

# 1 Comment optimiser et gérer notre utilisation de l'énergie électrique ? (fin !)

## 1.7 Les supercondensateurs

- Un condensateur est formé de deux plaques de très grandes surfaces, séparées par un isolant très mince, le tout étant enroulé pour occuper moins de place.



FIG. 1 – Condensateur utilisé dans les montages électriques.

- Ce composant (relativement courant dans les appareils électriques) permet de ..... des charges électriques sans aucune réaction chimique et quasiment sans aucune perte. En revanche il est difficile d'emmagasiner des grandes quantités d'énergie par ce moyen.
- Il s'agit d'un stockage purement *électrique* : les charges  $\oplus$  et  $\ominus$  sont simplement placées sur les plaques en regard l'une de l'autre en branchant le condensateur sur une source de courant : c'est la .....  
Voici un schéma de principe du composant :

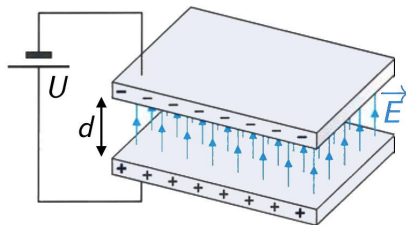


FIG. 2 – Condensateur chargé sous une tension constante. Il règne un champ électrique  $\vec{E}$  entre les plaques, mais les charges  $\oplus$  et  $\ominus$  restent sur les plaques tant que l'isolant (entre les plaques) tient le coup.

- Tant que l'on ne branche pas le condensateur à un circuit extérieur, cette charge peut être conservée assez longtemps. Elle peut être délivrée très rapidement à un circuit extérieur lors de la ..... : on peut atteindre une puissance ..... , entre  $1000 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  et  $5000 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  !
- Beaucoup de dispositifs d'utilisation courante peuvent utiliser des condensateurs : flash des appareils photos, tubes fluorescents (« néons »), sauvegarde de l'alimentation le temps de changer les piles dans vos calculatrices... Ces condensateurs sont capables de délivrer des courants de l'ordre de quelques milliampères pendant quelques secondes ou quelques .....

- Une idée actuellement au stade de test consiste à utiliser des « ..... » pour aider au démarrage d'un véhicule électrique.

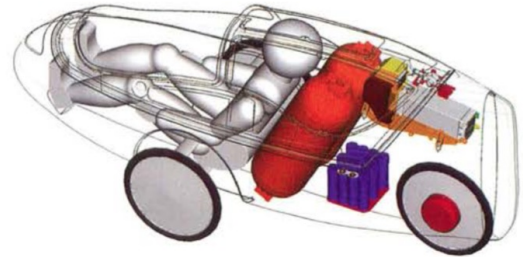


FIG. 3 – La Hysun 3000, prototype de voiture avec pile à combustible complétée par des supercondensateurs.

Par exemple, une pile à combustible de 20 kW est suffisante pour faire rouler un véhicule électrique mais insuffisante pour permettre au véhicule d'avoir des performances correctes dans les phases de démarrage et d'insertion dans une file du trafic.

C'est là que les supercondensateurs prennent le relais, en ..... l'énergie électrique pendant les phases de freinage ou de mouvement uniforme, pour la ..... dans les phases d'accélération.

## 1.8 Conclusion (fin !)

Voici les domaines d'utilisation de chacune des technologies actuellement techniquement maîtrisées pour ..... l'énergie électrique sous une autre forme. Cette figure représente la puissance qui peut être délivrée en fonction de l'énergie stockée (chaque échelle étant par unité de masse de stockage).

