

THEME :

Production, transport, utilisation de l'énergie électrique

par Anne-Marie DUQUENNE,
Expérimentatrice,
Lycée J.-B.-Corot, Douai.

1. OBJECTIFS VISES A TRAVERS L'ETUDE DU THEME :

* *Acquérir :*

des connaissances de base sur les puissances et énergies électriques consommées par des appareils ménagers usuels (se familiariser avec les ordres de grandeurs et unités), sur le principe de production de l'énergie électrique avec quelques notions d'énergie nucléaire, sur les problèmes du transport de l'énergie électrique.

* *Réinvestir :*

ces connaissances dans la vie courante :

- lors de discussions sur les problèmes de l'énergie,
- pour le choix d'un appareil électrique (fiche technique), d'un abonnement E.d.F...,
- pour donner envie de faire des économies d'énergie (par le bon emploi des appareils électriques...).

* *Avoir un esprit critique :*

voir par exemple les nombreuses erreurs commises sur les unités d'énergie ou de puissance dans les prospectus.

* *Se rendre compte :*

- de l'évolution rapide des sciences (au début du siècle, on s'éclairait encore à la lampe à pétrole et, aujourd'hui, on construit des centrales nucléaires).
- des nombreux problèmes posés quand on passe de la théorie à l'application pratique lors des visites d'une centrale électrique et de postes de transformation HT, MT.

* *Observer :*

le milieu qui nous entoure :

- exemple : le poste de transformation à l'entrée du lycée, que les élèves n'ont découvert qu'en rentrant de la visite. Ils ne l'avaient jamais remarqué auparavant ;
- les différentes lignes de distribution de l'énergie électrique...

2. MOYENS UTILISES POUR L'ETUDE DU THEME :

- Diapositives, documents fournis par l'E.d.F.
- Visite d'une centrale thermique au fuel avec prise de photos, suivie d'un exposé.
- Projection du film d'Y. CHELET sur les centrales nucléaires à eau pressurisée, suivie d'une discussion.
- Visite d'une station de transformation E.d.F. : H.T., M.T., et d'un poste de distribution public.
- Etude de la carte du réseau électrique à partir de la station de transformation visitée.

3. CONNAISSANCES ET SAVOIR-FAIRE (minimum exigé) :*** Connaître :**

- Energie. Puissance (définitions - unités).
- Ordre de grandeur des énergies consommées par des appareils ménagers usuels.
- Compteur électrique, disjoncteur (à quoi servent-ils) ?
- Définition d'un courant alternatif. Période, fréquence.
- Valeur de la fréquence du courant alternatif fourni par l'E.d.F.
- Principe d'un alternateur, d'un électro-aimant.
- Principe de la production industrielle du courant alternatif (induit, inducteur, stator, rotor, turbine).
- Les différents types de centrales.
- Qu'est-ce qu'une réaction nucléaire, une réaction de fission ? Relation d'Einstein (sans exiger son application numérique).
- Définition des termes : combustible, fluide caloporteur, modérateur, barre de réglage, réaction en chaîne.
- Problèmes du transport de l'énergie électrique.
- Transformateurs. (Définition. Conditions d'utilisation).

- * *Savoir réaliser* un montage électrique simple à partir d'un schéma.
- * *Savoir mesurer* une intensité de courant, une tension entre 2 points.
- * *Savoir calculer* par exemple l'énergie électrique consommée pendant un temps donné par une ampoule électrique dont on connaît la puissance électrique consommée.

- * *Savoir s'exprimer* par exemple lors des exposés sur les visites de la centrale électrique et des postes de transformation H.T., M.T.
- * *Savoir réinvestir* par exemple choisir un abonnement E.d.F. en fonction des appareils électriques possédés...

