Lycée de l’Europe

STI2D

Sciences Physiques et Chimiques

BAC BLANC décembre 2012

Ce document comporte 7 pages (*plus une annexe tableau éléments*)

*La qualité rédactionnelle de votre copie est une donnée très importante pour la notation.*

Un tableau périodique des éléments est fourni

Il servira notamment à **retrouver les valeurs des masses molaires** des éléments M en g.mol-1

On rappelle que : n =

m est la masse en g

M est la masse molaire de l’atome ou de la molécule (g.mol-1)

n est le nombre de mole (mol)

***1*** *Statkraft est le premier producteur européen d’énergie renouvelable. Le groupe développe et génère de l'hydro-électricité, de l'énergie éolienne, de l'énergie gazière et du chauffage urbain et est un acteur majeur sur les marchés européens de l’énergie. Statkraft emploie 3 400 personnes dans plus de vingt pays.*

U

n responsable de la société norvégienne « **Statkraft** 1» reçoit un groupe d’étudiants stagiaires français. Il doit leur présenter les divers types de production d’énergie renouvelable de l’entreprise.

**Nous suivrons les travaux de Paul NORD, un des étudiants, et l’aiderons dans sa compréhension des documents qu’il trouve et dans l’élaboration chiffrée de son rapport de stage.**

1. Introduction sur l’entreprise

***DOC 1. Article de presse du 26 janvier 2012 :*** *« Selon la dernière édition de l'étude PwC/Enerpresse "Facteur carbone 2011" conduite après des 18 principaux fournisseurs d'électricité européens, Statkraft est le producteur d'électricité européen qui a le facteur carbone le moins important, c'est à dire qui émet le moins de CO2 par rapport à sa production d'électricité.*

*La production d'électricité en Europe a progressé de près de 5 % alors que la hausse des émissions de CO2 a été limitée à 2 %. Cela se traduit par une baisse du facteur carbone : 337,3 kg de CO2 par Mwh contre 346,3 kg en 2009. C'est le plus bas niveau jamais observé depuis 2001.*

*Les places suivantes reviennent à Fortum (Finlande), Verbund (Autriche), EDF (France) et PVA (Finlande) ».*

***DOC 2*.** [**En 2008, les émissions de CO2 dans le monde auraient atteint 31,6 milliards de tonnes**](http://www.leblogenergie.com/2009/06/27/en-2008-les-emissions-de-co2-dans-le-monde-auraient-atteint-316-milliards-de-tonnes/)   L'Agence Néerlandaise pour la Maîtrise de l'Environnement vient de publier une première estimation des émissions de CO2 dans le monde résultant de l'utilisation des combustibles fossiles et de la production de ciment. Elles s'élèvent à 31,6 milliards de tonnes avec un accroissement limité à 0,6 milliards par rapport à 2007.

***Questions :***

* + - 1. **Quel est** le nom du gaz concerné lorsque l’on parle de « facteur carbone » ? **Quels sont** les deux éléments chimiques simples composant ce gaz ? Dans le tableau périodique fourni, la place des éléments dépend du nombre de protons. **Quel est** ce nombre pour les deux éléments concernés ? Un proton **a-t-il** une masse ?
      2. **En déduire** le nombre d’électron pour chacun des deux types d’atome, **ainsi que** celui de la dernière couche électronique. **Pour remplir une couche L,** il faut 8 électrons. Dispose-t-on, dans cette molécule de gaz, de suffisamment d’électrons de dernière couche pour y parvenir ? **Que peut-on** en déduire sur la stabilité de cette molécule ?
      3. **La hausse des émissions** a-t-elle vraiment été limitée à 2% ? *(faire le calcul pour pouvoir répondre)*
      4. Un gaz **a-t-il** une masse ? **Expliquer**.
      5. **Qu’entend-t-on** par combustibles fossiles ? **En quoi ces combustibles** ont-ils un lien avec le facteur carbone ?
      6. **Pourquoi Statkraft** possède le facteur de carbone le plus bas en Europe ?
      7. **Pourquoi** cherche-t-on à diminuer ce facteur carbone ?

