

Chapitre 1 – L'induction électromagnétique

Terminale Bac Pro – Groupement 2 | Physique – Électricité | Induction, loi de Lenz, alternateur

Dernière mise à jour : 28 juin 2026

Objectifs du chapitre

- Comprendre qu'une variation de champ magnétique dans un circuit crée une tension induite
- Distinguer les deux situations d'induction : circuit fixe dans un champ variable, circuit mobile dans un champ constant
- Énoncer et appliquer la loi de Lenz
- Décrire le fonctionnement d'un alternateur (conversion énergie mécanique → énergie électrique)
- Savoir que le rendement d'un alternateur est inférieur à 1

Situation professionnelle

Sofia, technicienne en systèmes numériques, effectue un stage dans une entreprise de maintenance d'éoliennes. Son tuteur lui explique que chaque éolienne contient un **alternateur** qui convertit la rotation des pales en électricité.

Elle se demande :

1. Comment un mouvement de rotation peut-il créer du courant électrique ?
2. Pourquoi l'éolienne ne restitue-t-elle pas toute l'énergie mécanique du vent sous forme d'énergie électrique ?
3. Comment prévoir le sens du courant produit ?

Ce chapitre permettra de répondre à ces questions.

1. Le phénomène d'induction électromagnétique

1.1 Mise en évidence expérimentale

En 1831, le physicien Michael Faraday découvre qu'un **aimant en mouvement** à proximité d'une bobine crée une tension électrique aux bornes de cette bobine, même sans générateur

dans le circuit.

DÉFINITION L'**induction électromagnétique** est le phénomène par lequel une **variation du champ magnétique** à travers un circuit conducteur fermé provoque l'apparition d'une **tension induite** (ou force électromotrice induite) et, si le circuit est fermé, d'un **courant induit**.

L'expérience de base : on approche un aimant d'une bobine connectée à un voltmètre. On observe :

- Quand l'aimant **avance** vers la bobine → le voltmètre dévie dans un sens.
- Quand l'aimant **recule** → le voltmètre dévie dans l'**autre sens**.
- Quand l'aimant est **immobile** → la tension est **nulle**.

À retenir

Il n'y a induction que s'il y a **variation** du champ magnétique traversant le circuit. Pas de variation = pas de tension induite.

1.2 Deux situations d'induction

L'induction électromagnétique se produit dans deux cas :

PROPRIÉTÉ Cas 1 — Circuit fixe, champ variable :

La bobine est immobile, mais le champ magnétique qui la traverse **varie au cours du temps** (aimant en mouvement, électroaimant dont le courant varie, etc.).

Exemple 1 : On approche rapidement un aimant d'une bobine reliée à un galvanomètre. Le champ magnétique traversant la bobine augmente → une tension induite apparaît → un courant circule dans le circuit.

PROPRIÉTÉ Cas 2 — Circuit mobile, champ constant :

Le champ magnétique est fixe et uniforme, mais le **circuit se déplace ou tourne** dans ce champ, de sorte que le champ traversant le circuit varie.

Exemple 2 : Un cadre conducteur rectangulaire tourne dans un champ magnétique uniforme (entre les pôles d'un aimant). Comme l'orientation du cadre par rapport au champ change en permanence, le champ « traversant » le cadre varie → une tension induite apparaît. C'est le principe de l'**alternateur**.

2. La loi de Lenz

DÉFINITION Loi de Lenz : Le courant induit circule dans un sens tel que ses effets **s'opposent à la cause** qui lui a donné naissance.

Autrement dit :

- Si le champ magnétique à travers le circuit **augmente**, le courant induit crée un champ qui **s'oppose** à cette augmentation (champ induit en sens contraire).
- Si le champ magnétique à travers le circuit **diminue**, le courant induit crée un champ qui **tend à maintenir** le champ (champ induit dans le même sens).

