

Brevet de technicien supérieur

Fluides Énergies Domotique

Options : GCF – FCA – DBC

Épreuve E32

Physique et Chimie

Session 2023

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

Important

Ce sujet comporte, en plus de cette page de garde, 5 pages.

Centre aquatique de Courseulles



Source : <https://www.tripadvisor.fr>

Quatre sites maritimes sont concernés en France par l'implantation des éoliennes offshore pour la production des énergies renouvelables : Courseulles, la baie de Saint-Brieuc, l'île d'Yeu-Noirmoutier et Dieppe-Le Tréport.

Ces projets d'une puissance totale d'environ un gigawatt ont vocation à alimenter les habitations des communes avoisinantes et des installations sportives pour répondre aux nouvelles normes thermiques, dont l'objectif est de diviser par trois la consommation énergétique d'ici 2030.

Une des installations sportives alimentées est le centre aquatique de Courseulles, composé de deux espaces :

- l'espace avec bassin sportif de 25 m, bassin ludique, 2 toboggans, pataugeoire ;
- l'espace bien-être avec jacuzzi, 2 saunas (intérieur et extérieur), hammam avec chromothérapie, banquette chauffante, douches sensorielles, bassin de balnéothérapie, solarium et aquabike.

Le sujet comporte trois parties indépendantes pouvant être traitées séparément :

- A. Corrosion des éoliennes offshore (sur 7 points)
- B. Chaudière à gaz à condensation (sur 5 points)
- C. Régulation de température (sur 8 points)

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2023
épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
23FEPHGCF-FCA-DBC		page 1/5

A. Corrosion des éoliennes offshore (sur 7 points)

Afin de limiter la corrosion des fondations des 67 éoliennes offshore de Courseulles, d'une profondeur en sous-sol marin de 25 mètres, un dispositif de protection cathodique a été mis en œuvre.

Les anodes sacrificielles sont composées de 95 % d'aluminium, 5 % de zinc et 0,1 % d'autres éléments métalliques.

La masse résiduelle des anodes sacrificielles en fin de vie sera de 15 % de leur masse initiale suite à la transformation de l'aluminium en ions Al^{3+} qui se dissolvent dans l'eau.

L'objectif de cette partie est de montrer l'intérêt d'une anode sacrificielle.

1. Écrire les demi-équations électroniques des couples Al^{3+}/Al et Fe^{2+}/Fe .
2. En déduire l'équation d'oxydo-réduction entre l'ion fer II et le métal aluminium.
3. On cherche à étudier expérimentalement une pile fer/aluminium. Pour cela le laboratoire dispose du matériel suivant :
un voltmètre, un pont salin, deux béchers, des pinces crocodiles, une solution molaire d'ions Fe^{2+} , une électrode en aluminium, des fils de connexion, une électrode en fer ainsi qu'une solution molaire d'ions Al^{3+} .
 - 3.1. En utilisant le matériel disponible, proposer une expérience, qui peut être mise en œuvre pour mesurer le potentiel d'une pile fer/aluminium. Illustrer la réponse par un schéma légendé.
 - 3.2. Indiquer sur le schéma légendé précédent : la cathode, l'anode ainsi que le sens de circulation des électrons dans le circuit électrique.
- Données :
Potentiels standards : $E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,22 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$
- 3.3. Donner la valeur de la différence de potentiel U qui devrait s'afficher sur le voltmètre.
4. Rédiger une note de synthèse présentant les avantages et les inconvénients de la protection contre la corrosion par anode sacrificielle, à partir de l'annexe 1, page 5/5.

B. Chaudière gaz à condensation (sur 5 points)

Le centre aquatique est équipé d'une chaudière gaz à condensation.

Cette technique de chauffage garantit un rendement élevé, une longue durée de vie et de faibles frais d'entretien.

Données :

- Puissance maximale de 187 kW.
- Rendement normalisé : 109 % (dont 15 % grâce à la récupération de la condensation des fumées).
- Pouvoir calorifique du méthane : $PC = 50 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2023
épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
23FEPHGCF-FCA-DBC		page 2/5

Lors de la combustion complète du méthane (CH_4) avec le dioxygène (O_2) de l'air, il se forme du dioxyde de carbone (CO_2) et de la vapeur d'eau (H_2O) qui transfèrent de l'énergie à l'eau du circuit de chauffage.

L'objectif de cette partie est d'anticiper la commande annuelle de méthane pour le chauffage du centre aquatique.

1. Écrire l'équation bilan de la réaction de combustion complète du méthane.
2. Montrer que la puissance P_m dégagée par la combustion du méthane est de l'ordre de 200 kW pour cette chaudière gaz à condensation.
3. En déduire la valeur de la masse de méthane m_m qui doit être brûlée chaque année par la chaudière, en considérant qu'elle fonctionne à plein régime durant 120 jours entiers.

Toute tentative de résolution, même si elle n'a pas abouti, sera valorisée.