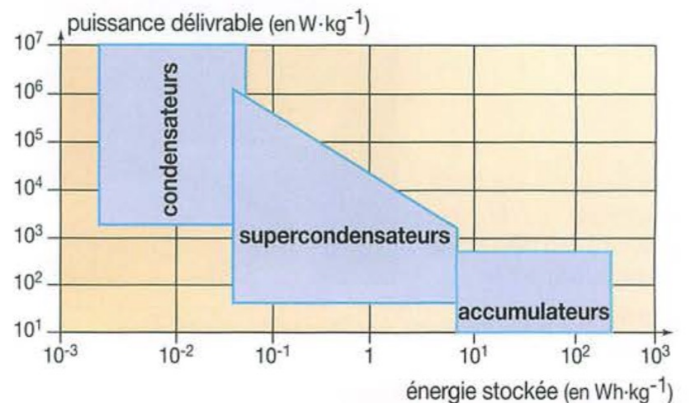


FIG. 4 – Domaines d'utilisation des solutions de stockage de l'électricité.

## 2 Quelles sont les conséquences écologiques de notre consommation d'énergie ?

Apparu au début des années 1970, le concept d'empreinte environnementale traduit l'impact de l'activité humaine sur les écosystèmes. Parmi tous les impacts, celui de l'accroissement énorme de la quantité de ..... à ..... de ..... (GES en abrégé) rejetés dans l'atmosphère est l'un des plus préoccupants.

Le phénomène d'effet de serre est ..... et permet la vie sur Terre! Sans cet effet, la température moyenne de la Terre serait de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Le problème est dans l'emballement de cet effet, en raison des rejets *anthropiques* !

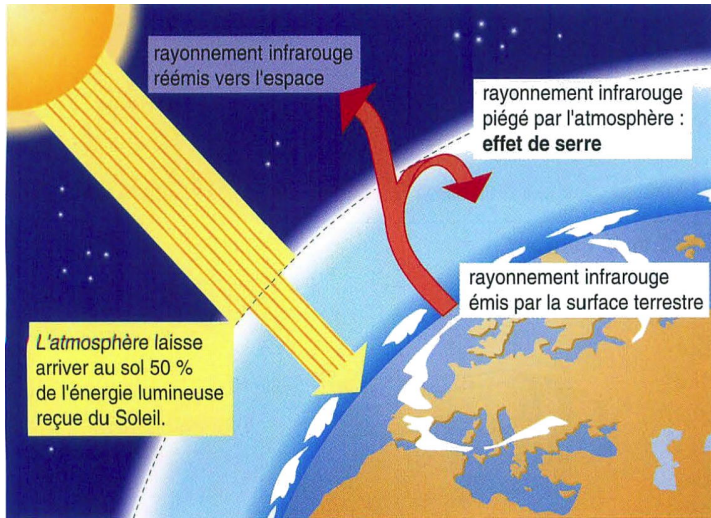


FIG. 5 – L'effet de serre correspond au piégeage des rayons infrarouges émis par le sol.

L'atmosphère laisse pénétrer 50% de l'énergie lumineuse reçue du Soleil. Le sol terrestre ainsi chauffé émet à son tour des rayonnements ..... qui sont partiellement piégés par l'atmosphère, à la façon d'une vitre dans une serre horticole (d'où le nom de l'effet en question).

L'émission de dioxyde de carbone d'origine anthropique (= produits par l'homme) a plusieurs sources qui sont indiquées sur la figure ci-dessous, en fonction des années.

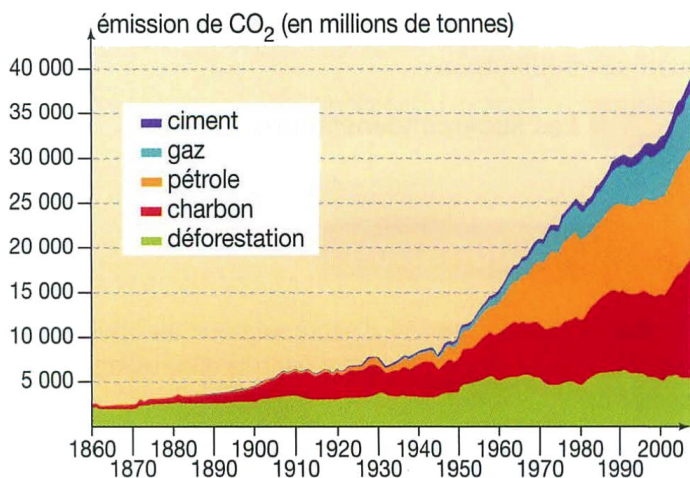


FIG. 6 – Évolution et origine des émissions mondiales de  $\text{CO}_2$  de 1860 à 2008, en millions de tonnes.

