

Version professeur

Physique-chimie – Terminale Bac Pro**Livret d'activités****Chapitre 1****Transporter l'énergie sous forme électrique**

Édition : 26 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Méthode — Mode d'emploi

Cinq activités documentaires à utiliser avant les parties correspondantes du cours. Les informations utiles et les aides sont fournies au fil des questions. Aucun matériel de mesure n'est nécessaire. Les sources réelles sont distinguées des hypothèses de calcul.

Repères et ordre de travail

Activité	Capacité	Page
1. De la centrale à une prise de Bagnolet	C1	2
2. Pourquoi dérouler un enrouleur ?	C2	4
3. Pourquoi transporter sous haute tension ?	C3	6
4. Préparer l'étude d'un transformateur	C4	8
5. Une sonnette, plusieurs tensions	C5	10

C4 : seule la préparation documentaire est abordée ; le TP reste à réaliser.

Activité 1 — De la centrale à une prise de Bagnolet

Capacité travaillée – C1: Représenter le schéma simplifié d'un réseau de distribution d'énergie électrique à l'échelle d'un pays et d'une installation domestique.

Une classe de Bagnolet veut expliquer comment l'électricité arrive à une prise du lycée. On étudie un trajet possible du réseau : ce document ne prétend pas identifier la centrale ni les postes qui alimentent réellement le bâtiment.

Indication

Document 1 – Les niveaux de tension. Le réseau de transport utilise notamment 400 kV et 225 kV pour les grandes distances, puis 90 kV ou 63 kV. Les postes sources alimentent la distribution, souvent sous 20 kV. Un poste HTA/BT abaisse cette tension : le réseau basse tension fournit 230 V entre phase et neutre, 400 V entre phases.

Sources : RTE et Enedis, références en fin d'activité.

Méthode — Pour t'aider

Un transformateur **élevateur** augmente la tension ; un **abaisseur** la diminue. $1 \text{ kV} = 1\,000 \text{ V}$. Les flèches représentent le trajet de l'énergie.

1. Convertir 20 kV et 400 kV en volts. Comparer ces valeurs à 230 V.
2. Reconstituer avec des flèches un trajet possible : centrale, transformateur élévateur, réseau de transport 400 kV, postes abaisseurs, distribution 20 kV, poste HTA/BT, logement. Écrire les tensions connues entre les blocs.

Indication

Document 2 – À l'entrée du logement. Le compteur comptabilise l'énergie consommée. Le disjoncteur de branchement se trouve avant le tableau de répartition. Dans ce tableau, des protections différentielles et des disjoncteurs divisionnaires protègent les circuits ; chaque disjoncteur divisionnaire dessert un circuit.

3. Prolonger le schéma précédent jusqu'à un circuit d'éclairage, en plaçant le compteur, le disjoncteur de branchement et le tableau.
4. Un camarade dessine une seule transformation de 400 kV vers 230 V. Quel niveau intermédiaire son schéma ne permet-il plus de voir ?

À retenir

L'énergie passe par des réseaux de transport puis de distribution. Des transformateurs adaptent la tension par étapes. Un schéma simplifié montre les éléments, leur ordre et les niveaux de tension. Le 230 V reste dangereux.

Sources des documents

Vérifiées le 26 septembre 2026.

RTE, Comment fonctionne le transport de l'électricité ?.

Enedis, Qu'est-ce qu'un poste HTA-BT ?.

Corrigé de l'activité 1

1. $20 \text{ kV} = 20\,000 \text{ V}$; $400 \text{ kV} = 400\,000 \text{ V}$. Ces tensions sont bien supérieures à 230 V .
 2. Centrale → élévateur → transport 400 kV → postes abaisseurs → distribution 20 kV → poste HTA/BT → logement 230 V (phase-neutre). Un trajet via 225 , 90 ou 63 kV est recevable ; tous ces niveaux ne sont pas obligatoirement traversés.
 3. Réseau BT → compteur → disjoncteur de branchement → tableau (protection différentielle, puis disjoncteur du circuit) → éclairage.
 4. Le schéma masque la distribution en 20 kV et le poste HTA/BT.
- Conduite** : faire d'abord classer les éléments, puis ajouter les tensions. Accepter différentes dispositions graphiques si les liens restent exacts. Ne pas attribuer un poste réel au lycée sans donnée locale.

