

Partie II. - Épreuve de Physique-Chimie et S.V.T. (et Technologie)

L'étude d'une énergie renouvelable, l'énergie éolienne

L'énergie éolienne est une énergie renouvelable qui utilise la force du vent pour produire de l'électricité. Son nom vient du dieu de l'antiquité grecque Éole, le maître et le régisseur des vents.

Partie II.1. - Épreuve de Sciences de la vie et de la Terre

(30 min – 25 points)

Les candidats doivent composer, pour cette partie II.1. « Sciences de la vie et de la Terre », sur une copie distincte.

1- L'utilisation de l'énergie éolienne pour le transport ferroviaire en Hollande

Document 1 : Article du site futura-sciences.com :

Énergies renouvelables : en Hollande, l'éolien fera rouler les trains

Par Nathalie Mayer, Futura

Publié le 21/01/2017

La transition énergétique, certains en parlent, d'autres la mènent. Parfois tambour battant, comme la compagnie nationale des chemins de fer hollandais. Moins de deux ans après avoir pris l'engagement de passer au tout renouvelable, le réseau ferroviaire est aujourd'hui alimenté exclusivement par une électricité d'origine éolienne.

La compagnie nationale des chemins de fer hollandais (NS) et son partenaire Eneco l'avaient annoncé il y a un peu plus d'un an et demi. Depuis le 1^{er} janvier dernier, c'est une réalité : 100 % des trains circulant aux Pays-Bas sont alimentés par une source renouvelable, l'électricité éolienne. « Une première mondiale », affirme le porte-parole de NS.

Rappelons qu'en juin 2015, le tribunal de La Haye avait condamné les Pays-Bas à réduire d'au moins 25 % leurs émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020, par rapport à 1990. L'une des idées soumises par le gouvernement néerlandais : opérer rapidement la transition énergétique du réseau ferré. Car dans le pays, 20 % des émissions de CO₂ sont imputables à la mobilité.

Faire bon usage de l'énergie éolienne

Chaque jour, NS transporte de l'ordre de 600 000 voyageurs à travers les Pays-Bas. Des voyages en train qui consomment quelque 1,4 TWh d'électricité par an. Leur électricité provient désormais de fermes éoliennes situées pour une moitié aux Pays-Bas et pour l'autre moitié en Belgique et même en Scandinavie. L'objectif de cette diversification géographique est double :

- éviter une flambée des tarifs pour les autres usages de l'énergie éolienne dans le pays, par manque de disponibilité,
- garantir la continuité de la ressource au fil du temps.

NS et Eneco estiment qu'une éolienne qui fonctionne durant une heure peut produire suffisamment d'énergie pour permettre à un train de rouler sur 200 kilomètres. Et les partenaires du projet espèrent par ailleurs réussir à réduire, d'ici 2020, la quantité d'énergie consommée par voyageur de 35 % par rapport aux chiffres affichés en 2005.

<http://www.futura-sciences.com/planete/actualites/energie-renouvelable-energies-renouvelables-hollande-eolien-fera-rouler-trains-65892/>

Document 2 :

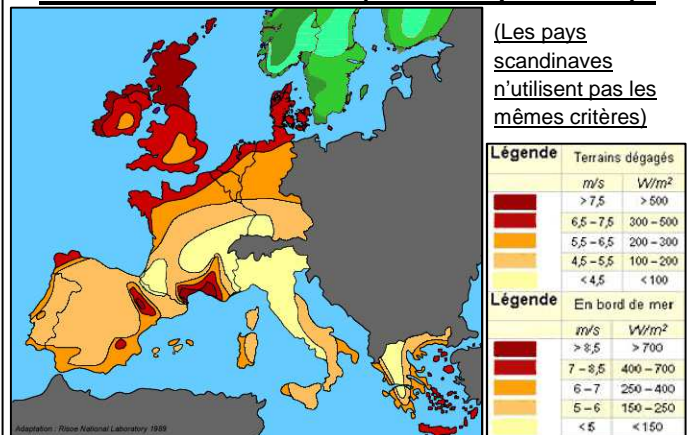
Image extraite du journal télévisé de TF1 du 13 février 2017 :



<http://www.lci.fr/international/aux-pays-bas-les-trains-carburent-a-l-energie-eolienne-2025898.html>

Document 3 :

Carte des ressources éoliennes à 50m au dessus d'un terrain (vitesse et puissance) :



<http://geoconfluences.ens-lyon.fr/geoconfluences/doc/brevets/2004/images/EoleEurope.gif>

Question 1 : À l'aide de l'exploitation des documents 1 à 3 et de vos connaissances, expliquez l'intérêt de l'utilisation de l'énergie éolienne pour alimenter les trains en Hollande. Pour cela, expliquez pourquoi cette énergie est considérée comme renouvelable et quels sont ses avantages et ses inconvénients.