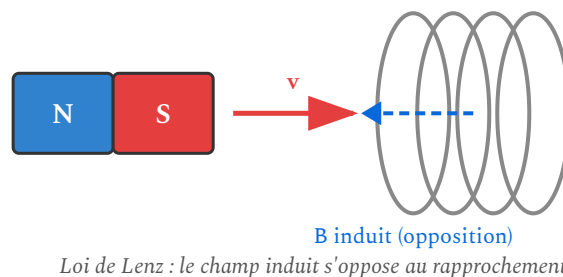
MÉTHODE

Déterminer le sens du courant induit :

1. Identifier la **cause** : le champ magnétique augmente-t-il ou diminue-t-il à travers le circuit ?
2. Le courant induit crée un champ magnétique qui **s'oppose à la variation** :
 - Si B augmente → le champ induit est en **sens inverse** de B .
 - Si B diminue → le champ induit est dans le **même sens** que B .
3. Utiliser la **règle de la main droite** pour déduire le sens du courant dans la bobine.

Exemple 3 : On approche le pôle Nord d'un aimant vers une bobine.

- Le champ magnétique dirigé vers la bobine **augmente**.
- Par la loi de Lenz, le courant induit crée un champ magnétique qui **repousse** l'aimant (pôle Nord face au pôle Nord de l'aimant).
- Tout se passe comme si la bobine « résistait » au mouvement de l'aimant.



ATTENTION La loi de Lenz est une conséquence de la **conservation de l'énergie**. Si le courant induit renforçait le mouvement au lieu de s'y opposer, on créerait de l'énergie à partir de rien, ce qui est impossible.

3. L'alternateur

3.1 Principe de fonctionnement

DÉFINITION Un **alternateur** est une machine qui convertit de l'**énergie mécanique** (rotation) en **énergie électrique** (courant alternatif) grâce au phénomène d'induction électromagnétique.

Un alternateur est constitué de deux parties principales :

- Le **rotor** : partie tournante, qui porte un aimant (ou un électroaimant) créant le champ magnétique.
- Le **stator** : partie fixe, qui porte les bobines dans lesquelles la tension est induite.

Lorsque le rotor tourne, le champ magnétique à travers les bobines du stator **varie périodiquement**. Une tension alternative est ainsi induite.

PROPRIÉTÉ La tension produite par un alternateur est **alternative sinusoïdale**. Sa fréquence dépend de la **vitesse de rotation** du rotor et du **nombre de paires de pôles** :

$$f = \frac{n \times p}{60}$$

où f est la fréquence (Hz), n la vitesse de rotation (tr/min) et p le nombre de paires de pôles.

Exemple 4 : Un alternateur possède 2 paires de pôles et tourne à 1 500 tr/min. Quelle est la fréquence de la tension produite ?

$$f = \frac{n \times p}{60} = \frac{1\,500 \times 2}{60} = 50 \text{ Hz}$$

On retrouve la fréquence du réseau électrique français.

3.2 Exemples d'alternateurs

On trouve des alternateurs dans de nombreux dispositifs :

- **Centrales électriques** (nucléaire, thermique, hydraulique) : des turbines entraînent des alternateurs de grande puissance
- **Éoliennes** : la rotation des pales entraîne un alternateur
- **Alternateur automobile** : recharge la batterie du véhicule
- **Dynamo de vélo** : petit alternateur entraîné par la roue
- **Groupes électrogènes** : un moteur thermique entraîne un alternateur pour produire de l'électricité en secours

3.3 Bilan de puissance et rendement

DÉFINITION Le **rendement** d'un alternateur est le rapport entre la puissance électrique utile produite et la puissance mécanique fournie en entrée :

$$\eta = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{mécanique}}}$$

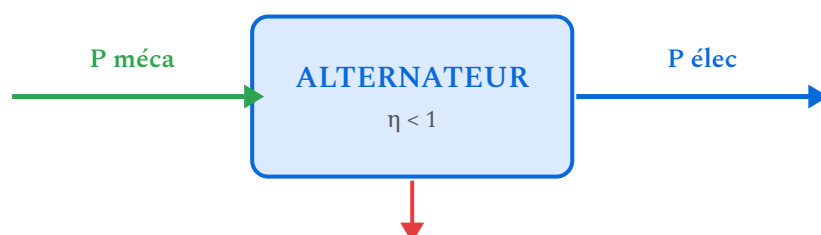
Le rendement est **toujours inférieur à 1** (ou inférieur à 100 %).

