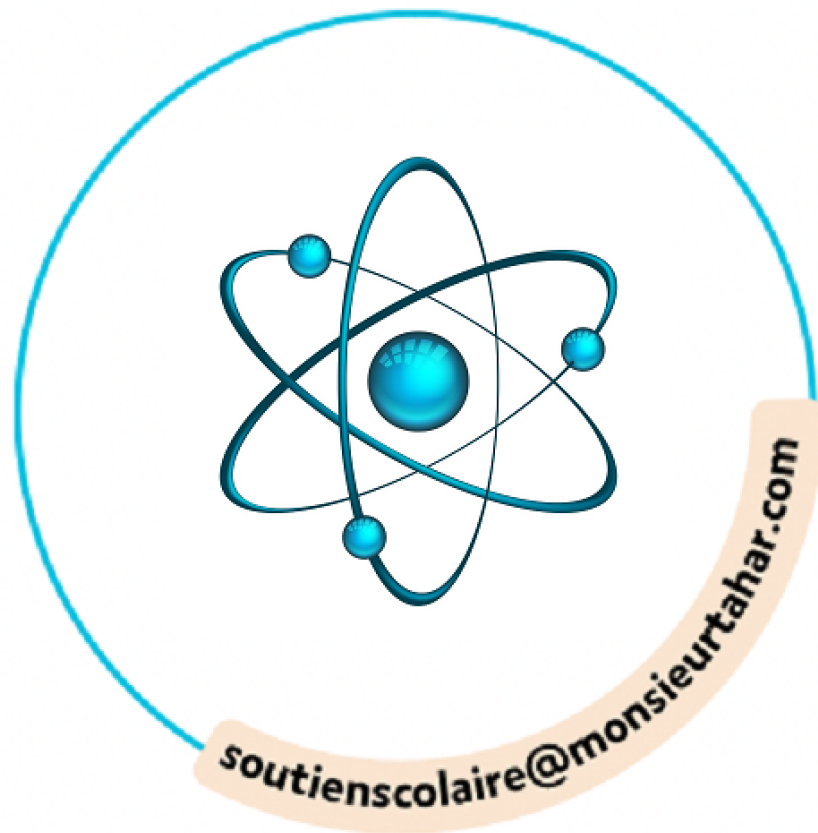


ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE



PHYSIQUE- CHIMIE

CHAPITRE 2

Exercices

Tester ses connaissances



CORRIGÉ p. 246

Pour chaque question, indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s).

Version interactive

	a	b	c	d
1 On peut obtenir de l'énergie électrique sans combustion avec :	des panneaux photovoltaïques.	des éoliennes.	une centrale thermique au fuel.	un barrage hydroélectrique.
2 Un barrage utilise une conversion :	d'énergie thermique en énergie chimique.	d'énergie potentielle en énergie électrique.	d'énergie potentielle en énergie chimique.	d'énergie chimique en énergie électrique.
3 Parmi ces ressources d'énergie, lesquelles sont intermittentes ?	l'énergie nucléaire	l'énergie solaire	l'énergie éolienne	l'énergie potentielle d'un barrage fluvial
4 Le rendement de la charge d'une batterie au plomb, de capacité de stockage maximale de 350 kWh, est 50 %. L'énergie à utiliser pour recharger complètement cette batterie est :	700 kWh.	175 kWh.	525 kWh.	1 000 kWh.

5 Vrai ou faux ?

Indiquer si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses, les corriger si besoin.

- « Les accumulateurs transforment l'énergie électrique et la stockent sous forme d'énergie électromagnétique. »
- « Les barrages transforment l'énergie électrique et la stockent sous forme d'énergie potentielle. »
- « Les super-condensateurs transforment l'énergie électrique et la stockent sous forme d'énergie cinétique. »
- « En considérant le stockage d'une quantité d'énergie fixée, plus l'énergie massique est élevée, plus le réservoir de stockage est léger. »