2- Les autres sources d'énergies utilisées pour le transport ferroviaire en France et leur impact environnemental

Le transport ferroviaire français a principalement connu deux types de sources d'énergie :

- De 1837 à 1975, les locomotives sont propulsées par l'énergie de la vapeur d'eau produite grâce au chauffage d'une réserve d'eau par la combustion de charbon.
- À partir de 1900, le réseau des chemins de fer français s'électrifie, les locomotives électriques étant plus puissantes au démarrage et plus faciles à conduire, notamment pour la maîtrise de la vitesse.

Document 4 :

Photographie d'une locomotive à vapeur :



<http://ajecta.i.a.f.unblog.fr/files/2010/03/essais128508.jpg>

Document 5 :

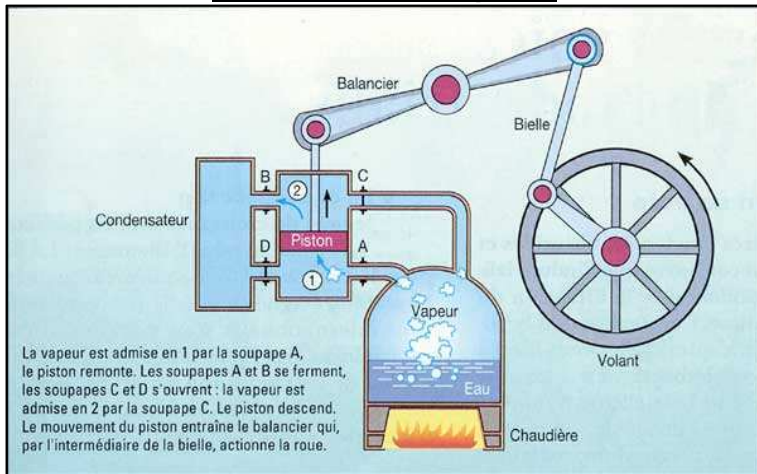
Photographie d'une locomotive électrique :



https://www.lyonmag.com/medias/images/thumb/460x345_tgv_gris.jpg

Document 6 :

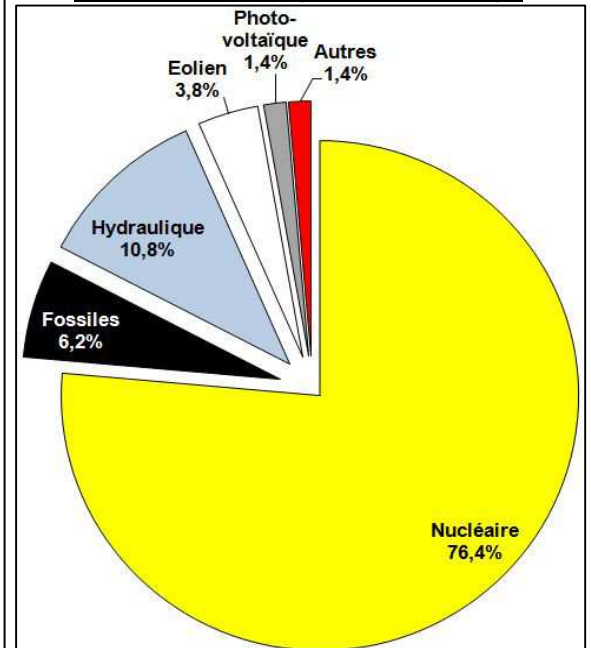
Schéma de fonctionnement d'une chaudière de locomotive à vapeur :



http://195.220.181.27/CyclePreparatoireDAEU/fr/hi56/lecon01/i/mq/cnt_hi5601_dos02_01.jpg