Formule du rendement :

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} \quad \text{avec} \quad \eta < 1$$

Les **pertes d'énergie** dans un alternateur sont dues à :

- **Pertes par effet Joule** : échauffement des bobinages dû à la résistance des fils
- **Pertes mécaniques** : frottements dans les roulements et résistance de l'air
- **Pertes magnétiques** (pertes fer) : courants de Foucault et hystérésis dans le noyau magnétique



Exemple 5 : Un alternateur d'éolienne reçoit une puissance mécanique de 15 kW et fournit une puissance électrique de 12,75 kW. Calculer son rendement.

$$\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}} = \frac{12,75}{15} = 0,85 = 85 \%$$

Les pertes représentent $15 - 12,75 = 2,25$ kW, soit 15 % de la puissance mécanique.

Exemple 6 : Un groupe électrogène a un rendement de 92 %. Quelle puissance mécanique doit fournir le moteur thermique pour obtenir 5 kW de puissance électrique ?

$$P_{\text{méca}} = \frac{P_{\text{élec}}}{\eta} = \frac{5}{0,92} \approx 5,43 \text{ kW}$$

4. Applications professionnelles

4.1 L'induction au quotidien

Le phénomène d'induction est à la base de nombreuses technologies :

- **Plaques de cuisson à induction** : un champ magnétique variable crée des courants induits dans le fond métallique de la casserole, qui s'échauffe par effet Joule
- **Chargeurs sans fil** : une bobine émettrice crée un champ magnétique variable qui induit un courant dans la bobine du téléphone
- **Capteurs de proximité inductifs** : détectent la présence de pièces métalliques sur les lignes de production
- **Transformateurs** : le courant alternatif dans le primaire crée un champ variable qui induit une tension dans le secondaire

4.2 Retour à la situation professionnelle

Réponses aux questions de Sofia :

1. Comment un mouvement de rotation crée-t-il du courant ?

La rotation des pales entraîne un aimant (rotor) à proximité de bobines fixes (stator). Le champ magnétique traversant les bobines varie → une tension induite apparaît → un courant alternatif circule.

2. Pourquoi l'éolienne ne restitue-t-elle pas toute l'énergie ?

Le rendement de l'alternateur est inférieur à 1. Une partie de l'énergie mécanique est perdue sous forme de chaleur (effet Joule, frottements, pertes fer).

3. Comment prévoir le sens du courant ?

La loi de Lenz indique que le courant induit s'oppose à la variation du champ magnétique qui l'a créé.

5. L'essentiel du chapitre

À retenir

- Une **variation de champ magnétique** à travers un circuit crée une **tension induite**.
- Deux situations d'induction : circuit fixe / champ variable, ou circuit mobile / champ constant.
- **Loi de Lenz** : le courant induit s'oppose à la cause qui l'a créé.
- L'**alternateur** convertit l'énergie mécanique en énergie électrique par induction.
- Le rendement d'un alternateur est toujours **inférieur à 1** : $\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}} < 1$.
- Les pertes sont dues à l'effet Joule, aux frottements et aux pertes magnétiques.



Chapitre 1 – L'induction électromagnétique — Exercices

Terminale Bac Pro | Physique-Chimie | Groupement 2

Dernière mise à jour : 30 juin 2026

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

Niveau Socle

SOCLE Exercice 1 — Comprendre l'induction

Un apprenti électricien réalise l'expérience suivante : il approche un aimant d'une bobine reliée à un galvanomètre.

1. Que lit-il sur le galvanomètre quand l'aimant s'approche ?
2. Que lit-il quand l'aimant est immobile près de la bobine ?
3. Que lit-il quand l'aimant s'éloigne ?
4. Complète : pour qu'il y ait induction, il faut que le champ magnétique soit
_____.

Mes calculs :

SOCLE Exercice 2 — Loi de Lenz (sens du courant induit)

Un technicien en génie électrique approche le pôle Nord d'un aimant vers la face gauche d'une bobine.

1. Le flux magnétique à travers la bobine augmente-t-il ou diminue-t-il ?
2. D'après la loi de Lenz, le courant induit s'oppose-t-il à cette variation ?
3. La face gauche de la bobine devient-elle un pôle Nord ou un pôle Sud ? Justifie.
4. Si on éloigne l'aimant, que devient la face gauche de la bobine ?