Activité 2 — Pourquoi dérouler un enrouleur ?

Capacité travaillée – C2: Calculer la puissance dissipée par effet Joule dans un conducteur à partir de sa résistance et de la valeur efficace de l'intensité ou de la tension.

La notice d'un enrouleur de 25 m indique deux puissances maximales différentes. Pourquoi l'enroulement du câble change-t-il les précautions d'utilisation ?

Indication

Document 1 – Notice du fabricant. Enrouleur Standard PRO, câble H07RN-F 3G1,5 de 25 m : 1 000 W au maximum câble enroulé ; 3 500 W câble complètement déroulé ; prises 16 A / 230 V.
Source : Brennenstuhl, caractéristiques du produit.

Indication

Document 2 – Résistance d'un conducteur souple. Nexans donne, pour le cuivre nu de classe 5 à 20 °C, une résistance maximale de 13,3 Ω /km pour 1,5 mm², et de 7,98 Ω /km pour 2,5 mm². Ce sont des maxima documentaires, pas des mesures du câble étudié.
Source : Nexans, classification IEC 60228, 2021.

Méthode — Pour t'aider

Le courant parcourt 25 m à l'aller et 25 m au retour. Pour le calcul, on prend le maximum documentaire à 20 °C et on garde R constante. $P_J = RI^2$, avec R en Ω , I en A et P_J en W. Le conducteur de protection n'est pas parcouru par le courant en fonctionnement normal.

1. Calculer la longueur totale parcourue, en mètres puis en kilomètres. En déduire $R = 13,3 \times L$, où L est en kilomètres.
2. Comparer les échauffements pour deux hypothèses de courant, $I = 4$ A puis $I = 8$ A. Calculer P_J dans chaque cas. Par combien est-elle multipliée ?
3. À R et I fixées, dérouler le câble ne change pas P_J . En revanche, un câble serré sur son tambour évacue moins bien la chaleur. Expliquer les deux limites de puissance du document 1.
4. Pour un appareil de puissance nominale 2 000 W, comparer cette puissance aux deux limites de la notice. Quelle précaution en déduire ?
5. En conservant la même longueur et $I = 8$ A, calculer R puis P_J pour 2,5 mm². Que permet de réduire une résistance plus faible ?

À retenir

À résistance constante, doubler l'intensité multiplie la puissance dissipée par quatre. L'évacuation de la chaleur compte aussi : on respecte la notice du fabricant, notamment le déroulement complet du câble. Ces calculs ne suffisent pas à dimensionner une installation.

Sources des documents

Vérfiées le 26 septembre 2026.

Brennenstuhl, Standard PRO 25 m H07RN-F 3G1,5.

Nexans, Classification IEC 60228, février 2021, conducteurs souples classe 5.

Corrigé de l'activité 2

1. $L = 50 \text{ m} = 0,050 \text{ km}$; $R = 13,3 \times 0,050 = 0,665 \Omega$.
 2. À 4 A : $0,665 \times 4^2 = 10,64 \text{ W}$; à 8 A : $0,665 \times 8^2 = 42,56 \text{ W}$. Le rapport vaut 4.
 3. À puissance dissipée identique, une évacuation moins efficace de la chaleur conduit à une température plus élevée. La limite enroulée est donc plus faible. Dans la réalité, la résistance augmente aussi avec la température : le modèle la fixe pour isoler l'effet étudié.
 4. $2\,000 > 1\,000$, mais $2\,000 < 3\,500$: le câble doit être complètement déroulé, et les autres prescriptions de la notice restent applicables.
 5. $R = 7,98 \times 0,050 = 0,399 \Omega$; $P_J = 0,399 \times 64 = 25,536 \text{ W}$, soit environ 25,5 W. La résistance plus faible réduit les pertes à intensité fixée.
- Conduite** : distinguer la puissance de l'appareil de la puissance perdue dans le câble. Ne pas transformer les maxima à 20 °C en mesures réalisées ni en intensités admissibles.