4. DEROULEMENT DE L'ETUDE DU THEME (Durée : 1 trimestre) :

- 2 h Cours : Notions élémentaires sur énergie et puissance. Définitions. Unités. Les différentes formes d'énergie, leur transformation mutuelles.
- 1 h Contrôle n° 1 sur étude de documents *recherchés par les élèves sur les puissances ou énergies électriques consommées pour un travail donné par des appareils ménagers usuels.*
- 1 h Correction du contrôle suivie d'une étude et discussion avec la classe des documents apportés. Quelques calculs de consommation d'énergie électrique (pour familiariser les élèves avec les ordres de grandeur et les unités).
- 1 h Cours : Le compteur électrique, le disjoncteur (leurs rôles). A partir de documents fournis par E.d.F. : Etude du choix d'un abonnement E.d.F. Lecture d'une quittance d'électricité.
- 1 h Le courant alternatif (définition). Période, fréquence.
- 1 h T.P. : Mesure de la fréquence du courant alternatif fourni par l'E.d.F. : Contrôle n° 2.
- 1 h T.P. : Alternateur. Electro-aimant.
- 1 h Cours : Principe d'une centrale électrique. Classification des centrales (leurs avantages, leurs inconvénients. Puissance, rendement).
- 3 h *Visite d'une centrale thermique au fuel avec prise de photos par un élève.*
- 1/2 h Contrôle n° 3 : *Compte rendu de la visite par un élève.*
- 2 h 1/2 Cours : Réaction nucléaire, réaction de fission (cas de $^{235}_{92}\text{U}$). Réaction en chaîne. Relation d'Einstein. Centrales nucléaires.
- 1 h *Projection du film d'Yves Chelet sur les centrales à eau pressurisée, suivie d'un commentaire.*
- 2 h } Problèmes du transport de l'énergie électrique.
 } T.P. : Contrôle n° 4 : Les transformateurs.
- 2 h } *Visite d'une station de transformation E.d.F. H.T., M.T. et d'un poste de distribution public.*
 } *Etude de la carte du réseau de distribution de l'énergie électrique à partir de la station de transformation visitée.*

Contrôle N° 1 :

Durée : 1 h.

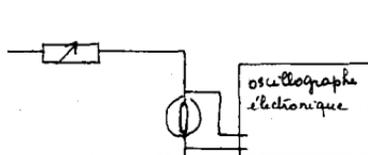
	Conditions de déroulement des activités	Capacités testées	Critères de réussite
<p>I. Recherche par les élèves de documents donnant la puissance électrique ou l'énergie électrique consommée pour un travail donné par des appareils ménagers courants : (lampes à incandescence, tubes luminescents, fers à repasser, réfrigérateurs, téléviseurs, machines à laver le linge, machines à laver la vaisselle, cuisinières électriques, aspirateurs).</p>	<p>Les élèves apportent des prospectus, des catalogues. Certains ont même remarqué que ces renseignements sont notés sur les appareils.</p> <p>Le contrôle est fait auprès de chaque élève par le professeur.</p>	<p>A₃</p>	<p>Documents donnant les consommations électriques de tous les appareils cités.</p>
<p>II. Questions posées :</p>	<p>La capacité ne peut être testée que si l'élève possède les documents.</p>	<p>A₁</p>	<p>J Wh W</p>
<p>— Quelles sont les unités d'énergie, de puissance ?</p> <p>— Chercher dans les documents la puissance électrique consommée ou l'énergie électrique consommée pendant un temps donné par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un fer à repasser, • un réfrigérateur, • un téléviseur. 	<p>La capacité ne peut être testée que si l'élève possède les documents.</p>	<p>D₁</p>	<p>Valeurs indiquées dans les prospectus.</p>
<p>— Dans un catalogue, je trouve pour un couteau électrique :</p> <p>« longueur du cordon : 1,85 m, puissance : 77 Wh, tension : 220 V ».</p> <p>Quelle remarque pouvez-vous faire ?</p>		<p>E₁</p>	<p>Unités correctes. ✓</p> <p>← W</p>
<p>— Sur un prospectus, je trouve, pour un réfrigérateur :</p> <p>« la consommation électrique est de 1 kWh/24 h ».</p> <p>a) Indiquer, par une phrase, ce que la personne a vou-</p>		<p>D₁ C₁</p>	

lu exprimer en écrivant « 1 kWh/24 h ».		
b) Donner la relation entre la puissance et l'énergie électrique consommée pendant un intervalle de temps t par une ampoule électrique (en précisant ce que représentent les lettres et en donnant les unités).	A_2	Relation correcte.
c) Calculer la puissance électrique moyenne consommée par le réfrigérateur.	C_2	Réponse correcte.
d) Expliquer pourquoi il est écrit : puissance électrique moyenne consommée.	E_1	Réponse correcte.

