

Exercices

Exercice.1 : QCM

Cochez vrai ou faux.

- | | V | F |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Le charbon est une ressource renouvelable. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. L'énergie s'exprime en Watt (W). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. L'énergie consommée par un appareil dépend la durée de son utilisation. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. L'énergie du soleil provient d'une réaction nucléaire. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. L'homme en faisant du vélo fournit de l'énergie mécanique. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Une pile convertit de l'énergie électrique en énergie chimique. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. L'énergie éolienne est une ressource renouvelable. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. La représentation symbolique de l'uranium 235 est ${}_{92}^{235}\text{U}$, il possède 92 protons et 235 neutrons | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Un accumulateur électrochimique permet de convertir l'énergie électrique en énergie chimique et inversement. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. La réaction chimique ayant lieu dans une pile à combustible produit une substance polluante. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Toutes les centrales thermiques puisent leur énergie d'une réaction de combustion. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. La demi-vie ou période radioactive correspond à la moitié de la durée pendant laquelle une substance radioactive se désintègre. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Exercice.2 : Utilisation de la formule sur l'énergie E et la puissance P

Une bouilloire électrique possède une indication sur sa puissance consommée. Celle-ci est de $P = 1\,200\text{ W}$.
Cet appareil est utilisé pendant une durée $\Delta t = 5$ minutes

- Rappeler la relation entre l'énergie consommée E, la puissance P et la durée de fonctionnement Δt .
Indiquer les unités appropriées pour avoir une énergie E en Joule (J)
- Exprimer Δt dans l'unité appropriée et déterminer l'énergie électrique consommée E en Joules (J) lors de l'utilisation de cet appareil.
- On veut exprimer cette énergie E en kilowattheure (kWh), quelles conversions d'unités doit-on effectuer.
Déterminer alors l'énergie consommée E en kWh par l'utilisation de cet appareil.
- Le prix du kWh est de 0,10 €. Quel sera le coût engendré par cette utilisation ?
- Cet appareil permet la conversion entre quelles formes d'énergie ?

**Exercice.3 : Utilisation de la formule sur l'énergie E et la puissance P
Eoliennes au Maroc**

Près de la ville de Tétouan au nord du Maroc a été inauguré en 1999 le premier parc éolien du Maroc. Ce site constitué de 84 éoliennes fonctionne en moyenne 5 000 h par an délivrant chacune 600 000 W. Il est situé sur un lieu géographique idéal car exposé aux vents forts et réguliers.



Site éolien près de Tétouan (Maroc)

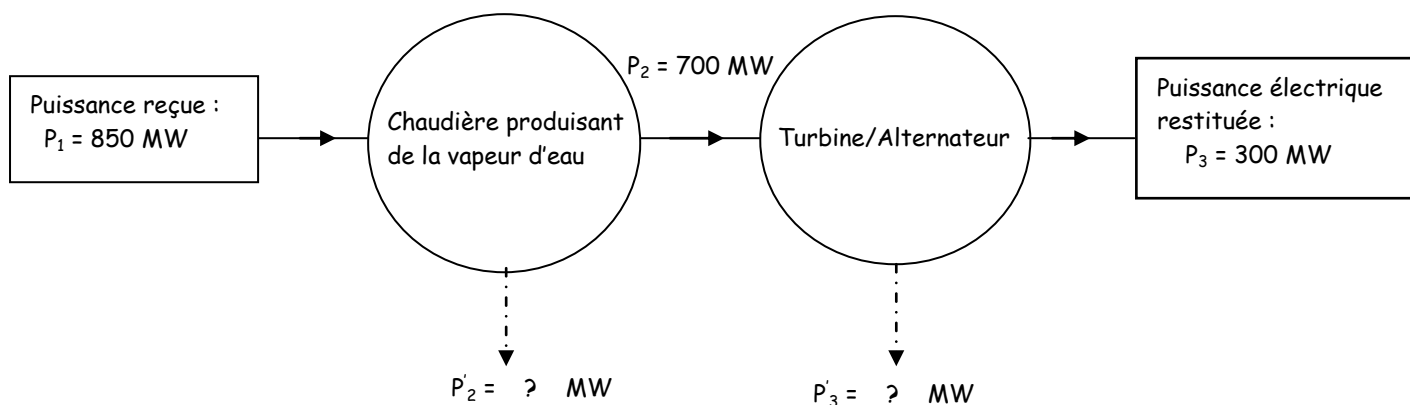
1. Quelle est la forme d'énergie captées par ces éoliennes ? S'agit-il d'une ressource renouvelable ?
2. Déterminer la puissance totale P restituée par ce parc en kW.
3. Déterminer l'énergie totale E restituée par ce parc et l'exprimer en kWh.
4. Ce parc fournit 2% de l'énergie totale E_T consommée au Maroc. Quelle est l'énergie totale E_T consommée au Maroc ? L'exprimer en kWh.

