliards de tonnes. La quantité de carbone contenue dans les réserves prouvées d'énergies fossiles peut être estimée à 500 milliards de tonnes, avec un potentiel de 3300 milliards de tonnes de ressources additionnelles.

Le problème est qu'il y a très peu de chances (d'après l'état de nos connaissances actuelles) de pouvoir multiplier par 4 ou 5 le taux de carbone contenu dans notre atmosphère sans conséquences majeures pour le climat.



Représentation schématique de l'effet de serre naturel.



L'effet de serre renforcé par l'activité humaine (représentation schématique)



Il est aujourd'hui établi que taux de carbone dans l'atmosphère et réchauffement climatique sont liés. La très forte probabilité de corrélation entre l'émission de CO₂ et les bouleversements climatiques est très sérieusement prise en compte par les autorités internationales compétentes (IPCC, OMM, notamment).

Depuis un siècle, le climat s'est réchauffé de 0,5°C. Cette augmentation de température a été estimée liée de façon significative à l'augmentation de l'effet de serre par les scientifiques du GIEC, mandatés par les Nations-Unies. De plus, les modèles des climatologues montrent tous, malgré leurs différences que, au rythme où vont nos émissions, le climat risque bien de se réchauffer de 1,4 à 5,8°C d'ici 2100. Cela peut paraître peu. Mais il faut savoir que durant les grandes glaciations du quaternaire, la température de la surface terrestre n'était guère que de 5 ou 6°C plus basse qu'aujourd'hui, ce qui suffisait pour que les glaciers couvrent toute l'Europe du Nord et pour que le niveau des mers soit plus bas de 100 mètres. Dans l'autre sens, la température qui sévissait au temps des derniers dinosaures, il y a 80 millions d'années, n'était que 5°C plus chaude que l'actuelle. Ce qui n'empêche qu'à la place des calottes glaciaires se trouvaient... des forêts.

Une évolution en apparence mineure de la température peut donc influencer très profondément le niveau des mers, les précipitations et les écosystèmes eux-mêmes. Plus que son amplitude, c'est la rapidité de cette variation éventuelle de température qui inquiète les scientifiques. En effet, le rythme du changement prévisible est plusieurs dizaines de fois supérieur à ce que la terre a connu jusqu'ici. D'où l'inquiétude sur la capacité des systèmes agricoles et forestiers à surmonter ce changement brutal. La montée du niveau des océans de 50 cm à 1 mètre aurait des conséquences graves pour les très nombreuses populations qui vivent sur des zones côtières très basses (Bangladesh, delta du Nil, etc.). Certaines populations vivant sur des îles basses du Pacifique (comme Tuvalu) seront forcées à un déménagement complet dans les 20 ans à venir et sont déjà en train de négocier leur installation ailleurs...

La probabilité de migrations des zones de maladies tropicales est également évoquée par les scientifiques (déplacement de virus parallèlement au déplacement des zones climatiques).

Répartition des ressources, dépendances

Les énergies primaires sont réparties non-uniformément sur le globe. Certains pays dépendent d'autres nations pour leur approvisionnement énergétique. Ceci implique des échanges économiques et peut jouer un grand rôle dans les relations entre les Etats.

Ces réserves sont situées, pour la majeure partie, à l'extérieur des zones à forte consommation. Cette dépendance des pays industrialisés vis à vis des pays exportateurs peut être génératrice de crises graves, susceptibles de menacer le fragile équilibre socio-économique mondial (chocs pétroliers des années 70, guerres du Golfe, ...).

Europe	2500	2%
Amérique N	8500	6%
Amérique S	13'600	9 %
Asie exURSS	9000	7 %
Moyen Orient	92'500	65 %
Afrique	10'000	7%
Asie Pacifique	6000	4%
Total monde	142'100	100%

Mon énergie et celle des autres : inégalité des consommations

La consommation d'énergie dans le monde est très disparate d'une région à l'autre.

Un Américain moyen va consommer 8 tonnes de pétrole par année contre 0,3 pour le citoyen de certains pays d'Afrique ou d'Asie.

On estime que deux milliards de terriens vivent sans électricité.

Parmi les habitants d'Afrique, ceux qui sont connectés au réseau consomment en moyenne 150 fois moins d'électricité qu'un citoyen canadien.