Mes calculs :

SOCLE Exercice 3 — L'alternateur

Sofia visite une centrale électrique. Le technicien lui explique qu'un alternateur transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

1. Quel est le principe physique utilisé dans un alternateur ?
2. Quel type de tension produit un alternateur : continue ou alternative ?
3. Le rendement d'un alternateur industriel est de 95 %. Que signifie cette valeur ?
4. Pour produire 950 W électriques, quelle puissance mécanique doit-on fournir ?

Mes calculs :

SOCLE Exercice 4 — Vrai ou faux

Indique si chaque affirmation est vraie ou fausse, et corrige les erreurs :

1. Un courant induit apparaît même si le champ magnétique est constant.
2. La loi de Lenz dit que le courant induit s'oppose à la cause qui lui a donné naissance.
3. Un alternateur convertit l'énergie électrique en énergie mécanique.
4. Le rendement d'un alternateur peut être supérieur à 1.
5. Plus la variation de champ magnétique est rapide, plus la tension induite est grande.

Mes calculs :

SOCLE Exercice 5 — Calcul de rendement

L'alternateur d'une éolienne reçoit une puissance mécanique $P_{\text{méc}} = 2,5 \text{ kW}$ et délivre une puissance électrique $P_{\text{élec}} = 2,1 \text{ kW}$.

1. Calcule le rendement $\eta = P_{\text{élec}}/P_{\text{méc}}$ (en %).
2. Quelle puissance est perdue sous forme de chaleur ?
3. Si la vitesse du vent double, la puissance mécanique passe à 5 kW. Calcule la puissance électrique en supposant le même rendement.

Mes calculs :

STANDARD Exercice 6 — Les deux situations d'induction

Un installateur électrique observe deux montages :

- Montage A : une bobine fixe est entourée d'un champ magnétique qui varie car l'électroaimant qui le produit est alimenté par un courant alternatif.
- Montage B : une bobine mobile tourne entre les pôles d'un aimant permanent fixe.

1. Identifie pour chaque montage la situation d'induction (circuit fixe/champ variable ou circuit mobile/champ constant).
2. Dans les deux cas, y a-t-il une tension induite ? Justifie.
3. Quel montage est utilisé dans un alternateur de véhicule ? Justifie.
4. Quel principe est utilisé dans un transformateur électrique ? Lequel des deux montages correspond ?

Mes calculs :

STANDARD Exercice 7 — Alternateur d'éolienne

Une éolienne produit une tension sinusoïdale de valeur maximale $U_{\max} = 325 \text{ V}$ à une fréquence $f = 50 \text{ Hz}$.

1. Calcule la valeur efficace $U_{\text{eff}} = U_{\max}/\sqrt{2}$.
2. Calcule la période T du signal.
3. La puissance électrique délivrée est $P = 800 \text{ W}$ sous cette tension efficace.
Calcule l'intensité efficace du courant $I = P/U_{\text{eff}}$.
4. Le rendement de l'alternateur est 92 %. Calcule la puissance mécanique nécessaire.

Mes calculs :

STANDARD Exercice 8 — Application de la loi de Lenz

Un technicien fait tourner une spire rectangulaire dans un champ magnétique uniforme $B = 0,2 \text{ T}$. La spire a une surface $S = 50 \text{ cm}^2$.

1. Calcule le flux maximum $\Phi_{\text{max}} = B \times S$ lorsque la spire est perpendiculaire au champ.
2. Le flux est nul lorsque la spire est parallèle au champ. Entre ces deux positions, le flux varie. Y a-t-il induction ? Justifie.
3. D'après Lenz, si le flux augmente dans un sens, le courant induit créera-t-il un champ magnétique dans le même sens ou en sens opposé ?
4. Quel dispositif réel fonctionne selon ce principe ?

Mes calculs :

STANDARD Exercice 9 — Freinage par induction

Un technicien en maintenance utilise le freinage par induction (courants de Foucault) pour ralentir des machines industrielles sans contact mécanique. Quand un disque conducteur tourne dans un champ magnétique, des courants induits apparaissent et créent un couple résistant.