Les différents GES (= gaz à effet de serre) sont émis par différents secteurs de l'activité humaine, indiqués sur la figure suivante.

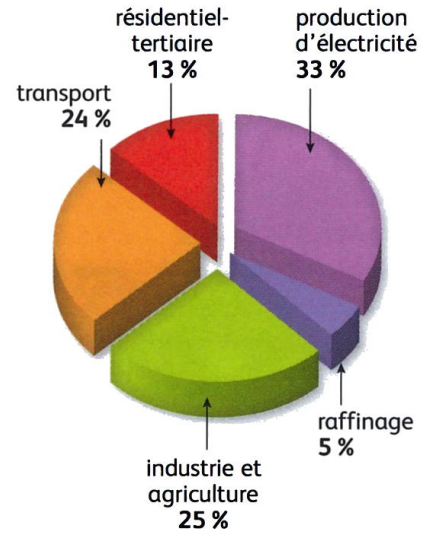


FIG. 7 – Origine anthropique des GES.

De plus, tous les gaz à effet de serre ne se ..... pas! Certains ont un effet quintuple par rapport à d'autres. Les principaux gaz à effet de serre sont :

- le ..... de .....  $\text{CO}_2$  ;
- le .....  $\text{CH}_4$  ;
- l'.....  $\text{H}_2\text{O}$  ;
- $\text{N}_2\text{O}$  ;
- l'ozone  $\text{O}_3$  ;
- les CFC (chlorofluorocarbones) ;
- ...

Les gaz à effet de serre sont responsables du phénomène de ..... climatique, un changement du climat extrêmement rapide par rapport à la normale.

Le climat terrestre change constamment, en raison des variations d'activité solaire et surtout en raison des variations d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan de l'écliptique, mais ces changements se font d'ordinaire à l'échelle des temps géologique.

Pour l'instant on estime que la température moyenne terrestre devrait augmenter de 4 à 5  $^{\circ}\text{C}$  d'ici à 2050. Cela semble faible, mais en pratique les modifications du climat pourraient être assez sensibles.

### Thème 3 – Nourrir l’humanité (introduction)

Une population de neuf milliards d’humains est prévue au XXI<sup>ème</sup> siècle. Nourrir la population mondiale est un défi majeur qui ne peut être relevé sans intégrer des considérations géopolitiques, socio-économiques et environnementales.

Voici une liste des points qui vont être abordés, pour répondre à la problématique :

Comment peut-on nourrir l’humanité ?

- l’accroissement de la production agricole ;

- la conservation des aliments et leurs transformations ;
- l’importance des pratiques culturales ;
- l’accroissement des populations mondiales ;
- le développement économique ;
- l’impact sur l’environnement : gestion des échanges entre les êtres vivants et leurs milieux, gestion durable des ressources que représentent le sol et l’eau ;
- les conséquences sur la santé.

### Compétences exigibles (partie 3)

- Connaître la part de l’homme dans le fonctionnement d’un écosystème ;
- Savoir que consommer de la viande ou un produit végétal n’a pas le même impact écologique ;
- Connaître le bilan d’énergie et de matière du cycle de l’eau ;

- Connaître le bilan d’énergie et de matière de l’élevage ;
- Connaître le bilan d’énergie et de matière de l’agriculture ;
- Comparer les différents bilans précédents entre eux ;
- Connaître l’historique des impacts sur l’environnement des progrès de la science et des techniques.