En Occident, un taux de 5 à 600 voitures pour 1000 habitants est courant. En Chine ou en Inde, ce taux est (pour le moment...) de 2 voitures pour 1000 habitants.

Aujourd'hui, les sept pays les plus développés consomment près de 50% des ressources énergétiques mondiales. On peut s'interroger sur le choix de ce type de modèle de développement pour le reste de la communauté internationale.

Energie et risques

Risques liés aux techniques mises en œuvre

L'histoire de l'homme cherchant à mettre les forces de la nature à son service est malheureusement riche de catastrophes et accidents en tous genres. Toute conversion d'énergie génère un risque pour l'homme et/ou l'environnement. Après la 2ème guerre mondiale, l'utilisation de l'énergie atomique civile a fait évoluer les risques d'une échelle locale à une échelle continentale. Quant à l'utilisation du pétrole, du gaz et du charbon, c'est à l'échelle planétaire que les changements climatiques induits s'exerceront.

Risques liés au transport d'énergie

Pour pouvoir utiliser des énergies primaires, il faut en règle générale les collecter, les transporter, les transformer, et/ou les stocker. Ceci nécessite bien sûr de l'énergie, provoque des charges sur l'environnement et génère des risques (accidents, marées noires, etc.).

Plus que les naufrages et les collisions de pétroliers géants, c'est la pratique du dégazage en mer qui explique la régularité du taux de pollution sur les grandes routes commerciales du pétrole. A eux seuls, ces dégazages représentent près de 1,5 millions de tonnes de pétrole déversés chaque année dans les océans. A cela s'ajoutent 1,5 tonnes supplémentaires provenant des forages en mer ou des installations industrielles dont les rejets d'hydrocarbures transitent par les rivières jusqu'à la mer.

Croissance de la consommation

Si dans les sociétés européennes pré-industrielles, essentiellement agricoles et marchandes, l'homme disposait de l'équivalent énergétique du travail de huit esclaves, ce potentiel atteint aujourd'hui, dans les pays industrialisés d'Europe et d'Amérique du Nord, de cent cinquante à deux cents esclaves.

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la consommation d'énergie des sociétés dites développées a été multipliée par quatre. Un Européen moyen consomme aujourd'hui trente fois plus que l'énergie nécessaire à ses besoins physiologiques.

Efficacité énergétique au quotidien

La lecture des paragraphes ci-dessus a de quoi donner froid dans le dos...

Cependant, chacun/e peut agir afin d'éviter que les choses n'empirent. Mieux : chacun/e peut, au quotidien, contribuer à améliorer la qualité de vie présente et à venir.

Cela peut se concrétiser dans une multitude de petits gestes du quotidien qui vont souvent accroître le bien-être de ceux qui les pratiquent et de leur entourage.

Nous présenterons ici une démarche qui peut se pratiquer chaque jour, afin de traquer le gaspillage d'énergie. Les quatre interrogations du détective de l'énergie :

1. Quel est mon besoin ? Puis-je le remettre en question ?

Chauffer à 19° ou 23°C ? Vacances aux antipodes ou dans la région ? Produits de saison ou surgelés ? De quelles prestations ai-je besoin ? Ce besoin est-il légitime/rationnel ? Est-il envisageable de le réduire ? Questions difficiles voire dérangeantes. Peut-on vivre mieux en consommant moins ?

2. Puis-je me brancher sur une énergie naturelle ?

L'environnement naturel pourrait-il répondre directement à mes besoins ?

On perçoit facilement lorsque trop d'énergie nous parvient du milieu ambiant, et on met des filtres pour s'en protéger (stores lorsque trop de soleil). En revanche, lorsqu'un manque d'énergie se fait



sentir (ombre, froid), on a souvent tendance à recourir tout de suite à la technique (lampes, radiateurs), avant de relever les filtres qui nous coupent des réseaux naturels gratuits et non-polluants (lumière du jour, mettre un pull), etc.

3. Est-ce que j'utilise des appareils performants ?

Est-ce que les techniques que je mets en œuvre consomment des énergies renouvelables ? Avec de bons rendements ? Question importante lors d'une décision d'achat (lampe fluorescente -type ampoule économique- au lieu d'halogène). Egalement à se poser dans la vie de tous les jours : transports publics ou véhicule privé ?

