





## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

### L'électricité en histoire et en question

Sur 10 points

#### Partie A – La bataille des courants (1884-96)

##### Document 1 – Alternatif et continu, deux courants ennemis

New York est une ville pionnière en matière d'électrification. Le premier réseau urbain d'alimentation électrique en courant continu y est installé en 1882 par Thomas Edison, le père de l'ampoule à incandescence. Cependant ce réseau subit de nombreuses pannes en raison de la forte intensité du courant qui circule dans ses câbles électriques[...], ce qui requiert des câbles volumineux qui surchauffent ou tombent sous l'effet de leur propre poids.

En 1884, Edison embauche un jeune ingénieur Serbe, Nikola Tesla, pour résoudre ce problème. Ce dernier propose rapidement le recours à l'alternatif, un courant électrique qui varie à intervalles réguliers car d'autres ingénieurs viennent d'inventer un transformateur qui fonctionne avec ce type de courant et qui permet d'élever la tension électrique, du coup en gardant un courant de faible intensité dans les réseaux de distribution.

Edison fait la sourde oreille. Six mois plus tard, Tesla claqué la porte et rencontre l'industriel Georges Westinghouse, concurrent d'Edison, avec lequel il met au point la première distribution commerciale de courant alternatif en mars 1886.

De cette époque va naître une guerre commerciale entre Edison et Tesla pour imposer un mode de distribution électrique que l'on appellera la guerre des courants. [...]

Cette controverse technologique se terminera finalement par la victoire du courant alternatif suite à l'obtention du contrat d'électrification de la ville de Buffalo, à 40 km des chutes du Niagara, en 1896 par la compagnie de Tesla et de Westinghouse.

Source : D'après Marie-Christine de La Souchère, *La Recherche*, 2018.

- 1- Expliquer ce que l'on entend par la guerre des courants et identifier les principaux protagonistes de cet affrontement.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



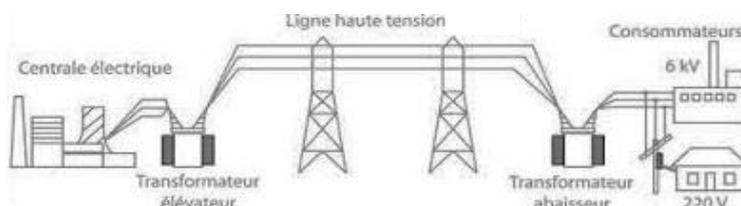
1.1

- 2- Décrire les problèmes techniques que rencontrait le réseau électrique en courant continu installé par Edison à New York en 1882.
- 3- Présenter la solution proposée par Nikola Tesla pour résoudre les problèmes liés au courant continu.

### Partie B – Le réseau de transport de l'électricité

Une entreprise de distribution d'électricité transporte de l'électricité depuis une centrale électrique située à 150 km d'une grande ville. Le transport d'énergie sous forme électrique emprunte un réseau de lignes aériennes que l'on peut comparer au réseau routier. Pour minimiser les pertes d'énergie, ce transport s'effectue via une ligne à haute tension.

#### Document 2 – Données sur le transport de l'énergie électrique



Puissance électrique produite par la centrale et transportée vers les consommateurs :  $P_0 = 600 \text{ MW}$

Tension électrique appliquée à la ligne à haute tension :  $U = 250 \text{ kV}$

Résistance de la ligne à haute tension :  $R = 30 \Omega$

Puissance dissipée par effet Joule le long de la ligne :  $P_J = R \times I^2$  où  $I$  est l'intensité du courant électrique circulant dans la ligne électrique

Rappel :  $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$

$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$

Source : d'après contribution à l'étude des systèmes PV/Stockage distribués : impact de leur intégration à un réseau fragile, Xuan Linh Dang, 2014 (<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:170339454>)

- 4- En utilisant les données du document 2 et la formule littérale reliant la puissance à l'intensité et à la tension électrique :  $P = U \times I$ , montrer que la valeur de l'intensité  $I$  du courant électrique circulant le long de la ligne à haute tension est de 2 400 A.



- 5- À l'aide du document 2, déterminer comment varie la puissance dissipée par effet Joule si l'intensité du courant électrique est divisée par deux. Écrire sur votre copie le numéro de la proposition correcte.

$P_1$ : elle ne varie pas	$P_2$ : elle est divisée par 2	$P_3$ : elle est divisée par 4	$P_4$ : elle est multipliée par 4
---------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

- 6- Calculer la valeur de la puissance dissipée par effet Joule  $P_J$  le long de la ligne à haute tension.
- 7- À puissance transportée fixée, expliquer pourquoi l'utilisation de la haute tension dans les lignes électriques limite les pertes par effet Joule.