### Compétences exigibles (chapitre 5)

- Savoir que le sol est un milieu d’échanges de matière ;
- Exploiter des documents à propos des interactions entre le sol et une solution ionique ;
- Mettre en œuvre un protocole illustrant les interactions entre le sol et une solution ionique ;
- Découvrir la composition chimique des engrais et produits phytosanitaires ;
- Déterminer expérimentalement la quantité d’une espèce présente dans un engrais ou un produit phytosanitaire ;
- Découvrir la composition chimique d’une eau minérale, de source ou du robinet ;
- Découvrir les critères qui font qu’une eau est potable ;
- Découvrir les traitements des eaux ;

- Savoir réaliser une analyse *qualitative* d’une eau ;
- Savoir rechercher et exploiter des documents sur la potabilité, le traitement et l’adoucissement des eaux.

*Acquis du collège et de Seconde :*

- Connaître la notion de mélange homogène (solution, solvant, soluté) et de corps pur ;
- Savoir qu’une solution aqueuse est une solution dans laquelle l’eau est le solvant ;
- Connaître la formule et le nom de certains ions ;
- Connaître le protocole de test de reconnaissance de certains ions.



### 3 Qualité des sols

#### 3.1 Le sol : un milieu d'échanges de matière

Le sol fournit aux plantes l'eau et les ..... nécessaires à leur développement. Situé entre la roche, l'atmosphère et les êtres vivants, le sol est un milieu d'échanges de matière.

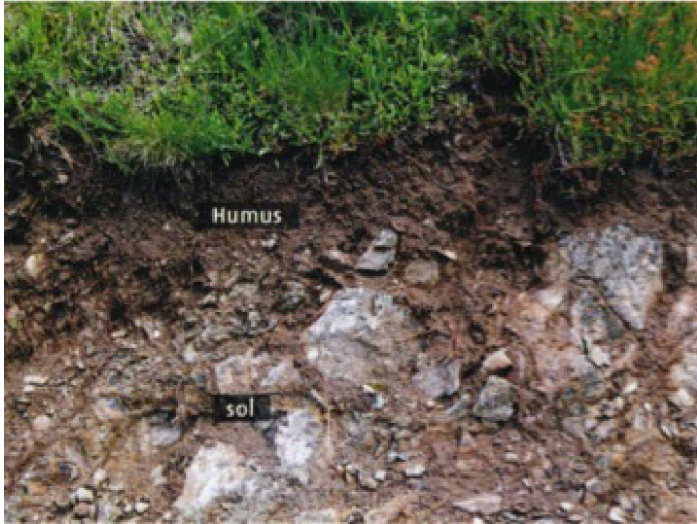


FIG. 8 – L'humus.

sol de la matière minérale.

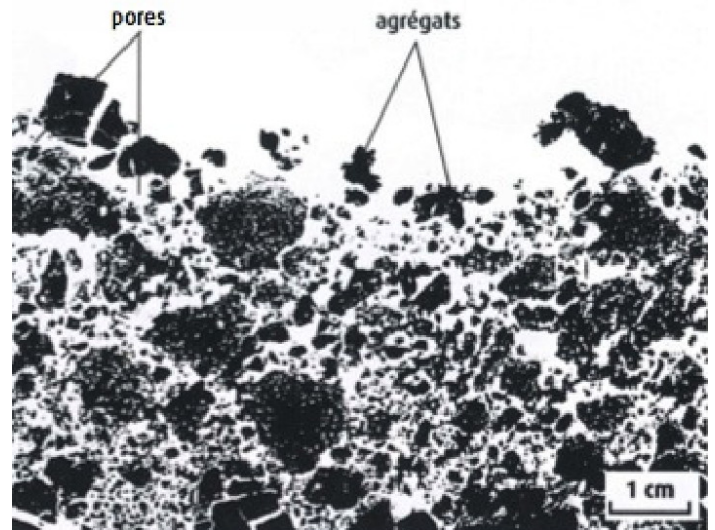


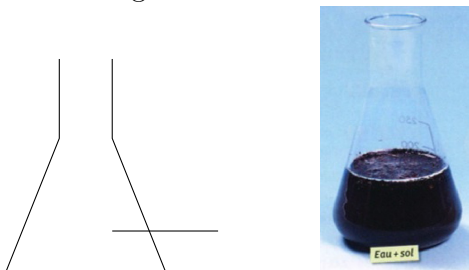
FIG. 9 – Coupe d'un sol.