4. Et les pertes ?

Y a-t-il un obstacle (une perte) entre la fourniture d'énergie et le besoin (fenêtre ouverte au-dessus d'un radiateur chaud par exemple) ?

On peut décliner ces quatre niveaux d'intervention dans les quatre domaines d'utilisation quotidienne de l'énergie :

- Secteur thermique résidentiel : chauffage des logements, eau chaude sanitaire des logements, cuisson.
- Secteur déplacements privés : véhicules individuels.
- Secteurs appareils électroménagers équipant les logements : éclairage, froid, traitement du linge et de la vaisselle, bureautiques et divers.
- Secteur des consommations indirectes « cachées » : production de biens et services de consommation (industrie alimentaire, emballages, eau, voyages, sports, commerce, etc.) ; consommations publiques (enseignement, santé, armée, administration, etc.) ; production de biens et services de consommation indirecte (industrie lourde, fabrication de machines et d'équipement, etc.).



Notice didactique

Le concept d'énergie est difficile à construire, d'autant plus qu'il est souvent mal utilisé dans les expressions courantes ou dans la vie quotidienne. Pour expliquer le mot « énergie », les élèves de l'école primaire évoquent l'énergie du corps (« ce matin je suis plein d'énergie »), des phénomènes naturels (éclairs, soleil), des phénomènes surnaturels tirés des dessins animés (rayons ultra-destructeurs), et, chez les plus grands, l'énergie électrique, nucléaire. Les énergies mécanique et calorifique sont rarement évoquées.

Concernant l'énergie électrique, beaucoup d'enfants pensent qu'il est produit sans rien consommer : « il suffit d'appuyer sur un bouton ! ». Les activités qui montrent d'où vient le courant sont donc importantes. D'autres enfants imaginent que l'énergie électrique peut être comparée à un récipient d'eau qui s'écoule dans des tuyaux. Cette comparaison n'est pas judicieuse, car elle s'oppose à la notion de « circuit électrique » et laisse penser qu'elle peut être stockée dans un réservoir.

Notre objectif est de pouvoir poser les bases d'une première compréhension de l'énergie : formes, sources, utilisations, transformations, économies. Nous aborderons aussi plus particulièrement l'énergie thermique qui est dans le quotidien de chaque enfant.

Objectifs

Etre capable de

- Mettre en place une démarche de type expérimental.
- Utiliser différents types de représentations (schémas, graphiques, infographies, ...).
- Rechercher et traiter des informations.
- Utiliser un vocabulaire spécifique.

Avoir expérimenté

- Quelques utilisations de l'énergie (chauffer, éclairer, mettre en mouvement)
- Des montages permettant la transformation de l'énergie.

Avoir compris et retenu

- Quelques notions liées à l'énergie.
- Les différentes utilisations de l'énergie (chauffer, éclairer, mettre en mouvement).
- Les différentes sources d'énergie.
- Quelques transformations de l'énergie.
- Les problématiques liées à la consommation et à l'économie d'énergie.

Proposition d'activités

Dossier « expériences en sciences de la Terre »

- Conservation de la chaleur
- Le cycle de l'eau
- Climat polaire et le rayonnement polaire
- L'effet de serre
- Construire une station météorologique

Questions de recherche et pistes de travail

Qu'est-ce que l'énergie ?

Débuter en demandant aux enfants ce qu'est pour eux l'énergie, ce qu'évoque ce mot. Dans quelles phrases apparaît le mot énergie ? Les élèves écrivent des mots en relation avec l'énergie sur une feuille de papier, puis les résultats sont mis en commun.

Effectuer ensuite un travail de documentation à partir de livres et à l'aide d'Internet :

- Inventorier avec les enfants les utilisations quotidiennes faites des diverses sources d'énergie (consommation d'énergie) : se chauffer, se déplacer, s'éclairer ...



- Faire rechercher toutes les sources d'énergies naturelles (énergies primaires) : muscles, soleil, vent, eau, pétrole, uranium, marées ... Quels sont les produits énergétiques fabriqués (essence, électricité, ...) ? Quelles sont les énergies renouvelables et celles qui ne le sont pas ?
- Lancer une recherche bibliographique sur les machines qui permettent de produire les diverses formes d'énergie (chaleur, énergie électrique, travail, énergie rayonnante) : chaudière, centrales, moteurs, lampes ...