6 Calcul de rendement

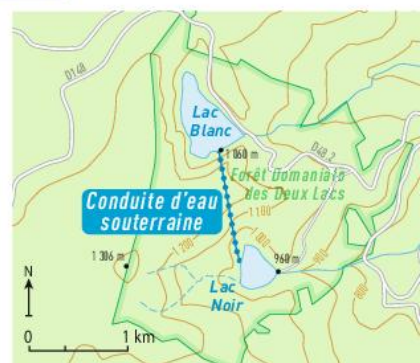
CORRIGÉ p. 246

Les réacteurs nucléaires de troisième génération, appelés communément EPR, affichent une puissance de 1 600 à 1 650 MW alors que ceux de la génération précédente, REP, atteignaient 1 300 MW. Selon l'entreprise ORANO (ex AREVA), leur rendement atteindra 37 % par rapport à 33 % pour ceux de la génération précédente.

- Calculer la puissance nucléaire investie pour l'exploitation d'un réacteur REP dans le cadre de son fonctionnement nominal.
- Préciser l'économie de puissance envisagée par le passage à la nouvelle génération de réacteur et proposer une conclusion.

7 Barrages dans les Vosges

Dans les Vosges, le Lac Blanc est à 1 060 m d'altitude et le Lac Noir à 960 m. Une conduite d'eau relie ces deux réserves semi-naturelles.



- Expliquer en quoi cette géographie est propice au stockage ou à la production d'énergie.
- Calculer l'énergie maximale que l'on peut espérer produire en faisant fonctionner la centrale pendant une durée de 5 heures, avec un débit d'eau de $2,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ et un rendement de 100 %.

Données :

Variation d'énergie potentielle (E_p) d'une masse m (en kg) entre deux points situés à une différence d'altitude h (en m) : $\Delta E_p = m \times g \times h$
 Accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
 Masse volumique $\rho = \frac{m}{V}$; $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Exercice résolu

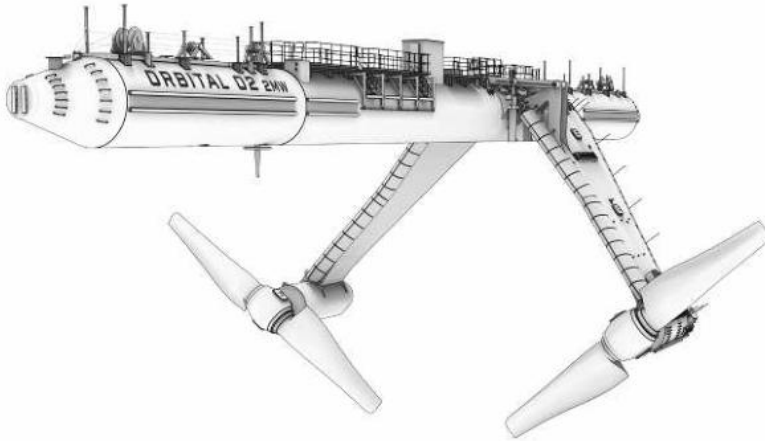
8 Une hydrolienne à l'étude

1. **Établir** la chaîne de conversion énergétique de l'hydrolienne.
2. **Déterminer** le rendement global de l'hydrolienne.



En 2016, une hydrolienne flottante a été installée en mer au large des îles Orcades, en Écosse, pour produire de l'énergie électrique à destination de ces îles.

Caractéristiques de l'hydrolienne



- **Puissance maximale** : 2,0 MW
Deux turbines intégrées à la coque, d'une puissance de 1,0 MW chacune et montées sur des pieds rétractables
 - **Énergie produite** : jusqu'à 6 000 MWh par an
 - **Masse** : 550 tonnes
 - **Coque flottante** : 64 mètres de long
 - **Rotor** : 16 m de diamètre pour chacune des turbines, couplées à un alternateur
 - **Système d'ancrage** permettant à l'hydrolienne de prendre une orientation optimale en fonction du sens du courant de marée
- L'eau de mer au large des îles Orcades cède une puissance maximale de 3,3 MW à l'hydrolienne.
Source : ifremer.fr

Conseils

Identifier la ressource primaire d'énergie.
Identifier le (ou les) convertisseur(s) d'énergie.
Identifier les formes d'énergie mises en jeu au cours de cette conversion.

