

# SUSTAINABLE ENERGY

## EXAMEN FINAL

27 mai 2016

### 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 n’écrivez rien à la réponse à une question, vous devez quand même remettre une feuille en indiquant dessus (i) votre nom (ii) le numéro de la question.
- 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 cadre, 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, je vous conseille de rédiger d’abord un brouillon. Cela vous aidera à bien structurer le texte final.

Bon travail!

**Question 1** (6 points)

[A] Proposez une méthodologie de calcul permettant d'estimer le paramètre EROEI d'une installation photovoltaïque. Veillez à énoncer clairement vos hypothèses de travail, et à identifier les différentes étapes permettant d'aboutir à une telle installation. (4 points)

[B] Dans un article récemment publié dans le magazine Energy Policy (et sur mon mur facebook) et intitulé "*Energy Return on Energy Invested (EROEI) for photovoltaic solar systems in regions of moderate insolation*", les auteurs concluent : "*The result of rigorously calculating the extended EROEI for regions of moderate insolation levels as experienced in Switzerland and Germany proves to be very revealing. It indicates that, at least at today's state of development, the PV technology cannot offer an energy source but a NET ENERGY LOSS, since its EROEIEXT is not only very far from the minimum value of 5 for sustainability suggested by Murphy and Hall(2011), but is less than 1.*" Or il se fait que le monde met énormément d'espoir dans le PV pour décarboner sa production d'énergie. Si vous étiez très influent au niveau planétaire en terme de politique énergétique, quelles seraient les recommandations que vous feriez après avoir pris connaissance de cette conclusion ? Au moins 2 recommandations argumentées sont attendues. (2 points)

**Question 2** (6 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. (3 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] Qu'est-ce qui devrait être fait en fonction de la valeur de  $d$  pour économiser de l'énergie ? (2 points)

**Question 3** (6 points)

Le gouvernement fédéral est inquiet. Il se rend bien compte qu'il y a un vrai problème concernant l'impact énergétique et écologique de la filière transport de surface. Il vous demande de venir avec une note de maximum deux pages détaillant un plan d'action pour lutter contre ce problème. Le gouvernement fait spécialement appel à vous car il sait que vos notes ont toujours un aspect quantitatif qui l'intéresse beaucoup.

**Question 4** (6 points)

[A] Quelle est la consommation énergétique d'un vélo, en kWh/100p-km, [A-1] roulant à une vitesse constante  $v = 21$  km/h sans stop [A-2] roulant à une vitesse constante de  $v = 21$  km/h avec des arrêts tous les  $d = 200$  m ?

[B] Quelle est la consommation énergétique d'une voiture avec 1 occupant, en kWh/100p-km, [B-1] roulant à  $v = 21$  km/h sans arrêt [B-2] roulant à  $v = 21$  km/h avec des arrêts tous les 200 m [B-3] roulant à 110 km sans arrêt [B-4]

roulant à 110 km/h avec des arrêts tous les 200 m. (2 points)

[B] Déduisez quatre observations intéressantes de ces résultats (non liées au régime alimentaire du cycliste). (2 points)

[C] Discutez l'influence du régime alimentaire du cycliste sur les observations faites. La discussion doit intégrer des éléments quantitatifs. (2 points)

**Données :** (i) Densité de l'air  $\rho = 1.3 \text{ kg/m}^3$  (ii) Masse de la voiture :  $m_c = 1000 \text{ kg}$ , aire frontale de la voiture  $A_{car} = 3 \text{ m}^2$ , coefficient de traînée de la voiture  $c_d^{car} = \frac{1}{3}$  et efficacité du moteur de la voiture  $\epsilon_{engine} = 0.25$ . (iii) Aire frontale du vélo  $A_{bike} = \frac{3}{4} \text{ m}^2$ , coefficient de traînée du vélo  $c_d^{bike} = 1$ , masse du vélo avec le cycliste 80 kg. L'efficacité des muscles humains est estimée égale à  $\epsilon_{muscle} = 0.25$ . (iv) On néglige la résistance de roulement.

**Question 5** (6 points)

La planète consomme chaque jour 90 millions de barils de pétrole. Calculez le nombre d'éoliennes de type Enercon-126 qu'il faudrait installer pour générer journalièrement autant d'énergie que la filière pétrole. Calculer également la surface qui serait occupée par ces éoliennes. (6 points)

**Données :** Puissance maximale d'une éolienne Enercon-126 : 7.52 MW, facteur de charge (load factor) : 30%, puissance moyenne pouvant être extraite d'un champ éolien :  $4 \text{ W/m}^2$ , 1 baril de pétrole = 1.62 MWh d'énergie.

**Question 6** (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 paye 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 toutes les façons être chaud pour grand papa.