Tous les résultats de ces recherches seront présentés sur des posters dans la classe.

Lister les expressions de la langue française qui évoquent l'énergie. Proposer aux élèves de trouver dans le langage commun des exemples de mauvaise utilisation du mot énergie.

Est-ce que nous utilisons quotidiennement de l'énergie ?

Imaginer avec les enfants à quoi ressemblerait une journée sans électricité, sans chauffage, sans essence ni mazout. Demander aux élèves d'écrire un petit texte.

Quels sont les chemins de l'énergie ?

Demander aux enfants de créer des posters qui expliquent les chemins de l'énergie :

- A partir d'une ampoule allumée, faire remonter le circuit de l'énergie électrique jusqu'à la centrale nucléaire ou hydraulique.
- A partir d'un radiateur, faire remonter le circuit de l'énergie thermique jusqu'à la source.
- A partir d'une voiture qui roule, faire remonter le circuit de l'énergie jusqu'aux réserves de pétrole.

Comment produire de l'électricité ?

- Dans la cour de l'école montrer le fonctionnement d'un alternateur de vélo. De retour en classe créer avec les enfants un poster qui décrit la chaîne énergétique de l'alternateur, c'est-à-dire le transfert d'énergie (ou conversions de l'énergie) depuis la jambe du cycliste jusqu'à la production de lumière : jambe (énergie musculaire), pédalier (énergie mécanique), roue arrière (énergie mécanique), galet (énergie mécanique), alternateur (énergie électrique), lampe (énergie thermique), éclairage (énergie rayonnante).
- Lancer un défi à la classe : comment produire du courant à partir de l'alternateur avec une autre source d'énergie ? Les enfants doivent trouver des solutions, comme celle de munir l'alternateur d'une roue à ailettes, puis d'utiliser l'eau du robinet, un cours d'eau ou de la vapeur sous pression ...
- Organiser une visite de classe dans un site industriel de production d'électricité : centrale électrique, barrage, centrale nucléaire ...

Comment réaliser un transfert d'énergie ?

Proposer aux enfants une expérience qui met en évidence un transfert d'énergie :

- Poser un verre d'eau sur une grande assiette creuse. Mesurer la température de l'eau. Recouvrir le verre d'un pot de fleurs à l'envers. Verser de l'eau sur les faces extérieures du pot de fleurs. Placer l'ensemble dehors au soleil et éventuellement renouveler l'arrosage du pot de fleur. Lorsque l'eau est évaporée, enlever le pot et mesurer la température de l'eau dans le verre : elle a baissé alors que le montage était en plein soleil.
L'évaporation de l'eau nécessite de l'énergie qui est prise, entre autres, sous la forme de chaleur à l'air sous le pot de fleurs, d'où le refroidissement de l'eau dans le verre.

Comment capter l'énergie solaire ?

Mettre en place une expérience qui montre l'existence de l'énergie solaire :

- Réaliser une serre avec une boîte à chaussure ouverte, en tapissant l'intérieur d'un plastique noir et en fermant avec une plaque de verre ou un film plastique transparent. Installer un thermomètre à l'intérieur et placer la boîte en plein soleil (veiller à ce que le thermomètre soit protégé du soleil par un cache en carton). Représenter sous forme de graphique l'augmentation de la température de l'air à l'intérieur de la serre.

Des impacts sur l'environnement ?

- Quels sont les principaux impacts sur l'environnement dus à notre consommation d'énergie ? Quelles sont les solutions alternatives ? Par groupe, les enfants répondent à ces questions en



réalisant un petit poster. Les résultats sont ensuite présentés aux autres groupes pour entamer un débat.

Quelle démarche-action entreprendre dans ma région ?

- Créer une exposition qui explique le parcours de l'électricité depuis une centrale jusqu'à l'ampoule.
- Comment économiser l'énergie ? Après avoir imaginé tous les petits gestes qui permettraient d'économiser l'énergie, la classe pourrait écrire un petit livret « mode d'emploi des économies d'énergie » que les enfants distribueraient à leurs parents et amis. Ils pourraient aussi confectionner des affichettes à placarder dans des endroits choisis.
- Initier une semaine « économie d'énergie » : veiller à éteindre les lumières, à économiser l'eau, venir à l'école en vélo ou en co-voiturage, améliorer les isolations ...
- Créer une exposition qui présente les énergies renouvelables de l'avenir.

