

Plan :

1. REACTIONS DE COMBUSTION.....	2
Quelques réactions de combustion.....	2
1.1 Combustion du méthane :.....	2
1.1.1 Combustion complète.....	2
1.1.2 Combustion incomplète.....	2
1.2 Combustion du bois.....	2
2 LES ENERGIES FOSSILES ET LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE.....	3
2.1 LES ENERGIES FOSSILES	3
2.1.1 Présentation	3
2.1.2 Les combustions de combustibles fossiles.....	4
2.2 LES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES	5
2.2.1 Gaz responsables de la pollution.....	5
2.2.2 Conséquences	5
2.2.2.1 Les pluies acides (mettre le titre après l'expérience).....	5
2.2.2.2 L'effet de serre et la destruction de la couche d'ozone.....	5
2.2.3 Remèdes à la pollution	10
2.2.3.1 Analyse de l'air	10
2.2.3.2 Activité documentaire : le pot catalytique.....	10
2.2.3.3 La lutte contre l'effet de serre : les accords internationaux	11
3 LA RADIOACTIVITE	12
3.1 L'énergie nucléaire et ses rejets	12
3.2 Quizz interactif.....	12
3.3 Exemples de sujets du BAC 2004 se rapportant à la radioactivité.....	12
3.3.1 Questions.....	13
3.3.2 Réponses.....	14

1. REACTIONS DE COMBUSTION

Quelques réactions de combustion

Combustion : [Chimie] Fait, pour un combustible, de s'unir à un comburant (souvent l'oxygène) en dégageant de la chaleur ; ce phénomène. *Le Petit Larousse*

1.1 Combustion du méthane :

1.1.1 Combustion complète

Réaliser l'expérience ci-dessous, virole ouverte. Quelle est la couleur de la flamme ?



Mise en évidence de l'eau et du dioxyde de carbone produits lors de la combustion du méthane dans un bec bunsen.

Réaction de combustion :

Quels sont les réactifs ?

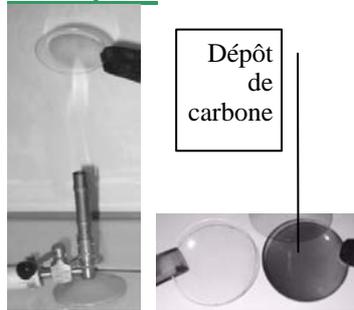
Quels sont les produits de la réaction ?

Comment les identifie-t-on ?

En présence de dioxygène en excès, la combustion des hydrocarbures est complète et donne du dioxyde de carbone et de l'eau.

La réaction dégage de la chaleur, elle est exothermique.

1.1.2 Combustion incomplète



Combustion incomplète du méthane

Fermer la virole. Que devient la couleur de la flamme ?

Approcher une soucoupe au-dessus de cette flamme. Qu'observe-t-on ?

Si le dioxygène est en défaut, la combustion est incomplète ; il se forme alors du carbone, du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone, en proportions variables, et de l'eau

1.2 Combustion du bois

Le constituant essentiel du bois est la cellulose, macromolécule naturelle de formule $(C_6H_{10}O_5)_n$. Quels sont les produits qui vont se former lors de la combustion complète d'un bois sec ?

Que reste-t-il lorsque l'on réalise cette combustion ?

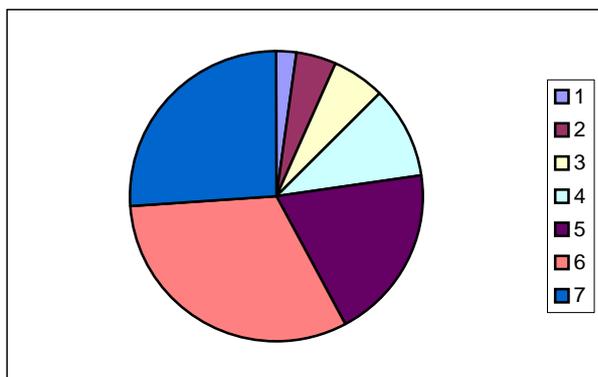
La cendre de bois est principalement constituée de carbonate de sodium et de carbonate de potassium (pendant des siècles, la cendre de bois fut la principale source de potassium pour la production de produits chimiques).

2 LES ENERGIES FOSSILES ET LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

2.1 LES ENERGIES FOSSILES

2.1.1 Présentation

Répartition des ressources énergétiques utilisées en 1996 d'après le conseil mondial de l'énergie :



1	Énergie renouvelable	2,30%
2	Énergie nucléaire	4,50%
3	Énergie hydraulique	5,80%
4	Biomasse traditionnelle	10,20%
5	Gaz naturel	19,30%
6	Pétrole	31,80%
7	Charbon	26,10%

- ◆ Citer des ressources énergétiques que l'on peut qualifier d'énergie renouvelable. Pourquoi cette dénomination ?
- ◆ En vous aidant du document ci-dessus, regrouper les sources d'énergie qu'on peut qualifier d'énergie non renouvelable. Certaines correspondent dans ce cas à des sources d'énergies fossiles. Quelles sont-elles ? Pourquoi ?
- ◆ Le gaz naturel est constitué d'un mélange d'hydrocarbures mais qu'est-ce qu'un hydrocarbure ? Une fois traitée, on récupère, entre autres, un gaz dit « sec », quel est son constituant majeur ? A quelle famille appartient-il d'ailleurs ? Citer d'autres composés de la même famille.

Dans les sources d'énergies renouvelables, on trouve le bois (ou plus généralement la biomasse), l'énergie hydraulique, l'énergie marémotrice (utilisant le mouvement des masses importantes d'eau lors des marées), l'énergie éolienne et l'énergie solaire.

Dans les énergies non renouvelables, sont regroupées l'énergie nucléaire et les énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel).

Le charbon : résulte de l'accumulation de matières végétales qui se sont transformées, au fur et à mesure de leur enfouissement.

Le gaz naturel et pétrole : par la présence de mers qui recouvraient la plus grande partie de la Terre, il s'est produit une sédimentation progressive des organismes animaux et végétaux puis une lente dégradation bactérienne. Cela a conduit à l'accumulation d'hydrocarbures (composés formés de carbone et d'hydrogène).

Le constituant essentiel du gaz naturel est le méthane, appartenant à la famille des alcanes. Le propane, le butane font partie de cette même famille.