Schématiser la chaîne d'énergie.

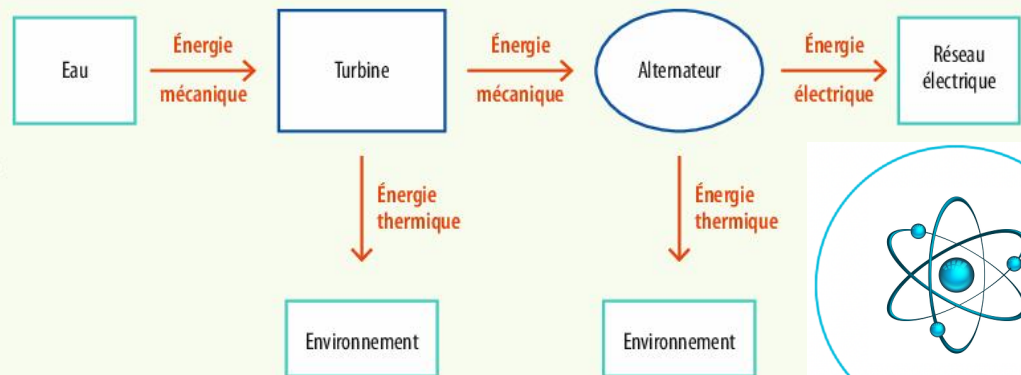
Identifier la valeur de la puissance (ou de l'énergie) en entrée de chaîne.

Identifier la valeur de la puissance (ou de l'énergie) en sortie de chaîne.

Calculer la valeur du rendement.

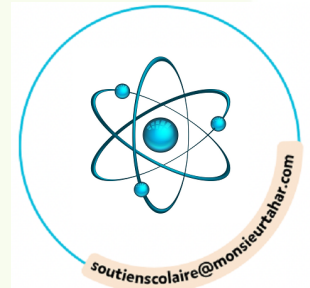
Solution

1. La ressource primaire d'énergie est l'eau de mer en mouvement.
Le convertisseur d'énergie est l'alternateur.
L'eau en mouvement possède de l'énergie cinétique qu'elle transfère à la turbine.
À son tour, la turbine cède cette énergie à l'alternateur.
L'alternateur va convertir l'énergie cinétique des rotors en énergie électrique.
Une partie de l'énergie cinétique sera également convertie en énergie thermique vers l'environnement.



2. La puissance en entrée de chaîne est la puissance mécanique de l'eau, $P_{\text{entrée}} = 3,3 \text{ MW}$.
La puissance en sortie de chaîne est la puissance électrique utile, $P_{\text{sortie}} = 2,0 \text{ MW}$.

$$r = \frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}} = \frac{2,0 \text{ MW}}{3,3 \text{ MW}} = 61 \%$$



Exercices

Développer ses compétences

9 Importance de l'électricité dans les transports

Prépa E3C

Pour propulser les véhicules, la ressource énergétique privilégiée depuis longtemps est l'essence qui libère l'énergie dans un moteur thermique. Cependant, cette solution a pour inconvé-

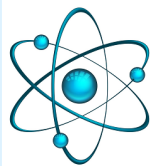
nient d'importants dégagements de CO_2 . Pour dépasser cette solution technique, on s'intéresse actuellement à l'électricité comme source d'énergie dans les véhicules.

1 Test du véhicule électrique Renault Zoé ZE 50 en 2019



Lors d'un test, la consommation moyenne d'une Renault Zoé ZE 50 s'est élevée à 20,3 kWh pour 100 km sur un trajet de 214,8 km parcourus à une vitesse moyenne de 81,9 km·h⁻¹.