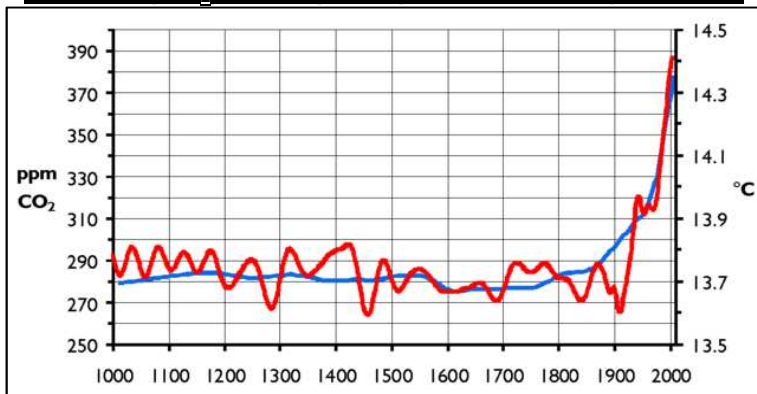
Document 7 :

Diagramme de la production d'électricité en France 2015 (Données RTE) :



Document 8 :

Graphique de l'évolution du taux de dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique et de la température :



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/90/CO2-Temp.png/640px-CO2-Temp.png>

À l'aide de l'exploitation des documents 4 à 8 et de vos connaissances :

Question 2 : Expliquez les conséquences négatives pour l'environnement de l'utilisation du charbon comme source d'énergie des locomotives à vapeur.

Question 3 : Expliquez les avantages et les inconvénients de l'utilisation de l'électricité comme source d'énergie des locomotives électriques.

Les candidats doivent composer, pour cette partie II.2. « Physique-Chimie », sur une copie distincte.

1- Des éoliennes en mer :

Document 1 : L'éolien marin :

L'éolien marin ou maritime désigne des installations d'éoliennes en mer raccordées au réseau terrestre par un câble sous-marin. C'est l'une des voies de développement de l'éolien, car elle supprime en grande partie les problèmes esthétiques et de voisinage. D'autre part, le vent est beaucoup plus fort et constant qu'à terre. L'inconvénient majeur est que la protection contre la corrosion, due à l'humidité et à la salinité, doit être renforcée. <http://eolienne.f4jr.org>



Document 2 : Comparaison de matériaux :

Matériaux composites	Bois	Fer	Aluminium
Léger	Léger (selon l'essence)	Lourd	Léger si utilisé sous forme de tôles fines
Imputrescible	Résistance à l'humidité limitée	Très sensible à l'humidité (rouille facilement)	Imputrescible
Bonne longévité	Longévité moyenne	Longévité moyenne	Bonne longévité
Prix élevé	Prix peu élevé	Prix peu élevé	Prix élevé
Difficilement recyclable	Recyclable	Recyclable	Recyclable

Question 1 : Le document 1 présente deux arguments en faveur de l'éolien marin, l'un est de nature scientifique, l'autre est de nature non scientifique. Relever ces deux arguments et les écrire dans un tableau.

Question 2 : En utilisant les documents 1 et 2, indiquer les matériaux qui ne peuvent pas être utilisés dans la composition des pales de l'éolienne. Justifier votre choix.

Question 3 : En utilisant les documents 1 et 2, indiquer le matériau qui est le plus approprié pour entrer dans la constitution d'une éolienne marine. Justifier votre choix.

Question 4 : Comme tous les métaux, l'aluminium et le fer sont des conducteurs du courant électrique. À l'échelle microscopique, indiquer le nom des particules qui permettent la conduction du courant dans un métal.

Question 5 : L'eau de mer contient plusieurs espèces chimiques sous forme ionique. Grâce à un test simple, on peut mettre en évidence l'un des ions contenu dans l'eau de mer :

Dans un tube à essai contenant de l'eau de mer incolore, on ajoute quelques gouttes d'une solution aqueuse de nitrate d'argent. On observe l'apparition d'un précipité blanc qui noircit à la lumière.

Question 5.1 : Schématiser le test réalisé.

Question 5.2 : Citer l'ion mis en évidence grâce à ce test et préciser sa formule chimique.

Question 5.3 : Une élève se demande si la corrosion provoquée par l'eau de mer est due à l'acidité de l'eau de mer ou à une autre cause. Elle dépose une goutte de mer, incolore, sur un morceau de papier pH. Celui-ci prend une teinte verte.

Répondre à la question que se pose cette élève en justifiant votre réponse.