Exemple de séquence d'enseignement/apprentissage

La chaleur et la température

Objectifs

Etre capable de

- Mettre en place une démarche de type expérimental.
- Se poser des questions, s'interroger.
- Isoler des variables.
- Utiliser des instruments de mesure (thermomètre).

Avoir compris et retenu que

- Notre corps ressent la chaleur, mais qu'il peut être induit en erreur.
- La température se mesure avec un thermomètre.
- Les thermomètres ne sont pas tous semblables. Ils utilisent même des unités de mesure différentes.
- Certaines matières permettent de conserver la chaleur plus longtemps.
- Il faut du temps pour qu'un objet ou qu'un liquide se réchauffe/refroidit (inertie).

1. Point de départ (30 min.)

Initier une discussion touchant le thème de la chaleur en relation avec l'actualité (température froide ou chaude pour la saison, mise en route de la chaufferie de l'école, articles de presse, ...).

2. Récolte des représentations (45 min.)

Vécu de l'enfant

Qu'est-ce que pour vous le mot « chaleur » évoque ?

Est-ce que cela veut dire la même chose que le mot « température » ?

Initier un débat, puis chaque enfant explique sur un papier ce qu'est pour lui la chaleur et la température.

3. Mise en place d'une méthode de recherche (45 min.)

Comment évaluer si un objet ou un liquide est chaud ou froid ?

Tout d'abord par des indices visuels : « nuage » qui s'échappe d'un café, cristaux de glace sur un produit congelé. Faire dessiner aux enfants tous les indices qu'ils connaissent : est-ce que quelque chose de chaud ou froid cela se voit ?

Ensuite par notre corps : notre peau possède des extrémités nerveuses qui nous permettent de percevoir des différences de température. Ainsi, le corps peut nous indiquer si un matériau est plutôt chaud ou froid.

Distribuer aux enfants la fiche « Comment ressent-on la chaleur ? » et réaliser l'activité.



4. Phase instrumentale (45 min.)

Les indices et les sensations laissées par le contact sont des moyens subjectifs pour évaluer si un objet est chaud ou froid. En revanche, la température est une grandeur physique qui caractérise ces sensations d'une façon objective.

Le thermomètre est l'instrument qui permet de mesurer précisément la température.

Distribuer aux enfants la fiche «La mesure de la température » et réaliser l'activité.

Pour mesurer une température il faut une référence. Dans le système Celsius, le savant (Anders Celsius) a choisi la température de congélation de l'eau pure pour déterminer le degré 0, et la température d'ébullition de l'eau à la pression atmosphérique normale au niveau de la mer (1 atmosphère ou 1,013 bar) comme le degré 100. Il existe d'autres façons de mesurer la température, comme les degrés Kelvin ($273^{\circ}\text{K} = 0^{\circ}\text{C}$) et les degrés Fahrenheit. Rechercher en classe la construction de ces autres échelles de température. Mettre les enfants en situation pour qu'ils trouvent de nouvelles références pour mesurer une température.

5. Phase expérimentale (90 min.)

Comment augmenter la température d'un objet ou d'un liquide ? Il faut lui apporter une certaine quantité d'énergie, sous la forme de chaleur. On aborde alors une nouvelle signification du mot « chaleur », c'est-à-dire l'énergie thermique.

Distribuer aux enfants la fiche «Comment chauffer de l'eau ?» et réaliser l'activité.

6. Remise en question (45 min.)

Dans l'école, il y a certainement des sols différents : carrelage, parquet, revêtements synthétiques ... Créer un circuit de plusieurs revêtements que les enfants font pieds nus.

Il doivent ensuite classer les sols du plus chaud au plus froid. Le carrelage va paraître nettement le plus froid.

Refaire ensuite le même circuit avec un thermomètre électronique pour mesurer la température des sols : les revêtements ont quasiment tous la même température ! Notre corps peut donc nous tromper dans la sensation du chaud et du froid.

On peut faire le même type d'expérience en touchant de la main diverses parties d'un même objet : les pieds en acier d'une table et son plateau en plastique ou en bois ; les poignées en caoutchouc d'un vélo et son cadre en acier ...

A chaque fois l'enfant a la sensation de températures différentes alors que le thermomètre dit le contraire.

