



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Campagne 2010

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BTS ART CÉRAMIQUE

SCIENCES PHYSIQUES – U. 32

SESSION 2010

Durée : 1 heure 30
Coefficient : 1,5

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

Exercice 1 – Silice, quartz (7 points)

Le quartz est l'une des 3 espèces cristallisées de la silice. Il est constitué d'ions silicium et oxygène. Un ion silicium Si^{4+} occupe le centre d'un tétraèdre dont les 4 sommets sont occupés chacun par un ion oxygène. Les tétraèdres sont reliés entre eux par leurs sommets, par conséquent, chaque ion oxygène est relié à 2 ions silicium.

On donne dans le **tableau 1** de l'**annexe 1** (page 5/6) certaines caractéristiques des atomes d'oxygène et de silicium.

1. Donner les structures électroniques de l'oxygène et du silicium.
2. En utilisant la règle de l'octet, donner la structure électronique de l'ion oxygène.
3. Préciser la nature de la liaison silicium – oxygène en utilisant le **tableau 2** de l'**annexe 1**.
4. Dans la silice et les silicates, le volume des anions oxygène est plus grand que celui des cations. Ils forment un réseau dans lequel les cations occupent les sites (ou les cavités) entre les anions. Dans un empilement compact de N sphères, il y a N cavités octaédriques et 2N cavités tétraédriques.
Pour pouvoir occuper un site tétraédrique, le rapport $\text{rayon}_{\text{cation}} / \text{rayon}_{\text{anion}}$ doit être compris entre 0,414 et 0,225.
Pour pouvoir occuper un site octaédrique, le rapport $\text{rayon}_{\text{cation}} / \text{rayon}_{\text{anion}}$ doit être compris entre 0,732 et 0,414.
 - 4.1. Déterminer, parmi les ions du **tableau 3** de l'**annexe 1**, les cations qui peuvent occuper les sites tétraédriques.
 - 4.2. Déterminer, parmi les ions du **tableau 3** de l'**annexe 1**, quels sont les cations qui peuvent occuper les sites octaédriques.
 - 4.3. Préciser la différence entre la silice et les silicates.

Exercice 2 – Thermodynamique (6 points)

Le quartz possède deux variétés allotropiques α et β dont la température de changement est de 573 °C. La capacité thermique massique du quartz α vaut $C = 750 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

1. Donner la relation entre l'augmentation de la température d'un corps (ΔT) et la quantité de chaleur (q) qu'il a absorbée si ce corps ne subit aucune transformation physique ou chimique.
2. Déterminer la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 0,36 kg de quartz pour que sa température passe de 20 °C à 573 °C.
3. Dans l'analyse thermique différentielle (ATD), on mesure la différence de température ($T_{\text{échantillon}} - T_{\text{référence}}$) entre l'échantillon et un corps neutre de référence qui ne subit aucune modification physique ou chimique au cours du chauffage. Les températures de l'échantillon et de la référence augmentent régulièrement, sauf quand il se produit une modification physique ou chimique au sein de l'échantillon. Dans ce cas, on observe une différence de température.
 - 3.1. Sur la courbe (ATD) du quartz (**figure 1** de l'**annexe 2**, page 6/6), on constate l'existence d'un phénomène thermique au sein du quartz à 573 °C.
Quel est le changement subit par le quartz à cette température ?
S'agit-il d'un phénomène exothermique ou endothermique ? Justifier.

3.2. On donne la courbe (ATD) d'un mélange de 2 corps (**figure 2** de l'**annexe 2**, page 6/6).

En utilisant les autres courbes (ATD), **figures 3, 4, 5 et 6** données dans l'**annexe 2**, déterminer quels sont ces deux corps. Justifier.

Exercice 3 – Tension superficielle et capillarité (7 points)

1. Lorsqu'une bulle de gaz éclate dans un émail peu mouillant, le cratère formé par l'éclatement de cette bulle de gaz ne se referme pas. Au contraire, un émail, qui mouille le tesson, s'étale sur celui-ci et referme le cratère.

1.1. À l'aide d'un schéma, définir l'angle de raccordement θ .

À partir de quelle valeur de l'angle de raccordement un émail ne mouille pas un tesson ?

1.2. Est-ce qu'on doit augmenter ou diminuer la valeur de la tension superficielle σ de l'émail liquide pour qu'il mouille davantage le tesson ?

2. Le mécanisme de la prise de la barbotine par les moules poreux en plâtre est dû à l'attraction de l'eau par les pores du moule. Chaque pore, assimilable à un capillaire de rayon R , agit comme une ventouse qui donne lieu à une différence de pression $\Delta P = 2 \sigma/R$.

La barbotine est aspirée par les pores et maintenue plaquée contre le moule.

2.1. Préciser les unités des grandeurs physiques dans la relation précédente $\Delta P = 2 \sigma/R$.

2.2. Pour que la barbotine soit, le mieux possible, plaquée contre les parois du moule, faut-il travailler avec des moules possédant des pores de faibles rayons ou de grands rayons ? Justifier.

