

Optimisation du transport de l'électricité

CHAPITRE

7



Activité documentaire 1 : Du producteur à l'utilisateur (p. 128)

Le but de cette activité est de comprendre les différentes étapes entre la production de l'électricité et sa distribution.

Lien avec le programme :

Objectifs notionnels :

- Découvrir l'ensemble des interactions qui existent entre les producteurs d'électricité et les consommateurs.
- Comprendre le rôle du réseau de distribution.

Objectifs méthodologiques :

- Savoir analyser un schéma.
- Savoir expliquer les interactions entre les producteurs et les consommateurs.

Présentation des documents

Document 1 : De la centrale au consommateur

Ce document présente les différents types de producteurs d'électricité, ainsi que les réseaux de distribution. Il donne aussi des informations sur la tension électrique des réseaux de basse, moyenne et haute tension.

La part des énergies renouvelables est aussi indiquée, car elle doit maintenant être prise en compte dans la distribution et l'optimisation de celle-ci.

Document 2 : Schéma d'un *smart grid*

Ce document explique l'intérêt des *smart grids* pour optimiser la distribution et la production.

Réponses attendues aux questions :

1. La production d'énergie électrique par une éolienne ou par un panneau photovoltaïque est fluctuante car, dans les deux cas, elle repose sur des énergies renouvelables qui ne sont pas fournies de façon homogène dans l'espace et le temps.

En effet, les éoliennes produisent de l'électricité lorsque le vent souffle. La production dépend de la force du vent, et donc, de la situation géographique, de l'heure, de la date, etc.

De même, le panneau photovoltaïque fournit de l'énergie lorsque le panneau est éclairé, ce qui dépend donc du temps qu'il fait (peu de soleil lorsqu'il pleut ou lorsque le ciel est nuageux), ou de l'heure (la nuit, les panneaux ne sont pas éclairés), ou de la latitude (le rendement est bien plus important dans les zones géographiques proches de l'équateur, que dans les zones polaires par exemple).

2. La consommation d'énergie fluctue tout au long de la journée pour différentes raisons.

Dans une usine, la consommation est plus importante pendant les heures de fonctionnement des machines (sauf si celles-ci fonctionnent en continu, la consommation reste quasiment identique sur une journée) que durant la nuit. La consommation est très faible les week-ends. Cependant, il faut noter que certains appareils électriques ne sont pas éteints, même lorsque l'usine est fermée.

Dans un immeuble, la consommation électrique est plus importante le matin (au réveil, les habitants utilisent les appareils électriques) et le soir, ainsi que le week-end, c'est-à-dire lorsque les habitants sont présents dans leur appartement (à l'exception des personnes qui télétravaillent ou qui restent chez elles, par exemple).

Dans un centre commercial, la consommation électrique est importante pendant les heures d'ouverture du centre, mais plutôt faible la nuit (mais non nulle, car certains appareils continuent à fonctionner).

3. L'utilisation d'un *smart grid* est très intéressante pour gérer, d'une part, la production (qui varie en fonction de la part des énergies renouvelables disponibles) et, d'autre part, la consommation (qui varie en fonction de la demande des consommateurs).

Il permet ainsi de gérer les fluctuations de la production et de la consommation en régulant la production.

Activité documentaire 2 : L'effet Joule (p. 129)

Cette activité explique le phénomène de l'effet Joule, en précise les avantages et les inconvénients, et explique pourquoi la tension a une influence sur l'énergie dissipée par effet Joule.

Lien avec le programme :

- Au cours du transport, une partie de l'énergie électrique, dissipée dans l'environnement par effet Joule, ne parvient pas à l'utilisateur.
- L'utilisation de la haute tension dans les lignes électriques limite les pertes par effet Joule, à puissance transportée fixée.

Objectifs notionnels :

- Utiliser les formules littérales reliant la puissance à la résistance, l'intensité et la tension pour identifier l'influence de ces grandeurs sur l'effet Joule.
- Utiliser les relations associées à l'effet Joule en courant continu.

Objectifs méthodologiques :

- Savoir manipuler des relations littérales.
- Analyser des relations pour étudier l'influence d'un paramètre sur une grandeur.

Présentation des documents

Document 1 : Avantages et inconvénients de l'effet Joule

Ce document donne la relation mathématique qui définit l'effet Joule, puis en présente les avantages et les inconvénients.

Document 2 : La résistance électrique des câbles

La résistance électrique est définie, en introduisant la notion de résistivité et la résistivité de deux matériaux (cuivre et aluminium) qui sont souvent utilisés pour réaliser des câbles électriques est indiquée.

Document 3 : Influence de la tension sur l'effet Joule

Ce document explique l'influence de la tension électrique sur l'effet Joule. Il montre aussi que le courant qui circule dans le réseau électrique est alternatif.

Document 4 : Un câble pour la haute tension

Il s'agit d'une photo d'un câble pour la haute tension en coupe.

Réponses attendues aux questions :

1. L'effet Joule a plusieurs inconvénients dans le transport de l'électricité. En effet, il dégage de l'énergie sous forme de chaleur, ce qui peut endommager le réseau (en entraînant la fusion des gaines par exemple) ou entraîner des incendies (depuis les boîtiers situés sur les pylônes). Ces dégagements peuvent surtout causer des pertes d'énergie tout le long du réseau.

2. La section S peut atteindre $2\,500\text{ mm}^2 = 2\,500 \times 10^{-6}\text{ m}^2$.

La résistance de l'âme (en cuivre) d'un câble de longueur $1\,000\text{ m}$ se calcule en utilisant la relation donnée dans le document 2, soit :

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Ainsi, on obtient :
$$R = \frac{1,7 \times 10^{-8} \times 1\,000}{2\,500 \times 10^{-6}} = 6,8 \times 10^{-3} \, \Omega$$

3. La puissance dissipée par effet Joule se calcule par la relation $P = R \cdot I^2$. À résistance constante, si l'intensité augmente, alors la puissance dissipée par effet Joule augmente. À courant constant (intensité), si la résistance augmente, alors la puissance dissipée par effet Joule augmente.

4. D'après le document 3, l'utilisation de la haute tension permet de diminuer l'intensité à puissance constante.
Réponse plus complète pour les élèves souhaitant une justification : La puissance transmise par l'électricité se calcule selon la formule $P = U \cdot I$. Pour une même puissance P , si la tension U augmente, alors l'intensité I diminue.

5. Le courant est transporté sous haute tension, car si on considère que la puissance transportée est constante, plus la tension est élevée, plus l'intensité est faible, ce qui réduit la puissance dissipée par effet Joule.