📺 Vidéo : Essai sur autoroute



soutienscolaire@monsieurtahat.com

3 Caractéristiques techniques batterie Renault Zoé

Technologie	Lithium-ion
Tension totale (Volts)	400
Nombre de modules	12
Nombre de cellules	192
Masse (kg)	290

2 Caractéristiques de quelques dispositifs de stockage

	Super-condensateur	Batterie Li-Ion	H ₂ (réservoir inclus)
Énergie massique (Wh·kg ⁻¹)	6	150	1 500
Puissance massique (W·kg ⁻¹)	3 000	105	4

1. Les transports routiers sont caractérisés par de longues distances parcourues à vitesse régulière. Les transports en ville sont caractérisés par des démarrages et des arrêts fréquents. **Préciser** dans chaque cas si le besoin principal concerne la puissance ou l'autonomie.
2. **Calculer** l'énergie consommée pendant le test (doc 1), pour assurer l'autonomie du véhicule sur ce trajet au même régime.
3. **En déduire** les masses des dispositifs de stockage nécessaires.
4. En ville, une phase d'accélération nécessite une puissance estimée à 30 kW. **Calculer** (doc 2) :
 - la masse d'une batterie Li-Ion permettant de fournir cette puissance ;
 - la masse d'un pack de supercondensateurs permettant de répondre au même besoin.
5. **Commenter** les résultats obtenus aux questions 2 et 3 et **conclure**, en s'aidant du doc 1 sur l'intérêt d'associer des supercondensateurs à une batterie Li-Ion.

10 Batterie nomade solaire

Prépa E3C

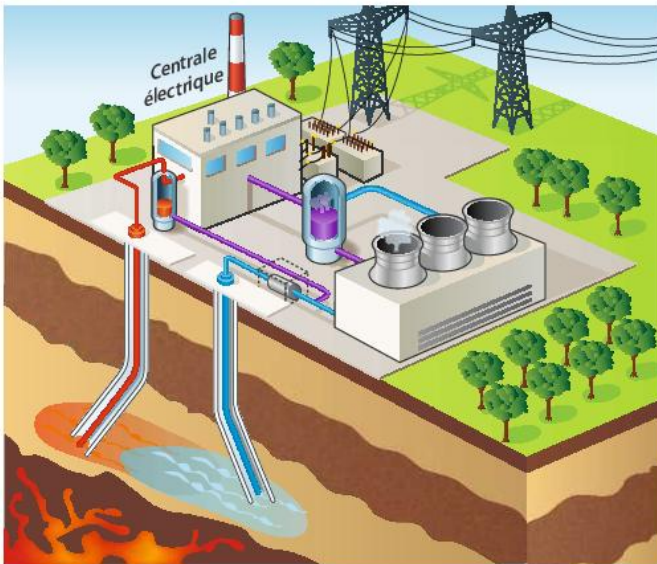
Un amateur de cyclotourisme, pour son voyage en Espagne, décide d'installer sur ses sacoches un panneau solaire couplé à une batterie nomade qui pourra se charger au cours de la journée.

Caractéristiques de la batterie nomade

- Batteries X 2 type Li-NMC,
- Capacité énergétique : 18,7 Wh
- Durée de vie : des centaines de cycles
- Température de fonctionnement : 0-40°C
- Dimensions : 9,4 × 4,1 × 2,1 cm
- Masse : 130 g

1. En fin de journée, la batterie nomade s'est chargée aux trois-quarts de sa capacité énergétique. **Calculer** si l'utilisateur pourra charger à 100 % la batterie de son portable (d'une capacité énergétique de 7,0 Wh), sachant que le rendement de l'ensemble des batteries est de 18 %.
2. **Schématiser** les différentes chaînes énergétiques ayant permis de charger le téléphone à partir de l'énergie radiative du Soleil.

11 La géothermie



Principe de la géothermie

Quand on s'enfonce dans la Terre, la température augmente à raison de 30°C par km. Mais dans certaines régions, le flux géothermique est plus intense : par exemple, dans le fossé alsacien, les mineurs qui descendaient à un kilomètre de profondeur pour exploiter la potasse travaillaient à 50°C !

1. Identifier la ressource primaire d'énergie dans le cadre de la géothermie.
2. Après avoir regardé l'animation sur la centrale électrique, **schématiser** la chaîne de conversion énergétique correspondante.
3. Après avoir regardé l'animation sur le réseau de chaleur, **schématiser** la chaîne de transfert énergétique correspondante.

