



Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

Forçage radiatif et conséquences sur l'environnement

Sur 10 points

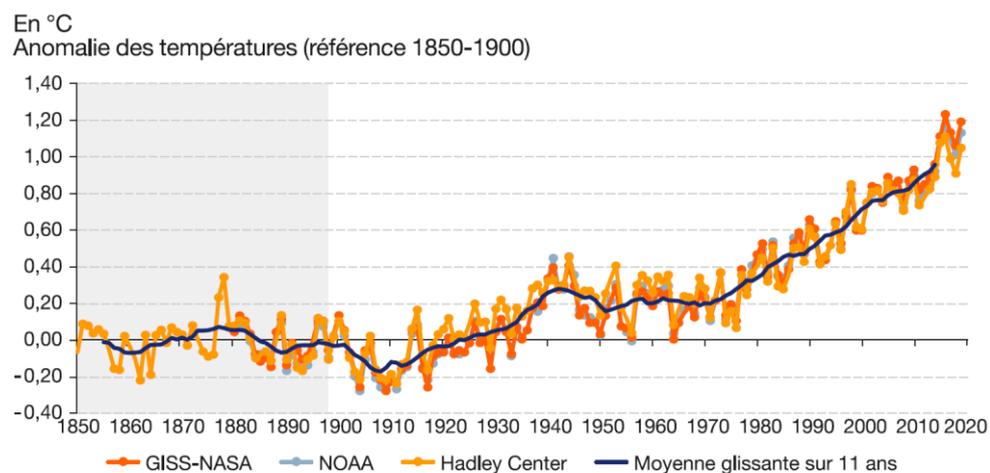
L'ADEME, Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de la transition écologique. Elle a publié en octobre 2020 une prévision des impacts climatiques à venir d'ici 2050 en France. Ces derniers concernent principalement l'augmentation des températures et les risques d'inondation qui en découlent.

L'objectif de cet exercice est de chercher à comprendre les risques liés à l'augmentation du forçage radiatif terrestre.

Document 1 – Évolution de la température moyenne annuelle mondiale

L'anomalie de la température de la Terre est l'écart, positif ou négatif, entre la température annuelle moyenne mesurée en degrés Celsius et la température moyenne annuelle normale (observée dans les années 1850).

Les données proviennent de trois sources : NASA ; NOAA ; Hadley Center.



Note : en grisé la période préindustrielle 1850-1900.

Source : D'après le Ministère de la transition écologique

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



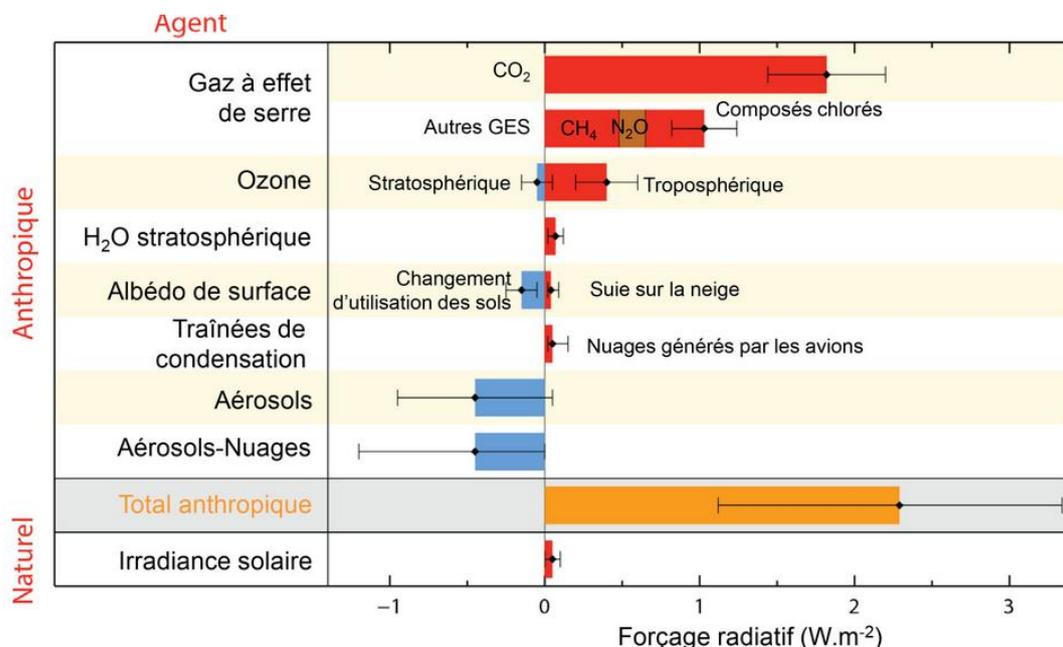
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 2 – Composantes du forçage radiatif terrestre



Anthropique : « d'origine humaine ».