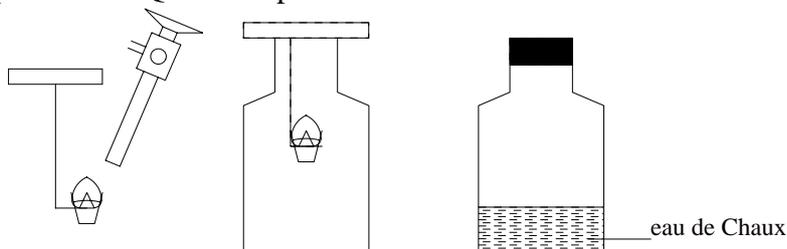
2.1.2 Les combustions de combustibles fossiles

a) Combustion du carbone (charbon)

Placer dans un têt à combustion de la poudre de carbone, le porter à incandescence à l'aide du bec bunsen, puis l'introduire dans un flacon de dioxygène.

Que peut-on observer ?

Une fois la réaction terminée, introduire dans le flacon de l'eau de Chaux. Boucher et agiter. Que se passe-t-il ? Qu'a-t-on pu mettre ainsi en évidence ?



L'incandescence se poursuit dans le flacon de dioxygène : il y a donc réaction entre le carbone et le dioxygène. Le gaz formé trouble l'eau de Chaux : c'est du dioxyde de carbone.

Le bilan de la transformation chimique peut s'écrire :

Carbone + dioxygène \longrightarrow dioxyde de carbone

b) Combustion du pétrole

Sur une soucoupe, verser de l'essence de térébenthine, placer une mèche constituée d'un morceau de coton et l'enflammer.

Que peut-on observer ? En déduire le composé formé.

On observe une fumée noire avec retombée de particules : la combustion du pétrole forme, entre autre, du carbone.

c) Combustion du gaz naturel

Expérience avec le bec bunsen :

- Allumer-le , puis ouvrir la virole. Observer la couleur de la flamme. Placer une soucoupe propre et sèche au-dessus de la flamme, que peut-on constater ? Placer ensuite un verre-à-pied, mouillé préalablement avec de l'eau de Chaux, au-dessus de cette flamme. Que remarque-t-on ? En déduire les produits de la réaction entre le gaz et l'air.
- Fermer maintenant la virole, la couleur de la flamme est-elle modifiée ? Placer à nouveau une soucoupe propre. Que se dépose-t-il ?
- Les ouvertures de la virole permettent une arrivée d'air qui se mélange au gaz. Qu'entraîne la fermeture de la virole ?
- La combustion d'un combustible peut être qualifiée de complète ou incomplète. Attribuer le terme correct aux deux états de la virole.

Selon que la virole est ouverte ou fermée, l'arrivée d'air est modifiée.

S'il y a suffisamment d'air (et donc de dioxygène), la réaction entre le gaz naturel (méthane) et le dioxygène fournit de l'eau et du dioxyde de carbone, la combustion est complète. Sinon, la combustion est incomplète, il se forme toujours de l'eau mais aussi du carbone, du dioxyde de carbone en proportions variables.

Remarque : du monoxyde de carbone (gaz très toxique) peut se former également au cours d'une combustion incomplète.

Combustion complète : Méthane + dioxygène \longrightarrow eau + dioxyde de carbone

Combustion incomplète : Méthane + dioxygène \longrightarrow eau + carbone

D'autres combustibles tels que le propane ou butane peuvent être utilisés (gaz en citerne ou bouteille) mais la proportion de dioxygène nécessaire pour réaliser une combustion n'est pas la même suivant le combustible utilisé, c'est pour cette raison, qu'il faut changer l'injecteur de gaz dans les chaudières, cuisinières...si on modifie le gaz utilisé.

2.2 LES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

2.2.1 Gaz responsables de la pollution

Par combustion des combustibles fossiles dans les véhicules à moteur ou les centrales thermiques classiques, par exemple, **par certaines préparations industrielles**, se forment du dioxyde de carbone, des oxydes de soufre et oxydes d'azote, responsables de la pollution atmosphérique.

2.2.2 Conséquences

2.2.2.1 Les pluies acides (mettre le titre après l'expérience)

Expérience : sous la hotte, on place dans un têt à combustion de la poudre de soufre, on le porte à incandescence à l'aide du bec bunsen, puis on l'introduit dans un flacon de dioxygène.

Une fois la réaction terminée, on introduit dans le flacon de l'eau, on bouche, on agite et on mesure le pH à l'aide du papier-pH. (On aura relevé préalablement le pH de l'eau utilisée).

Il y a combustion du soufre dans le dioxygène avec formation d'un gaz incolore : le dioxyde de soufre, qui par dissolution dans l'eau, donne une solution très acide.

Les oxydes de soufre dégagés dans l'atmosphère sont responsables avec les oxydes d'azote des pluies acides provoquant notamment la destruction de la faune et de la flore des rivières (mort des poissons pour un $\text{pH} < 5$), des pierres calcaires. Le lessivage des sols par les pluies acides entraîne la diminution des ions calcium, magnésium, potassium nécessaires aux végétaux.

2.2.2.2 L'effet de serre et la destruction de la couche d'ozone

Etudes documentaires du DM8

Note : / 20		Appréciation :	Signature d'un parent :
31 mars 2006	Temps de recherche 6 jours	Science Physique Chimie Devoir à la Maison n°8	

L'ozone

La couche d'ozone est une partie de l'atmosphère située entre 20 et 50km au-dessus de la surface de la Terre, l'ozone correspondant à du trioxygène se forme par action de l'énergie solaire sur l'oxygène. Cette action se déroule depuis plusieurs années, mais les composés de l'azote présents habituellement dans l'atmosphère ont manifestement maintenu les concentrations à un niveau relativement stable. Des concentrations aussi élevées au niveau du sol seraient dangereuses pour la santé de l'homme car ce gaz irrite les yeux ainsi que les poumons et contribue à certaines maladies respiratoires telles que l'asthme et aux maladies cardio-vasculaires. On en retrouve, cependant, une quantité importante, notamment en été dans l'air pollué par un fort trafic automobile, produit alors par l'action du rayonnement solaire sur les gaz résiduels des pots d'échappement.

En haute altitude, la couche d'ozone protège la Terre en ne laissant parvenir qu'une partie des rayons ultraviolets du Soleil. Sa dégradation implique une moindre filtration et une élévation des risques pour la vie terrestre :

- ◆ Augmentation des cancers de la peau, des cataractes, des maladies du système immunitaire ;
- ◆ Réduction de la photosynthèse ; diminution des rendements et de la qualité des cultures, disparition du plancton, premier maillon des chaînes alimentaires aquatiques ...

Si les savants connaissent depuis longtemps ce rôle protecteur, ce n'est que depuis les années 70 qu'il leur est possible d'observer précisément l'évolution chimique de la couche d'ozone. Leurs calculs, qui ne peuvent donc s'appuyer sur des comparaisons avec des époques antérieures, mettent du moins en évidence une tendance rapide à la diminution de la teneur en ozone. L'hypothèse aussitôt formulée est que l'on doit cette baisse aux émissions chimiques industrielles.

