

Transport, distribution et risques de l'énergie électrique

A16

🎓 Capacités exigibles

- Représenter le schéma simplifié de l'organisation du transport et de la distribution de l'énergie électrique pour une ligne monophasée.
- Distinguer et citer les caractéristiques essentielles du réseau de distribution électrique.
- Relier qualitativement le facteur de puissance d'un équipement de puissance donnée aux pertes dans les lignes d'alimentation.
- Citer les rôles du transformateur.
- Relier qualitativement l'augmentation, pour une charge donnée, de la tension de distribution à la diminution des pertes dans les lignes d'alimentation.

🏆 Autoévaluation/Évaluation

S'approprier	Élève	A	B	C	D
	Prof	a	b	c	d
Analyser	Élève	A	B	C	D
	Prof	a	b	c	d
Réaliser	Élève	A	B	C	D
	Prof	a	b	c	d
Valider	Élève	A	B	C	D
	Prof	a	b	c	d
Communiquer	Élève	A	B	C	D
	Prof	a	b	c	d

— Comment est transportée l'énergie électrique ? —

Pour livrer 100 MW à une ville, le réseau de transport d'électricité en achemine 103 MW. En effet, 3 MW sont perdus lors du transport. L'objectif de cette activité est de comprendre l'origine de ces pertes et d'étudier les infrastructures mises en place afin de les limiter.

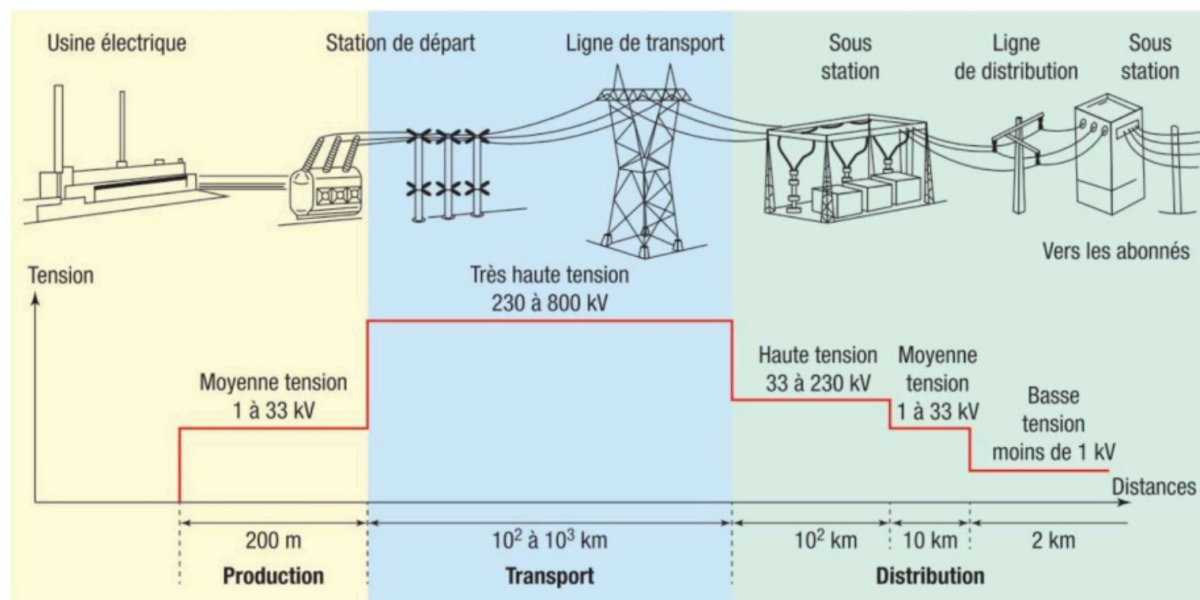
📄 Document 1 : Pertes par effet Joule dans les lignes