**L'organisation d'un sol** Les débris de roche qu'il renferme proviennent de la dégradation de la roche mère du sous-sol (non visible ici) et lui apportent de la matière ..... L'humus désigne la matière ..... du sol qui provient de la dégradation des êtres vivants après leur mort. Il fournit également au

**Coupe de sol observée à la loupe binoculaire** Les agrégats sont des assemblages de fragments de **roches** et de **complexes argilo-humiques**. Ces derniers résultent de l'association d'éléments issus de matière organique (humus) et de particules minérales argileuses.

*Manipulations n° 1 – Comprendre le rôle des complexes argilo-humiques.*

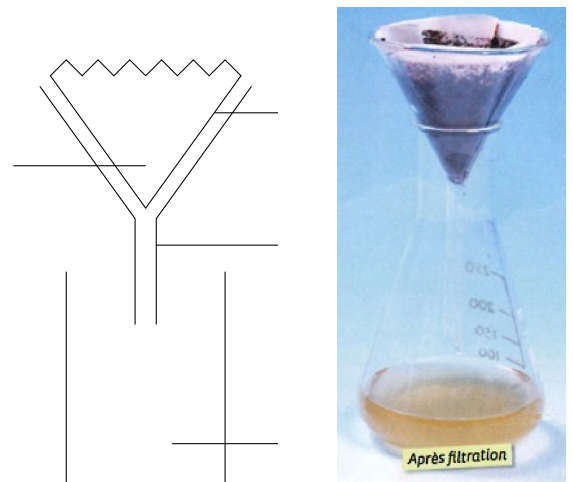
- Introduire dans un erlenmeyer 20 g de sol et 150 mL d'eau. Bien mélanger.



- Verser le contenu de l'erlenmeyer dans un entonnoir muni d'un cône de papier-filtre.
- Quel est l'aspect du filtrat (expérience schématisée à droite)?

.....

Les complexes argilo-humiques sont ..... de l'aspect trouble du filtrat.

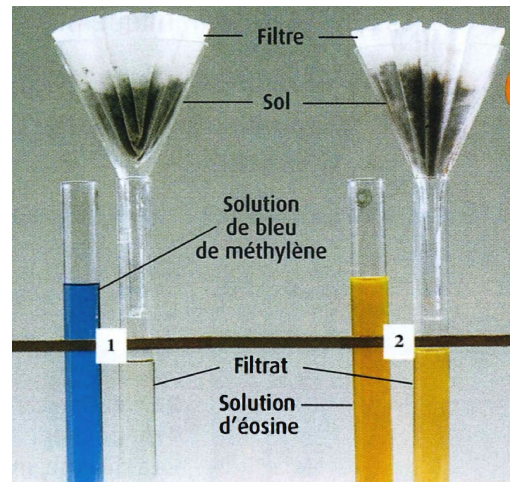


## Manipulations n° 2 – Mettre en évidence les échanges de matière dans le sol.

- Placer deux entonnoirs munis de cônes de papier-filtre sur deux tubes à essais 1 et 2.
- Introduire dans chaque entonnoir un échantillon de sol.
- Verser dans le filtre 1 une solution de bleu de méthylène.

*Garder un fond de tube de solution de bleu de méthylène en guise de témoin.*

- Verser dans le filtre 2 une solution orange d'éosine.  
*Garder un fond de tube de solution de bleu de méthylène en guise de témoin.*
- Comparer la coloration des filtrats obtenus avec celle des colorants de départ.