Fleuron de la recherche de cette entreprise,

II- L’ENERGIE OSMOTIQUE

***DOC 3.*** *« Au début des années soixante-dix, le professeur américain Sidney Loeb, aujourd’hui décédé, avait eu l’idée d’utiliser des membranes pour dessaler l’eau de mer. Il s’est aperçu qu’un procédé approchant pouvait être mis en œuvre* ***pour produire de l’électricité****. A l’époque, le coût de l’électricité était trop peu élevé pour que quiconque veuille investir dans le projet. Plus tard, deux chercheurs norvégiens de la SINTEF, MM. Thor Thorsen et Torleif Holt, ont entrepris d’étudier* ***l’énergie osmotique****. Les premiers échanges avec Statkraft remontent à 1996. Ils ont débouché sur les travaux de développement qui se poursuivent encore à l’heure actuelle. »*

***DOC 4. Osmotique : La recherche Statkraft***

*«*

*Lorsque de l’eau de mer et de l’eau douce sont mises en présence l’une de l’autre dans des chambres distinctes séparées par une membrane, l’eau douce, par un phénomène naturel dit « osmose », est attirée dans la chambre contenant l’eau de mer. La membrane laisse uniquement passer l’eau douce, tandis qu’elle retient l’eau salée. Il en résulte, du côté renfermant l’eau de mer, une pression relative de 12 bar qui peut être utilisée pour actionner une turbine.*

*Cette source d’énergie écologique et renouvelable devrait en principe pouvoir être exploitée partout où de l’eau douce se jette dans la mer. La production peut se dérouler en continu, indépendamment des conditions météorologiques.*

*La membrane est l’élément de fonctionnement essentiel de la centrale. Viennent s’y ajouter, la turbine productrice d’électricité, ainsi que les pompes et les conduites qui acheminent l’eau. Les installations comprennent en outre une station d’épuration et des équipements de lavage des membranes, pour éviter que celles-ci ne soient obstruées ou endommagées.*

*Selon nos calculs, le potentiel de production de l’énergie osmotique à l’échelle planétaire est de 1600 à 1700 TWh par an, ce qui correspond à 50 % de la production électrique annuelle de l’Union européenne. Le potentiel de l’Europe est chiffré à environ 180 TWh et celui de la Norvège à 12 TWh.*

*Il comporte des membranes, des conduites, une station d’épuration, des échangeurs de pression et une turbine. L’installation se présente sous forme de modules, avec 66 échangeurs de pression à l’intérieur desquels la membrane est enroulée. Le prototype de Tofte compte au total 2000 m² de membrane en acétate de cellulose.*

*Celle que nous nous apprêtons à tester a un rendement inférieur à 1 watt par mètre carré, mais nous comptons mettre en service, au bout d’un certain temps de fonctionnement de l’installation, des membranes pouvant produire 2 à 3 watts. Le but est de parvenir jusqu’à 5 watts.*

*Il a été conçu pour 10 kW, mais l’objectif visé en un premier temps se situe entre 2 et 4 kW – de quoi faire fonctionner l’équivalent d’une grosse cafetière électrique.*

*Le prototype fonctionnera pendant 2 à 3 ans, à la suite de quoi est prévue la construction d’une installation pilote de 1 à 2 MW, avant de passer à la centrale proprement dite. Notre ambition est d’y parvenir pour l’année 2015.*

*La condition première réside dans l’amélioration qualitative des membranes. Il faudra aussi faire en sorte que la pression puisse être transférée à la turbine sans qu’une part trop importante de l’énergie soit engloutie par le système. Le rendement de la membrane devra augmenter jusqu’à 5 watts par mètre carré.*

*Une centrale de la taille d’un stade de football devrait avoir une capacité de 25 MW, ce qui suppose cinq millions de mètres carrés de membranes. Une telle installation pourra produire 166 GWh par an – soit la consommation de 30 000 ménages.*

*Pour obtenir un rendement d’1 MW, il faut mélanger un mètre cube d’eau douce (par seconde) à deux mètres cubes d’eau de mer pressurisée à 12 bar. Une installation de 25 MW (la puissance courante des centrales norvégiennes) consommera 25 m3 d’eau douce et 50 m3 d’eau salée par seconde. La technologie en question s’appuyant sur des dispositifs modulaires, le fonctionnement de la centrale pourra être adapté au volume des ressources disponibles.****»***