1. Quel phénomène physique est à l'origine des courants de Foucault ?
2. D'après la loi de Lenz, le couple résistant s'oppose-t-il ou favorise-t-il la rotation ?
3. Ce système produit-il de la chaleur ? D'où vient cette énergie ?
4. Cite un avantage du freinage par induction par rapport au freinage mécanique.

Mes calculs :

STANDARD Exercice 10 — Bilan énergétique d'un alternateur

L'alternateur d'une centrale hydraulique reçoit une puissance mécanique de l'eau de 500 kW. Son rendement est 96 %.

1. Calcule la puissance électrique produite.
2. Calcule les pertes (chaleur + frottements).
3. Sur 24 h de fonctionnement, quelle énergie électrique est produite (en kWh) ?
4. Si cette énergie est vendue 0,12 €/kWh, quel est le revenu journalier ?

Mes calculs :

STANDARD Exercice 11 — Transformateur et induction

Un transformateur abaisseur a un primaire de 2 200 spires sous 220 V et un secondaire de 110 spires.

1. Rappelle le phénomène d'induction à l'origine du fonctionnement d'un transformateur.
2. Calcule la tension au secondaire en utilisant : $\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$.
3. Ce transformateur est-il abaisseur ou élévateur ? Justifie.
4. La puissance transmise est 1 kW (rendement = 100 %). Calcule l'intensité au secondaire.

Mes calculs :

STANDARD Exercice 12 — Situations d'induction au quotidien

Un installateur électrique identifie dans son travail plusieurs appareils fonctionnant grâce à l'induction. Pour chacun, identifie la situation d'induction et explique brièvement :

1. La plaque de cuisson à induction (bobine fixe sous la plaque, casserole métallique).
2. Le chargeur à induction pour smartphone.
3. L'alternateur de voiture.

Mes calculs :

APPROFONDISSEMENT Exercice 13 — Alternateur éolien : étude complète

Un technicien en énergies renouvelables analyse une éolienne domestique. Son alternateur a les caractéristiques suivantes :

- Tension à vide à 300 tr/min : $U_0 = 48 \text{ V}$ (valeur efficace)
- Résistance interne du bobinage : $r = 2 \Omega$
- Intensité nominale : $I_n = 8 \text{ A}$

1. Calcule la tension aux bornes de la charge sous courant nominal :

$$U = U_0 - r \times I_n.$$

2. Calcule la puissance utile $P_u = U \times I_n$ et les pertes Joule $P_J = r \times I_n^2$.

3. Calcule le rendement $\eta = P_u / (P_u + P_J)$.

4. La vitesse de rotation double (600 tr/min) : la tension à vide double aussi.

Recalcule les 3 points précédents.

Mes calculs :

APPROFONDISSEMENT Exercice 14 — Loi de Faraday

La tension induite est donnée par la loi de Faraday : $e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ où N est le nombre de spires et $\Delta\Phi/\Delta t$ la vitesse de variation du flux.

Un technicien bobine un capteur avec $N = 500$ spires. Le flux varie de 0 à $\Phi_{\max} = 2 \times 10^{-4}$ Wb en $\Delta t = 5$ ms.

1. Calcule la variation de flux $\Delta\Phi$.
2. Calcule la tension induite $|e|$.
3. Si la variation est 10 fois plus rapide ($\Delta t = 0,5$ ms), calcule la nouvelle tension induite.
4. Que peut-on conclure sur l'influence de la vitesse de variation du flux sur la tension induite ?

Mes calculs :

APPROFONDISSEMENT Exercice 15 — Comparaison de sources d'énergie

Un technicien compare trois sources de production d'électricité, toutes basées sur l'induction :

Source	Puissance mécanique (kW)	Rendement
Éolienne offshore	3 000	92 %
Turbine hydraulique	10 000	95 %
Turbine à vapeur	8 000	88 %

1. Calcule la puissance électrique produite par chaque source.
2. Calcule les pertes pour chaque source.
3. Sur une année (8 760 h), calcule l'énergie électrique produite par la turbine hydraulique en GWh.
4. Explique pourquoi toutes ces sources utilisent le même principe physique (induction) mais ont des rendements différents.