Source : d'après <https://www.climat-en-questions.fr>

- 1- Rappeler la définition du « forçage radiatif ».
- 2- Expliquer pourquoi la température moyenne de la Terre augmente avec l'augmentation du forçage radiatif.
- 3- À partir des documents 1 et 2, expliquer l'évolution de la température moyenne terrestre depuis les dernières décennies.

Comme indiqué dans le document 2, l'un des paramètres influençant le forçage radiatif est l'albédo terrestre moyen. On rappelle que l'albédo quantifie la fraction de la puissance émise par le Soleil et atteignant la Terre qui est diffusée par la Terre vers l'espace.



Document 3 – Valeurs d'albédo de différentes surfaces

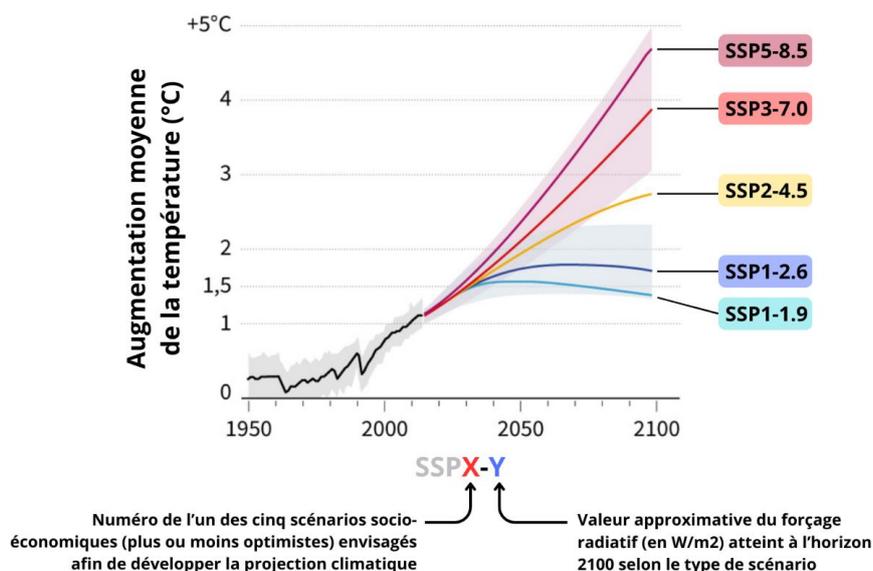
Type de Surface	Albédo (0 à 1)
Surface d'un lac	0,02 à 0,04
Surface de la mer	0,05 à 0,15
Sol sombre	0,05 à 0,15
Glace	0,60 environ
Neige tassée	0,40 à 0,70

Si l'albédo vaut 0, tout le rayonnement reçu est absorbé et s'il vaut 1, tout le rayonnement reçu est réfléchi.

Source : D'après Wikipédia

- 4- À l'aide du document 3, justifier que la fusion des glaces continentales (*glaciers*) et des mers (*banquises*) se traduit par une augmentation du forçage radiatif.
- 5- Représenter sur un schéma l'effet de rétroaction positive de l'albédo sur l'augmentation de la température terrestre.

Document 4 – Évolution de la température moyenne terrestre en fonction des scénarios SSP