**QUESTIONS :**

1. **Comment** fonctionne l’énergie osmotique ?
2. **Quels sont** les avantages de l’énergie osmotique ?
3. **Faire** un schéma explicatif de ce système de production d’électricité à partir du texte. Etre précis !
4. **Rappeler** la différence entre la **pression absolue** et la **pression relative**.
5. **Quelle est la** pression en bar, puis en Pascal, ainsi produite par ce phénomène ? **En déduire** la hauteur de colonne d’eau correspondante en utilisant le principe de l’hydrostatique.
6. **Pourquoi** n’a-t-on pas développé ce concept connu depuis longtemps ?
7. **Vérifier que** le prototype produira bien 10 kW lorsque l’objectif des 5 W par m2 sera atteint.
8. **Quelle astuce** a-t-on trouvé pour que la surface de la membrane ne prenne pas trop de place ? Cette membrane **risque-t-elle** de se colmater ?
9. **Pourra-t-on** couvrir tous les besoins électriques actuels de l’Europe avec ce procédé ?
10. A terme, une fois la technologie éprouvée, la centrale type aura une capacité optimale de 25 MW. **Combien faudrait-il** de prototype à 10 kW pour produire autant ? **Combien faudra**-t-il de centrales pour remplacer un réacteur nucléaire de 1,4 GW ?
11. **Calculer** le nombre d’heures de fonctionnement optimal d’une centrale estimée sur une année.

**En déduire** un pourcentage de fonctionnement optimal sur une année. **Cela semble-t-il performant ? Comparer** ce taux de fonctionnement à ceux d’autres énergies renouvelables.

1. **Quel est** le débit volumique Qv en eau douce nécessaire à la production d’un MW ? **Quel volume** d’eau cela représente-t-il sur une journée de 24 h ?
2. **Sur le plan environnemental,** ne va-t-on pas gaspiller de l’eau douce en la mélangeant à l’eau salée ?



 III- L’éolien

***DOC 5.***- **LA PRODUCTION D’ÉLECTRICITÉ GRÂCE AU VENT**

« Les pales de l’éolienne transfèrent l’énergie cinétique du vent au générateur situé dans la nacelle via l’arbre de trans­mission et la boîte de vitesses. Les pales sont réglables ce qui permet de produire le plus d’électricité possible, que le vent soit fort ou modéré.

Quand le vent souffle à plus de 3 m/s, la nacelle pivote pour que les pales soient face au vent et la production d’électricité commence. La production maximale est atteinte quand le vent souffle à 13 m/s. Si le vent atteint 25 m/s l’éolienne s’ar­rête pour éviter d’endommager l’appa­reil.

La hauteur du mât, le diamètre des pales et la puissance de l’éolienne sont va­riables. Les éoliennes des parcs de **Statkraft** ont une capacité installée de 2,3 MW. Les mâts font 70 m de haut. Le diamètre du rotor avec ses pales est de 83 m et chaque éolienne pèse au total un peu plus de 260 tonnes. »

1. **Faire le bilan** des transferts d’énergie transformées et/ou perdues, intervenant dans le fonctionnement d’une éolienne (s’aider d’un schéma avec des rectangles et des flèches, et nommer les énergies).
2. Le vent souffle à 95 km.h-1, **quelle est** l’activité des éoliennes décrites ? **Pourquoi**?
3. **De quoi dépend** la production électrique d’une éolienne ?
4. **Combien faut-il** d’éoliennes de ce type pour remplacer un réacteur de 1,4 GW ? Mais, **est-ce** comparable ?
5. Statkraft a eu l’idée d’utiliser des éoliennes pour pomper de l’eau et la placer dans des barrages en hauteur. Ainsi, pendant les pointes de consommation d’électricité, l’eau est libérée et des alternateurs produisent de l’électricité en bas du barrage grâce à l’énergie potentielle de l’eau. **Quel est** l’intérêt d’un tel procédé ?