Activité 3 — Pourquoi transporter sous haute tension ?

Capacité travaillée – C3: Justifier l'intérêt du transport d'énergie électrique à grande distance sous haute tension.

On peut diminuer les pertes de transport en augmentant la tension. Les documents permettent de comprendre pourquoi, sans connaître les caractéristiques d'une ligne particulière.

Indication

Document 1 – Des tensions réellement utilisées. RTE utilise notamment 225 kV et 400 kV pour le transport à grande distance.

Source : RTE, fonctionnement du transport électrique.

Indication

Document 2 – Des pertes de plusieurs origines. La répartition indicative publiée par RTE attribue 78 % des pertes aux conducteurs (effet Joule), 11 % aux transformateurs, 8 % à l'effet couronne et 3 % au fonctionnement des postes. Cette répartition n'est pas un relevé de la classe ni un bilan annuel daté.

Source : RTE, Déperditions d'énergie ou pertes en ligne.

Méthode — Pour t'aider

Pour comparer deux tensions, on garde la même puissance de départ P et la même résistance de ligne R . Dans le modèle monophasé résistif : $I = P/U$ et $P_J = RI^2$. Si U est multipliée par k , alors I est divisée par k .

1. Additionner les quatre parts du document 2. Quelle part des pertes ne provient pas des conducteurs ?
2. Pour une même puissance, si la tension est multipliée par 2, que devient l'intensité ? En remplaçant I par $I/2$ dans RI^2 , déterminer ce que deviennent les pertes.
3. De 225 kV à 400 kV, calculer le facteur $k = 400/225$ (garder la valeur non arrondie). Calculer k^2 . En déduire par combien les pertes sont divisées à puissance et résistance identiques.
4. On prend les pertes sous 225 kV comme référence, égale à 100. Calculer l'indice des pertes sous 400 kV : $100/k^2$. Est-ce le pourcentage de toute l'électricité perdue ? Justifier.
5. Rédiger une explication en trois étapes : tension, intensité, pertes. Pourquoi faut-il ensuite abaisser la tension pour les appareils usuels ?

À retenir

Pour une même puissance et une même ligne, augmenter la tension réduit l'intensité, donc les pertes par effet Joule. Les pertes varient comme le carré de l'intensité. Un indice comparatif de pertes n'est pas un taux de pertes sur l'énergie transportée.

Sources des documents

Vérfiées le 26 septembre 2026.

RTE, Comment fonctionne le transport de l'électricité ?.

RTE, Déperditions d'énergie ou pertes en ligne.

Corrigé de l'activité 3

1. $78 + 11 + 8 + 3 = 100$; $100 - 78 = 22 \%$ ne sont pas attribués aux conducteurs.
2. Intensité divisée par 2 ; $R(I/2)^2 = RI^2/4$: pertes divisées par 4.
3. $k = 400/225 \approx 1,78$; $k^2 \approx 3,16$. Les pertes sont divisées par environ 3,16.
4. $100/(400/225)^2 = 31,640625$, soit 31,6. Il reste environ 31,6 % des pertes de référence, pas 31,6 % de l'énergie transportée. La réduction des pertes est de 68,4 % dans cette comparaison.
5. À puissance constante, augmenter U diminue $I = P/U$. Comme $P_J = RI^2$, les pertes diminuent fortement. La tension est ensuite abaissée pour être adaptée aux appareils et à leur isolation ; 230 V reste dangereux.