Un des composants chimiques vis à vis duquel l'ozone réagit le plus mal est le chlore, que l'on retrouve dans les chlorofluorocarbures d'abréviation CFC. Ces molécules de synthèse sont utilisées notamment dans les bombes aérosols, mousses synthétiques, appareils de réfrigération, extincteurs ... Extrêmement stables, elles atteignent sans subir d'altérations les hautes altitudes où se trouve l'ozone. Là, sous l'effet des très basses températures, elles libèrent le chlore contenu en elles qui détruit l'ozone. D'autres gaz sont aussi responsables de cette destruction tels que le brome ou le gaz carbonique (dioxyde de carbone).

Dès 1980, à la conférence de Vienne, des mesures sont prises pour limiter la production des CFC, mais l'insuffisance de ces mesures est dénoncée par les médias quand en 1985, est divulguée la nouvelle de l'apparition « d'un trou d'ozone » au-dessus de l'Antarctique. Celui-ci se forme à l'époque du printemps et s'agrandit pendant plusieurs mois avant de se réduire. Il semble donc, à présent, que cette réduction soit due aux conditions climatiques, effectivement combinées avec l'effet produit par les CFC : sous l'effet du froid intense, les CFC libèrent les atomes de chlore qui ne commencent à détruire l'ozone que quelques mois plus tard, à la fin de l'hiver.

En 1987, un traité pour la protection de la couche d'ozone a été signé puis ratifié par 36 nations, et en 1989, l'Union Européenne a proposé en 1989 une interdiction totale de l'utilisation des CFC, approuvée par les Etats-Unis. Ainsi, depuis 1996, sont interdits la production et l'utilisation des CFC entre autres et plusieurs composés contribuant aussi à la destruction sont limités progressivement.

Questions :

- 1- *Quelle est la formule de la molécule d'ozone ?*
- 2- *Pourquoi peut-on parler de « paradoxe de l'ozone » ?*
- 3- *Quelles peuvent être les conséquences d'une destruction de la couche d'ozone ?*
- 4- *Quelle est la cause de la formation du « trou d'ozone » ?*
- 5- *Peut-on espérer, maintenant, une réduction immédiate de cette destruction ? Pourquoi ?*

L'effet de serre

Outre l'air qu'il respire, l'homme doit à l'atmosphère l'équilibre thermique quasi-miraculeux qui a permis de voir la vie se développer sur la « planète bleue » avec la destruction de la couche d'ozone, l'effet de serre dû au gaz carbonique apparaît aujourd'hui comme la grande menace qui pèse sur l'atmosphère.

L'effet de serre est un mécanisme naturel qui est à l'origine du climat tempéré dont jouit notre planète. L'atmosphère laisse pénétrer les radiations du Soleil qui, après avoir atteint la surface du globe terrestre, sont renvoyées dans l'espace. Différents gaz, notamment la vapeur d'eau, le gaz carbonique ou le méthane, influent sur ce mécanisme en retenant une partie des radiations solaires. Sans eux, la terre réfléchirait comme un miroir la plus grande partie des rayonnements qu'elle reçoit du soleil et la température de la planète serait plus basse d'au moins 15°C. Mais à l'inverse, une augmentation de ces gaz déterminerait un réchauffement.

Les gaz cités précédemment sont « naturels » mais les activités industrielles provoquent aussi des émissions massives de gaz carbonique, de méthane notamment ou d'autres gaz tels que le protoxyde d'azote (lors de combustions), les halocarbures (gaz comportant les éléments chlore, fluor ...) qui absorbent très fortement les infrarouges et restent très longtemps dans l'atmosphère du fait de leur grande stabilité. Cette augmentation de gaz à effet de serre tend à rompre cet équilibre naturel pour conduire à un réchauffement de notre planète.

Les incidences du réchauffement climatique sont nombreuses :

- ◆ Elévation du niveau des mers par fonte des glaciers et réchauffement des océans entraînant la disparition de certaines régions côtières ;
- ◆ Vagues de chaleur plus intenses et longues dans certaines régions de la planète entraînant davantage de risques de disette alimentaire et famine ;
- ◆ Augmentation de la fréquence et de la durée des grandes crues et des grandes sécheresses pour d'autres régions ;
- ◆ Modification des courants marins, des effets de phénomènes climatiques comme El Niño se font plus violents...

Depuis 1992, avec la convention de Rio des accords internationaux sont mis en place en temps qu'action internationale de prévention du changement climatique. Entrée en vigueur en mars 1994, son objectif est la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les pays développés, l'Union européenne notamment s'engagent à stabiliser leurs émissions d'ici à l'an 2000 au niveau des émissions de 1990.

Jugés par la suite « inadéquats » la conférence de Kyoto a abouti à l'adoption d'un protocole qui fixe des objectifs chiffrés de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Il impose à 38 pays occidentaux et en transition vers l'économie de marché de réduire de 5,2 % en moyenne leurs émissions en 2008-2012, par rapport au niveau de 1990.

Ces objectifs chiffrés sont juridiquement contraignants pour les Etats signataires.

Il faut toutefois noter que le protocole n'entrera en vigueur qu'à la condition qu'avant 2002, il ait été ratifié par un nombre suffisant de pays (au moins 55 pays, dont 55 % de pays industrialisés).

A partir du document et d'une recherche personnelle, répondre aux questions suivantes :

- 6- *Qu'est-ce que l'effet de serre ? En quoi consiste-t-il ?*
- 7- *La vie serait-elle possible sans cet effet ?*
- 8- *Donner des exemples de gaz à effet de serre.*
- 9- *Quelles sont les répercussions du réchauffement climatique ?*
- 10- *La planète se réchauffe-t-elle ?*
- 11- *Quels sont les pays qui émettent le plus de gaz à effet de serre ?*

Corrections du DM8 :

2- Quelle est la formule de la molécule d'ozone ?

L'ozone de formule chimique O_3 se forme, dans la basse atmosphère, à partir de composés oxygénés sous l'effet des rayons U.V solaires.

3- Pourquoi peut-on parler de « paradoxe de l'ozone » ?

Vous êtes-vous déjà rendu compte de l'odeur « électrique » après le passage d'une rame de métro? Vous avez alors senti un peu de gaz d'ozone. En plus grande quantité, l'ozone est déplaisant, il a une odeur forte qui irrite les yeux et les poumons. Il contribue à certaines maladies respiratoires telles que l'asthme et aux maladies cardio-vasculaires.

La couche d'ozone, comme une paire de bons verres fumés, représente un filtre naturel qui retient la plus grande partie des rayons ultra-violet (UV) nocifs du soleil. Cette couche d'ozone dans la stratosphère renferme presque tout l'ozone qui existe sur terre. C'est le « bon » ozone parce qu'il nous protège des rayons du soleil.