**Exercice.4 : Chaîne énergétique et rendement
Centrale thermique au fioul**

Une centrale thermique à flamme est constituée d'une chaudière brûlant 80 tonnes de fioul par heure. La puissance P délivrée par cette centrale est de 300 Mégawatt (MW).

1. Quel est le combustible utilisé dans cette centrale ? S'agit-il d'un combustible issu de ressource fissile ou fossile ? Quelle est sa forme d'énergie ?
2. Quel est le type de réaction ayant lieu dans la chaudière ? Quels sont les produits qui se forment lors de cette réaction ? Quelle conséquence cela produit-il pour le climat ?
3. Quel est le rôle du convertisseur Turbine/Alternateur dans cette centrale ?
4. Le rendement du convertisseur est le rapport de la puissance restituée P_2 par la puissance reçue P_1 . Quel est le rendement (en %) de la chaudière ? Voir schéma de la chaîne énergétique ci-dessous. Quelle la puissance perdue P'_2 dans l'environnement par la chaudière ?
5. Quel est le rendement (en %) du convertisseur Turbine/Alternateur ? Quelle est la puissance P'_3 perdue dans l'environnement par le convertisseur ?
6. Quel est le rendement global de cette centrale ?

Chaîne énergétique de la centrale



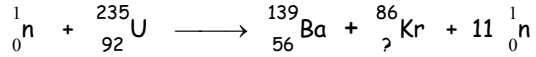
P_1 : Puissance reçue par la chaudière issue du combustible.
 P_2 : Puissance restituée par la chaudière et reçue par la turbine.
 P_3 : Puissance électrique restituée par l'alternateur.

Exercice.5 : Energie nucléaire

Centrale thermique nucléaire

Une centrale nucléaire d'une puissance efficace de 920 MW reçoit une puissance thermique de 2 785 MW.

L'énergie thermique est produite par un réacteur dans lequel se produit une réaction nucléaire dont le combustible est de l'uranium 235, la réaction ayant lieu est :



Ba : noyau de baryum et Kr : noyau de krypton

1. Quel type de réaction nucléaire a eu lieu dans le réacteur de la centrale ?
2. Pourquoi cette réaction est-elle une réaction en chaîne ?
3. Comment fait-on pour contrôler cette réaction ?
4. Vérifier que la règle de conservation des nombres de masses A et appliquer la règle de conservation des numéros atomiques Z afin de déterminer celui du krypton.
5. Le réacteur de cette centrale permet de convertir une forme d'énergie en une autre, quelles sont-elles ?
6. L'énergie thermique est communiquée à un fluide qui la transmet à un circuit secondaire. Celui-ci génère de la vapeur d'eau. Celle-ci fait tourner une turbine couplée à un alternateur.
Ce couple turbine/alternateur est un convertisseur d'énergie. Quelles sont les formes d'énergie avant et après ce convertisseur ?
7. Le rendement de cette centrale est le rapport de la puissance restituée par la centrale (puissance efficace) sur la puissance thermique communiquée par le réacteur. Quel est ce rendement (en %) ?