Conduite : faire verbaliser les grandeurs gardées constantes. La comparaison porte sur un modèle, pas sur deux lignes réelles dont on aurait relevé les pertes.

Activité 4 — Préparer l'étude d'un transformateur

Capacité travaillée – C4: Mettre en évidence expérimentalement le rôle d'abaisseur ou d'élévateur de tension d'un transformateur.

Modalité : préparation documentaire ; la réalisation expérimentale reste à travailler lors d'un futur TP. Comment distinguer un élévateur d'un abaisseur ? On prépare le raisonnement et la lecture du montage avant un éventuel TP.

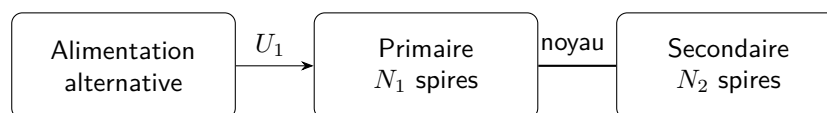
Indication

Document – La bobine. Le catalogue LD Didactic propose une bobine de 500 spires, référence 56214, utilisable dans des montages pédagogiques avec noyau. Une spire est un tour de fil. Les cas ci-dessous sont des hypothèses de calcul : leurs tensions ne sont pas des mesures.

Source : LD Didactic, bobine à 500 spires.

Méthode — Pour t'aider

Le primaire est relié à l'alimentation, le secondaire à l'utilisation. Pour un transformateur idéal en alternatif : $U_2 = U_1 \times N_2/N_1$. Cette relation est fournie. Si $U_2 > U_1$, il est élévateur ; si $U_2 < U_1$, il est abaisseur.



U_2 à étudier

Schéma de principe : les bobines sont couplées par le noyau, sans liaison électrique entre elles.

1. Dans le cas A, $U_1 = 6 \text{ V}$, $N_1 = 500$ et $N_2 = 1\,000$. Calculer U_2 puis conclure.
2. Dans le cas B, $U_1 = 12 \text{ V}$, $N_1 = 1\,000$ et $N_2 = 500$. Même question.
3. Pour mesurer ces deux tensions lors d'un futur TP, les voltmètres seraient-ils branchés en série ou en dérivation ? Réglage AC ou DC ? Donnée : un voltmètre mesure la différence de potentiel entre les deux bornes auxquelles il est connecté.
4. Le scénario de préparation impose au plus 25 V au secondaire. La proposition $U_1 = 12 \text{ V}$, $N_1 = 250$, $N_2 = 1\,000$ respecte-t-elle cette limite ?
5. Les calculs précédents suffisent-ils à affirmer que l'on a réalisé une mise en évidence expérimentale ? Que manquerait-il ?

À retenir

Comparer U_2 à U_1 permet de classer un transformateur. Une prédiction issue d'un modèle n'est pas une mesure. La manipulation, les réglages et les relevés seront travaillés ultérieurement selon le matériel disponible.

Sources des documents

Vérfiées le 26 septembre 2026.

LD Didactic, bobine 500 spires, référence 56214.

Corrigé de l'activité 4

1. $U_2 = 6 \times 1\,000/500 = 12\text{ V}$; $12 > 6$: élévateur.
 2. $U_2 = 12 \times 500/1\,000 = 6\text{ V}$; $6 < 12$: abaisseur.
 3. Chaque voltmètre serait en dérivation aux bornes de la bobine correspondante, en position alternatif AC. Aucune manipulation n'est demandée.
 4. $U_2 = 12 \times 1\,000/250 = 48\text{ V}$; $48 > 25$: cette proposition est refusée dans le scénario.
 5. Non. Il manquerait une réalisation effective avec du matériel adapté, des réglages vérifiés, des relevés et une conclusion fondée sur ces relevés.
- Conduite** : évaluer la préparation documentaire. Ne pas renseigner C4 comme expérimentalement acquise. La future séance nécessite un protocole adapté aux appareils et aux notices réellement disponibles.

