

SUSTAINABLE ENERGY

EXAMEN FINAL

30 mai 2014

Consignes

- Vous disposez de 2 heures 30.
- N'oubliez pas de répondre à chaque question sur des feuilles séparées et d'indiquer votre nom, prénom et institution (ULg, Gramme) sur chaque feuille.
- Les réponses aux différentes sous-questions doivent être clairement séparées.
- Si vous ne répondez pas à une question, rendez une feuille vierge avec votre nom, prénom, institution et numéro de question.
- Veillez à soigneusement lister toutes vos hypothèses de calcul. Un raisonnement qui omet des hypothèses sera pénalisé. De plus, un résultat final même juste mais sans explication ne vaut pas de point.
- Vous pouvez uniquement disposer de papier, de matériel pour écrire et d'une calculatrice.
- Les téléphones portables doivent rester éteints et hors de portée.
- Soyez concis, clair et structuré dans vos réponses afin de ne pas être inutilement pénalisé.

Bon travail !

Question 1 (8 points)

- (a) (5 points) Expliquez ce qu'est un gaz à effet de serre et les raisons pour lesquelles de tels gaz peuvent potentiellement augmenter la température de la planète.
- (b) (3 points) Critiquez l'affirmation suivante : « Il est ridicule de penser que ce sont les êtres humains responsables de l'augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère. En effet, ils n'émettent que 24×10^9 tonnes de CO₂ par an dans l'atmosphère alors que la biosphère émet 440×10^9 tonnes de CO₂ et les océans 330×10^9 ».

Question 2 (11 points)

- (a) (5 points) Etablissez l'expression mathématique permettant de connaître la puissance produite par m² par un parc éolien ayant les caractéristiques suivantes : (i) vitesse du vent égale à v , (ii) éoliennes ayant un diamètre égal à d , (iii) éoliennes placées sur un quadrillage dont la longueur des côtés des carrés est égale à $5d$, (iv) les éoliennes produisent à leur niveau d'efficacité théorique maximal qui est égal à $\frac{16}{27}$.
- (b) (2 points) Expliquez le phénomène physique qui se cache derrière la loi d'Albert Betz limitant l'efficacité d'une éolienne.

- (c) (2 points) Calculez la superficie que ce parc éolien doit couvrir pour pouvoir produire une quantité d'énergie équivalente à la quantité d'énergie électrique consommée par un million de ménages.
- (d) (2 points) Quelle serait la difficulté principale associée à la construction de parcs éoliens couvrant cette superficie sur le territoire belge ?

Données : (i) La vitesse du vent v est constante et vaut 6 m/s. (ii) La masse volumique de l'air est égale à $1,3 \text{ kg/m}^3$. (iii) Un ménage belge consomme en moyenne 4000 kWh d'électricité par an.

Question 3 (5 points)

Critiquez de manière chiffrée l'affirmation suivante :

« C'est une honte que la Belgique ne ferme pas immédiatement toutes ses centrales nucléaires. Avec toute la pluie que l'on a, on pourrait développer une filière hydroélectrique permettant de générer bien plus d'électricité que tout nos réacteurs nucléaires. »

Données : (i) Les réacteurs nucléaires en Belgique produisent en moyenne 6000 MW. (ii) La hauteur maximale de la Belgique est de 694 m. (iii) La Belgique a une superficie de $30\,528 \text{ km}^2$. (iv) Dans l'endroit le plus pluvieux de la Belgique, on observe 1400 mm de précipitation par an.

Question 4 (5 points)

La mise à disposition d'énergie dans une société nécessite elle-même de l'énergie. Dans la littérature scientifique, l'expression « cannibalisme énergétique » est rencontrée pour décrire ce phénomène dans certaines filières de production d'énergie. Expliquez l'emploi de cette expression en utilisant la notion d'EROI vue au cours. Donnez des exemples.

Question 5 (9 points)

Le premier ministre vous contacte. Il est très inquiet. Il se rend bien compte que le photovoltaïque risque de se développer fortement en Belgique dans les années à venir mais ne voit pas du tout comment résoudre les problèmes liés à la variabilité de la production du PV. Il aimerait savoir que faire et vous demande de lui rédiger une note pour le conseiller. Que lui écrivez-vous ?

Notes : La réponse à cette question doit être rédigée sous forme d'un texte continu d'excellente qualité tant au niveau du fond que de la forme. Il est sans doute donc nécessaire de faire un brouillon. La longueur de ce texte ne doit pas dépasser une page.

Question 6 (12 points)

- (a) (6 points) Décrivez les trois mécanismes suggérés dans l'exposé « The global grid » qui permettraient de conduire à une grille électrique reliant entre eux la majorité des producteurs et des consommateurs de la planète.
- (b) (3 points) Construisez un exemple chiffré crédible permettant d'exemplifier un de ces mécanismes.
- (c) (3 points) Quel serait l'avantage principal d'une telle grille pour intégrer les énergies renouvelables ?