A la surface, à cause des émissions de polluants provenant des automobiles, par exemple, il y a ce que nous appelons le « mauvais » ozone. Cet ozone résulte de l'action de la lumière du Soleil sur les gaz d'échappement des véhicules. Au cours de l'été, le « mauvais » ozone cause le smog (haze) dans les grandes villes.

Malheureusement, l'ozone de surface augmente tandis que l'ozone stratosphérique diminue. Il nous est impossible de faire monter l'ozone de surface pour contribuer à la couche d'ozone stratosphérique.

4- Quelles peuvent être les conséquences d'une destruction de la couche d'ozone ?

Sans la couche d'ozone, un plus grand nombre de personnes souffriraient de coups de soleil, de cancers de la peau, de cataractes et de cécité. Les plantes et les animaux seraient également touchés. C'est pourquoi on peut penser à la couche d'ozone comme si elle était le pare-soleil de notre planète.

5- Quelle est la cause de la formation du « trou d'ozone » ?

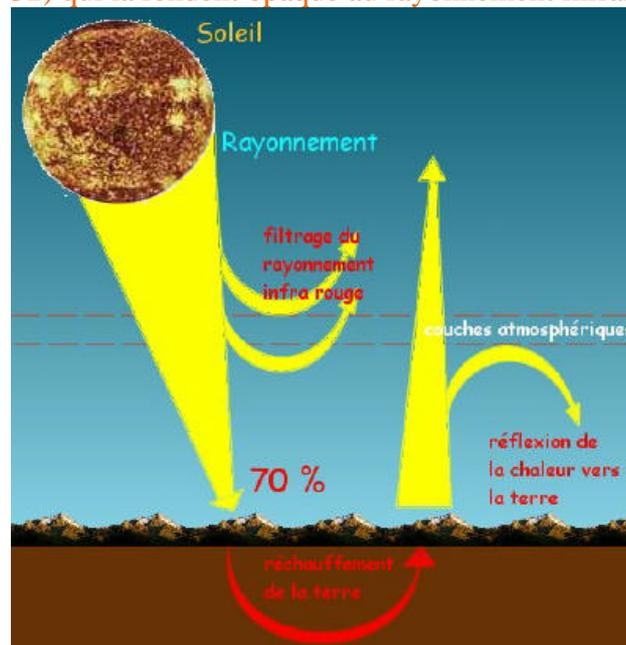
L'utilisation des chlorofluorocarbones (CFC) sera la cause principale de la formation du « trou d'ozone ».

6- Peut-on espérer, maintenant, une réduction immédiate de cette destruction ? Pourquoi ?

Mes chlorofluorocarbones (CFC) sont des molécules extrêmement stables donc plusieurs années seront nécessaires avant de constater la réduction de la destruction de l'ozone stratosphérique.

7- Qu'est-ce que l'effet de serre ? En quoi consiste-t-il ?

Il s'agit d'un phénomène de réchauffement de l'atmosphère induit par des gaz (notamment le dioxyde de carbone - CO_2) qui la rendent opaque au rayonnement infrarouge émis par la Terre.



8- *La vie serait-elle possible sans cet effet ?*

Sans l'effet de serre, la terre réfléchirait comme un miroir la plus grande partie des rayonnements qu'elle reçoit du soleil et la température de la planète serait plus basse d'au moins 15°C. Sur une planète en majorité gelée, peu de vie serait possible.

9- *Donner des exemples de gaz à effet de serre.*

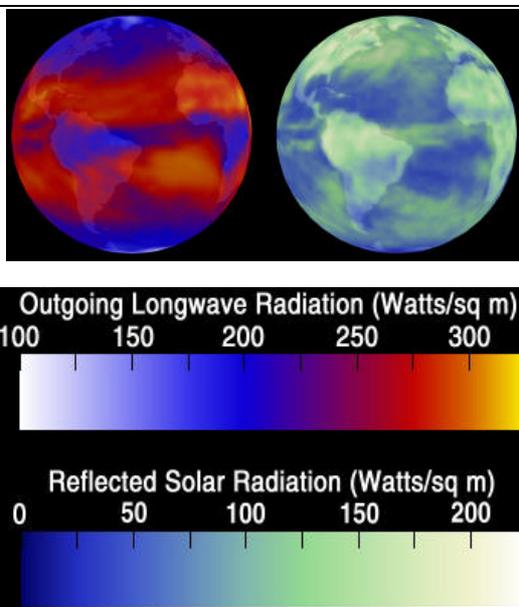
Les gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone, le méthane, l'ozone et les particules de carbone retiennent dans l'atmosphère la radiation infrarouge de la Terre et ainsi entraînent l'élévation de la température. Plus ces gaz sont abondants, plus les rayons infrarouges sont arrêtés au niveau des couches de l'atmosphère, plus la terre se réchauffe.

10- *Quelles sont les répercussions du réchauffement climatique ?*

Les conséquences prévisibles et déjà visibles sont une augmentation du niveau moyen des océans à cause notamment de la fonte des calottes glaces polaires et surtout de la dilatation thermique des océans.

Depuis 1993, les satellites de mesure du niveau des océans (Topex/Poséidon, Jason, Envisat...) ont enregistré une élévation d'environ 3 cm tous les 10 ans.

11- *La planète se réchauffe-t-elle ?*



Crédit : NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio

L'Atlantique vu du 01/03/2001 au 25/05/2001 : la **chaleur émise par la Terre** (à gauche) et la **radiation solaire réfléchi** (à droite).

Les zones les plus claires représentent les masses nuageuses qui bloquent la radiation solaire et la chaleur sous forme d'infrarouges émis par la Terre.

Ainsi, avec un excès de 0,85 watt par mètre carré, **le bilan énergétique de la Terre est positif** et a conduit à un réchauffement de la température moyenne de la planète de 0,5°C au cours du dernier siècle.

Selon le rapport du Giec publié en janvier 2001, le réchauffement de la planète pourrait atteindre 1,4°C à 5,8°C au cours du siècle à venir.

12- *Quels sont les pays qui émettent le plus de gaz à effet de serre ?*

Les Etats-Unis puis la Chine sont les plus gros émetteurs de GES.

Ce mécanisme de développement propre du protocole de Kyoto a pour objet d'une part d'aider les pays en développement à parvenir à un développement durable tout en contribuant à la stabilisation des gaz à effet de serre et d'autre part d'aider les pays développés de remplir leurs engagements chiffrés de limitation et de réduction de leurs émissions.

Ainsi, si un pays développé aide un pays en développement à mettre en place un mécanisme qui permet à ce pays de se développer de la façon la plus "propre" possible, le pays développé pourra déduire de ces émissions cette aide.