► Animations : Fonctionnement d'une centrale électrique par géothermie
Fonctionnement d'un réseau de chaleur par géothermie

12 Un barrage en haute altitude

Prépa E3C

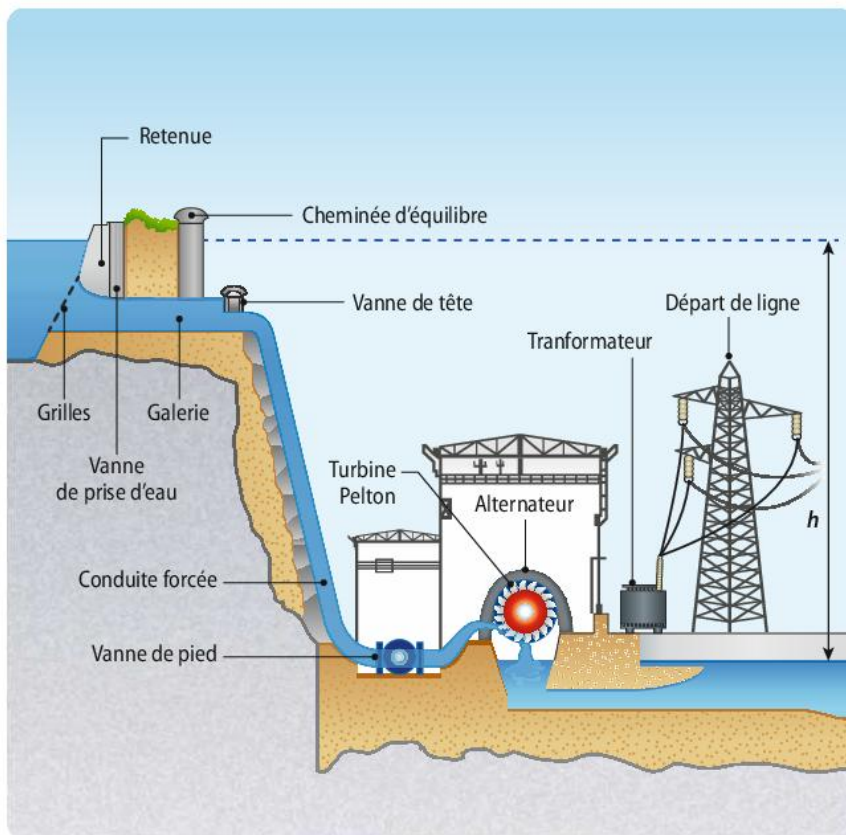
La centrale hydraulique de type Pelton utilise les chutes d'eau de grande hauteur pouvant se présenter en montagne.

La puissance P (en W) mise en jeu par une chute d'eau (de masse volumique $\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$) de hauteur h (en m) et de débit q (en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) est égale à :

$$P = \rho \times g \times h \times q, \text{ avec } g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$

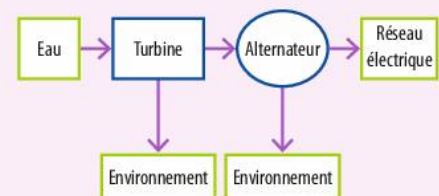
L'eau, au bout de sa chute, entraîne une roue à aubes. Celle-ci est couplée à un alternateur qui fournit au réseau électrique une puissance de 1,10 MW.

La turbine présente un rendement $r_T = 88\%$. L'alternateur présente un rendement $r_A = 95\%$.

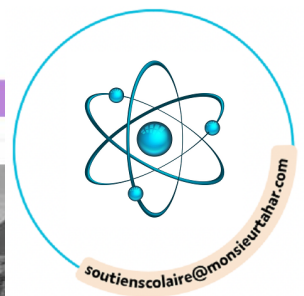


Implantation d'une centrale en haute altitude

1. Compléter la chaîne de conversion de la centrale, en indiquant les formes d'énergies converties.



2. Calculer les valeurs des énergies quotidiennes reçues par les différents éléments de la chaîne énergétique.
3. À partir de la valeur de la puissance mise en jeu par la chute d'eau, **calculer** la hauteur h de la chute d'eau sachant que son débit est de $0,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
4. À partir de la valeur de la puissance mise en jeu par la chute d'eau, **en déduire** la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur de l'eau fournie en une journée.
5. **Déduire** des questions 3 et 4 le volume d'eau introduit quotidiennement dans le barrage.
6. Sachant qu'une piscine olympique contient un volume de $2\,000 \text{ m}^3$, **indiquer** le nombre de piscines vidées quotidiennement dans ce barrage. **Commenter**.

