



Exercice 1 : Transporter de l'énergie coûte de l'énergie !

Sur 10 points

Lors du transport de l'énergie électrique, la préoccupation première est de maximiser la quantité d'énergie transportée en minimisant les pertes.

L'exercice comporte deux parties indépendantes qui s'intéressent à l'optimisation du transport de l'énergie électrique.

Document 1 *Électricité : à combien s'élèvent les pertes en ligne en France ?*

L'énergie électrique ne peut être acheminée jusqu'au consommateur final sans pertes. L'essentiel de ces pertes est lié à la circulation du courant électrique dans les matériaux conducteurs qui lui opposent une résistance : cela provoque une perte d'énergie qui se traduit par un dégagement de chaleur.

A puissance délivrée égale, plus la tension est élevée et l'intensité réduite, plus les pertes en lignes sont faibles. Le courant circule donc sur les lignes électriques à haute et très haute tension sur le réseau de transport d'électricité français (63 000 à 400 000 volts). Sur les réseaux de distribution, la tension est réduite et les pertes sont donc plus importantes. Sur ces différents réseaux, le courant alternatif est utilisé en partie pour cette raison : il permet d'élever les tensions, de réduire les intensités donc de limiter les pertes.

Sur le réseau de transport d'électricité, le gestionnaire RTE déclare un taux de pertes compris entre 2% et 2,2% depuis 2007. Sur les réseaux de distribution, le gestionnaire ERDF annonce que les pertes s'élèvent au total à près de 6 % de l'énergie acheminée (20 TWh/an).

En incluant l'autoconsommation des postes de transformation et les pertes dites « non techniques » (fraudes, erreurs humaines, etc.), les pertes d'électricité en France entre le lieu de production et de consommation avoisinent 10% en moyenne.