2.2.3 Remèdes à la pollution

2.2.3.1 Analyse de l'air

Des stations de contrôle analysent l'air 24h sur 24h. Des capteurs mesurent les concentrations dans l'air des principaux polluants et les mesures sont rendues publiques.

2.2.3.2 Activité documentaire : le pot catalytique

On lutte contre les pluies acides en diminuant les quantités d'oxydes d'azote et de soufre rejetées dans l'atmosphère. Les fumées des usines sont traitées avant leur rejet dans l'air et, depuis 1993, toutes les voitures sont équipées de pots catalytiques.

Activité à faire :

Le pot catalytique est constitué schématiquement d'une enveloppe en acier inoxydable, d'un isolant thermique en céramique creusé en nid d'abeille et imprégné de métaux précieux tels que le platine (Pt), le rhodium (Rh), le palladium (Pd). Les métaux précieux tapissent des milliards de microalvéoles dont la surface totale peut atteindre 4500 m².

Lorsque les gaz d'échappement passent à travers le pot catalytique, ces métaux facilitent trois réactions : l'oxydation du monoxyde de carbone (CO) en dioxyde de carbone (CO₂), la réduction des oxydes d'azote (NO, NO₂) en diazote (N₂) et l'oxydation des hydrocarbures non brûlés en dioxyde de carbone et eau. Mais plusieurs critiques sont généralement faites aux pots catalytiques : ils exigent une essence sans plomb, ce dernier étant un poison des catalyseurs, ils sont responsables d'une hausse de la consommation de carburant. Sa température de fonctionnement optimale étant élevée (300 °C), l'efficacité du pot catalytique est très faible les premières minutes de fonctionnement ou au cours de petits trajets, surtout en hiver. Il est de plus extrêmement fragile et un mauvais réglage de la combustion peut gravement l'endommager. Les métaux nobles, bien que non consommés, sont difficilement récupérables sur un pot usagé.

Questions :

1. *Quel est le rôle d'un catalyseur dans une réaction chimique ?*

En **chimie**, un **catalyseur** est une substance qui augmente la vitesse de **réaction** ; il participe à la réaction mais il ne fait ni partie des produits, ni des réactifs, il est régénéré à la fin de la réaction.

Les catalyseurs sont nombreux dans la nature, sous forme de **protéines** que l'on appelle les **enzymes**. Ils sont aussi largement utilisés dans l'**industrie** et au **laboratoire**.

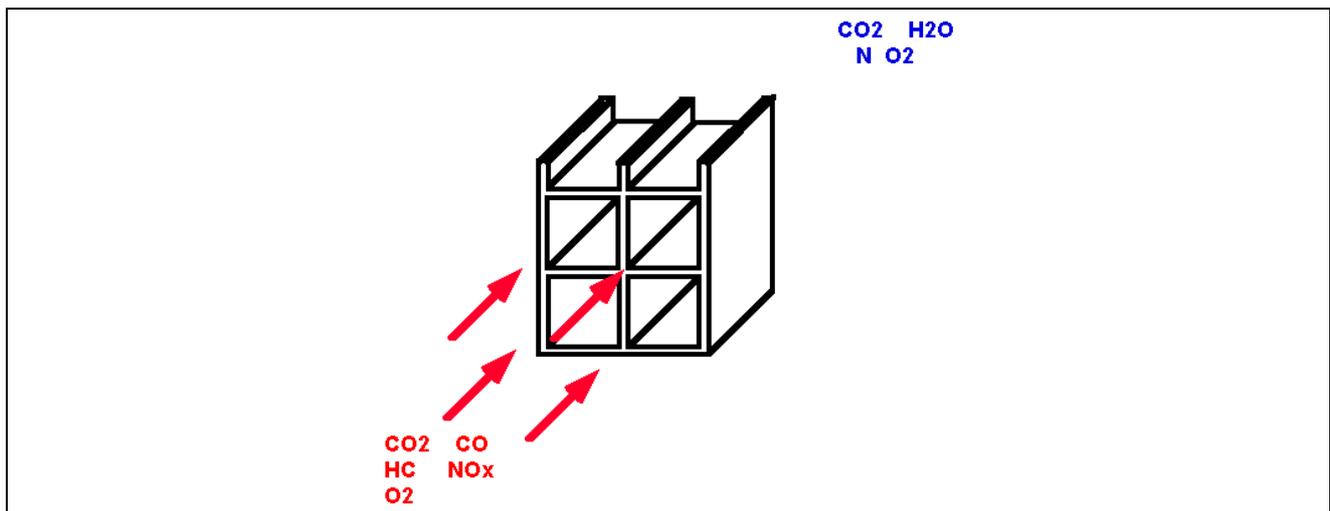
Le catalyseur augmente la vitesse de réaction en introduisant de nouveaux chemins de réaction (mécanisme), et en abaissant son **énergie d'activation**, ou **énergie libre** de Gibbs d'activation. Ce faisant il permet d'augmenter la vitesse, ou d'abaisser la température de la réaction. Il est important de noter que le catalyseur ne modifie pas l'énergie libre de Gibbs total de la réaction qui est une fonction d'état du système et n'a donc aucun effet sur la constante d'équilibre.

2. *Indiquer la nature des catalyseurs utilisés dans le pot catalytique.*

Ce sont des métaux précieux tels que le platine (Pt), le rhodium (Rh), le palladium (Pd).

3. *Pourquoi donne-t-on parfois le nom de « pot catalytique à trois voies » à ce type de pot d'échappement ?*

Ces pots catalytiques favorisent trois réactions : l'oxydation du monoxyde de carbone (CO) en dioxyde de carbone (CO₂), la réduction des oxydes d'azote (NO, NO₂) en diazote (N₂) et l'oxydation des hydrocarbures non brûlés en dioxyde de carbone et eau.



4. Pourquoi le pot catalytique permet-il de lutter contre la pollution atmosphérique ?

On peut réduire les polluants automobiles en rendant la combustion d'essence aussi complète que possible, en recyclant les vapeurs d'essence ou en transformant les gaz brûlés en substances inoffensives par l'intermédiaire d'un convertisseur catalytique .

5. Pourquoi l'utilisation d'une essence plombée est-elle contre-indiquée dans le cas d'un véhicule équipé d'un pot catalytique ?

Le plomb est un poison pour le catalyseur car il se fixe de manière définitive sur les molécules métalliques de ce dernier, ce qui le rend irréversiblement inopérant. D'où la nécessité de disposer d'essence sans plomb lorsque les niveaux de dépollution exigés impliquent la présence d'un pot catalytique sur les véhicules.