Activité 5 — Une sonnette, plusieurs tensions

Capacité travaillée – C5: Connaître le rôle des transformateurs dans les réseaux de distribution et dans les appareils électriques d'utilisation courante.

Une sonnerie fonctionne sous une tension bien plus faible que celle du secteur. Comment lire les indications du transformateur qui l'alimente ?

Indication

Document – Données du fabricant. Le transformateur pour sonnerie Legrand 413091 indique un primaire 230 V, deux possibilités de sortie 8 V ou 12 V, une puissance apparente nominale de 8 VA. Le fabricant annonce 1 A sous 8 V et 0,66 A sous 12 V. Les tensions de sortie sont alternatives.
Source : Legrand, caractéristiques de la référence 413091. Les deux sorties ne sont pas à additionner.

Méthode — Pour t'aider

U_1 désigne la tension au primaire, U_2 celle au secondaire. Pour le complément de calcul : $S = U_2 I_2$, avec S en VA, U_2 en V et I_2 en A. On calcule donc $I_2 = S/U_2$.

1. Relever U_1 et les deux valeurs possibles de U_2 . Ce transformateur est-il élévateur ou abaisseur ? Justifier.
2. Calculer 8/8, puis 8/12. Comparer les résultats aux intensités annoncées. Pourquoi garder les valeurs de la notice pour une utilisation réelle ?
3. Comparer ce rôle à celui du transformateur placé à la sortie d'une centrale et à celui d'un poste de quartier. Pour chacun, préciser ce que l'on cherche à obtenir.

Indication

Document – Alternatif et continu. Un transformateur classique fonctionne avec une excitation variable ; dans les usages étudiés, elle est alternative. En continu établi, il n'induit pas de tension au secondaire. Une alimentation électronique peut associer un transformateur à des circuits de redressement pour fournir du continu.

4. Une batterie doit être rechargée en continu. Le transformateur de sonnerie seul convient-il ? Quel rôle supplémentaire doit assurer l'alimentation ?
5. Un camarade affirme : « Un transformateur élévateur crée de l'énergie. » Corriger cette phrase. Donnée : un transformateur idéal conserve la puissance.

À retenir

Le transformateur adapte une tension alternative ; il ne crée pas d'énergie et ne transforme pas à lui seul l'alternatif en continu. Lire une plaque demande de distinguer entrée, sortie et valeurs nominales.

Sources des documents

Vérfiées le 26 septembre 2026.

Legrand, transformateur pour sonnerie, référence 413091.

RTE, Comment fonctionne le transport de l'électricité ?.

Enedis, Qu'est-ce qu'un poste HTA-BT ?.

Corrigé de l'activité 5

1. $U_1 = 230 \text{ V}$; $U_2 = 8 \text{ V}$ ou 12 V . Dans les deux cas, $U_2 < U_1$: abaisseur.
 2. $8/8 = 1 \text{ A}$ et $8/12 = 0,666 \dots \text{ A}$. Le calcul arrondi donne $0,67 \text{ A}$, proche des $0,66 \text{ A}$ annoncés ; la notice fournit la valeur à respecter. Le complément de calcul ne remplace pas les caractéristiques nominales.
 3. Sortie de centrale : élévateur pour limiter les pertes lors du transport. Poste de quartier : abaisseur pour passer de la moyenne tension à la basse tension. Sonnerie : abaisseur pour adapter la tension à l'appareil.
 4. Non : la sortie du transformateur est alternative. Une électronique de redressement et de régulation adaptée est nécessaire pour une charge en continu.
 5. Un élévateur augmente la tension, pas l'énergie disponible. Dans le modèle idéal résistif, $U_1 I_1 = U_2 I_2$; augmenter la tension diminue l'intensité pour une même puissance. Un appareil réel présente des pertes.
- Conduite** : ne pas confondre VA et W dans le cas général ; la relation en VA est fournie comme complément de lecture de plaque.