Lors de son transport entre le point de production et le point de livraison, l'électricité connaît des pertes. Elles proviennent de la déperdition d'énergie qui s'opère dès lors qu'un courant circule dans le matériau conducteur. Une partie de l'énergie électrique transportée est alors perdue sous forme d'énergie thermique ; on parle de pertes par effet Joule :

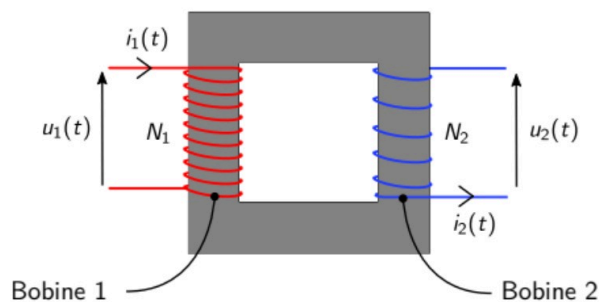
$$P_{\text{joule}} = R \times I^2 \tag{1}$$

Pour un câble en aluminium, on donne : $R = 48 \text{ m}\Omega$ pour 300 m de long.

📄 Document 2 : Transport de l'énergie électrique



Source : libmanuels.fr

Document 3 : Fonctionnement d'un transformateur élévateur de tension


Un transformateur est constitué de deux bobines. Le nombre de tours de chacune des bobines (N_1 et N_2) est lié à l'élévation ou l'abaissement de tension telle que :

$$u_2(t) = \frac{N_2}{N_1} \times u_1(t) \quad (2)$$

Document 4 : Facteur de puissance de quelques appareils électriques

Appareil	Facteur de puissance k
Ampoule LED	0.7 à 0.9
Fer à repasser	1
Four électrique	1
Moteur asynchrone d'une scie à bois	0.85
Pompe à chaleur	0.6
Réfrigérateur	0.6

Q1 App Identifier les deux grandeurs électriques qui influencent les pertes par effet Joule dans les lignes électriques. Que proposeriez-vous donc pour limiter ces pertes ?

Q2 Rea Soit deux habitations ayant respectivement des facteurs de puissance $k_1 = 0.93$ et $k_2 = 0.85$. En considérant que chaque habitation consomme une puissance active de 1000 W, calculer la valeur efficace de l'intensité du courant appelée. Quelle est la conséquence pour le consommateur ?

Q3 Rea En déduire pour chaque maison les pertes par effet Joule dans une ligne électrique de longueur 300 m pour une tension efficace de 230 V.

Q4 Ana, Val Décrire l'évolution de l'intensité et des pertes par effet Joule dans les lignes lorsque le facteur de puissance d'une installation diminue. Quelle est la conséquence pour le fournisseur d'électricité ?

Q5 App Identifier les appareils qui ont un facteur de puissance de 1. Qu'ont-ils en commun ?

Q6 Val, Com D'après vous, pourquoi les fournisseurs imposent-ils généralement un facteur de puissance minimal de 0.93 ?

Le transport d'électricité se fait principalement à très haute et haute tension. On utilise alors des transformateurs afin d'élever et d'abaisser la tension (document 3).

Q7 App Établir la liste des composantes qui permettent d'acheminer l'électricité du site de production au point de livraison.

Q8 App Quelle condition sur les valeurs de N_1 et N_2 doit respecter le transformateur afin d'obtenir $u_2(t) > u_1(t)$? Quelle condition pour que $u_2(t) < u_1(t)$?

Q9 Com, Ana En utilisant la relation entre puissance, tension et intensité du courant ainsi que l'expression de la puissance dissipée par effet Joule, justifier l'intérêt, pour le fournisseur, d'une élévation de tension lors du transport.