Mes calculs :



Rechercher un chapitre, ur

Devoir Surveillé – Chapitre 1

L'induction électromagnétique | Terminale Bac Pro – Groupement 2

Dernière mise à jour : 11 juin 2026, 17:15

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

 **Durée :** 1 heure  **Calculatrice :** autorisée  **Barème :** 20 points

 **Documents :** non autorisés

APP – S'Approprier

ANA – Analyser

REA – Réaliser

VAL – Valider

COM – Communiquer

Compétences évaluées :

- **S'approprier** — identifier les situations où apparaît une tension induite, nommer les parties d'un alternateur
- **Analyser** — appliquer la loi de Lenz pour prévoir le sens des effets du courant induit
- **Réaliser** — calculer une fréquence et un rendement à l'aide des formules fournies
- **Valider** — juger la cohérence d'un résultat (rendement inférieur à 1)
- **Communiquer** — rédiger une explication scientifique en quelques phrases

Toutes les formules nécessaires sont fournies dans les énoncés.

SOCLE

DS Socle – L'induction électromagnétique

Lis bien chaque question avant de répondre. Les rappels de méthode et les formules sont fournis.

Partie A – Découvrir le phénomène d'induction

6 points

Au laboratoire, on relie une bobine à un voltmètre (aucun générateur dans le circuit), puis on déplace un aimant devant la bobine.

1. **APP** Pour chaque phrase, cocher Vrai ou Faux. (2 pts)

a) Quand l'aimant avance vers la bobine, une tension apparaît. ☐ Vrai ☐ Faux

b) Quand l'aimant est immobile, la tension est nulle. ☐ Vrai ☐ Faux

c) Quand l'aimant recule, le voltmètre dévie dans le même sens que lorsqu'il avance.
☐ Vrai ☐ Faux

d) Il faut un générateur dans le circuit pour observer une tension induite. ☐ Vrai ☐ Faux

2. **APP** Compléter la phrase avec les mots : *variation*, *tension induite*. (2 pts)

Une du champ magnétique à travers un circuit fermé crée une dans ce circuit.

3. **ANA** Cocher les **deux** situations qui produisent une tension induite. (2 pts)

☐ Une bobine immobile dans un champ magnétique constant

☐ Une bobine immobile traversée par un champ magnétique qui varie

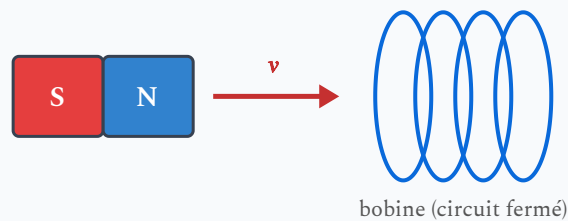
☐ Un cadre conducteur qui tourne dans un champ magnétique constant

☐ Un aimant posé à côté d'une bobine, sans aucun mouvement

Rappel — Loi de Lenz :

le courant induit circule dans un sens tel que ses effets
s'opposent à la cause
qui lui a donné naissance.

On approche le pôle Nord d'un aimant vers une bobine reliée à un circuit fermé, comme sur le schéma ci-dessous.



On approche le pôle Nord de l'aimant vers la bobine.

1. **APP** Pendant le mouvement, le champ magnétique qui traverse la bobine : (1 pt)
☐ augmente ☐ diminue ☐ reste constant
2. **ANA** D'après la loi de Lenz, le champ magnétique créé par le courant induit s'oppose à cette variation. Cocher la bonne réponse. (2 pts)
☐ Le champ induit est dans le même sens que celui de l'aimant.
☐ Le champ induit est en sens inverse de celui de l'aimant.
3. **ANA** En conséquence, la bobine se comporte comme un aimant qui (attire / repousse) l'aimant qu'on approche. Compléter et expliquer en une phrase. (2 pts)

Partie C – L'alternateur d'un groupe électrogène

9 points

Un électricien utilise un groupe électrogène sur un chantier non raccordé au réseau. Le moteur thermique du groupe entraîne un alternateur dont voici les caractéristiques :

Donnée	Valeur
Vitesse de rotation n	3 000 tr/min
Nombre de paires de pôles p	1
Puissance mécanique reçue $P_{\text{méca}}$	8 kW
Puissance électrique fournie $P_{\text{élec}}$	6,8 kW

