

Chapitre 5 – Conversion et transport de l'énergie électrique

Activité 2 – Électricité d'origine nucléaire

a. Centrale nucléaire de Pierrelatte p. 110

Le monde a besoin d'une source d'électricité ne produisant pas de dioxyde de carbone (CO₂) et pouvant être rapidement produite en masse pour fournir énormément de puissance, de manière fiable, 24 h sur 24 quelles que soient les conditions météorologiques. Seule l'énergie produite par les centrales nucléaires répond à toutes ces exigences.

D'après une tribune écrite par le politologue Joshua S. Goldstein et l'ingénieur en énergie Staffan A. Qvist dans le *Wall Street Journal*, le 18 janvier 2019.

d. Risques liés au traitement du minerai d'uranium p. 111

L'usine de Malvesi dans l'Aude, en France, traite un quart du minerai d'uranium naturel mondial (et 100 % de l'uranium français). Le minerai est dissous dans de l'acide nitrique concentré à 99,9 % puis envoyé à Pierrelatte, dans la Drôme, pour poursuivre sa transformation en combustible nucléaire. En 2004, un accident a eu lieu dans cette usine : après la rupture d'une digue, les boues contenues dans un bassin se sont répandues alentour. En 2006, des prélèvements effectués par des riverains et analysés par la Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité (Criirad) ont montré que ces boues étaient radioactives.

D'après Viviane Thivent, *Le Monde*, 6 novembre 2017.

Activité 3 – Le réseau électrique

a. Réseau électrique p. 112

L'électricité est acheminée depuis les sites de production (centrales nucléaires, centrales thermiques, hydroélectriques, éoliennes...) jusqu'aux sites de consommation (entreprises, particuliers...) grâce à un réseau électrique constitué de lignes aériennes, de câbles souterrains et de postes de transformation.

Trois niveaux peuvent être distingués dans le réseau électrique :

- le réseau de grand transport qui achemine, sous une tension de 400 kV (400×10^3 volts) ou 225 kV (225×10^3 volts), de grandes quantités d'énergie électrique sur de longues distances (comme dans le maillage des réseaux européens) avec un faible niveau de perte ;
- les réseaux régionaux de répartition qui répartissent localement l'énergie électrique et alimentent en 225 kV, 90 kV et 63 kV les réseaux de distribution publique et les gros clients industriels ;
- les réseaux de distribution de 230 V à 20 kV, qui desservent les consommateurs finaux, c'est-à-dire les particuliers ainsi que les petites et les moyennes entreprises.

En France, le réseau électrique, d'une longueur supérieure à 1,3 million de kilomètres, est parcouru par du courant électrique alternatif.

D'après www.cre.fr

Exercices

18. Dissipation de l'énergie

Doc. Transport de l'énergie électrique p. 125

Lors de son transport entre les lieux de production et les lieux de consommation, l'électricité subit des pertes en ligne dont le volume dépend de la distance de transport et des caractéristiques du réseau. Près de 80 % de ces pertes correspondent à l'énergie dissipée par effet Joule sur les lignes à haute et très haute tension.

Les pertes sont fonction de l'intensité du courant circulant dans les lignes électriques, elles sont d'autant plus importantes que la consommation est élevée. Afin de réduire l'impact du transport d'électricité sur l'environnement, il faut minimiser les pertes énergétiques dans le réseau électrique, en optimisant le chemin parcouru par l'électricité et en exploitant au mieux les marges de manœuvre dans l'exploitation du réseau.

D'après www.rte-france.com

19. Le siècle de l'électricité

b. Utilisation de l'électricité en 1883 p. 125

L'électricité n'est au fond qu'un simple intermédiaire, un moyen de transporter une force à grande distance. Le problème résolu revient à celui-ci, qui paraîtrait merveilleux si nous n'étions aujourd'hui en plein siècle des merveilles : envoyer par le télégraphe non plus de simples dépêches, mais assez de force motrice pour alimenter toutes les usines et les fabriques d'une grande ville. Rien ne nous empêche, en effet, de faire courir sur des fils télégraphiques des milliers de chevaux-vapeur ! C'est vraiment de la magie que de pouvoir faire passer par un conducteur de quelques millimètres d'épaisseur la force de régiments de travailleurs et de la distribuer à volonté dans tous les coins d'une usine en fractions aussi petites qu'on le désire. Ainsi, ce que nous avons dit dans cette esquisse rapide suffira, nous l'espérons du moins, pour qu'on sache maintenant comment il est possible d'obliger l'électricité à travailler, à mettre des machines en mouvement, non seulement sur place, mais à des distances considérables. Elle est réellement assouplie, domptée et dominée. Après le siècle de la vapeur, nous aurons certainement le siècle de l'électricité.