Source : D'après le rapport du GIEC



Exercice 2 – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

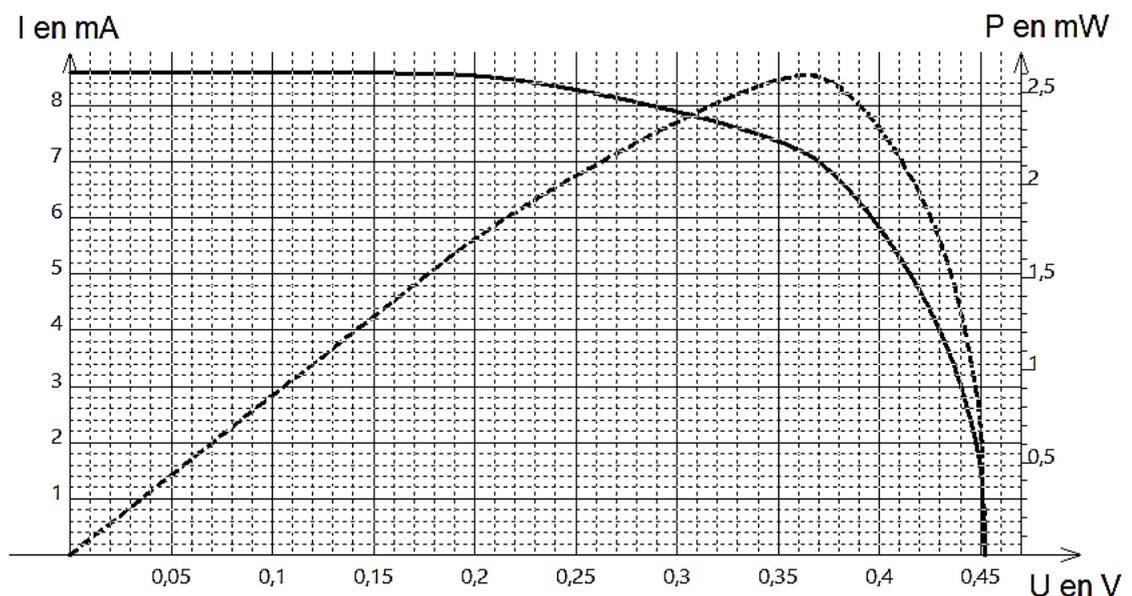
Le complexe de Toco

Sur 10 points

Le complexe de stockage Toco, situé en Guyane, est le plus grand complexe de stockage par batteries lithium-ion en France. Il rassemble la centrale solaire de Savane des Pères couplée à une installation de stockage par batteries.

À partir des connaissances et des informations fournies, répondre aux questions suivantes.

À la suite de mesures, on trace à l'aide d'un tableur la courbe présentant les variations de l'intensité du courant électrique produit par une cellule photovoltaïque en fonction de la tension à ses bornes ($I = f(U)$ en trait plein) et la courbe montrant les variations de la puissance électrique délivrée en fonction de cette même tension ($P = f(U)$ en pointillés).



1- Noter sur votre copie le numéro de la série de propositions (I, II...) et la lettre correspondant à la proposition exacte :

- I. Une cellule photovoltaïque convertit l'énergie ...
 - a. électrique qu'elle reçoit en énergie radiative ;
 - b. radiative qu'elle reçoit en énergie thermique ;

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



1.1

- c. radiative qu'elle reçoit en énergie électrique ;
- d. thermique qu'elle reçoit en énergie électrique.

II. La puissance délivrée par une cellule photovoltaïque peut se calculer à l'aide de la relation :

- a. $P = U \times I$;
- b. $P = R^2 \times I$;
- c. $P = U \times I^2$;
- d. $P = R \times I$.

III. La cellule photovoltaïque étudiée est parcourue par un courant d'intensité ...

- a. 80 mA lorsque la tension à ses bornes vaut 0,29 V ;
- b. 4 mA lorsque la tension à ses bornes vaut 0,14 V ;
- c. 8 mA lorsque la tension à ses bornes vaut 0,29 V ;
- d. 7 mA lorsque la tension à ses bornes vaut 0,39 V.

IV. La puissance électrique maximale produite par la cellule est de ...

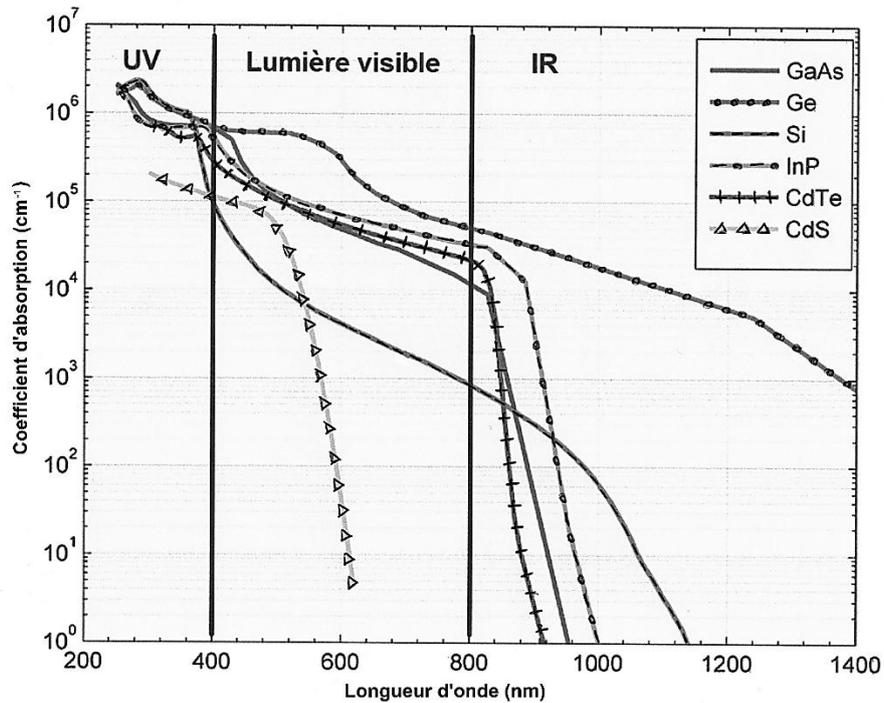
- a. 8,6 mW ;
- b. 2,6 W ;
- c. 2,6 mW ;
- d. 2,5 kW.