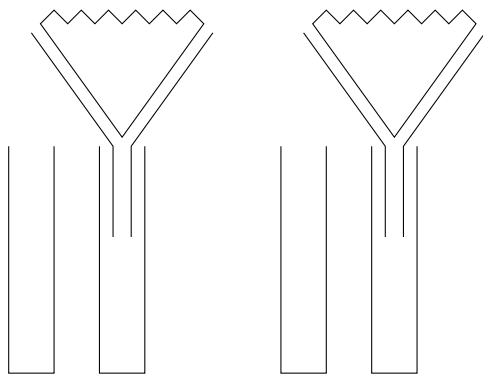


- La coloration bleue de la solution de bleu de méthylène (tube 1) est due à des cations. Les cations sont-ils retenus par le complexe argilo-humique du sol ?

.....

- La coloration orange de la solution d'éosine (tube 2) est due à des anions. Les anions sont-ils retenus par le complexe argilo-humique du sol ?

.....



### Échanges d'ions et développement des végétaux

- Les plantes puisent par leurs racines les ..... (essentiellement sous forme de cations) dont elles ont besoin dans la ..... de sol (la phase liquide).
- Les cations peuvent être ..... dans la **solution** de sol (= ils sont dans l'eau, tout simplement) ou bien ..... par les **complexes argilo-humiques** (CAH en abrégé, qui piège les cations).
- Sur la figure ci-contre le complexe argilo-humique est représenté de façon *symbolique* par un gros ..... rond autour duquel sont collés des ..... , représentés symboliquement par des disques plus petits. Ces ions là sont retenus par le complexe argilo-humique. Il peut bien sûr y avoir un échange d'ions entre l'eau contenue dans le sol et le complexe argilo-humique, lorsque les ions ne sont pas collés au disque mentionné précédemment ils sont dits libres, et ainsi les plantes peuvent les absorber via leurs racines.

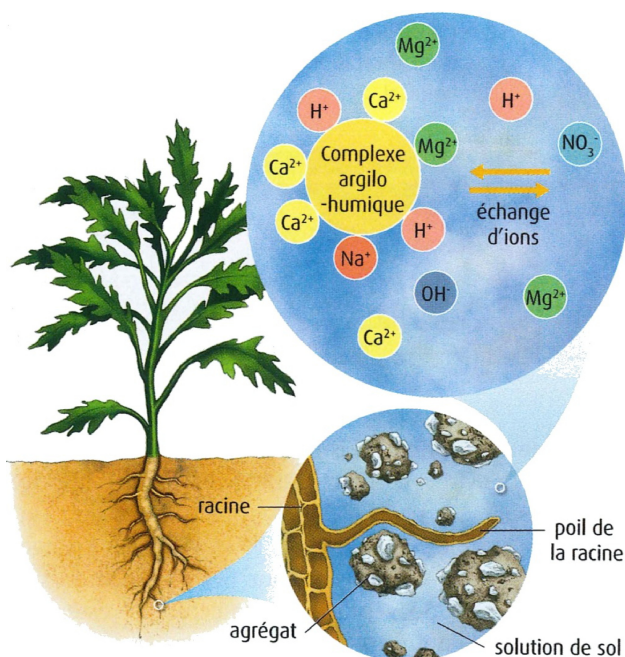


FIG. 10 – Complexe argilo-humique (CAH).



## Une explication plus détaillée du sol

- La terre *arable* se présente sous forme d'**agrégats** (des grumeaux) de différentes tailles. Au microscope, chaque « grumeau » apparaît formé de grains de sable cimentés par un complexe brun formé d'argile et d'humus, c'est ce complexe brun qui est le fameux **complexe argilo-humique**. Une telle structure présente des pores ou cavités permettant une bonne circulation de l'air et de l'eau dans le sol.