2.2.3.3 La lutte contre l'effet de serre : les accords internationaux

Les responsabilités humaines évoquées ci-dessus ont conduits les hommes à s'interroger sur les moyens mis à leur disposition pour enrayer le phénomène d'effet de serre. Ainsi les diverses conférences ont permis que des mesures soient prises :

- les gaz utilisés dans les réfrigérateurs ont changé : les CFC sont interdits ce qui explique pourquoi la concentration de CFC n'augmente plus dans l'atmosphère,
- de même, les bombes aérosols ont vu leurs composants changer.

Les pays sont conscients de la nécessité d'intervenir, et des conférences ont déjà eu lieu pour tenter de remédier au problème. Toutefois, les pays ont du mal à s'accorder : les pays en voie de développement craignent que les traités envisagés n'entravent leur développement industriel. Par exemple, la Chine estime que les pays industrialisés, principaux responsables de l'émission des gaz à effet de serre doivent être les premiers à réduire ces émissions : ils ont les moyens technologiques et économiques d'entreprendre de telles actions, alors que les pays en voie de développement ont besoin d'accroître leur consommation énergétique pour se développer.

Une intervention efficace remettrait en cause toutes nos sources d'énergies, pour nous inviter à nous tourner vers des énergies renouvelables. La convention de Rio a donné lieu à Kyoto à des mesures précises et concrètes dans des domaines variés :

- du bâtiment : possibilité de faire établir un « bilan thermique » pour les logements, renforcement de la réglementation thermique,
- des transports : priorité aux transports collectifs,
- du reboisement : 30000 hectares de forêts seront plantés chaque année jusqu'en 2005,
- de la fiscalité : la France ne s'opposera plus à l'adoption d'une directive européenne de taxation des produits énergétiques.

De plus les pays industrialisés ont décidé de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre de 5,2 % en moyenne à l'horizon 2008-2012. Les modalités de cette réduction sont en discussion et des divergences sont apparues entre les Etats-Unis et l'Europe.

3 LA RADIOACTIVITE

3.1 L'énergie nucléaire et ses rejets

Présentation animée d'exécutables provenant du site du CEA <http://www.cea.fr/>

3.2 Quizz interactif

Site de l'ANDRA <http://www.andra.fr>



Les atomes sont les constituants de base de la matière (l'eau, l'air, les métaux, les métaux lourds...)

Un atome est composé de 3 types de particules : les protons et les neutrons qui forment le noyau, et les électrons qui gravitent autour.

Les protons et les neutrons sont sensiblement de même masse. Les électrons sont 2000 fois plus petits et très éloignés du noyau (si le noyau avait 10 cm de diamètre, ses électrons seraient à 1 km).

Question 1
Les électrons gravitent autour du noyau qui gravite autour du noyau. La radioactivité est un phénomène physique qui trouble essentiellement au noyau de l'atome.

VRAI FAUX

Vrais



Certains noyaux ont une "bonne" répartition entre protons et neutrons (ils sont stables). D'autres au contraire ont une "mauvaise" répartition (ils sont instables, on dit radioactifs).

Pour un nombre donné de nucléons (neutrons et protons), il n'y a qu'une seule répartition qui donne un noyau stable.

Par exemple, pour 60 nucléons :
Le noyau 60 (28 protons et 32 neutrons) est stable.
Le cobalt 60 (27 protons et 33 neutrons) est radioactif.
Le nickel 60 (28 protons et 32 neutrons) est radioactif.

Question 1
Le cobalt 60 est radioactif (car il a trop de neutrons). Il cherche à devenir stable en se désintégrant. C'est-à-dire en se transformant en...
 cobalt 60 nickel 60

Nickel 60



La radioactivité se mesure en becquerels (nombre de désintégrations spontanées par seconde d'un corps radioactif). Le symbole de becquerel est Bq.

Lorsqu'on mesure une radioactivité, on compte le nombre de désintégrations qui se produisent à chaque seconde et ce nombre est rapporté à une masse ou un volume.

Par exemple, on peut mesurer une radioactivité de :
10 Bq/m³ pour de l'air ambiant.
3000 Bq/kg pour un os.
15 Bq/l pour de l'eau de mer.
(ces valeurs peuvent varier sensiblement pour l'air et le sol).

Question 1
La radioactivité d'un homme de 70 kg est de l'ordre de :
 80 Bq 8000 Bq

8000 Bq



Le radon 222 est un radioélément naturel qui se forme dans le sol par désintégration des atomes de radium 226 (son père naturel).

Comme le radon est un gaz, une partie s'échappe vers les pentes du sol et se dissipe dans l'air.

Il peut s'accumuler dans les maisons, notamment dans les caves où il se trouve par exemple. Une bonne aération des murs et des plafonds ou au contraire l'usage d'un ventilateur de radon dans les caves peut permettre de réduire la concentration.

Question 1
Le radon est le composant le plus important de toutes les sources d'irradiation naturelle.

VRAI FAUX

Vrais



Un élément peut être classé pour la première fois en 1869 par le chimiste russe Dimitri Mendeleïev.

Dans la classification périodique des éléments (ou table de Mendeleïev), les éléments sont classés horizontalement par nombre atomique (nombre de protons) croissant et verticalement selon la disposition des électrons autour du noyau. On retrouve, dans une même colonne, des éléments ayant des propriétés chimiques voisines.

Question 1
Il existe 92 éléments dans la nature, allant de l'hydrogène à l'uranium. Les éléments situés au-delà de l'uranium, comme le plutonium, ont été créés artificiellement dans les centrales nucléaires ou les accélérateurs de particules.

VRAI FAUX

Vrais



Un élément chimique peut avoir plusieurs isotopes, c'est-à-dire des atomes possédant le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

Par exemple, l'hydrogène a trois isotopes :
L'hydrogène léger (1 proton seul).
Le deutérium (1 proton et 1 neutron).
Le tritium (1 proton et 2 neutrons).

Le plus grand élément chimique est plutonium isotopes naturels. Le fer en a 4, le soufre 2, l'iode 10 etc.

Question 1
Parmi les 3 isotopes de l'hydrogène, l'un est radioactif : lequel ?
 Le tritium Le deutérium

Le tritium



L'uranium peut être exposé aux rayonnements ionisants de deux manières : une exposition externe (sa radioactivité) et une exposition interne (sa contamination).

En exposition externe, la source de rayonnement est à l'extérieur du corps (par ex. dans les ossements ou les vêtements). Il faut se protéger essentiellement des gamma, seuls rayonnements capables d'atteindre l'homme.

En contamination interne, la source de rayonnement est à l'intérieur du corps (par ex. dans les ossements ou les vêtements ou dans l'alimentation ou dans l'air inhalé ou dans l'eau). Les 3 types de rayonnement (alpha, bêta, gamma) sont alors dangereux.