Exercice.6

Document.1 :

Demain, un monde sans pétrole

Il est devenu clair que les réserves d'énergie fossiles ne sont pas infinies et que leur combustion engendre des problèmes écologiques de plus en plus insurmontables. La concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère a augmenté de 50% en un siècle et la situation deviendra rapidement insoutenable si les pays du Sud adoptent à leur tour le mode de vie énergivore actuel des pays riches. L'époque où une minorité de la population mondiale pouvait accaparer l'essentiel des ressources énergétiques est en passe d'être révolue : il n'y a guère de raison qu'un Américain continue à griller chaque année 8,1 tonnes d'équivalent pétrole alors qu'un Chinois devrait se contenter de 0,9.

En France, les gouvernements successifs ont longtemps considéré avoir réglé le problème, à la fois en terme d'indépendance énergétique et en matière de gaz à effet de serre, avec le lancement d'un programme nucléaire ambitieux en 1973.

Un choix qui pose autant de problèmes qu'il serait éventuellement susceptible d'en résoudre.

Un tournant

La conjonction des tempêtes de l'hiver dernier, des manifestations suscitées par la hausse du prix du pétrole en Septembre et des négociations qui se sont déroulées fin Novembre à la Haye autour du protocole de Kyoto sur les émissions des gaz à effet de serre change profondément, et sans doute cette fois durablement, la donne.

Il va falloir apprendre à se passer du pétrole (lequel pèse encore aujourd'hui 40% de la demande mondiale d'énergie) comme plus généralement des énergies fossiles (80% du total pour l'instant).

Symbole de ce tournant, le groupe BP, British Petroleum, vient de changer de nom pour devenir Beyond Petroleum, «Au-delà du pétrole» beaucoup médiatique. Les grands groupes pétroliers investissent désormais dans les énergies renouvelables.

Alternatives économiques, Novembre 2000

Document.2 :

Fig.1 : Répartition de la consommation énergétique dans le monde

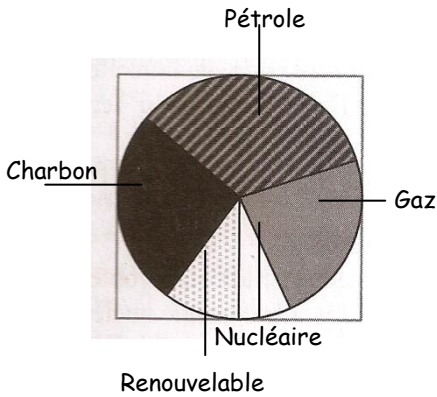


Fig.2 : Répartition des gaz à effet de serre produits dans le monde

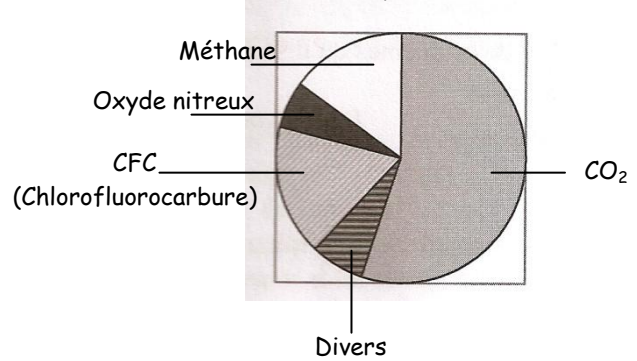
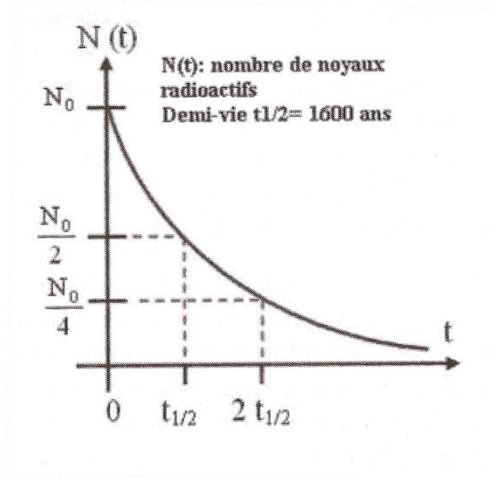