1. **APP** Relier chaque élément de l'alternateur à sa description. (2 pts)

Rotor	• •	partie fixe qui porte les bobines
Stator	• •	partie tournante qui porte l'aimant

2. **REA** Calculer la fréquence de la tension produite à l'aide de la formule $f = \frac{n \times p}{60}$. Compléter le calcul. (2 pts)

$$f = \frac{n \times p}{60} = \frac{\dots \times \dots}{60} = \dots \text{ Hz}$$

3. **REA** Calculer le rendement de l'alternateur à l'aide de la formule $\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}}$. Compléter le calcul. (2 pts)

$$\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

4. **REA** Calculer la puissance perdue : $P_{\text{pertes}} = P_{\text{méca}} - P_{\text{élec}}$. (1 pt)

5. **VAL** **COM** Le rendement trouvé est-il cohérent ? Justifier en une phrase en utilisant la propriété du cours sur le rendement d'un alternateur. (2 pts)

STANDARD

DS Standard – L'induction électromagnétique

Durée : 1 heure | Calculatrice autorisée | Documents non autorisés | Les formules sont fournies dans les énoncés.

Partie A – Phénomène d'induction et loi de Lenz

6 points

Un technicien de maintenance industrielle vérifie un capteur de proximité inductif sur une ligne de production. Pour comprendre son fonctionnement, il refait l'expérience historique de Faraday : une bobine reliée à un voltmètre, et un aimant que l'on déplace.

1. **APP** Définir le phénomène d'induction électromagnétique. (1 pt)

2. **ANA** Lorsque l'aimant est maintenu immobile devant la bobine, le voltmètre indique 0 V. Expliquer pourquoi. (2 pts)

3. **ANA** On **éloigne** maintenant le pôle Nord de l'aimant de la bobine (circuit fermé). En appliquant la loi de Lenz, indiquer si la bobine attire ou repousse l'aimant. Justifier le raisonnement. (2 pts)

4. **COM** Énoncer la loi de Lenz. (1 pt)

Partie B – L'alternateur d'une éolienne

8 points

Un technicien de maintenance intervient sur une petite éolienne alimentant un bâtiment agricole. La rotation des pales entraîne l'alternateur dont les caractéristiques sont :

Donnée	Valeur
Vitesse de rotation du rotor n	1 500 tr/min
Nombre de paires de pôles p	2
Puissance mécanique reçue $P_{\text{méca}}$	40 kW
Puissance électrique fournie $P_{\text{élec}}$	34 kW

Formules fournies : $f = \frac{n \times p}{60}$; $\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}}$

1. **APP** Nommer la partie de l'alternateur qui tourne et celle qui porte les bobines fixes. (1 pt)

2. **REA** Calculer la fréquence f de la tension produite. (2 pts)

3. **REA** Calculer le rendement η de l'alternateur. Exprimer le résultat en pourcentage. (2 pts)

4. **REA** Calculer la puissance perdue dans l'alternateur. (1 pt)

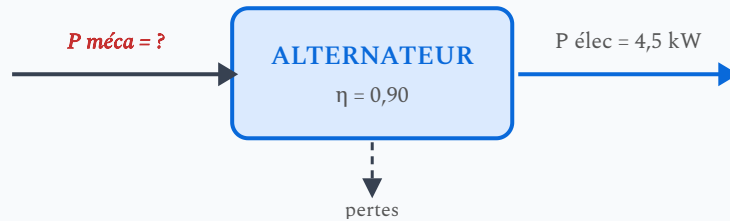
5. **ANA** Citer deux causes de pertes d'énergie dans un alternateur. (2 pts)



Partie C – Dimensionner un groupe électrogène

6 points

Un électricien doit alimenter un poste de travail de chantier qui nécessite une puissance électrique $P_{\text{elec}} = 4,5 \text{ kW}$. Il choisit un groupe électrogène dont l'alternateur a un rendement $\eta = 0,90$.



Bilan de puissance de l'alternateur du groupe électrogène.