C. Régulation de la température (sur 8 points)

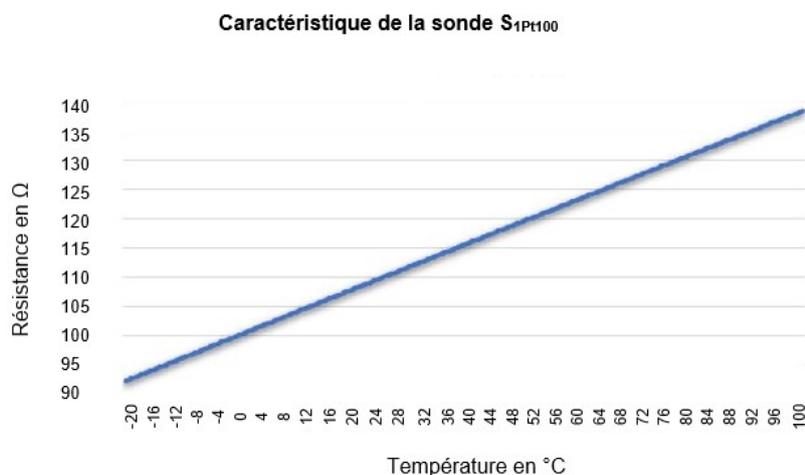
Afin de contrôler la température ambiante du centre aquatique, des sondes de température d'ambiance sont installées.

Le capteur de température de ces sondes est un « Pt100 » : c'est un conducteur ohmique dont la valeur de la résistance varie avec la température.

On souhaite tracer la caractéristique de transfert de ce capteur pour un intervalle de température $[0\text{ °C} - 100\text{ °C}]$.

L'objectif de cette partie est de valider ou non l'utilisation d'une sonde à Pt100.

1. Caractéristique de transfert du capteur Pt100.
 - 1.1. Présenter la stratégie expérimentale à mettre en œuvre pour tracer la caractéristique de transfert de la sonde Pt100.
 - 1.2. Le traitement des résultats par un tableur permet d'obtenir la caractéristique représentée ci-dessous :



BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2023
épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
23FEPHGCF-FCA-DBC		page 3/5

La température de l'eau du bassin sportif est réglée à 26 °C.

La température ambiante est habituellement réglée sur 2 °C de plus que la température de l'eau.

Relever la valeur de la résistance R correspondant à la température ambiante.

2. La sensibilité S d'un capteur correspond à la variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.

2.1. En justifiant la réponse, donner la valeur et l'unité de la sensibilité S de la sonde S_{1Pt100} .

2.2. Une autre sonde S_2 de type Pt1000 de sensibilité 3,8 S.I. est disponible.

Indiquer celle qu'il est préférable de choisir en justifiant la réponse.

3. Temps de réponse

Lors d'une variation brusque de la température extérieure, l'équilibre thermique du capteur n'est pas atteint immédiatement.

Le temps de réponse du capteur est de l'ordre de 20 s.

Expliquer ce que signifie « temps de réponse de l'ordre de 20 s ».

Cette valeur de temps de réponse est-elle compatible avec l'utilisation de ce capteur pour une sonde de température d'ambiance ? Justifier la réponse.

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2023
épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
23FEPHGCF-FCA-DBC		page 4/5

Annexe

Qu'est-ce qu'une anode sacrificielle ?

Le coût mondial de la corrosion, qui est de 2,5 milliards de dollars par an, nous dit pourquoi il est si important de l'empêcher de se produire en premier lieu. Les anodes sacrificielles, également connues sous le nom d'anodes galvaniques, sont des mécanismes de protection utilisées contre la corrosion.

Comme son nom l'indique, une anode sacrificielle est un matériau que les experts installent pour faire un sacrifice à la corrosion. En d'autres termes, ces matériaux sont plus facilement corrodés que le matériau qu'ils protègent. L'anode sacrificielle est donc oxydée à la place de la pièce protégée.

Comment fonctionnent les anodes sacrificielles ?

Les anodes sacrificielles fonctionnent sur le même principe que celui d'une pile électrochimique : elles sont choisies dans un métal plus réducteur que celui qu'il protège.

Une fois ces deux métaux en place, une réaction d'oxydation se produira à l'anode.

La production simultanée des réactions d'oxydation et de réduction est connue sous le nom de réaction redox. L'oxydation du côté anode garantira que ce métal sacrificiel se corrode. La réaction de réduction au niveau de la cathode empêchera le métal de ce côté de s'éroder.

Quels matériaux utilisent les anodes sacrificielles ?

Les anodes sacrificielles emploient habituellement des métaux très réducteurs relativement purs comme le zinc, le magnésium ou des alliages d'aluminium.

Les avantages de l'utilisation d'anodes sacrificielles

Les anodes sacrificielles modifient complètement le fonctionnement de la corrosion et protègent des matériaux importants.

Les anodes sacrificielles ne nécessitent pas d'utilisation d'énergie.

Ensuite, les anodes sacrificielles sont une solution relativement peu coûteuse pour lutter contre la corrosion. Par rapport aux techniques plus avancées, les anodes sacrificielles sont moins chères tout en étant protectrices. Des réactions chimiques ont lieu, mais elles ne sont ni dangereuses ni toxiques.

Les anodes sacrificielles doivent-elles être remplacées ?

De par son principe même une anode sacrificielle est attaquée et ne peut donc pas durer éternellement. Par conséquent, il est nécessaire de vérifier l'anode de l'appareil périodiquement afin de détecter quand il est temps de la remplacer.

Il est temps d'utiliser une nouvelle anode sacrificielle lorsque l'anode est complètement dégradée par la corrosion.

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2023
épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
23FEPHGCF-FCA-DBC		page 5/5