Fig.3 : Courbe de décroissance radioactive du radium



Questions :

1. Retrouver dans les documents proposés le nom des trois énergies fossiles. Citer trois énergies renouvelables parmi celles qui pourraient offrir une alternative au pétrole.
2.
 - a) Indiquer le nom et la formule du principal gaz à effet de serre.
 - b) Citer le nom d'une réaction chimique au cours de laquelle on obtient ce gaz.
 - c) Citer une conséquence de l'effet de serre sur Terre.
3.
 - a) En quoi a consisté la politique énergétique française à partir de 1973 ?
 - b) Quels étaient les objectifs ?
 - c) Le radium fait partie des déchets radioactifs obtenus lors de la fission de l'uranium 235 utilisé dans les centrales nucléaires.
A partir de la courbe de décroissance radioactive du radium fig.3, déterminer le temps au bout duquel le nombre des noyaux de radium est égal au huitième de sa valeur initiale N_0 .
 - d) A partir du résultat obtenu dans la question 3.c. commenter la phrase du texte :
« Un choix qui pose autant de problèmes qu'il serait éventuellement susceptible d'en résoudre. »

Exercice.7 : La chine, empire du charbon, se réoriente vers le gaz

Document.1 :

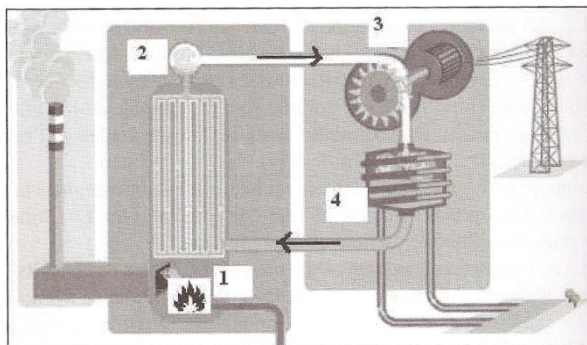
La chine est montrée du doigt. Au rythme actuel, elle deviendra le premier émetteur mondial de dioxyde de carbone en 2020, sa part passera de 14% à 18% du total. S'ajoutant à la pollution de l'eau et à l'érosion des sols - le désert progresse - la détérioration de la qualité de l'air atteint des niveaux insoutenables. Selon l'estimation du World Resources Institute neuf des dix villes les plus polluées sont chinoises. Cette pollution est responsable de 180 000 décès par an dans le monde. Elle alimente aussi les pluies acides qui ravagent certaines parties des forêts de pins de la province de Sichuan. L'explosion du parc automobile chinois est bien sûr incriminé mais la racine du mal est beaucoup plus ancienne : l'hégémonie du charbon. La chine est au premier rang mondial avec un tiers de la production totale. La ressource est abondante et bon marché. Poids des intérêts locaux mais aussi absence d'alternative à court terme, La dépendance de la chine à l'égard du charbon est ainsi loin d'être allégée. Elle s'est même accrue. Sa part dans le bilan énergétique a grimpé de 72,2% en 1980 à 75% aujourd'hui. Le gouvernement souhaite ramener cette proportion à 67% à l'échéance 2020, mais cela représentera toujours une progression en valeur absolue. Pékin est conscient de l'impérieuse nécessité d'une stratégie de diversification. Le pétrole (17% du bilan) n'est sûrement pas une alternative. Il est polluant bien sûr, mais il pose un délicat défi à la souveraineté économique du pays : la chine dont les réserves s'épuisent, est devenue importatrice nette depuis 1993, au point de se trouver de plus en plus dépendante du Proche-Orient. Une autre ressource est purement domestique : l'hydroélectricité (6%). La formule est tentante, mais son coût social est élevé (déplacement des populations). Quant au nucléaire, il est marginal (moins de 1%) et promet de le rester tant la stratégie de sa promotion est confuse. Il reste alors la solution qui combinerait une relative innocuité écologique et des réserves nationales- ou situées sur le proche périphérique : le gaz naturel (2% à 3%). L'objectif est de tripler sa part dans le bilan à échéance 2020. C'est la grande affaire du moment. Les esprits s'échauffent autour de deux gazoducs. On s'active aussi beaucoup autour de projets de terminaux sur les provinces côtières afin d'accueillir du gaz importé, notamment d'Indonésie.