Contrôle N° 2 :

Durée : T.P. : 1 h,

Contrôle : 20 min.

MESURE DE LA FREQUENCE DU COURANT ALTERNATIF
FOURNI PAR L'E.D.F.

Réaliser le montage.

Conditions de déroulement des activités	Capacités testées	Critères de réussite
<p>Le schéma du montage est donné.</p> <p>La mesure de la fréquence du courant alternatif est faite avec le professeur.</p>	B_1	Montage correct.

Contrôle N° 3 :**VISITE D'UNE CENTRALE THERMIQUE AU FUEL****I. COMPTE RENDU FAIT PAR UN ELEVE.**

Durée : 1/2 h.

Capacités testées	Critères de réussite
A ₁	Vocabulaire scientifique et technique employé correct.
A ₂	Ordres de grandeur donnés avec unités : température } pression } de la vapeur d'eau consommation de fuel par jour : puissance } rendement } de la centrale.
D ₁	Analyse correcte du commentaire fait par le directeur de la centrale : <ul style="list-style-type: none"> • But de la centrale visitée. • Principe de la production de l'énergie électrique. • Problèmes annexes (purification de l'eau...). • Description des différentes parties de la centrale.
C	Bonne expression. Aisance. Schémas corrects.

II. UN AUTRE ELEVE A PRIS DES PHOTOS AU COURS DE LA VISITE.

D ₁	Choix judicieux des photos.
B ₁	Qualités des photos (cadrage - éclairage...) en tenant compte de la difficulté de prise de vue lors d'une visite en groupe et en grande partie en intérieur.

**Contrôle N° 4 :
TRANSFORMATEURS**

T.P.

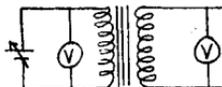
Durée : 2 h.

Le transformateur est constitué d'une carcasse de minces tôles de fer doux sur laquelle sont bobinés 2 enroulements distincts :

- le primaire qui reçoit de l'énergie électrique,
- le secondaire qui peut fournir de l'énergie électrique.

EXPERIENCES.

I. En courant continu.



Réaliser le montage.

Mesurer U_1 et U_2 : tensions aux bornes du primaire et du secondaire :

$U_1 =$ $U_2 =$

Faire varier U_1 et mesurer à chaque fois U_2 :

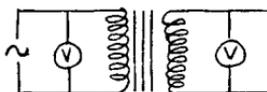
U_1 en V U_2 en V

N_1 : Nombre de spires du primaire,

N_2 : Nombre de spires du secondaire.

Recommencer pour différentes valeurs de N_1 et N_2 .

II. En courant alternatif.



U_1 U_2 valeurs efficaces

$$\frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

Conditions de déroulement des activités

Capacités testées

Critères de réussite

Schéma du montage fait au tableau.

B_1

Montage correct.

Le rappel de la mesure de la tension est fait par le professeur.

B_2

Bon choix de calibre et bonne lecture + résultats corrects dans tous les tableaux de mesures. } S } TS

Vérification par le professeur auprès de chaque groupe de la façon de mener au moins une mesure (choix du calibre, lecture).

	Capacités testées	Critères de réussite
$N_1 = \quad N_2 = \quad U_1 \quad \Bigg \quad U_2$		
$N_1 = \quad N_2 = \quad U_1 \quad \Bigg \quad U_2$		
$N_1 = \quad N_2 = \quad U_1 \quad \Bigg \quad U_2$		
<p>B) ANALYSER LES RESULTATS DES MESURES.</p>	<p>D₁</p>	<p>en courant continu :</p> $U_2 = 0$ <p>en courant alternatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> si • $U_1 \neq 0, U_2 \neq 0$ • $U_2 \geq U_1$ ou $U_2 \leq U_1$ • $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$ <p style="text-align: right;">} S } TS</p>
<p>Donner une conclusion sur l'utilisation d'un transformateur.</p>	<p>D₃</p>	<p>Un transformateur ne peut servir qu'en courant alternatif. Il peut servir à élever ou abaisser une tension.</p>
<p>Donner des exemples d'utilisation de transformateurs.</p>	<p>E₃</p>	<p>Au moins 2 exemplaires.</p>

Contrôle N° 5 :

ETUDE DE TEXTE

La production, le transport et la distribution de l'énergie électrique sont réalisés par un **réseau**, ensemble complexe de sources d'énergie, les **centrales**, et de **lignes**. Cette structure s'est progressivement développée à mesure que les besoins des usagers en énergie électrique et leurs exigences quant à la qualité du service rendu se sont étendus à l'ensemble d'un pays et non plus seulement à quelques régions privilégiées.

