

SUSTAINABLE ENERGY

EXAMEN FINAL

3 juin 2015

Consignes

- Vous disposez de 2h30.
- N'oubliez pas de répondre à chaque question sur des feuilles séparées et d'indiquer votre nom sur chaque feuille.
- 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 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.

Bon travail!

Question 1 (4 points)

Le Dr. Fonteneau a discuté au cours de son exposé intitulé “Une histoire d’énergie : équations et transition” du fait que la prospérité des civilisations est intrinsèquement liée à leur consommation d’énergie. Selon vous, y-a-t-il causalité dans le sens consommation d’énergie \rightarrow prospérité, dans le sens prospérité \rightarrow consommation d’énergie, ou bien dans les deux sens ? On veillera à argumenter le point de vue proposé.

Question 2 (4 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. (2 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. (1 point)

Question 3 (4 points)

On est en 2050. Le gouvernement fédéral aimerait construire de nouvelles centrales nucléaires. Il envisage aussi que certaines de ces centrales nucléaires pourraient être des surgénérateurs et pourquoi pas même des réacteurs à fusion nucléaire ! Il s’inquiète néanmoins du fait que le combustible pour faire fonctionner ces centrales est parait-il assez limité sur la planète. Il vous demande dès lors de rédiger une note d’une page faisant le point sur la question.

Question 4 (8 points)

Nous sommes en 2025. Le prix de l’énergie photovoltaïque est devenu très bas. L’EU-27 décide dès lors d’investir massivement dans cette technologie dans le sud de l’Europe où les gisements solaires sont les meilleurs et ce afin de couvrir toute sa consommation d’électricité avec du PV. Cette dernière est de l’ordre de 5000 TWh. L’EU-27 se pose néanmoins beaucoup de questions auxquelles vous devez répondre :

[A] Quelle est la surface au sol que ces fermes photovoltaïques devront occuper sachant que le rendement d’un panneau photovoltaïque est de 25% et que l’ensoleillement dans le sud de l’Europe est de l’ordre de 220 W/m^2 ? (2 points)

[B] Quel serait le prix total de ces fermes, en milliards d’euro, sachant que par W installé, le prix du PV est de 0.2 euro et que le facteur de charge (load factor en anglais) du PV dans le sud de l’Europe est de l’ordre de 30%. (2 points)

[C] Supposez que ces fermes photovoltaïques produisent : (i) chaque jour la même quantité d’énergie (ii) uniquement de l’énergie de 10h du matin à 6h de l’après midi et ce avec une puissance constante pendant cette période de temps. Quelle est la quantité d’énergie qui devrait être stockée dans des batteries pour que lorsque l’on opère de manière intelligente ces dernières, l’ensemble génère toujours une puissance constante. Quel serait le prix de ces batteries sachant

que le kwh de capacité de stockage est égal à 100 euros? On fait l'hypothèse qu'il n'y a pas de pertes dans les batteries. (2 points)

[D] L'Europe a 100 millions de véhicules. Chaque véhicule a en moyenne 80 kwh de batteries. Pensez vous que ce parc de véhicules pourrait significativement aider à gérer la fluctuation journalière de la production PV? Si oui, que suggèreriez vous à l'Europe de faire pour exploiter la flexibilité de cette filière électrique? (2 points)

Question 5 (4 points)

Donner et discuter en détails deux raisons pour lesquelles il serait intéressant de relier électriquement l'Europe avec le Groenland et le Groenland avec l'Amérique du Nord.