La centrale solaire de Savane des Pères est constituée de modules photovoltaïques au tellure de cadmium (CdTe).

2- En utilisant le document 1 page suivante, indiquer pourquoi il est possible d'utiliser le matériau semi-conducteur tellure de cadmium (CdTe) en remplacement du silicium (Si) que l'on trouve communément dans les modules photovoltaïques.



Document 1 – Coefficient d'absorption des matériaux semi-conducteurs en fonction de la longueur d'onde de la lumière



GaAs : arséniure de gallium ; Si : silicium ; InP : phosphure d'indium ; CdTe : tellurure de cadmium ; CdS : sulfure de Cadmium.

Source : d'après <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01529748/document>

- 3- Calculer le rendement énergétique de la centrale solaire de Savane des Pères, constituée d'une surface de panneaux photovoltaïques de 22 200 m², recevant annuellement une énergie solaire de 1,875 MWh/m² pour une production électrique de 5 400 MWh.

Les batteries couplées à la centrale solaire de Savane des Pères ont une capacité de stockage de 2,9 MWh et une puissance de 2,6 MW.

- 4- Calculer la durée d'autonomie électrique de ces batteries, sachant qu'1 kWh est l'énergie associée à une puissance de 1 kW transférée ou stockée pendant une heure.

Une solution innovante est expérimentée au sein du complexe de Toco, il s'agit d'un Volant de Stockage Solaire (VOSS) qui pourrait constituer une alternative écologique à l'utilisation de batteries nécessitant des matériaux en quantité limitée sur Terre (cf. document 2 page suivante).

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



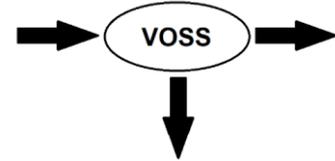
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

- 5- Recopier et compléter le schéma ci-contre de la chaîne de transformation énergétique d'un VOSS lorsqu'il est en phase de restitution de l'énergie stockée.



- 6- Nommer et décrire brièvement le phénomène physique exploité par un alternateur.

Document 2 – Le volant de stockage solaire (VOSS), une innovation au service d'un stockage écologique

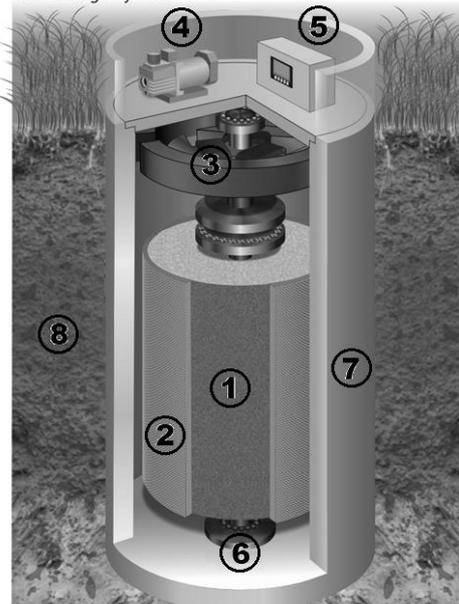
Une solution innovante est expérimentée au sein du complexe de Toco, il s'agit d'un Volant de Stockage Solaire (VOSS) : « Pour une masse de 4-5 tonnes incluant l'équipement autour, le volant aura une capacité de stockage énergétique de 10 kWh, et l'ensemble moteur/alternateur une puissance nominale de 10 kW. Ainsi, le système disposera d'une autonomie d'une heure en utilisation maximum ».

Un VOSS est constitué d'une masse en béton entraînée par un moteur électrique. L'apport d'énergie électrique permet de faire tourner la masse à des vitesses très élevées et une fois lancée, elle continue à tourner, même si plus aucun courant ne l'alimente. L'énergie électrique est alors stockée dans le volant sous forme d'énergie cinétique, elle pourra ensuite être restituée instantanément en utilisant l'alternateur, entraînant la baisse de la vitesse de rotation de la masse.

- ① Volant d'inertie en béton
- ② Frettage en fibre de verre sous tension autour du volant
- ③ Moteur / Alternateur
- ④ Pompe à vide
- ⑤ Onduleur
- ⑥ Roulement à billes
- ⑦ Enceinte en béton sous vide
- ⑧ Le volant est enterré mais une partie est accessible pour la maintenance

VOSS

Volant de Stockage Solaire
Solar Storage Flywheel



Source : d'après www.energiestro.fr