Initier un débat en classe pour élucider ce mystère, lié à la conductivité thermique des matériaux.

Quand un matériau est un bon conducteur, il prend de la chaleur à la peau et donne une impression de froid au corps. C'est pourquoi le carrelage semble être froid.

En revanche, d'autres matériaux sont de mauvais conducteurs thermiques. Ils sont isolants et ne prennent pas de la chaleur à la peau, laissant une impression de température plus ou moins équivalente à celle du corps.

Distribuer en classe des matériaux divers et les faire classer selon leur conductivité thermique, mais aussi électrique.

7. Evaluation (45 min.)

Faire réaliser aux enfants un poster scientifique sur ce qu'ils ont appris de la chaleur et de la température.

Ressources

Sites WEB

- <http://www.educapoles.org> : Educapoles, le site éducatif de la Fondation Polaire Internationale propose des activités pédagogiques sur les régions polaires et le réchauffement climatique.



- <http://www.inrp.fr/lamap> : La main à la pâte est un réseau éducatif visant à promouvoir l'enseignement des sciences à l'école primaire.

Moyens d'enseignement

- **Guide pédagogique - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 8 à 16, 107 à 115.**
- **Livre de l'élève - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 8 à 15, 74 à 83.**
- **Cahier d'expériences CE2 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 4 à 9.**
- **Cahier d'expériences CM1 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 4 à 12 et 33 à 36.**
- **Cahier d'expériences CM2 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 27 à 32.**
- **Problèmes de sciences et de technologie pour le préscolaire et le primaire**, Marcel Thouin, Editions Multimondes, Québec, 1999.



Fiches pour les élèves

Prénoms des élèves du groupe :

.....
.....

Comment ressent-on la « chaleur » ?

Idée de l'expérience : vous allez « toucher » de différentes manières de l'eau à plusieurs températures pour dire ce que vous ressentez et pour les classer du plus froid au plus chaud.

Pour chacune de ces expériences, il est important que chaque personne du groupe puisse effectuer ce qui est proposé. Vous noterez ensuite vos remarques.

Expérience 1

Trempez la main gauche dans la cuvette 1 et la main droite dans la cuvette 3 pendant 30 secondes :



Eau froide



Eau tiède



Eau chaude

**Après 30 secondes, trempez les 2 mains dans la cuvette 2 (eau tiède).
Que ressentez-vous ? Est-ce que les 2 mains ressentent la même « chaleur » ? Pourquoi ?**

Résultats et constats de l'expérience :

.....
.....
.....
.....
.....

Expérience 2

Dans une cuvette d'eau froide, trempez différentes parties du corps (différents doigts, main, poignet, avant-bras, pied, ...).

Que ressentez-vous ? Est-ce que toutes les parties du corps ressentent la même « chaleur » ? Pourquoi ?

.....
.....
.....



Résultats et constats de l'expérience :

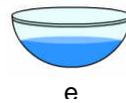
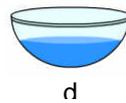
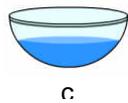
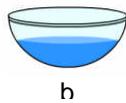
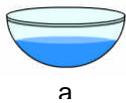
.....

.....

.....

.....

Expérience 3



1^{er} classement :

Uniquement en touchant l'extérieur des bocaux, classez-les dans l'ordre **du plus froid au plus chaud**, en donnant pour chacun d'eux un mot définissant l'eau.

Ordre :					
Mot :					

2^e classement :

En trempant les doigts dans les bocaux, classez-les dans l'ordre **du plus froid au plus chaud**, en donnant pour chacun d'eux un mot définissant l'eau (froid, tiède, etc.)

Ordre :					
Mot :					

Que remarquez-vous ? Quel classement est-il plus facile à effectuer ?

Résultats et constats de l'expérience :

.....

.....

.....



Fiches pour les élèves

Prénoms des élèves du groupe :

.....
.....

La mesure de la température

- Comment est construite l'échelle des températures ?
- Que représentent 0 degré et 100 degrés ?
- Que représentent d'autres températures dans ton environnement ?

Pour répondre à ces questions, tu vas relever les températures de l'air ou de l'eau dans différents endroits autour de toi avec un thermomètre.