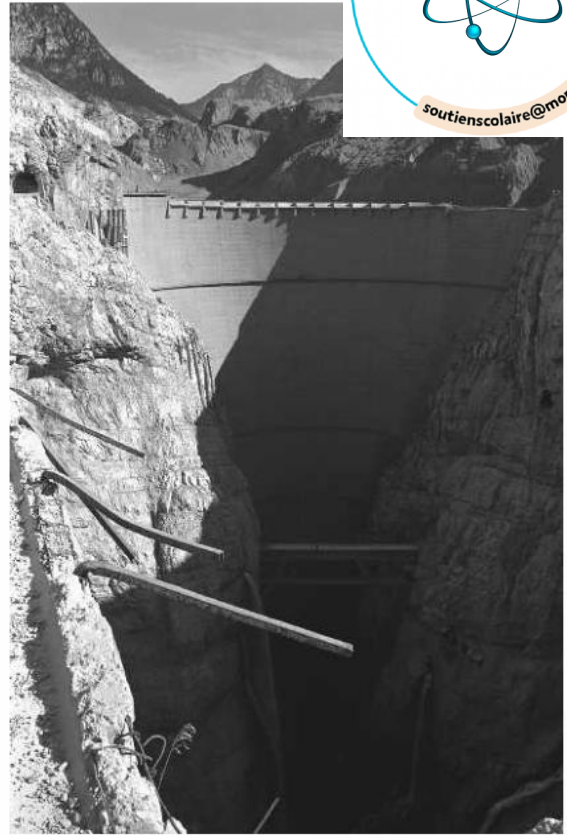


13 Des catastrophes dues à l'homme

Situé au pied du mont Toc dans la province de Belluno en Italie, à 100 km de Venise, le barrage de Vajont, construit de 1956 à 1959 est mis en service en 1960 malgré plusieurs alertes sur les risques de glissement de terrain.

Selon certaines sources, la SADE (Società Andriatica d'Elettricità), désirant profiter des nationalisations et vendre le barrage à la société publique ENEL, fait la sourde oreille et cherche à valoriser le barrage en le remplissant à son maximum de 715 m en 1963. Des mouvements de terrain se font alors sentir et inquiètent les habitants mais aucune décision d'évacuation n'est prise.

Le 9 octobre 1963, à 22 h 39, plus de 260 millions de mètres cube de terre et de roche se déversent à plus de $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ dans la retenue d'eau provoquant deux énormes vagues de 25 millions de mètres cubes d'eau vers l'amont et l'aval du barrage. La vague d'aval haute de 150 m saute le barrage et se déverse dans la vallée créant un phénomène de pression d'air dévastateur suivi d'un torrent d'eau qui achève de détruire les villes de Langarone, Pirago, Rivalta, Villanova et Faè. Le bilan humain de la catastrophe est extrêmement lourd avec plus de 1 900 morts. Onze responsables sont poursuivis : l'un se suicide et deux autres meurent avant la fin du procès, mais un seul est condamné à une peine de 5 ans de prison réduite ensuite à un an. Ce n'est qu'en 1997 que la SADE et ENEL sont condamnées à verser des indemnités aux communes détruites. Le barrage, de type barrage-voûte, est resté intact mais n'a plus jamais été exploité.



Le barrage de Vajont, en Italie, après la catastrophe.

La catastrophe du barrage de Vajont fait partie des cinq catastrophes les plus meurtrières en Europe liées à la rupture d'un barrage.

Effectuer une recherche documentaire permettant de citer les quatre autres catastrophes et analyser la part de responsabilité de l'être humain dans chacune d'elles.