Le Monde du Samedi 18 Novembre 2000, Frédéric Bobin (Extraits)

Document.2 :

Les organes essentiels d'une centrale thermique :

- Une chaudière à charbon (1)
- Générateur de vapeur (2)
- Turbine couplée à un alternateur (3)
- Un condenseur et un circuit de refroidissement d'eau (4)



Dans le générateur de vapeur, au contact de la source chaude, l'eau est vaporisée, la vapeur est chauffée et portée à pression élevée. Cette vapeur d'eau est projetée contre les ailettes de la turbine, leur transmettant une partie de son énergie. Elle atteint enfin le condenseur où elle cède de la chaleur au circuit de refroidissement et se condense.

Questions :

1. Saisir des informations

- a) Quelles sont les principales sources d'énergies fossiles citées dans le document.1 ?
- b) Quel est le principal polluant atmosphérique émis par celles-ci ?
- c) Quels sont les effets des polluants atmosphériques cités dans le document ?
- d) Argumentez l'extrait du texte « Le nucléaire [...] reste alors la solution qui combinerait une relative innocuité écologique ».

2. Restitution des connaissances

- a) Quel est le nom de la réaction chimique qui se produit dans la chaudière ?
- b) Quels en sont :
 - Les réactifs
 - Les produits formésQuel est l'intérêt de cette réaction ?
- c) Quelle est la transformation énergétique réalisée par le couple turbine/alternateur ?
- d) Quelle est la transformation énergétique réalisée par la chaudière ?

Exercice.8 :

Document.1 : Les énergies renouvelables dans le monde

Dans le monde la biomasse (bois, déchets organiques) reste de loin la source d'énergie renouvelable la plus importante avec 10,4% de l'approvisionnement mondial en énergie. Elle est en majorité produite et consommée dans les régions hors OCDE. Les pays en voie de développement situés en Asie du Sud et en Afrique subsaharienne s'en servent principalement pour la cuisine et le chauffage. Leur consommation devrait néanmoins diminuer dans le futur.*

Quant à la contribution de nouvelles énergies renouvelables (solaire, éolien) elle reste marginale avec moins de 0,1% de l'énergie mondiale. D'un coût relativement élevé, elles sont pour le moment concentrées dans les pays de l'OCDE.

Leur développement semble pourtant être une des solutions pour remédier aux émissions des gaz à effet de serre et à la pénurie de certaines énergies à l'échelle planétaire.

*OCDE : Organisation de coopération et de développement économique.

D'après le Monde 2, 14 Mai 2005

1.
 - a) Quelle est l'utilisation principale de la biomasse dans les pays en voie de développement ?
 - b) Pourquoi n'est-elle pas sans conséquence sur l'environnement ?
2. Les sources d'énergie responsables d'émission des gaz à effet de serre représentent 80% de l'énergie primaire consommée dans le monde.
 - a) Parmi ces sources d'énergie, donner un exemple de source d'énergie fossile.
 - b) Donner le nom du gaz émis, principal responsable de l'effet de serre.
 - c) Quel est la conséquence de l'effet de serre sur notre planète.

Document.2 : Pour une nouvelle donne énergétique

Le Soleil reste la source d'énergie renouvelable la plus prometteuse. Comme le disait Hermann Scheer « chaque année le soleil fournit quinze mille fois plus d'énergie que la consommation de la population mondiale ». Il suffirait donc de savoir utiliser une partie infime de cette énergie pour couvrir tous nos besoins. La technique est parvenue à maturité pour le chauffage : partout dans le monde, le solaire thermique pourrait permettre de produire une part très importante de la chaleur nécessaire à l'eau chaude et au chauffage des habitations.