D'après <https://www.connaissancedesenergies.org/>

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

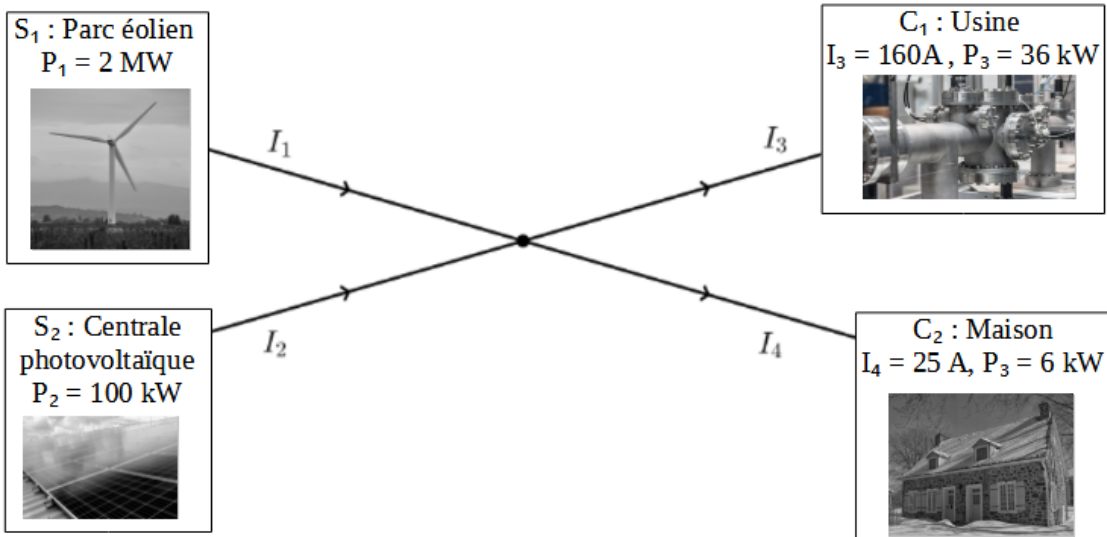


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

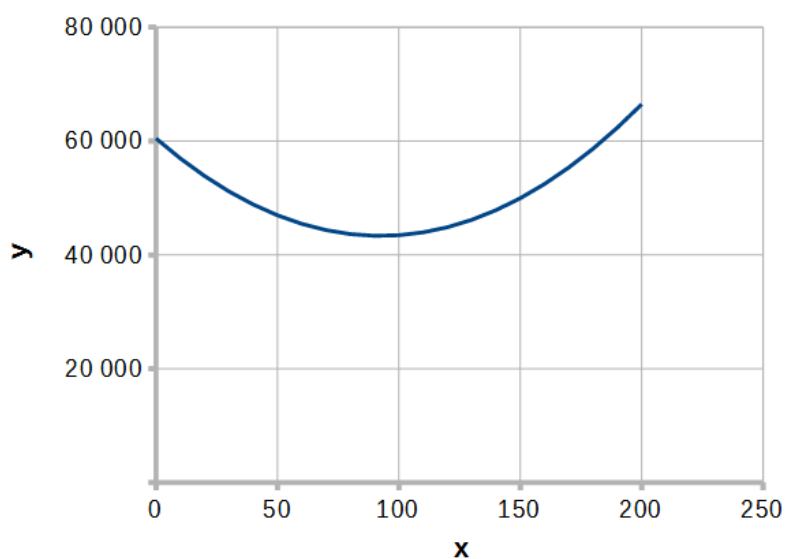
1.1

Document 2 Modélisation simple d'un réseau de distribution électrique par un graphe orienté



Document 3

Représentation graphique de la courbe d'équation $y = 2x^2 - 370x + 60\,450$





PARTIE A : Transport de l'énergie électrique

La puissance P perdue par ce phénomène dans un conducteur ohmique de résistance R parcouru par un courant d'intensité I est donnée par la relation :

$$P = R \times I^2.$$

La résistance R d'un fil conducteur est donnée par la formule :

$$R = \rho \times \frac{L}{S}.$$

avec ρ la résistivité du conducteur en $\Omega \cdot \text{m}$, L la longueur du fil en m et S sa section en m^2 .

1. Plus la longueur du câble est grande, plus sa résistance est importante. En vous appuyant sur l'expression de la résistance, proposer deux façons de diminuer la résistance des lignes qui transportent l'énergie électrique.

Diminuer la résistance n'est pas la seule réponse à apporter pour diminuer les pertes. On peut également agir sur l'intensité.

2. Indiquer par combien sont divisées les pertes si on divise l'intensité par deux.

3. Expliquer l'intérêt des lignes à haute tension.

4. Expliquer pourquoi les deux réseaux transportant de l'énergie électrique en France mentionnés dans le document 1 n'annoncent pas les mêmes pourcentages d'énergie perdue.


PARTIE B : Modélisation d'un réseau

Considérons un réseau simple représenté de façon symbolique dans le document 2.

Deux sources S_1 et S_2 produisent du courant, que l'on supposera continu, d'intensités respectives I_1 et I_2 . Le courant doit être acheminé vers deux cibles C_1 et C_2 qui attendent des intensités fixées valant respectivement I_3 et I_4 . On note R_1 , R_2 , R_3 et R_4 les résistances respectives des câbles de transport des lignes 1 à 4.

Le réseau présente un unique nœud.

5. Donner l'expression de la puissance P_{JT} totale dissipée par effet Joule en fonction des intensités et résistances.

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 : / /
 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

6. En utilisant la loi des nœuds, supposée valable, montrer que, si les intensités sont exprimées en ampères, on a $I_2 = 185 - I_1$.

7. On admet que les valeurs des résistances des câbles de transport sont toutes identiques et égales à R . Montrer que l'expression de la puissance P_{JT} (en W) en fonction de I_1 (en A) est :

$$P_{JT} = R(2I_1^2 - 370I_1 + 60450).$$



8. Par lecture graphique, estimer la valeur de l'intensité I_1 qui permet de minimiser l'énergie dissipée lors de l'acheminement de l'énergie.

Fin de l'exercice.

Exercice 2 : Photosynthèse et transition écologique

Sur 10 points

Les panneaux solaires photovoltaïques convertissent directement l'énergie radiative du soleil en électricité. Il en existe différents types. Dans le cadre de la transition énergétique actuelle, les chercheurs continuent à explorer différentes pistes d'évolution des techniques afin de les rendre plus efficaces et/ou plus respectueuses de l'environnement.