Formule fournie : $\eta = \frac{P_{\text{elec}}}{P_{\text{méca}}}$

1. **REA** Calculer la puissance mécanique $P_{\text{méca}}$ que le moteur thermique doit fournir à l'alternateur. (2 pts)

2. **REA** Calculer la puissance perdue dans l'alternateur. (1 pt)

3. **VAL** Vérifier la cohérence du résultat de la question 1 : comparer $P_{\text{méca}}$ et P_{elec} . (1 pt)

4. **COM** Le client demande pourquoi le groupe consomme « plus que les 4,5 kW utilisés ». Rédiger une explication en deux ou trois phrases. (2 pts)

DS Approfondissement – L'induction électromagnétique

Durée : 1 heure | Calculatrice autorisée | Documents non autorisés | Les formules sont fournies en fin d'énoncé de chaque partie.

Partie A – L'aimant freiné dans un tube de cuivre

5 points

En travaux pratiques, on lâche un aimant puissant dans un tube vertical en **cuivre** (matériau conducteur, non magnétique). On observe que l'aimant descend **nettement plus lentement** qu'en chute libre. Lâché dans un tube en **PVC** de mêmes dimensions, le même aimant tombe normalement.

1. **ANA** Expliquer pourquoi l'aimant est freiné dans le tube de cuivre, en utilisant le phénomène d'induction et la loi de Lenz. (2 pts)

2. **ANA** Expliquer pourquoi l'aimant n'est pas freiné dans le tube en PVC. (1 pt)

3. **COM** Un camarade affirme : « Si les courants induits accéléraient l'aimant au lieu de le freiner, on produirait de l'énergie gratuitement. » Rédiger un argument montrant que la loi de Lenz est liée à la conservation de l'énergie. (2 pts)

Partie B – L'alternateur d'une centrale hydroélectrique

8 points

Un électrotechnicien participe à la maintenance d'un alternateur de centrale hydroélectrique. La turbine, entraînée par l'eau, tourne lentement : l'alternateur doit pourtant produire une tension à 50 Hz pour le réseau.

Donnée	Valeur
Fréquence du réseau f	50 Hz
Vitesse de rotation de la turbine n	125 tr/min
Puissance électrique fournie $P_{\text{élec}}$	47,5 MW
Rendement de l'alternateur η	0,95

Formules fournies : $f = \frac{n \times p}{60}$; $\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}}$

1. **APP** Expliquer en une phrase pourquoi la rotation de la turbine produit une tension dans les bobines du stator. (1 pt)

2. **REA** Déterminer le nombre de paires de pôles p que doit posséder le rotor pour produire du 50 Hz à 125 tr/min. (3 pts)

3. **REA** Calculer la puissance mécanique $P_{\text{méca}}$ que la turbine fournit à l'alternateur. (2 pts)

4. **REA** Calculer la puissance perdue dans l'alternateur. (1 pt)

5. **VAL** Le constructeur annonce des pertes « inférieures à 3 MW ». Le résultat de la question 4 est-il compatible avec cette annonce ? (1 pt)

Partie C – L'alternateur d'un véhicule de chantier

7 points

Un technicien de maintenance contrôle l'alternateur d'un véhicule utilitaire de chantier. Cet alternateur recharge la batterie et alimente les équipements électriques du véhicule.

Donnée	Valeur
Vitesse de rotation de l'alternateur n	6 000 tr/min
Nombre de paires de pôles p	6
Puissance mécanique prélevée sur le moteur $P_{\text{méca}}$	3 kW
Rendement de l'alternateur η	0,70
Tension du réseau de bord U	14 V
Calibre du fusible principal	200 A

Formules fournies : $f = \frac{n \times p}{60}$; $\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}}$; $P = U \times I$

1. **REA** Calculer la fréquence f de la tension produite par l'alternateur. (2 pts)

2. **ANA** Cette fréquence est très différente des 50 Hz du réseau domestique. Expliquer, à partir de la formule, pourquoi la fréquence d'un alternateur de véhicule varie pendant la conduite. (1 pt)

3. **REA** Calculer la puissance électrique $P_{\text{élec}}$ fournie par l'alternateur. (2 pts)

4. **REA** En déduire l'intensité I du courant débité sous 14 V. (1 pt)

5. **VAL** Le fusible principal de 200 A est-il correctement dimensionné pour ce courant ?
Justifier. (1 pt)



Rechercher un chapitre, ur