En revanche, pour l'heure le photovoltaïque, la technique pour produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire reste onéreux : le kilowattheure photovoltaïque est quatre fois plus cher que le kilowattheure nucléaire.

D'après Alternatives économiques, 1^{er} trimestre 2005

3. Quelle est la différence entre le solaire thermique et le photovoltaïque ?
4. Pourquoi le développement de l'énergie éolienne et de l'énergie solaire semble être une solution dans les choix énergétiques pour l'avenir. (Documents 1 et 2)

Document.3 : Le réacteur à fusion nucléaire

Qu'est-ce qu'une fusion thermonucléaire ?

Quand la fission nucléaire brise des noyaux lourds (Uranium et plutonium) pour libérer leurs forces, la fusion assemble des noyaux légers de deutérium et de tritium (des isotopes de l'hydrogène) pour produire de l'hélium (un gaz rare), des neutrons et beaucoup d'énergie.

Quels sont les avantages de cette forme d'énergie ?

Les principaux atouts de cette filière énergétique sont de trois ordres. D'abord l'abondance des réserves de combustibles brûlés par la fusion. Ensuite la sûreté du fonctionnement de ce type réacteur, dont le principe exclut tout emballement. Enfin la faible quantité de déchets radioactifs générés par la fusion.

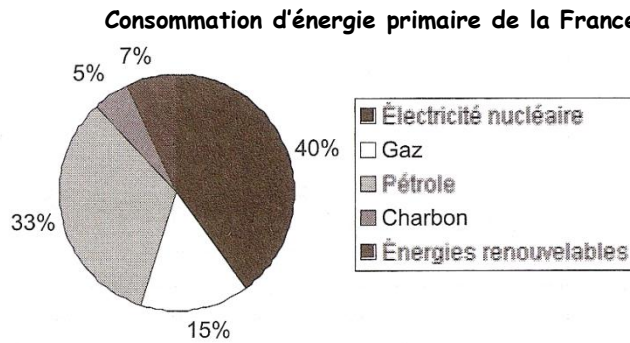
D'après le Monde, 26 Novembre 2003

Remarque : le réacteur expérimental à fusion installé à Cadarache (Bouches-du-Rhône) n'est qu'un outil de recherche permettant d'aboutir à partir de 2050 à la première génération de réacteurs à fusion industriels.

5. D'après le document.3, quelle est la différence essentielle entre une réaction de fission nucléaire et une réaction de fusion nucléaire ?
6. Le combustible utilisé pour la fission est le plus souvent de l'uranium 235, dont la représentation symbolique est : ${}_{92}^{235}\text{U}$
Qu'indiquent respectivement les nombres 92 et 235 ?
7. D'après le document.3, les réserves de combustibles utilisés par la fusion sont abondantes. Est-ce le cas du principal combustible utilisé actuellement par la fission ? Justifier votre réponse en précisant son origine.
Peut-on parler d'énergie renouvelable ?

Exercice.9 : Les accords internationaux

Document.1 :



*Ministère de l'Industrie, observatoire de l'énergie,
www.industrie.fr 28/09/2005*

1. Parmi les énergies primaires citées dans le document.1, identifier trois sources d'énergie fossile.
2. Quel est le pourcentage d'énergie fossile utilisé en France, comme énergie primaire ?
3. Indiquer les deux principaux produits issus de la combustion des sources d'énergie fossile.
4. Citer trois sources d'énergie renouvelable différentes utilisées pour la production de l'électricité.