Transport, distribution et risques de l'énergie électrique		A17				
🎓 Capacités exigibles	🔗 Autoévaluation/Évaluation					
<input type="checkbox"/> Exploiter des documents mettant en évidence les seuils de dangerosité du courant électrique. <input type="checkbox"/> Citer des dispositifs de protection des individus contre les risques du courant électrique : isolation, alimentation en très basse tension et disjoncteur différentiel dans une installation domestique.	S'approprier	Élève	A	B	C	D
		Prof	a	b	c	d
	Analyser	Élève	A	B	C	D
		Prof	a	b	c	d
	Réaliser	Élève	A	B	C	D
		Prof	a	b	c	d
	Valider	Élève	A	B	C	D
		Prof	a	b	c	d
	Communiquer	Élève	A	B	C	D
		Prof	a	b	c	d

— Comment se protéger des risques liés au courant électrique ? —

L'emploi généralisé de l'énergie électrique dans toutes ses applications et dans tous les domaines (depuis la production d'énergie électrique jusqu'au consommateur final) fait que le risque électrique est présent partout et doit être évalué et maîtrisé en toute occasion.

Présent et invisible comme tous les risques inhérents aux formes supérieures de l'énergie, il a en revanche le mérite d'être bien connu, facile à maîtriser, ce qui, tout compte fait, le rend presque familier et, en tout cas, moins redouté que, par exemple, le danger des rayonnements ionisants.



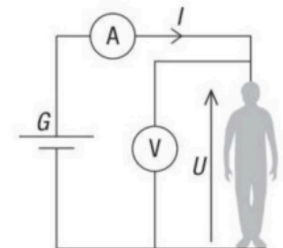
I Les dangers du courant électrique

Document 1 : Modélisation électrique d'un corps humain

Le corps humain peut être considéré comme un conducteur ohmique lorsqu'il est traversé par un courant électrique.

La résistance du corps humain varie d'une personne à l'autre, mais dépend de l'état de la peau (épaisseur, surface, hydratation, etc.).

La résistance du corps humain varie également de façon significative entre un local humide (comme une salle de bains) et un local sec (comme une chambre).



Emplacement	Résistance du corps humain	Courant de non-lâcher	Tension limite conventionnelle
Humide	2500 Ω	10 mA	25 V
Sec	5000 Ω	10 mA	50 V

Source : libmanuels.fr

Document 2 : Effets physiologiques du passage du courant électrique

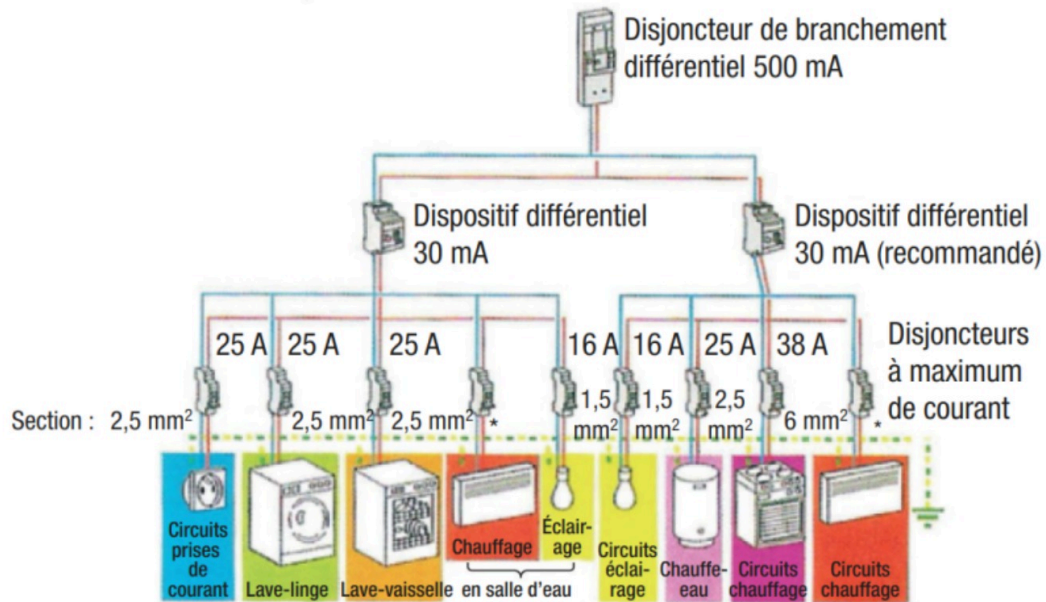
Intensité maximale du courant traversant le corps	Effet physiologique
0.5 mA	Sensations très faibles
10 mA	Contraction musculaire, téτανisation, seuil de non-lâcher
30 mA pendant 3 min	Seuil de paralysie respiratoire
50 mA pendant 1 s ou 40 mA pendant 3 s	Seuil de fibrillation cardiaque irréversible
1 A	Arrêt du coeur