Question 1
Le rayonnement alpha a un pouvoir de pénétration dans l'air, mais il est très nocif. Il est surtout dangereux en...
 exposition externe exposition interne

Exposition interne



On a recensé sur Terre 323 isotopes naturels, dont 81 sont radioactifs.

Parmi les derniers, citons l'uranium 238, le thorium 232, le polonium 210 présents dans le sol.

Une tonne de terre contient en moyenne 10 g de polonium 210, 30 g d'uranium et 132 g de thorium.

Question 1
Les radioéléments naturels se désintègrent en émettant des rayonnements dont l'énergie est dissipée sous forme de chaleur. Dans une source de chaleur, il y a toujours que notre planète serait devenue un autre feu et sans ce...
 VRAI FAUX

Vrais



En traversant la matière, les rayonnements ionisants des électrons, les rayonnements bêta et gamma ont des effets en fait pas le même pouvoir de pénétration.

Cependant, les rayonnements alpha, bêta et gamma ont des effets en fait pas le même pouvoir de pénétration.

La particule alpha est arrêtée par une simple feuille de papier. La particule bêta est arrêtée par une feuille d'aluminium. Les gamma, à l'exception d'une faible fraction de ceux qui sont arrêtés par une épaisse paroi de plomb.

Question 1
Une dose de 100 mSv à quelques mètres d'une source radioactive externe dans un bâtiment peut être plus nocive qu'une exposition aux rayonnements...
 gamma alpha

gamma



Chaque radioélément a sa propre période de désintégration.

La période d'un radioélément peut aller de quelques microsecondes à plusieurs milliards d'années.

La période radioactive permet de définir la durée de la présence potentielle d'une matière radioactive. Elle est un facteur important pour la gestion à long terme des déchets radioactifs.

Question 1
L'isotope 131 et le césium 137 sont des radioéléments artificiels issus de la fission nucléaire. Leur période est respectivement de 8 jours et de 30 ans. Le radioélément qui n'a pas retourné pas dans un centre de stockage de déchets radioactifs, c'est...
 le césium 137 l'iode 131

L'iode 131



Les atomes radioactifs se transforment spontanément en d'autres atomes en émettant des rayonnements.

Exemples :
* L'uranium 238 se transforme en thorium 234.
* L'uranium 238 se transforme en plomb 206.
* L'uranium 238 se transforme en radon 222.
* Les désintégrations alpha ou bêta s'accompagnent très souvent d'un rayonnement gamma, gainé d'énergie sans masse.

Question 1
Le rayonnement gamma est une onde électromagnétique comme la lumière visible ou les rayons X.

VRAI FAUX

Vrais



L'uranium est un isotope radioactif se comporte chimiquement de la même façon que l'uranium naturel stable : le premier peut donc remplacer le second dans une molécule, sans perturber.

De nombreux isotopes radioactifs sont utilisés comme traceurs (ou marqueurs) en introduisant une très faible quantité de radioéléments dans le corps humain, dans une plante, dans une molécule, dans une réaction, dans une eau souterraine, on peut suivre son déplacement à l'aide d'un détecteur.

En médecine nucléaire, le technétium 99, le thallium 201, l'iodine 123 sont les marqueurs les plus utilisés.

Question 1
En hydrologie, un marqueur de l'eau très utilisé est...
 le tritium le césium 137

Le tritium



La radioactivité diminue avec le temps.

Au fur et à mesure que se produisent les désintégrations, l'activité d'une source radioactive diminue jusqu'à devenir nulle.

La décroissance de mesure par la période T, durée de l'échelle à laquelle la radioactivité est divisée par 2.

La période est indépendante de la température, de la pression, de l'état physique (solide, liquide ou gazeux) et de toute combinaison chimique.

Question 1
Les éléments radioactifs, quels qu'ils soient (iode 131, césium 137, plutonium 239...), se désintègrent à la même vitesse.
 VRAI FAUX

Faux



Les rayonnements traversent la matière en perdant des électrons.

En passant, ils arrachent des électrons et perdent de l'énergie. Les particules alpha et bêta sont freinées à chaque collision et finissent par s'arrêter. Les photons gamma ont des interactions beaucoup plus rares avec la matière. Ils ne s'arrêtent pas à proprement parler, c'est leur intensité qui s'affaiblit.

Question 1
Un atome qui perd un ou plusieurs électrons n'est pas électriquement neutre. Il devient un ion. C'est pourquoi les rayonnements alpha, bêta et gamma sont appelés...
 rayonnements ionisants radiations ioniques

Rayonnement ionisant



Le 131I, l'iode et l'iodine, induit toute production d'un isotope radioactif du plutonium qui s'accumule dans le corps humain.

En 1914, l'iode et l'iodine, induit toute production d'un isotope radioactif du plutonium qui s'accumule dans le corps humain.

Question 1
Un des sources radioactifs de radon est particulièrement nocive dans les maisons de construction de l'encadrement de la cave de stockage de l'eau, c'est...
 le radon 222 le radon 220

Le césium 137



Un atome est défini par le nombre de protons et le nombre de neutrons contenus dans son noyau.

Le nombre de protons (qui est égal au nombre d'électrons qui gravitent autour du noyau) détermine le nom de l'atome : un atome de 82 protons est un atome d'uranium (symbole U).

Le nombre de protons et de neutrons indique la masse de l'atome : dans cet exemple, l'uranium a une masse atomique de 238, c'est-à-dire qu'il possède 92 protons et 146 neutrons.

Question 1
Un élément chimique est composé d'atomes qui ont tous le même nombre de protons : l'hydrogène a 1 proton, l'oxygène 8, le fer 26, l'uranium 92... l'isotope est caractérisé par le nombre d'atomes chimiquement naturellement présents sur Terre ?
 90 UN MILLIARD

90

3.3 Exemples de sujets du BAC 2004 se rapportant à la radioactivité

3.3.1 Questions

Réacteur préhistorique

Document

Au Gabon, il y a deux milliards d'années, à l'emplacement d'un futur gisement d'uranium que l'homme exploitera, une concentration en uranium très élevée conjuguée à la présence d'eau – qui a joué le rôle de ralentisseur de neutrons – a déclenché des réactions de fission nucléaire en chaîne, qui se sont entretenues toutes seules pendant des centaines de milliers d'années. Chaque fission libérant des neutrons, qui allaient faire « fissionner » d'autres noyaux et ainsi de suite... La grande variété de produits de fission trouvés sur place intéresse vivement les spécialistes du stockage des déchets nucléaires : c'est l'occasion unique d'observer comment ces éléments migrent dans les couches géologiques.

D'après *Science et Vie*, n° 960.

QUESTION 1 **1,5 POINT**

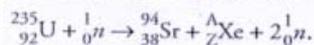
Pourquoi faut-il ralentir les neutrons ?