Document.2 : Le Protocole de Kyoto

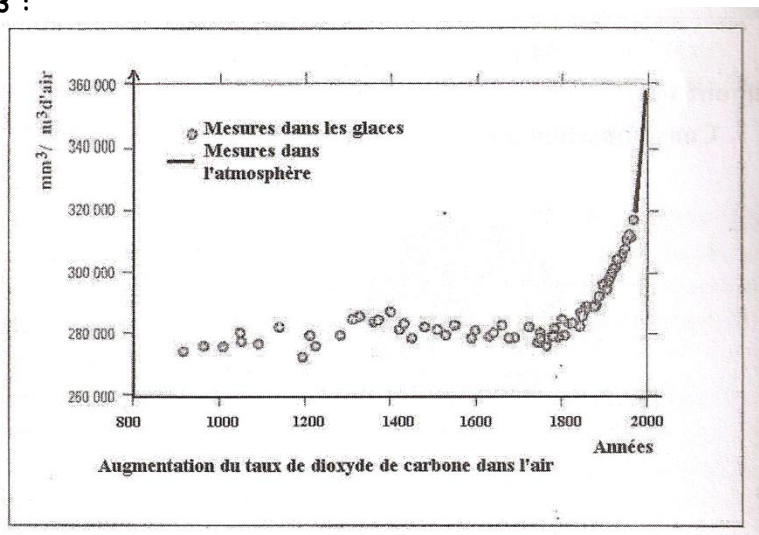
Traité international visant à enrayer le réchauffement planétaire, signé en 1997 dans le cadre de négociations au sein de l'ONU.*

En Décembre 1997, au Japon, environ 180 nations ont signé un traité selon lequel 38 pays industrialisés s'engagent à réduire leurs émissions des six gaz à effet de serre accusés de provoquer un réchauffement global. Le protocole de Kyoto stipule qu'entre 2008 et 2012, ces émissions devront baisser jusqu'à un niveau inférieur de 5,2% à ce qu'il était « n 1990. Le protocole de Kyoto fixe des objectifs variables selon les pays : - 8% pour l'union européenne, -7% pour les USA, -6% pour le Japon et le Canada. Pour parvenir à ces taux, les pays concernés devront développer les énergies renouvelables et nucléaires, promouvoir les économies d'énergie, ou encore remplacer le charbon par le gaz naturel, moins émetteur de gaz à effet de serre. Les pays en développement, en revanche, ne sont pour le moment tenus à aucune réduction.

www.cite-sciences.fr, 25/09/2005

*ONU : Organisation des Nations Unis.

Document.3 :



Revue du Palais de la découverte
(n° 287 Avril 2001)

1. A l'aide du document.3, analyser brièvement la variation de l'émission du dioxyde de carbone dans l'air au cours des siècles.
2. A partir des documents 2 et 3, justifier la mise en place du protocole de Kyoto.
3. Relever trois solutions proposées par le protocole de Kyoto pour parvenir à ses objectifs.
4. A l'aide du document.1 déterminer la place occupée par les énergies renouvelables en France. Quelle est l'énergie renouvelable prépondérante ?
5. Le développement de toutes les énergies renouvelables vous paraît-il en accord avec l'objectif principal du protocole de Kyoto de réduire les émissions de gaz à effet de serre ?

Exercice.10 : Transport et stockage de l'électricité

Document.1 : Les lignes de tension électriques en France.

Le réseau électrique est divisé en lignes très haute, haute, moyenne et basse tension. Les caractéristiques de ces différentes lignes sont regroupées dans le tableau qui suit :

Type de ligne	Tension	Usage
Très haute tension (THT)	400 000 V 225 000 v	Transport d'énergie électrique à longue distance et international.
Haute tension (HT)	90 000 V 63 000 V	Transport d'énergie électrique distant, industries lourdes, transport ferroviaire
Moyenne tension (MT)	30 000 V 20 000 V 15 000 V	Transport d'énergie électrique, local, industries, PME services, commerces.
Basse tension (BT)	380 V 230 V	Distribution d'énergie électrique, ménages, artisans.

Le réseau électrique français s'étend sur plus d'un million de kilomètres de lignes électriques. Ces lignes sont constituées de câbles métalliques très longs qui sont des conducteurs électriques imparfaits.