- Q1** Rappeler la définition d'un conducteur ohmique.
- Q2** Est-il plus dangereux, lors d'un contact électrique, d'avoir les mains mouillées ou sèches? Pourquoi?
- Q3** Qu'appelle-t-on « seuil de non-lâcher »? À quelle intensité du courant correspond-il?
- Q4** Identifier l'organe du corps humain qui est principalement exposé aux risques du courant électrique. Quels sont les paramètres d'influence lors de l'exposition?

II Comment protéger les biens et les personnes des dangers de l'électricité?

Document 3 : Protection des biens

Pour empêcher qu'un appareil électrique ne « grille », il faut éviter les surintensités du courant. Pour cela, toutes les installations sont équipées de fusibles ou de disjoncteurs à maximum de courant.



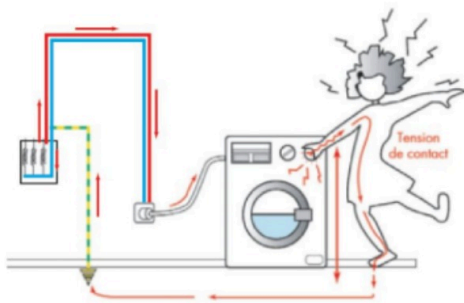
Source : libmanuel.fr

Document 4 : Protection des personnes

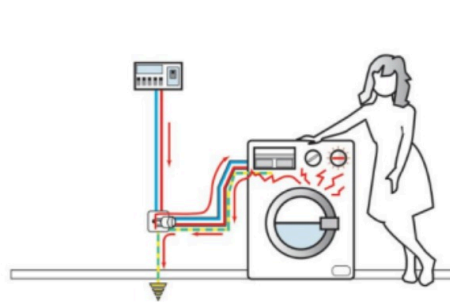
Pour éviter qu'une personne soit en contact prolongé avec l'alimentation électrique, toutes les installations électriques sont équipées :

- d'une liaison à la terre vers la prise de terre ;

— d'un disjoncteur différentiel.



▲ Circulation du courant électrique à travers un appareil sans prise de terre présentant une défaillance électrique



▲ Circulation du courant électrique à travers un appareil présentant une défaillance électrique mais relié à la terre



▲ Un disjoncteur différentiel est couramment utilisé pour couper automatiquement le courant, en cas de défaut de fuite à la terre.

Source : libmanuels.fr

- Q5** Décrire l'évolution de la section (diamètre) du fil en fonction de la valeur du disjoncteur à maximum de courant. Proposer une explication justifiant une telle évolution.
- Q6** En décrivant la circulation du courant électrique pour chaque situation du document 4, expliquer en quelques mots comment la liaison à la terre permet de protéger une personne lors d'une défaillance électrique ?
- Q7** Identifier la valeur de déclenchement du disjoncteur différentiel. À quel effet physiologique correspond cette valeur de courant ?
- Q8** En considérant que la résistance du corps humain vaut environ 5000Ω , justifier que les risques électriques soient limités si l'on utilise de très basses tensions.