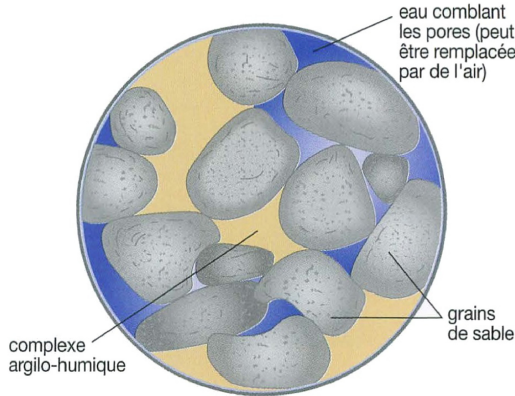


FIG. 11 – Explication du CAH.

- Le CAH (complexe argilo-humique) possède une surface chargée ..... et capture donc les ..... chargés positivement apportés par l'eau. On dit que le CAH forme un **réservoir de cations**, qu'il peut ensuite céder aux plantes suivant leurs .....

## Les sols sont menacés par les pluies acides

- Les pluies acides sont dues à la présence dans l'atmosphère de ..... libérés par des phénomènes naturels (éruptions volcaniques) et certaines activités humaines (industrie et circulation, avec dégagement de dioxydes de soufre et d'azote).

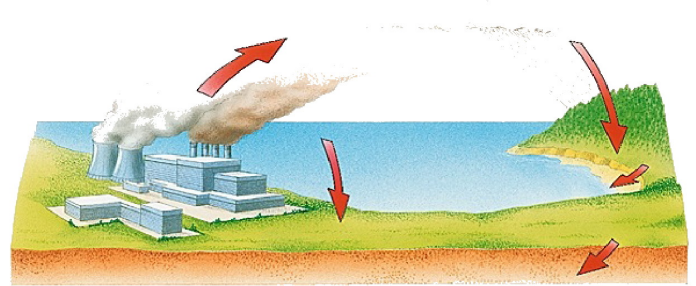


FIG. 12 – Pluies acides.

- Les pluies acides ..... le sol en minéraux. Les effets des pluies acides sont plus importants si le sol est pauvre en agrégats : le sol est moins poreux, l'eau y est alors moins retenue, elle s'infiltré plus rapidement dans les couches souterraines en entraînant avec elle les ions de la solution de sol. Conséquence : les plantes ne trouvent pas les ..... nécessaires !

## 4 Correction des exercices (donnés lors de la séance n° 10)

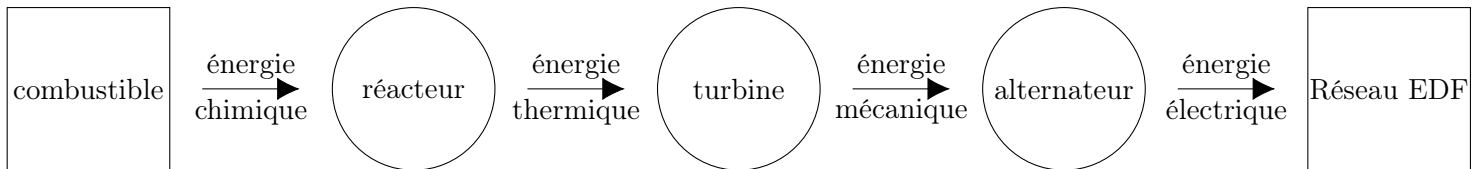


FIG. 13 – Chaîne énergétique d'une centrale CCGI (exercice 10.2).

### 10.1 Art et Science – La datation de Lascaux.

- Les peintures retrouvées dans la grotte de Lascaux sont formées de **pigments** ocres, rouges et noirs. Ces deux derniers pigments contiennent l'**élément carbone** et peuvent donc être datés par la méthode du « carbone 14 ».
- Le **carbone 14** est un **isotope instable** du carbone, produit de façon continue sur Terre dans la haute atmosphère. C'est l'arrivée incessante de particules en provenance du Soleil, qui provoque des réactions nucléaires avec les atomes d'azote du diazote atmosphérique, qui crée sans cesse ce noyau fils de carbone 14. Tout être vivant absorbe en permanence ce carbone 14 instable. Donc la concentration de carbone 14 est constante tout au long de la vie de l'animal ou de la

plante.