### Partie C – La régulation du réseau du transport d'électricité en Europe

- 8- Justifier en une phrase la cohérence entre le document 4 page suivante et la première phrase du document 3 suivant : « *Le réseau électrique européen est alimenté par du courant alternatif dont la fréquence est d'environ 50 Hz* ».
- 9- Indiquer à quelle heure on observe la fréquence la plus basse. Proposer une explication à cette observation.
- 10- Repérer l'intervalle où la fréquence dépasse 50 Hz. Conclure sur l'équilibre entre production et consommation électrique durant ces heures.

#### Document 3 – Le réseau électrique européen

Le réseau électrique européen est alimenté par du courant alternatif dont la fréquence est d'environ 50 Hz. La fréquence du réseau électrique est un indicateur clé de l'équilibre entre la production et la consommation d'électricité. En France, RTE (Réseau de Transport d'Électricité) s'efforce de maintenir cette fréquence à 50 Hz.

À chaque instant, la puissance produite par les centrales électriques doit être égale à la puissance prélevée sur le réseau par les consommateurs.

Si la demande d'électricité augmente au-delà de la puissance fournie par les générateurs, le déficit de puissance est alors pris sur l'énergie de rotation des générateurs. Ils ralentissent donc, ce qui signifie que la fréquence du réseau diminue.

Source : d'après <https://www.mainsfrequency.com>





## Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

### La forme de la Terre à l'Antiquité

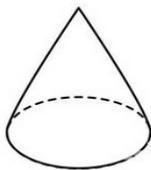
Sur 10 points

Dès l'Antiquité, les Grecs savaient que la Terre était sphérique. Ils ont même mesuré sa circonférence. Cet exercice étudie deux approches historiques liées à la connaissance de la forme de la Terre.

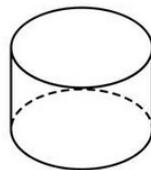
#### Partie A – La Terre est ronde

Le document 1 page suivante présente un texte d'après Aristote, philosophe et savant grec (384-322 av. J.-C.), dont la pensée a longtemps influencé les sciences.

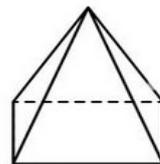
- 1- Extraire du texte (document 1) deux observations qui permettent à Aristote d'affirmer que la Terre est ronde.
- 2- Donner deux autres arguments qui permettent aujourd'hui de dire que la Terre n'est pas plate.
- 3- Parmi les objets ci-dessous, citer ceux qui peuvent, sous au moins une exposition donnée, projeter une ombre portée circulaire.



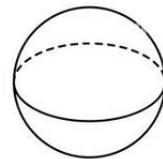
Cône



Cylindre



Pyramide



Sphère

- 4- En déduire laquelle des observations d'Aristote (document 1) permet de prouver que la Terre est sphérique. Justifier.

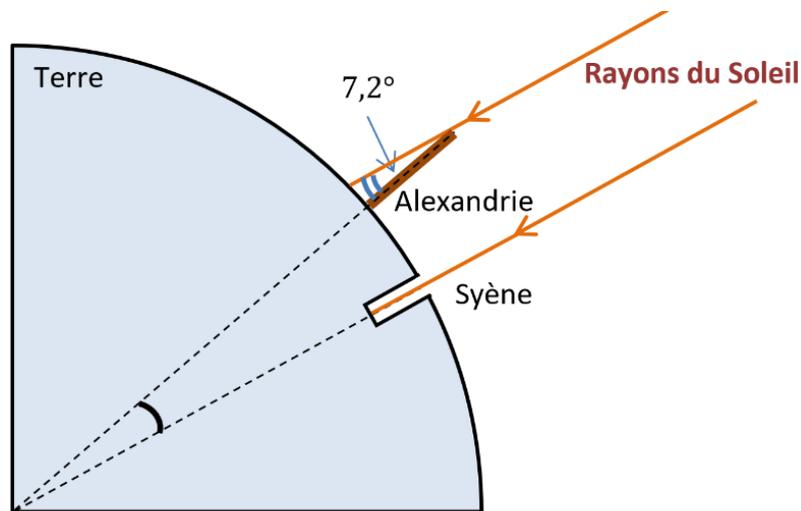




## Partie B – Mesure de la circonférence de la Terre

### Document 2 – La méthode d'Ératosthène

Ératosthène (276 à 194 av JC) est célèbre pour sa méthode de mesure de la circonférence de la Terre. Il était connu qu'à Syène (Assouan aujourd'hui), le 21 juin à midi, on pouvait voir l'image du Soleil se refléter au fond d'un puits. Cela signifie que le Soleil est exactement à la verticale du puits le jour du solstice d'été, c'est-à-dire que Syène est sur le tropique du Cancer. Mais le même jour, à la même heure, dans la ville d'Alexandrie située plus au Nord on constate que les rayons du soleil n'atteignent pas le fond des puits. On mesure que les rayons du Soleil font, avec la verticale, un angle de  $7,2^\circ$ . Eratosthène en déduit que l'écart angulaire entre Syène et Alexandrie est lui aussi de  $7,2^\circ$  (comme noté dans le schéma ci-dessous).