- **Note tes mesures sur le dessin du thermomètre (page suivante) à l'aide d'une flèche et d'un texte indiquant l'endroit mesuré.**

Constats :

L'échelle des températures (de notre système : Celsius) est construite d'après

.....

Les repères sont :

0° (degré) =

.....

100° (degré) =

.....

1^{ère} expérience :

- Remplis un flacon **avec de l'eau très chaude** du robinet.
- Trace avec le feutre le niveau de l'eau sur le flacon.

Laisse reposer ton flacon à l'air libre ou trempe-le dans de l'eau froide. Observe-le.

Que se passe-t-il ?

Pourquoi selon toi ?

Constat :

.....



2e expérience :

- Vide ton premier flacon.
- Remplis le flacon **avec de l'eau froide** du robinet. Tu peux ajouter un colorant bleu pour mieux voir le niveau de l'eau.
- Trace avec le feutre le niveau de l'eau sur le tube.

Tu as fabriqué un thermomètre !

Dépose ton thermomètre dans différents milieux froids ou chauds pour voir comment il réagit.

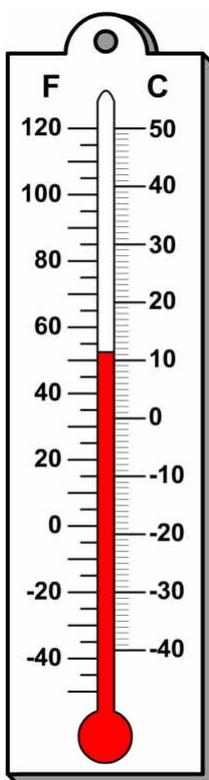
Constats :

Si le thermomètre est dans un milieu plus froid, le niveau de l'eau

..... ;

Si le thermomètre est dans un milieu plus chaud, le niveau de l'eau

.....





Fiches pour les élèves

Prénoms des élèves du groupe :

.....
.....

Comment chauffer de l'eau ?

Idée de l'expérience : vous allez chauffer de l'eau contenue dans une boîte de conserve.

Défi 1 :

A quelle température maximum peut-on chauffer de l'eau dans une boîte de conserve à l'aide de bougies à réchaud ?

Consignes :

1) Devinez la température maximum qui peut être atteinte et écrivez-la :

2) Expliquez pourquoi vous avez choisi cette température :

.....
.....
.....

3) Vérifiez votre réponse en utilisant le matériel suivant :

- Boîtes de conserve
- Bougie(s)
- Planche support
- Lambourdes
- Allumettes
- Thermomètre à eau

ATTENTION : Ne déplacez pas la boîte et appelez le maître ou la maîtresse si vous en avez besoin !

ATTENTION FRAGILE le thermomètre !

- Posez-le sur la table de façon à ce qu'il ne tombe pas.
- Pendant les mesures, tenez-le de manière à ce qu'il ne touche pas le fond de la boîte de conserve.

4) Dessinez votre expérience et expliquez ce que vous avez fait :

.....
.....
.....

Résultats :

5) Comparez vos résultats avec la question 1 et notez vos remarques :

.....
.....
.....



Comment chauffer de l'eau ?

Idée de l'expérience : vous allez chauffer de l'eau contenue dans une boîte de conserve.

Défi 2 :

Variante pour les plus grands :

A quelle température maximum peut-on chauffer de l'eau dans une boîte de conserve à l'aide de bougie(s) à réchaud en un minimum de temps ?

Consignes :

- 1) Devinez la température maximum qui peut être atteinte et écrivez-la : _____
- 2) Expliquez pourquoi vous avez choisi cette température :

.....
.....
.....

- 3) Vérifiez votre réponse en utilisant le matériel suivant :

- Boîtes de conserve
- Bougie(s)
- Planche support
- Lambourdes
- Allumettes
- Thermomètre à eau

ATTENTION : Ne déplacez pas la boîte et appelez le maître ou la maîtresse si vous en avez besoin !

ATTENTION FRAGILE le thermomètre !

- Posez-le sur la table de façon à ce qu'il ne tombe pas.
- Pendant les mesures, tenez-le de manière à ce qu'il ne touche pas le fond de la boîte de conserve.

- 4) Notez vos résultats dans le tableau ci-dessous puis dessinez votre expérience :

Températures											
Minutes											

Résultats :

- 4) Comparez vos résultats avec la question et notez vos remarques :

.....
.....
.....