Document 3 : échelle de teinte du papier pH :

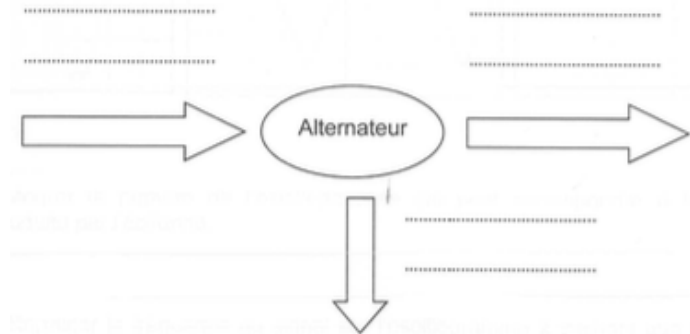
pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
Couleur observée	Rouge	Rouge clair	Orange	Orange clair	Jaune foncé	Jaune	Vert clair	Vert	Vert foncé	Bleu	Bleu foncé	Violet	Violet foncé

2- Production électrique de l'éolienne :

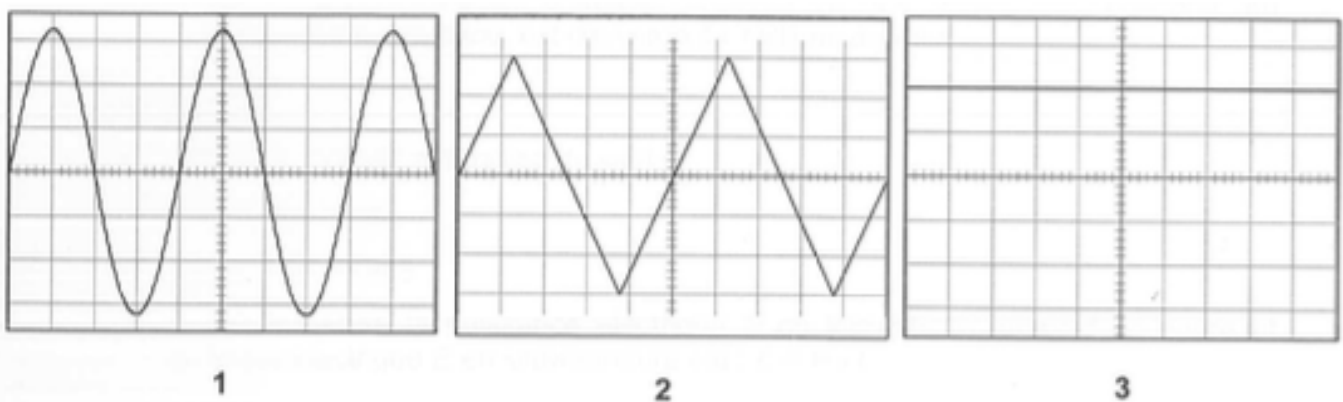
L'hélice de l'éolienne entraîne un axe relié à un alternateur.

Question 1 : Reproduire et compléter le diagramme ci dessous, traduisant la conversion d'énergie qui a lieu à l'aide des termes suivants : *énergie thermique (pertes)* ; *énergie mécanique* ; *énergie électrique*.

Question 2 : L'éolienne produit une tension électrique alternative sinusoïdale.



On propose les trois oscillogrammes suivants :



Question 2.1 : Quel est le numéro de l'oscillogramme qui peut correspondre à la tension produite par l'éolienne.

Question 2.2 : Déterminer la fréquence du signal sur l'oscillogramme 2 sachant que la vitesse de balayage est de 2 ms/div.

Question 2.3 : Déterminer la valeur de la tension dans le cas de l'oscillogramme 3 sachant que la sensibilité verticale est de 100 V/div.

Question 3 : On se propose de calculer la quantité d'énergie que peut produire une éolienne en une année.

Question 3.1 : L'éolienne décrite dans le **document 1** a une puissance de **5 MW** (mégawatts). Montrer que la quantité d'énergie produite en une année par éolienne, en fonctionnement continu, est d'environ 44 millions de kWh.

Question 3.2 : En réalité, la quantité d'énergie produite n'est que de 15 millions de kWh. Proposer une explication à cette différence entre l'énergie réellement produite et le calcul théorique de la question 3.1.

Question 3.3 : Calculer le rendement énergétique de l'éolienne.

Question 3.4 : La centrale nucléaire de Golfech dans le Tarn-et-Garonne produit 19,6 milliards de kWh par an. Combien d'éoliennes de ce type faudrait-il implanter pour remplacer cette centrale nucléaire ?

On rappelle :

- 1 MW = 1 000 kW = 1 million de watts = 10^6 W.
- Rendement énergétique : $r = E \text{ réellement produite} / E \text{ théorique}$.