 IV- L’énergie hydraulique

**On donne :** la masse volumique du béton utilisé :  = 2500 kg.m-3 / Celle de l’eau :  = 1kg par litre.

1. **Construction du barrage :**

1.1. La retenue d’eau est contenue par un réservoir en béton. Le béton est fabriqué puis pompé et acheminé par des conduites jusqu’aux moules des parois à fabriquer. Le diamètre extérieur des conduites est de 20 cm. La paroi des conduites a une épaisseur de 6 mm. La vitesse v du béton dans la conduite est de 0,55 m.s-1. **Calculer** le débit volumique du béton dans la conduite.

1.2. L’ouvrage partiel réalisé est rectangulaire : Longueur L= 12 m ; Epaisseur e = 5 m ; hauteur h=18 m. **Calculer** le volume **puis** la masse de l’ouvrage réalisé.

1.3. **Pourquoi** est-il important d’estimer la masse du mur ?

1. **Physique dans le réservoir :**

2.1. Le réservoir présente une hauteur d’eau de 145 m. **Calculer** la pression relative due à l’eau à cette profondeur. **Comment mesurer** la pression au fond du réservoir ?

2.2 A cette profondeur, le fond du réservoir ne mesure plus que 56 mètres sur 3 mètres. **Calculer** la force agissant sur la surface du fond.

2.3. **A quoi** peut servir cette donnée dans la construction du réservoir ?

1. **Conduites de départ :**

La conduite immergée C1 emmenant l’eau a un diamètre D1 = 1,3 m, ceci à la vitesse V1 = 2 m.s-1.

3.1. **Calculer** le débit massique de l’eau dans C1.

3.2. La conduite C1 se sépare rapidement en 4 conduites C2 identiques. **Quel est** le débit massique dans une des conduites C2 ? **Pourquoi**?

3.3. **Calculer** le débit volumique dans une conduite C2. Le diamètre D2 = 0,45 m. **Calculer** la vitesse de l’eau dans C2.

3.4. **Quel est l’intérêt** de séparer le flux hydraulique en plusieurs conduites (pour un barrage) ?

1. **Etude théorique de la chute d’eau :** on donne : g = 9,81 m.s-1.

En simplifiant les échanges d’énergie, on peut dire que l’énergie potentielle de l’eau à une hauteur h (Ep = m.g.h) se transforme intégralement en énergie cinétique en bas du barrage (Ec = ½.m.v2). m est la masse de l’eau.

4. 1. En raisonnant sur une masse m d’eau, **exprimer** la vitesse v de l’eau parvenue en bas du barrage en fonction de g et h. La vitesse **dépend-t-elle** de la masse ?

4.2. **Calculer** cette vitesse pour une hauteur de 145 m. **En déduire** l’énergie cinétique fournie par un mètre cube d’eau sur les turbines d’alternateur.

4.3. Considérons une énergie cinétique de 710 kJ parvenant sur les turbines. L’ensemble turbine/alternateur a un rendement de 44 %. **Calculer** l’énergie produite en MWh en sortie d’alternateur.

1. **Ouverture des canaux anti crue à l’aide vérins hydrauliques**

En cas d’afflux d’eau très important en haut du barrage, il est prévu d’ouvrir des portes permettant à l’eau de s’écouler sans passer par les turbines. Ces portes sont commandées par des vérins hydrauliques.

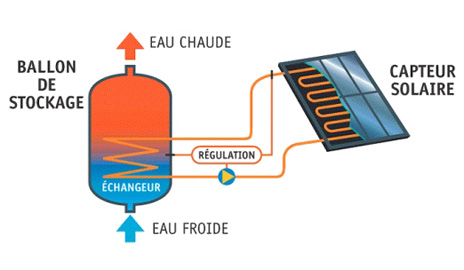
* 1. **Quel est** l’intérêt d’utiliser ce type de système d’ouverture et de fermeture ?
  2. **Expliquer le fonctionnement**  d’un vérin hydraulique en utilisant la définition de la pression suivante :

**P = F/S** où F est la force en Newton appliquée à la surface S en m2.

**La réponse doit comporter : un schéma** expliquant ce fonctionnement, **un texte** présentant en 3 lignes le fonctionnement, **une démonstration** concernant l’augmentation de la force disponible.

