

SUSTAINABLE ENERGY

EXAMEN FINAL

16 juin 2017

Consignes

- Vous disposez de 3h00.
- N'oubliez pas de répondre à chaque question sur des feuilles séparées et d'indiquer votre nom sur chaque feuille.
- Si vous ne répondez pas à une question, vous devez quand même remettre une feuille en y indiquant (i) votre nom (ii) le numéro de la question.
- Pour les questions à choix multiples, vous obtiendrez 1 point en cas de bonne réponse, -1 point en cas de mauvaise réponse et 0 en cas d'abstention.
- Pour la question 6, vous devez obligatoirement répondre sur les feuilles du questionnaire (pages 3 et 4).
- Toutes les réponses aux questions doivent être écrites dans un style scientifique. Veillez également à soigneusement lister toutes vos hypothèses. Un raisonnement qui omet des hypothèses sera pénalisé.
- Les hypothèses peuvent être des valeurs numériques. Dans ce cas, même si vos hypothèses sont “assez loin” de la réalité, vous ne serez pas pénalisé.
- Les réponses aux différentes sous-questions doivent être clairement séparées.
- 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.
- Pour plusieurs questions, il vous est conseillé de d'abord rédiger un brouillon. Cela vous aidera à structurer votre réponse finale.

Bon travail !

Question 1 (16 points)

[A] Qu'est-ce que la transition énergétique ? (3 points)

[B] Imaginez-vous (le temps de cette question) dans la peau d'un décideur politique en mesure de choisir un plan de transition énergétique pour un pays donné. Comment feriez-vous pour hiérarchiser les priorités des actions à prendre, en prenant en compte les spécificités de votre pays (ressources, densité de population, tissus industriel, etc) ? (8 points)

[C] Est-il suffisant de comparer les technologies de production d'électricité sur base de leurs coûts financiers uniquement ? Argumentez votre propos en donnant des exemples. (5 points)

Question 2 (7 points)

[A] Développer le modèle proposé dans le cours pour analyser la consommation énergétique d'une voiture roulant à vitesse v entre deux stops espacés d'une distance d . Vous pouvez négliger la résistance de frottement. (4 points)

[B] Quelle est la distance d^* en dessous de laquelle l'énergie perdue lors du freinage est supérieure à l'énergie perdue à cause du frottement de l'air ? (1 point)

[C] Que devrait-on faire en fonction de la valeur de d pour économiser de l'énergie ? (2 points)

Question 3 (16 points)

Le gouvernement wallon rêve d'indépendance énergétique et d'autonomie alimentaire, mais il se pose néanmoins quelques questions auxquelles il vous demande des réponses.

[A] Quelle est la surface agricole nécessaire pour nourrir l'ensemble de la population wallonne dans l'hypothèse où les wallons se nourrissent exclusivement de boeuf. Faites l'hypothèse que le poids moyen des individus wallons est de 65 kg et que la consommation d'énergie d'un mammifère est proportionnelle à son poids. (5 points)

[B] Combien de panneaux photovoltaïques faudrait-il pour produire une quantité d'énergie égale à la consommation énergétique totale wallonne ? (2 points)

[C] Quelle serait la surface d'une telle installation ? (2 points)

[D] Les panneaux photovoltaïques sont fabriqués en Chine. Serait-il crédible de se passer de ces derniers et de couvrir la consommation énergétique wallonne en utilisant une biomasse produite localement ? (2 points)

[E] Dans l'hypothèse où le gouvernement wallon déciderait de produire toute son énergie avec du PV, quels sont les conseils que vous lui donneriez pour gérer les problèmes liés aux fluctuations de la production et de la consommation d'énergie ? Structurez votre réponse selon le type de fluctuation. (5 points)

Données : (i) Surface de la Région wallonne : 16 844 km² (ii) Population de la Région wallonne : 3,6 millions d'habitants (iii) Efficacité des panneaux photovoltaïques : 20 % (iv) Facteur de charge (load factor) des panneaux photovoltaïques : 10 % (v) Puissance de crête d'un panneau photovoltaïque : 300 W (vi) Puissance moyenne qui peut être collectée par m² de surface agricole grâce à la filière biomasse : 0,1 W/m² (vii) Irradiance moyenne en Belgique : 100 W/m² (viii) Besoin énergétique d'un être humain de 65 kg : 2600 calories (ix) Consommation énergétique totale de la Wallonie : 100 TWh par an. Ce chiffre n'englobe pas l'énergie contenue dans les produits alimentaires consommés. (x) Nombre de jours nécessaires pour élever un boeuf : 1000. (xi) 66 % du boeuf est comestible. (xii) Il y a 2000 calories dans un kilo de viande.

Question 4 (6 points)

Peut-on qualifier la géothermie en Wallonie de "pétrole wallon" ? Argumentez votre réponse à l'aide d'éléments quantitatifs. Vous pouvez réutiliser certaines des données de la Question 3.

Question 5 (6 points)

Analysez de manière critique la conversation suivante qui a lieu un soir d'hiver entre Kevin (20 ans) et sa maman. Qui a raison ?

La maman de Kevin : Kevin, veux tu bien éteindre la lampe dans le corridor ? On voit bien que ce n'est pas toi qui payes la facture d'électricité.

Kevin : Maman, on voit bien que tu n'y connais rien. Je ne gaspille pas ; je chauffe le corridor qui doit de toute façon être chaud pour Grand-papa.

Question 6 (10 points)

Questions relatives à la présentation de Monsieur Célestin Piette sur le nucléaire. Entourez le numéro correspondant à la bonne réponse.

[A] Qu'est-ce qui sort des tours d'évaporation du circuit tertiaire d'une centrale nucléaire ?

1. De l'eau chaude.
2. Des effluents radioactifs dans les limites autorisées.
3. Du CO₂.

[B] Quelle est la solution retenue internationalement pour la gestion définitive des déchets radioactifs ?

1. Le stockage en surface.
2. Le largage dans la fosse des Mariannes.
3. L'enfouissement en couche géologique profonde.

[C] Quelle est l'origine de la production de chaleur après l'arrêt d'un réacteur nucléaire ?

1. Les réactions de fissions.
2. L'inventaire en radio-isotopes.
3. Il n'y en a pas. Les réactions nucléaires sont stoppées.

[D] Un réservoir d'eau placé en hauteur et déversant naturellement son inventaire par gravité en condition accidentelle est caractéristique d'un système de sûreté :

1. Actif.
2. Passif.

[E] Une pompe injectant de l'eau dans le circuit primaire pour le refroidissement du cœur à l'arrêt est caractéristique d'un système de sûreté :

1. Actif car il y a un apport d'énergie depuis une source externe.
2. Passif si la pompe s'est déclenchée automatiquement.

[F] Marc soutient que l'énergie nucléaire est une technologie extrêmement chère car une centrale coûte plusieurs milliards d'euros à construire. Jean quant à lui argumente en disant que le coût de revient du kWh électrique calculé sur la durée de vie totale de la centrale est très compétitif. Qui a raison ? (1 point)

1. Marc
2. Jean
3. Ils ont tous les deux raisons. Ils parlent simplement de deux notions financières différentes.

[G] Expliquez ce que pourrait être un parc nucléaire symbiotique. Aide : pensez aux neutrons lents et rapides et à l'expression “la poubelle des uns est le trésor des autres”. La réponse ne doit pas dépasser 5 lignes. (2 points)

[H] Donnez une raison de travailler avec des réacteurs opérant à une plus haute température. La réponse ne doit pas dépasser trois lignes. (2 points)