La démarche d'Ératosthène s'appuie sur plusieurs hypothèses :

- la Terre est sphérique,
- Syène est sur le tropique du Cancer,
- Syène et Alexandrie sont sur le même méridien,
- les rayons du Soleil arrivant sur la Terre sont parallèles entre eux.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Pour calculer la circonférence de la terre, Ératosthène utilise les données suivantes :

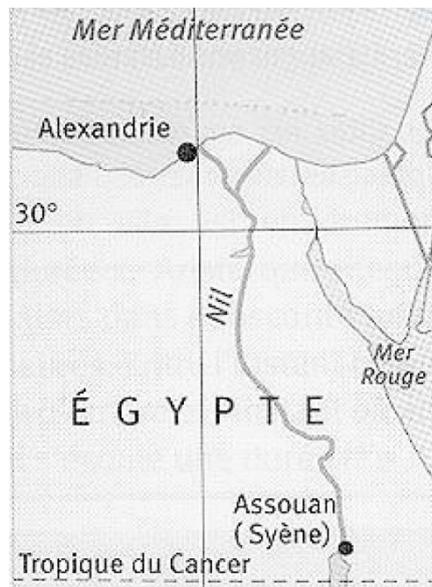
- il faut 50 jours à une caravane de chameaux pour relier Syène et Alexandrie.
- Chaque jour, cette caravane parcourt une distance de 100 stades.
- Le stade est une ancienne unité de longueur valant environ 157 m.
- Un angle de  $7,2^\circ$  correspond à un cinquantième de tour.

5- Déterminer la distance, en kilomètres, entre Syène et Alexandrie.

6- Refaire les calculs d'Ératosthène afin de déterminer la circonférence de la Terre.

La véritable valeur de la circonférence de la Terre est légèrement différente de celle mesurée par Ératosthène. Cet écart peut s'expliquer par certaines imprécisions dans les hypothèses qu'il a formulées.

### Document 3 – Carte actuelle de l'Égypte



7- À l'aide de la carte du document 3, citer deux hypothèses d'Ératosthène qui peuvent être remises en question. Justifier.



### Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Son, musique et audition »

#### Prévenir et traiter la perte auditive

Sur 10 points

« L’OMS estime que d’ici 2050, près de 2,5 milliards de personnes vivront avec un certain degré de perte auditive, dont au moins 700 millions auront besoin de services de réadaptation. L’inaction sera coûteuse en termes de santé et de bien-être des personnes touchées, outre les pertes financières découlant de leur exclusion de la communication, de l’éducation et de l’emploi. [...] investir des efforts et des ressources pour prévenir et traiter la perte auditive est justifié. »

Extrait du Rapport mondial sur l’audition de l’OMS, 2021

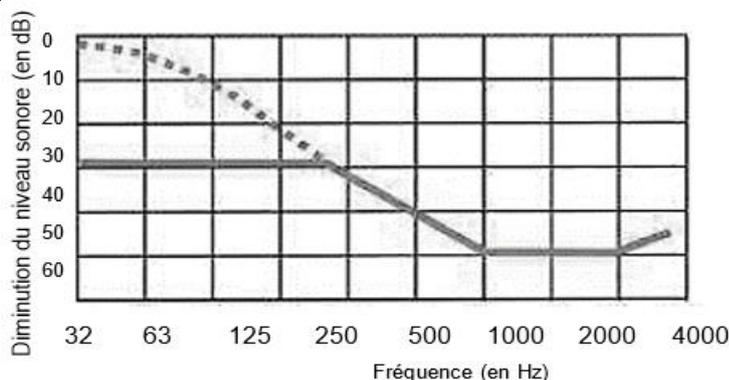
On cherche à comprendre comment les progrès de la science permettent de protéger l’audition, de la maintenir voire de la restaurer.

#### Document 1 – Des bouchons d’oreilles pour protéger l’audition

Le niveau d’intensité sonore  $L$  s’exprime en décibel et se calcule par la relation :  $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$  avec  $L$  le niveau d’intensité sonore (en dB),  $I$  l’intensité sonore (en  $W.m^{-2}$ ) et  $I_0$  l’intensité sonore minimale  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} W.m^{-2}$ .

L’audition est protégée pour des intensités sonores inférieures ou égales à 85 dB. Au-delà de 85 décibels, il est recommandé d’utiliser des bouchons d’oreilles.

Le graphique ci-après montre l’effet du port de bouchons d’oreilles.