14 Projet nucléaire

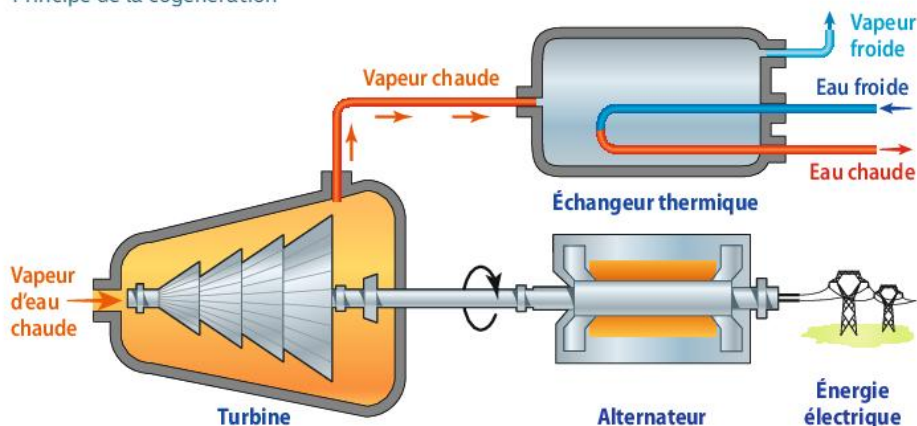
Prépa E3C

Un projet de réacteur nucléaire à cogénération, situé à Loviisa en Finlande, permettra de fournir du chauffage urbain à la capitale Helsinki, située à 80 kilomètres du site nucléaire. La cogénération consiste à produire et à utiliser simultanément de l'électricité et de l'énergie thermique à partir d'une même énergie primaire et au sein de la même installation.

Dans un système en cogénération, 35 % de l'énergie primaire

est transformée en énergie électrique grâce à un alternateur, tandis que 65 % se retrouve sous forme d'énergie thermique, dont 50 % est récupérée pour chauffer un circuit d'eau au travers d'un échangeur. Cette eau peut être utilisée pour le chauffage des bâtiments, l'eau chaude sanitaire, ou pour des procédés industriels. L'électricité produite sera quant à elle consommée sur place ou revendue sur le réseau électrique public.

Principe de la cogénération

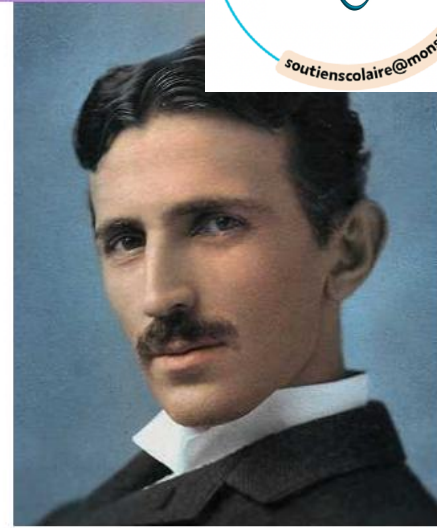


1. Une centrale nucléaire sur la Loire, près d'Orléans, produit annuellement une énergie électrique de $1,58 \times 10^4$ GWh. Calculer l'énergie thermique récupérée par un système de cogénération.
2. Sur une année, à Orléans, la consommation d'énergie liée au chauffage est de 2 700 GWh. Expliquer les avantages de l'installation de systèmes de cogénération aux centrales déjà existantes.

À la poursuite du rêve de Tesla

Nikola Tesla est un ingénieur américain d'origine serbe qui a développé plusieurs inventions au début du xx^e siècle. On lui doit notamment la mise au point des premiers alternateurs électriques. Ayant imaginé des technologies dont certaines ne verront le jour que bien après sa mort (robots téléguidés, appareils de communication sans fil, réseau mondial de communication), il est considéré par certains comme un visionnaire.

L'une de ses dernières idées, jamais réalisée, consistait à véhiculer l'énergie électrique par voie aérienne, la rendant ainsi gratuitement accessible à tous. Ce rêve est poursuivi par de curieux inventeurs, qui aimeraient développer des systèmes permettant d'exploiter des sources d'énergie qui seraient infinies.