Document 1 : les panneaux voltaïques monocristallins

Un panneau photovoltaïque est constitué de divers matériaux dont l'extraction n'est pas neutre du point de vue environnemental et social. La production de panneaux solaires, fortement encouragée par les subventions d'Etat, a explosé ces dernières années.

La très grande majorité des panneaux solaires est constituée de silicium cristallin, élément que l'on extrait du sable ou du quartz. Ces panneaux monocristallins sont ceux qui présentent les taux de rentabilité les plus élevés. Leur fabrication étant complexe, ils coûtent cher.

En Chine, des scandales de rejets massifs dans l'atmosphère de poudre de silicium (matière première de la cellule photovoltaïque, disponible en abondance), et de pollution causée par les opérations de raffinage du silicium ont été dénoncés et documentés au cours des dix dernières années.



Aujourd'hui, au terme de leur durée de vie optimale (estimée à environ 25 ans) les panneaux photovoltaïques, qu'ils aient été construits en Chine ou en Europe, sont recyclables entre 95 et 99 % pour la plupart des constructeurs.

D'après les sites Greenpeace.fr et engie.fr

Document 2 : des cellules photovoltaïques biologiques

La photosynthèse est une réaction biochimique produisant de l'énergie chimique à partir de la lumière solaire. Cette conversion repose sur des complexes moléculaires appelés photosystèmes. Ces derniers sont composés de protéines et d'un pigment appelé chlorophylle. En réaction à l'absorption de photons, les photosystèmes éjectent des électrons. Voilà de l'électricité...

Andreas Mershin du *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), en collaboration avec ses partenaires, est parvenu à créer une cellule photovoltaïque biologique. À partir d'algues vertes, ils ont d'abord extrait des photosystèmes. Après quelques modifications, ils sont ensuite parvenus à les associer à un semi-conducteur. Les électrons éjectés par les complexes moléculaires en présence de lumière sont ainsi utilisés pour la production de courant électrique.

Ce procédé utilise des matériaux biologiques renouvelables sans nécessiter de composés chimiques toxiques ni une fabrication coûteuse en énergie.

La fabrication de panneaux solaires biologiques serait également bon marché et facile à mettre en place dans de nombreux laboratoires.

Pour de tels panneaux solaires, l'énergie électrique annuelle produite par unité de surface atteint actuellement 81×10^{-6} Wh /cm² (Watts heure par centimètre carré).

Cette valeur est bien en-deçà des 106×10^{-4} kWh /cm² développés en moyenne par des cellules photovoltaïques en silicium monocristallin en condition standard.

D'après SCIENTIFIC REPORTS du 2 février 2012

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 : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Document 3 : quelques valeurs

	Consommation annuelle moyenne	Surface moyenne de toiture
Maison basse consommation de 100 m ²	5000 kWh	120 m ²

	Consommation annuelle moyenne	Superficie
Ville de Paris	31500 × 10 ⁹ Wh	105,4 km ²

	Superficie
France métropolitaine (Source INSEE, 2016)	543 965 km ²

1- À partir des éléments donnés dans les documents 1 et 2, présenter les avantages et les limites des panneaux photovoltaïques biologiques et des panneaux photovoltaïques monocristallins.

2- En vous basant sur les données chiffrées mentionnées dans les documents 2 et 3,

- a- Montrer que la surface de panneaux monocristallins nécessaire pour couvrir les besoins d'une maison basse consommation de 100 m² est environ 47 m².
- b- Calculer la surface de panneaux monocristallins qui serait nécessaire pour couvrir les besoins de la ville de Paris.
- c- Réaliser ensuite, pour une maison de 100 m² et pour la ville de Paris, les mêmes calculs dans le cadre d'une installation photovoltaïque biologique.

3- En vous appuyant sur l'ensemble de vos résultats, montrer que, malgré leurs avantages, les panneaux solaires biologiques ne seraient pas une alternative pertinente à explorer par les chercheurs au regard des éléments donnés dans les documents.

Fin de l'exercice