Pointillés : bouchons d’oreilles mal insérés  
Trait continu : bouchons d’oreilles bien insérés

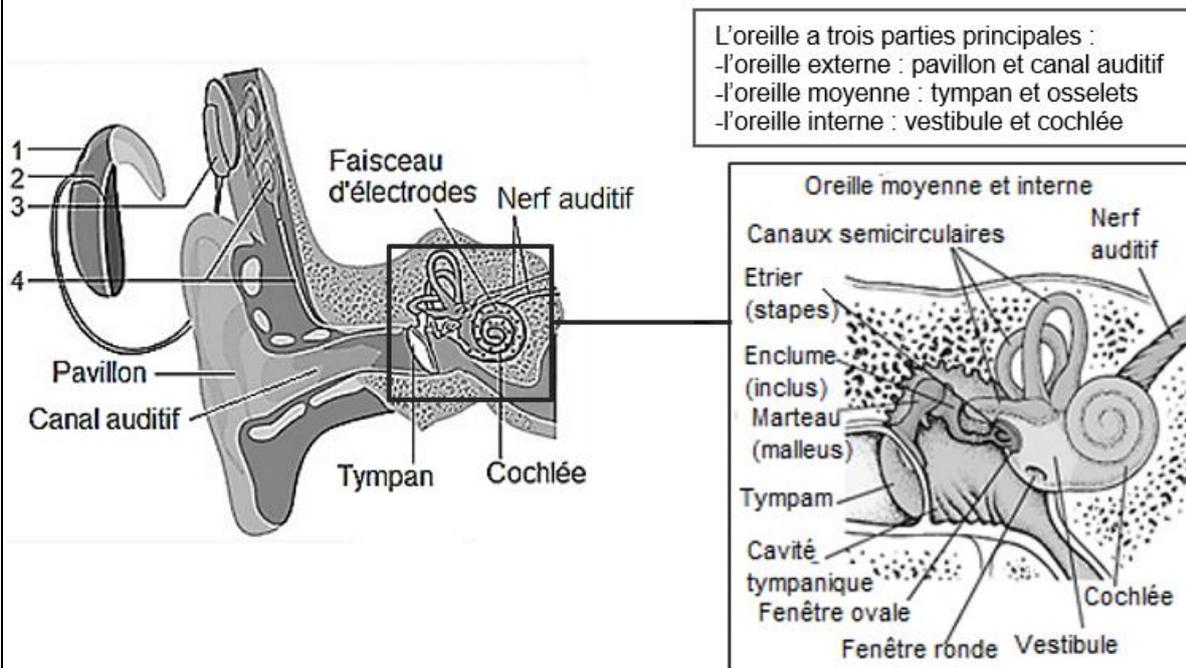
Source : d’après <https://bruit.fr>





### Document 3 – Anatomie de l'oreille et détail du fonctionnement de l'implant cochléaire

L'implant cochléaire est une aide auditive interne et externe. L'élément interne est constitué d'un stimulateur électronique et d'un faisceau d'électrodes. Le stimulateur est placé sous la peau et le faisceau est inséré dans la cochlée au cours d'une intervention chirurgicale.



La partie externe est composée d'un microphone, d'un processeur vocal et d'une antenne. Cette partie est posée sur l'oreille et le cuir chevelu.

1. Les sons sont captés par un microphone et transmis au processeur vocal.
2. Le processeur vocal convertit les sons en un code.
3. L'antenne envoie le code au récepteur sous forme d'ondes radioélectriques.
4. Le récepteur décode les ondes reçues et envoie des impulsions électriques au faisceau d'électrodes implanté dans la cochlée.
5. Les électrodes stimulent directement le nerf auditif.

Source : d'après [www.msmanuals.com](http://www.msmanuals.com) et [www.curic.ch](http://www.curic.ch)

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



1.1

## Partie 1 – Protéger son audition

- 1- Sachant qu'un spectateur situé à 5 m de la piste est soumis à un niveau d'intensité sonore  $L = 120$  dB, indiquer, parmi les propositions suivantes, à quelle distance doit se trouver le spectateur pour n'être soumis qu'à une intensité sonore  $L' = 105$  dB. Justifier (on n'attend aucun calcul).

Proposition 1 : à 1 m

Proposition 2 : à 30 m

Proposition 3 : la distance n'a pas d'importance

- 2- Les organisateurs de la compétition recommandent aux spectateurs de ne pas se tenir trop près des pistes, de porter des bouchons d'oreilles bien insérés et de faire des pauses auditives régulières. Justifier ces différents conseils.

## Partie 2 – Restaurer l'audition

- 3- Les aides auditives évoquées dans le document 2 permettent de corriger le dysfonctionnement d'une partie de l'oreille (externe, moyenne ou interne). Nommer en justifiant la partie dysfonctionnelle de l'oreille concernée par chacune des aides auditives.
- 4- À partir des connaissances et des documents, expliquer comment l'évolution de la connaissance de l'audition a permis de mettre au point l'implant cochléaire.