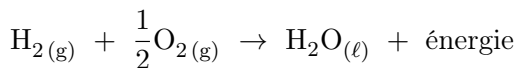
À la mort de l'animal ou de la plante, **les échanges avec l'atmosphère cessent**, plus rien ne vient remplacer le **carbone 14** qui **disparaît peu à peu** par décroissance radioactive. En mesurant la concentration de carbone 14 restant, on peut donc **déterminer la date de mort** de l'animal ou de la plante !

Sur la courbe proposée  $A_0$  est l'activité initiale de l'échantillon. La période ou **temps de demi-vie correspond à la durée au bout de laquelle l'activité initiale a été divisée par deux**, donc ici  $A_0/2$ . Le tracé est déjà réalisé et permet de lire  $t_{1/2} = 5\,570$  ans.

- La datation au carbone 14 permet de dater les grottes Cosquer et Chauvet, tel que montré par les flèches sur la courbe.

**10.2** N° 1 p. 182 – Produire de l’hydrogène.

1. Le charbon est une ressource non renouvelable. Il s’agit d’une ressource **fossile**.
2. Chaîne énergétique de cette centrale de nouvelle génération, voir figure page précédente.
3. Le combustible produit est le dihydrogène  $H_{2(g)}$ . Il permet un stockage d’énergie, car sa réaction de combustion est très exothermique :



4. Cette centrale permet de **produire du dihydrogène**, qui est un combustible intéressant. Elle permet donc d’utiliser les immenses stocks de charbon de la Chine, notamment. En enfouissant le dioxyde de carbone, on peut même limiter l’émission de ce gaz à effet de serre dans l’atmosphère.

**10.3** N° 2 p. 182 – Scénarios énergétiques.

1. Si l’on veut **convertir l’énergie de kilowattheure vers joule**, il faut utiliser le fait qu’une heure vaut 3 600 secondes, et qu’un kilowatt vaut 1 000 watts :

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

Donc ici :

$$\begin{aligned} 300 \times 10^9 \times 1\,000 \times 3\,600 &= 1\,080\,000\,000 \times 10^9 \\ &= 1,08 \times 10^{18} \text{ J} \end{aligned}$$

Aucune des réponses proposées dans l’énoncé n’est correcte !

2. Les hydrocarbures (**a**) sont une ressource fossile (**C**), produisant des gaz à effet de serre (**D**).  
Le nucléaire (**b**) est une ressource fossile (**C**), produisant des déchets radioactifs (**E**).  
L’hydraulique (**c**) est une ressource renouvelable (**B**), ne produisant pas de déchet.
3. En 2050, le scénario 1 correspond à un parc nucléaire non renouvelé : réponse (**b**).
4. Les deux scénarios permettent d’aboutir au résultat escompté : **diviser par quatre les émissions** de gaz à effet de serre (GES).

Dans le scénario 1, il faut diminuer la production d’électricité, ce qui semble **difficile puisque** justement **la consommation d’énergie** sous toutes ses formes, y inclus l’électricité, **ne cesse d’augmenter** de façon exponentielle ! Cela ne peut passer que par une rupture sociétale majeure.

Dans le scénario 2, il faut **renouveler** la totalité du **parc nucléaire**, et même quasiment en doubler la production, ce qui représente un **investissement majeur** et pose à nouveau le problème des déchets radioactifs dont les stocks vont alors croître de façon exponentielle. Sans parler bien sûr du fait que la compétence s’est perdue, puisque les personnes qui ont construit nos centrales dans les années 70 sont désormais à la retraite. L’avantage de ce scénario est de pouvoir **répondre à une augmentation de la consommation** d’électricité, dont la demande ne cesse justement d’augmenter.

## 5 Exercices pour la séance n° 12

**11.1** N° 5 p. 87 – Dépollution des sols par les plantes.

**11.2** N° 3 p. 183 – Une maison écologique.

**11.3** N° 4 p. 183 – L’impact environnemental des automobiles.