* 1. *On donne :* ***Vérin de barrage****: course : 2600 mm  
     Pression 185 bars - force en traction : 80 600 daN.*

**Calculer** la section utile S du piston poussé par l’huile.

 V- Le solaire thermique

*Le rayonnement solaire permet de chauffer l’eau d’un panneau solaire thermique (DOC 6.).*

On donne **= .T4 (Loi de Stephan)constante de Stephan = 5,67.10-8 SI SI = Système International**

**DOC 6.**

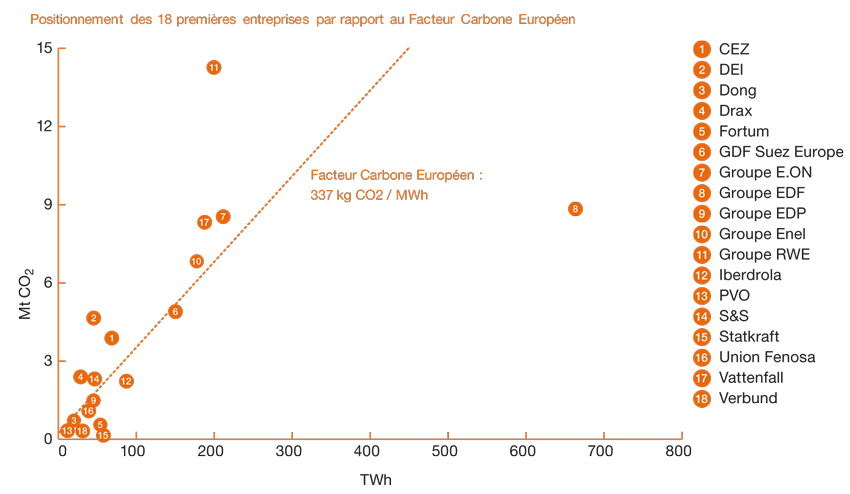
*En vous aidant du schéma ci-contre :*

1. **Quels sont** les transferts thermiques mis en jeu dans ce système ?
2. **Utilise-t-on** la même partie du spectre de la lumière blanche (longueurs d’onde) que pour un panneau photovoltaïque ? Préciser.
3. **Pourquoi le** fond du panneau doit-il être noir mat ?
4. **Préciser** les unités SI de P, S et T ?
5. Sachant que peut s’exprimer en fonction de P, S et T, **quelle est** l’unité de la constante de Stephan ?
6. **Calculer** la température atteinte au fond du panneau pour un rayonnement de 1000W.m-2 ?
7. **Combien de circuits** d’eau différents compose le système**? Expliquer** pourquoi.
8. **Pourquoi doit-on réguler** la vitesse du fluide dans l’échangeur ? **Quels capteurs** installe-t-on alors pour y parvenir ?

##### VI- Conclusion

«DOC 7. *le groupe norvégien Statkraft qui produit plus de 90% de son électricité à partir d’énergies renouvelables (principalement hydraulique) présente le plus faible facteur carbone du panel (30 kg CO2/ MWh) (voir graphique).*

*Notons que le facteur carbone va constituer une préoccupation croissante des électriciens européens avec l'ouverture de la phase III (janvier 2013-décembre 2020) du*[*système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre*](http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/marches-du-carbone)*(quotas payants).*  ) **Site internet « CDE  connaissances des énergie »*»***

1. **Faire la liste des différentes** énergies abordés dans cette étude : **Présenter** les en deux listes : les énergies fossiles et les énergies renouvelables (associer le cas échéant le combustible concerné).
2. **De quelles productions** d’énergie (de tout type) n’a-t-on pas parlé ?
3. **Estimer la production** énergétique de la société « Statkraft ». **En déduire** la masse de C02 produite à l’aide du DOC 7.

DOC 8.

1. **Quelle entreprise** consomme le plus de carbone (donner la valeur) ?

Facteur carbone 2010 par société en kg/MWh (©PwC) Site « connaissances des énergie »

1. **Que pouvez vous dire** du rapport (masse de CO2 / Production énergétique) du groupe EDF ?
2. Le groupe GDF Suez est sur la médiane. **Qu’est-ce** que cela veut dire ?
3. **Pourquoi** suit-on de près l’évolution du facteur carbone des entreprises ?