Le coût de l'énergie produite et la continuité du service sont devenus des éléments essentiels dans l'économie d'un pays. La diversité des moyens de production et de leurs caractéristiques intrinsèques, la multiplicité des besoins à satisfaire (industrie, traction, agriculture, usages domestiques) ont rendu nécessaire la création des grands réseaux modernes.

Les centrales électriques sont les usines où s'effectue la transformation d'une source d'énergie « primaire » en énergie électrique. On qualifie de primaires les sources d'énergie naturelles telles que le charbon, le pétrole, le gaz naturel, les chutes d'eau, la marée, le vent, l'uranium. Le mot « centrale » est ainsi généralement suivi d'un qualificatif qui évoque la nature de la source d'énergie primaire employée : centrale thermique (charbon, pétrole, gaz naturel), centrale hydraulique (chute d'eau), centrale marémotrice (marée), centrale nucléaire (uranium). Cette terminologie est indépendante de toute notion de taille : il existe des centrales dont la puissance ne dépasse pas quelques millions de watts, et d'autres qui atteignent plusieurs milliards.

Les procédés de conversion directe en énergie électrique de l'énergie potentielle des sources primaires sont actuellement soit inconnus, soit au stade d'études préliminaires (cas des piles à combustible).

Il est donc nécessaire d'utiliser comme intermédiaire une forme d'énergie aisée à produire et facilement transformable en énergie électrique : c'est l'énergie mécanique délivrée par une machine motrice rotative, la turbine, qui est universellement adoptée, la conversion finale en énergie électrique étant assurée par une machine réceptrice également rotative, l'alternateur. L'accouplement mécanique d'une turbine et d'un alternateur constitue ainsi l'unité de conversion fondamentale de toute centrale.

Lorsque l'énergie potentielle de la source primaire est de nature mécanique (chute d'eau, marée), la turbine assure directement la transformation en énergie mécanique de rotation avec un rendement qui peut être excellent (supérieur à 80 p. 100). Par contre, lorsque l'énergie potentielle est de nature chimique ou atomique, on ne sait, jusqu'à présent, que la dégrader sous forme de chaleur, qui est ensuite cédée à un fluide intermédiaire (vapeur d'eau, gaz) lequel entraîne finalement la turbine. Le rendement est alors limité par celui de la première transformation et ne dépasse guère 40 p. 100.

Les réseaux électriques transportent l'énergie produite dans des centrales électriques implantées dans des lieux favorables, jusque chez les utilisateurs industriels ou domestiques, dispersés sur tout le territoire. Ils sont constitués de lignes aériennes ou souterraines, et de postes organisés autour de deux types d'appareils : les jeux de barres, auxquels les lignes sont rattachées par l'intermédiaire d'appareils de coupure, et les transformateurs, nécessaires pour relier des

jeux de barres à tensions différentes. On assigne à ces réseaux des rôles de distribution ou de transport.

Les réseaux de distribution alimentent directement les consommateurs soit sous basse tension (BT) pour les utilisations domestiques ou artisanales, soit sous moyenne tension (MT) pour les usagers industriels demandant des puissances plus importantes. Les réseaux de transport transitent les énormes puissances fournies par les centrales hydrauliques ou thermiques, ce qui leur fait jouer l'un, ou souvent plusieurs, des trois rôles suivants : transport proprement dit entre deux points, répartition à l'intérieur d'une zone de consommation, interconnexion entre deux réseaux qui trouvent ainsi des secours réciproques pour les situations difficiles.

F. L. et R. P.

**Capacités
testées**

- | | |
|-------------------------------|---|
| D ₁ | 1) Indiquer quels types de centrales électriques sont comparés dans la partie de texte comprise entre les 2 traits. |
| D ₁ A ₁ | 2) Expliquer cette partie de texte. |
| A ₂ D ₃ | 3) Indiquer pourquoi le 2 ^e rendement est aussi faible. |
| C ₁ | Pour tout le contrôle. |
-