D'après Henri de Parville, *L'Électricité et ses applications* –

Exposition de Paris, 2^e édition, 1883.

20. Pile à combustible ou accumulateur

électrochimique lithium-ion

b. Autonomie et rendement de la Toyota Mirai p. 126

La nouvelle génération de Toyota Mirai, utilisant un moteur à dihydrogène, a une autonomie de 650 kilomètres et un temps de charge inférieur à cinq minutes, contre 400 km d'autonomie et huit heures de temps de charge pour les voitures électriques à accumulateur électrochimique lithium-ion.

Toutefois, actuellement, le rendement électrique est moins bon pour une pile à combustible qui transforme le dihydrogène en électricité dans un moteur à dihydrogène (40 %) que pour un accumulateur électrochimique lithium-ion dans une voiture électrique « classique » (90 %). Cela explique le fait qu'une voiture à dihydrogène consomme plus d'énergie : il faut environ un kilogramme de dihydrogène, c'est-à-dire 50 à 60 kilowattheures d'énergie chimique, pour faire 100 kilomètres, soit deux fois plus que la consommation d'énergie d'une voiture électrique à accumulateur électrochimique lithium-ion.

D'après Paul Lucchese, Agence Internationale de l'Énergie (AIE).

c. Empreinte écologique p. 126

D'un point de vue écologique, la pile à combustible serait préférable à l'accumulateur électrochimique lithium-ion, gourmand en métaux rares, car elle n'utilise qu'un seul métal noble, le platine, qui se recycle facilement. Mais comme les accumulateurs électrochimiques, le dihydrogène cache une empreinte écologique plus ou moins conséquente. Aujourd'hui, sa fabrication repose à 96 % sur les énergies fossiles qui émettent de grandes quantités de CO₂ (environ 13 tonnes de CO₂ pour une tonne de dihydrogène produit aujourd'hui en France). Les voitures à dihydrogène d'origine fossile émettraient donc (indirectement) environ 130 grammes de CO₂ par km, soit une quantité supérieure aux voitures à moteur thermique (112 g · km⁻¹).

D'après Paul Lucchese, Agence Internationale de l'Énergie (AIE).

21. Extraction des métaux

b. Extraction des terres rares en Chine p. 127

À ce jour, la majorité des terres rares est extraite en Chine. En quantité infime par mètre cube de terre, les terres rares nécessitent de creuser et de charrier plusieurs tonnes de terre pour être extraites.

Cette extraction se fait dans des mines à ciel ouvert où plusieurs hectares de couverture végétale sont d'abord retournés et détruits, ce qui multiplie par cinquante l'érosion des sols. De plus, l'utilisation des terres rares dans l'industrie demande une grande pureté car les minerais prêts à être vendus doivent contenir 99 % du métal recherché. C'est donc après plusieurs lavages par des espèces chimiques acides qu'ils sont exploitables. Il reste de ces différents traitements une mixture composée d'eau, d'espèces chimiques et de minéraux terreux extrêmement polluants qui sont souvent rejetés dans la nature.

Par ailleurs, des poussières remplies de métaux lourds sont inhalées par la population et déposées sur le sol, polluant ainsi l'eau des nappes phréatiques.

D'après www.consoglobe.com

c. Non-recyclage des terres rares p. 127

Depuis les années 1950, les terres rares deviennent de plus en plus importantes dans le monde qui nous entoure. Cependant, seul 1 % des terres rares est recyclé aujourd'hui. Cela est dû au fait qu'elles sont souvent présentes en petite quantité dans les appareils qui en sont constitués et qu'il est difficile de séparer les terres rares des autres métaux pour les recycler. Pour les industriels, il est donc plus intéressant financièrement d'extraire les terres rares dans les mines plutôt que de les recycler.

Source : www.insu.cnrs.fr

d. Extraction du tantale en République démocratique du Congo

De 70 à 80 % du tantale de la planète provient de la République démocratique du Congo, en grande partie des provinces du Sud-Kivu et du Nord- Kivu. Ce métal est utilisé dans l'industrie électronique principalement.

Le contrôle des mines est l'une des causes principales de conflits qui entraînent un déplacement massif de populations, des crimes de guerre sur les populations locales, le travail des enfants dans les mines et le braconnage, avec une menace grave de voir disparaître les gorilles des montagnes.

La guerre dans l'est du Congo, liée à l'exploitation des richesses naturelles, aurait fait cinq millions de morts depuis 20 ans.

D'après www.ici.radio-canada.ca