Ainsi, lorsque des courants électriques de forte intensité parcourent ces câbles, une partie de l'énergie transportée est transformée en chaleur par effet joule et donc perdue.

Afin de limiter ces pertes d'énergie, il est nécessaire de diminuer l'intensité du courant donc d'augmenter la tension aux bornes de la ligne. La diminution de l'intensité du courant permet également d'utiliser des fils moins lourds donc de réduire le coût de construction d'une ligne électrique. Des câbles moins lourds autorisent la construction de pylônes plus légers, donc plus respectueux du paysage. Des transformateurs élèvent donc la tension à la sortie des centrales électriques, alors que d'autres l'abaissent à proximité des lieux de consommation.

1. Quels sont les 4 types de lignes de tension en France ?
2. Une ligne THT possède une valeur de tension de 400 000 V, cette valeur est-elle équivalente à :
 - 400 mV ?
 - 400 kV ?
 - 400 MV ?
3. Quelles sont les conséquences de l'utilisation d'un conducteur électrique imparfait ?
4. Comment fait-on pour limiter les pertes d'énergie en ligne ? Quel avantage cela représente-t-il sur la nature des installations ?

Document.2 : Les piles et accumulateurs

Les piles et accumulateurs sont des générateurs électrochimiques utilisés comme source énergétique principale ou secondaire dans de nombreux appareils ou véhicules. On distingue les piles à usage unique (dit «primaires»), des accumulateurs (ou batteries) qui sont rechargeables (dit «secondaires»).

Les piles et accumulateurs usagés sont considérés comme des déchets lorsqu'ils ne répondent plus à l'usage pour lequel ils ont été fabriqués. Ainsi :

- Une pile déchargée est dite usagée (usage unique)
- Un accumulateur, au-delà d'un certain nombre de cycles de charges, n'est plus utilisable.
- Une batterie qui ne contiendrait plus d'électrolyte est également en fin de vie, sauf recharge possible dans certains cas.

Les accumulateurs au plomb, accumulateurs nickel-cadmium, les piles contenant du mercure et les électrolytes de piles et accumulateurs collectés séparément sont classés déchets dangereux.

Les piles salines et alcalines ne sont pas classées déchets dangereux.

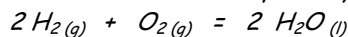
Site de l'ADEME (Agence de développement et de la maîtrise de l'énergie)

5. Piles et accumulateurs sont des convertisseurs d'énergie, préciser la forme d'énergie avant et après conversion.
6. Quelle différence y a-t-il entre une pile et un accumulateur ? Donner un exemple d'accumulateur.
7. Quels produits chimiques présents dans les piles et accumulateurs constituent des déchets dangereux ? Donner deux raisons qui justifient le recyclage des piles et accumulateurs.

Document.3 : La pile à combustible

Alors qu'une pile classique transforme directement de l'énergie chimique en énergie électrique avec un fonctionnement discontinu, la pile à combustible vise à transformer de l'énergie chimique en énergie électrique, mais de façon continue, avec des combustibles de moindre coût.

La réaction de fonctionnement d'une pile à hydrogène se résume à :



Le principe de fonctionnement d'une pile à combustible remonte à la première moitié du XIX^e siècle.

Toutefois la difficulté de sa mise en œuvre d'un point de vue technologique a considérablement retardé sa diffusion.

Les premières piles à combustible ont été développées pour alimenter les capsules Gemini dont le premier vol non habité a eu lieu le 8 avril 1964 et le premier vol habité le 23 Mars 1965. Depuis, l'industrie aéronautique et l'industrie spatiale restent les principales utilisateurs de ce type de générateur.

<http://www.educnet.education.fr>

8. Quels sont les réactifs de la réaction se produisant dans une pile à combustible ? Ces réactifs sont-ils des denrées disponibles en quantité suffisante sur terre ? Sous quel état physique se trouvent ces réactifs ?
9. Quel est le produit de la réaction se produisant dans la pile ?
10. Quels sont les intérêts écologiques de la pile à combustible ?