1 Une énergie que les aimants permettent de puiser ?

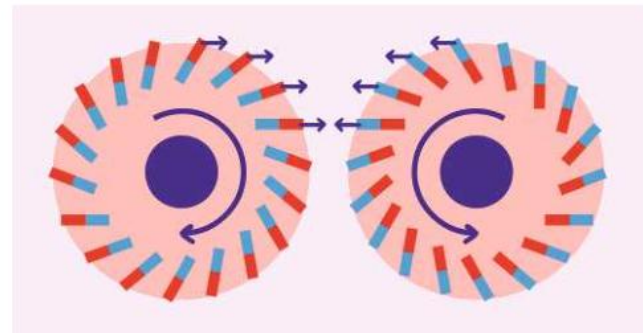
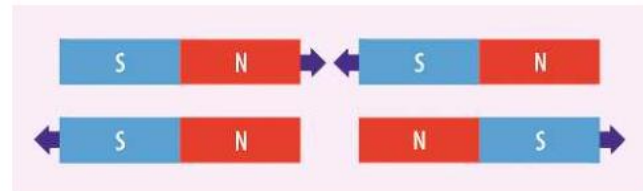
Les aimants possèdent des propriétés magnétiques, exerçant des forces d'attraction ou de répulsion selon leur disposition : lorsque deux pôles identiques sont face à face, des forces de répulsion magnétique sont générées ; lorsque deux pôles opposés sont face à face, des forces d'attraction magnétique sont générées.

L'intensité de ces forces est inversement proportionnelle à la distance séparant les aimants.

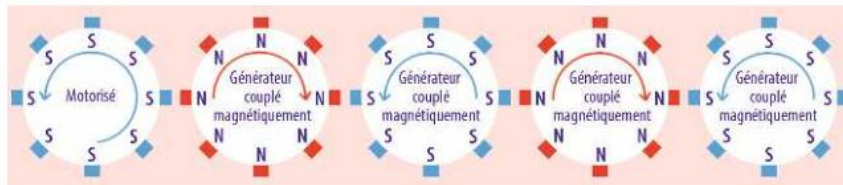
On cherche à disposer des aimants sur des roues, afin d'entretenir leur rotation sous l'effet des forces magnétiques. Si un tel système fonctionne, on obtient un mouvement perpétuel capable de générer de lui-même une énergie infinie. Pour expliquer l'origine de cet effet contraire aux lois de la physique, certains évoquent un phénomène dont l'existence n'a jamais été prouvée, la « dégravitation », selon lequel les aimants ont des interactions moins fortes quand ils s'éloignent que quand ils se rapprochent.

Dans ce modèle, la force d'attraction des aimants provoque la rotation des roues.

Source : Wikipedia 2016



2 Une invention révolutionnaire ?



Un dispositif basé sur ce système de roues a été monté : il s'agit de mettre en parallèle un moteur électrique alimenté par le secteur avec plusieurs alternateurs. Selon l'auteur de ce montage, l'énergie produite par le moteur de 2 200 W se transmet d'alternateur en alternateur, chaque alternateur ayant une puissance nominale de 2 200 W. L'inventeur estimant à 100 W les pertes en puissance pour chaque alternateur, il a montré que son système générerait bien de l'électricité en faisant briller des lampes de 300 W branchées à chacun des alternateurs. Bien qu'il ait été médiatisé, ce prototype apparemment prometteur n'a pas connu de développements ultérieurs, et n'a jamais été soumis à une expertise scientifique.

Sources : Kelly, free-energy

À VOTRE AVIS

Voir Esprit scientifique
➤ esprit critique p. 6-11

- Quelle est, selon l'inventeur, la puissance totale générée à la sortie des quatre alternateurs ?
- Si le raisonnement de l'inventeur est correct, quel est le rendement de ce dispositif ? Commenter la valeur obtenue.
- Peut-on considérer que l'expérience réalisée par l'inventeur valide le principe d'une énergie surnuméraire, et que le rêve de Nikola Tesla est devenu réalité ? Quels biais interviennent ici ?