QUESTION 2 **1,5 POINT**

Dans une centrale actuelle, qu'est-ce qui joue le rôle de ralentisseur de neutrons ?

QUESTION 3 **2 POINTS**

L'une des réactions possible de fission de l'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ est la suivante :

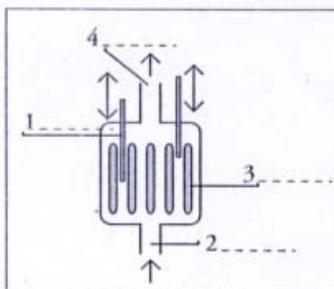


Déterminer A et Z en explicitant ces deux termes.

QUESTION 4 **2 POINTS**

Sur la vue en coupe d'un réacteur actuel, portez les noms correspondants aux quatre parties :

- fluide caloporteur « froid »
- fluide caloporteur « chaud »
- barre de contrôle
- barre de combustible.



Radioactivité et période radioactive

La période radioactive du carbone 14 est de 5 700 ans. C'est un émetteur β^- (voir croquis).

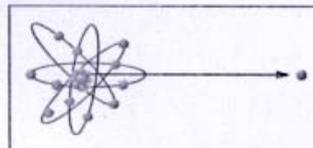


Figure 1. Émetteur β^-

nombre de masse de l'isotope le plus abondant \rightarrow A
 nombre de charge \rightarrow Z
 symbole de l'élément X
 masse molaire atomique de l'élément ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) M

11 5 Bore 10,8	12 6 Carbone 12,0	14 7 Azote 14,0	16 8 Oxygène 16,0
27 13 Aluminium 27,0	28 14 Silicium 28,1	31 15 Phosphore 31,0	32 16 Soufre 32,1

Figure 2. Extrait du tableau périodique

QUESTION 1 **0,5 POINT**

Quelle est la particule émise lors de la désintégration β^- ?

QUESTION 2 **1 POINT**

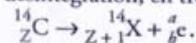
Légendez la figure 1.

QUESTION 3 **1 POINT**

Que se produit-il au sein du noyau ?

QUESTION 4 **1,5 POINT**

Recopier l'équation de la désintégration, en trouvant a, b, Z et X.



QUESTION 5 **1,5 POINT**

Tracer la courbe de décroissance radioactive d'un nombre initial de 10 milliards de noyaux de ^{14}C (nombre de noyaux restant en fonction du temps écoulé). On prendra 1 cm pour 1 000 ans en abscisses, et 1 cm pour 1 milliard de noyaux en ordonnées.

QUESTION 6 **1,5 POINT**

En comparant le taux de carbone 14 d'un reste de bois d'un pont antique et celui du même bois actuel, on trouve un rapport de 0,70. En utilisant le graphique, déterminer la date de construction du pont.

3.3.2 Réponses

CORRIGÉ

QUESTION 1

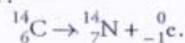
Pour initier une réaction nucléaire de fission de l'uranium, on bombarde le noyau avec des neutrons, le noyau se casse en fragments et libère d'autres neutrons capables à leur tour d'initier d'autres fissions à condition que les neutrons produits soient ralentis.

QUESTION 2

Le neutron est ralenti quand il traverse une matière de même masse et qui ne l'absorbe pas. Le neutron perd alors de la vitesse lors des chocs sur des noyaux légers (comme l'hydrogène). La matière qui joue ce rôle est appelé le modérateur.

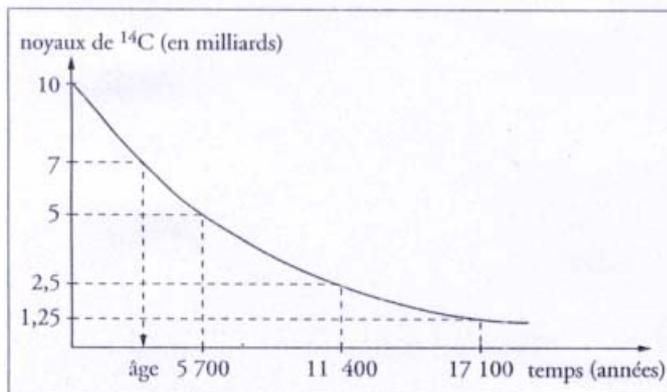
QUESTION 3

${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_{Z+1}\text{X} + {}^a_b\text{e}$, l'équilibre en masse impose que $14 = 14 + a$ soit $a = 0$ et l'équilibre en charges impose $Z = Z + 1 + b$ soit $b = -1$, sur la figure 2 on note le numéro atomique du carbone $Z = 6$. L'atome de numéro $Z + 1 = 7$ est celui d'azote (N).
Finalement on peut écrire :



QUESTION 4

L'échelle n'a pas été respectée, tous les 5 700 ans, la quantité de noyaux est divisée par deux.



QUESTION 5

Supposons un échantillon de bois actuel de 10 milliards de noyaux, l'échantillon antique aurait 7 milliards de noyaux de carbone 14, ainsi le rapport est de 0,7.

Il suffit alors de lire l'abscisse correspondant à 7 milliards de noyaux, c'est le temps écoulé depuis la mort du bois qui a servi à la construction de l'ouvrage antique, ici environ 2 900 ans, l'ouvrage a donc été construit approximativement en l'an - 900.

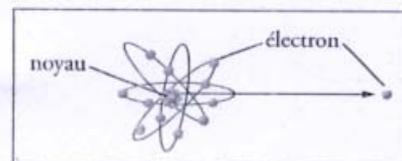
CORRIGÉ

QUESTION 1

Comme le montre la figure 1, un électron est émis lors de cette désintégration.

QUESTION 2

Dans le noyau, un neutron se transforme en proton, ainsi la neutralité électrique globale est assurée.



QUESTION 3

Il faut équilibrer en masse (chiffres du haut) :

$$235 + 1 = 94 + A + (1 \times 2),$$

on en déduit :

$$A = 235 + 1 - 94 - 2 = 140,$$

ce qui correspond au nombre de nucléons de l'un des isotopes du xénon. Mais aussi en charges (chiffres du bas) :

$$92 + 0 = 38 + Z + 0,$$

on en déduit :

$$Z = 92 - 38 = 54,$$

ce qui est bien le numéro atomique du xénon (gaz rare).

QUESTION 4

1 = barre de contrôle (mobile, elle est capable d'absorber des neutrons et donc de piloter le réacteur) ;

2 = fluide caloporteur « froid » (circule autour des barres d'uranium, prend la chaleur du combustible et la transporte à l'extérieur du cœur du réacteur pour produire de la vapeur et enfin de l'électricité) ;

3 = barre de combustible (uranium qui libérera l'énergie de sa fission) ;

4 = fluide caloporteur « chaud ».