2.3. Sachant que les pores du moule sont équivalents à des capillaires de rayon moyen $R = 5,7 \times 10^{-3}$ mm et que la tension superficielle d'une barbotine est de $8,8 \times 10^{-2}$ N/m, déterminer la différence de pression ΔP qui explique « l'aspiration ou l'absorption » exercée par le moule en plâtre.

3. La tension superficielle des barbotines joue un rôle important dans la fabrication par coulage. Lors du coulage, le jet de coulée est gainé par un film de lamelles microscopiques orientées en argile. La rupture de ce film provoque des stries, le défaut est connu sous le nom de « tache de coulage ». Une augmentation de la tension superficielle de la barbotine permet d'atténuer ces défauts.

Une barbotine industrielle de faïence calcaire de tension superficielle de $8,8 \times 10^{-2}$ N/m, donne une tache de 6,5 cm de diamètre. Quand on ajoute 0,1 % d'alginate, sa tension superficielle devient égale à $1,3 \times 10^{-1}$ N/m et on n'observe plus de défaut.

3.1. Comment appelle-t-on les substances qui modifient la tension superficielle lorsqu'on les ajoute en petite quantité à un liquide ?

3.2. Lorsqu'on ajoute 0,1 % d'alginate dans la barbotine, est-elle mieux plaquée ou moins bien plaquée contre les parois du moule de la **question 2 ci-dessus** ? Justifier.

4. Parfois, c'est au contraire une diminution de la tension superficielle qui est recherchée.

4.1. Comment appelle-t-on les substances qui diminuent la tension superficielle lorsqu'on les ajoute en petite quantité à un liquide ?

4.2. Une espèce chimique, capable de diminuer la tension superficielle de l'eau, possède une partie hydrophile et une partie hydrophobe.

Que signifient ces deux mots ?

4.3. Expliquer comment ces espèces chimiques font baisser la tension superficielle.

ANNEXE 1

Atome de	silicium	oxygène
Nombre d'électrons	14	8
Électronégativité	1,8	3,5

Tableau 1 – Données relatives aux atomes d'oxygène et de silicium

Différence électronégativité entre 2 éléments	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
Caractère ionique partiel de leur liaison (%)	0	1	3	7	12	18	25	32	40	47	54	61	68	74

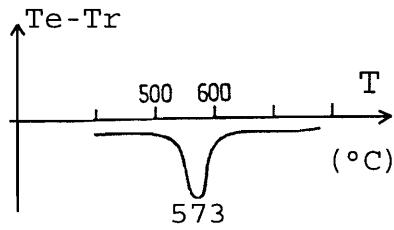
Tableau 2 – Pourcentage de caractère ionique d'une liaison simple entre 2 atomes

Ions		Rayons ioniques
Oxygène	O ²⁻	0,132 nm
Hydroxyde	OH	0,132 nm
Silicium	Si ⁴⁺	0,039 nm
Aluminium	Al ³⁺	0,050 nm
Magnésium	Mg ²⁺	0,078 nm
Nickel	Ni ²⁺	0,078 nm
Sodium	Na ⁺	0,098 nm
Calcium	Ca ²⁺	0,106 nm
Zirconium	Zr ⁴⁺	0,080 nm
Fer	Fe ²⁺	0,093 nm
Potassium	K ⁺	0,133 nm
Strontium	Sr ²⁺	0,127 nm

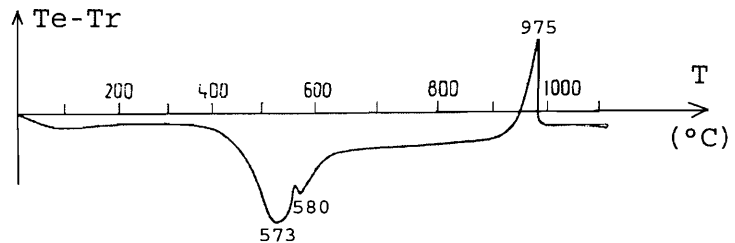
Tableau 3 – Rayons des principaux ions

ANNEXE 2

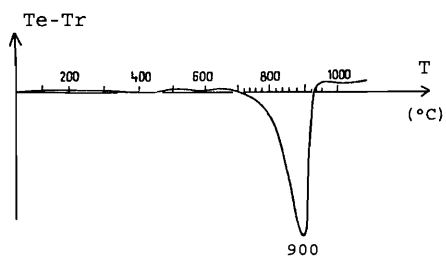
**Figure 1 –
Courbe (ATD) du quartz**



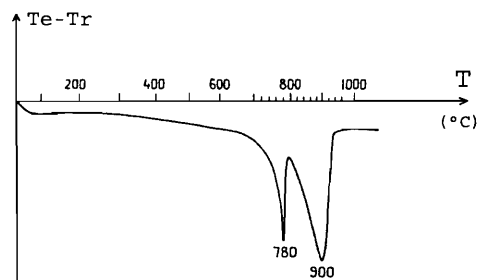
**Figure 2 –
Courbe (ATD) d'un mélange
de 2 corps**



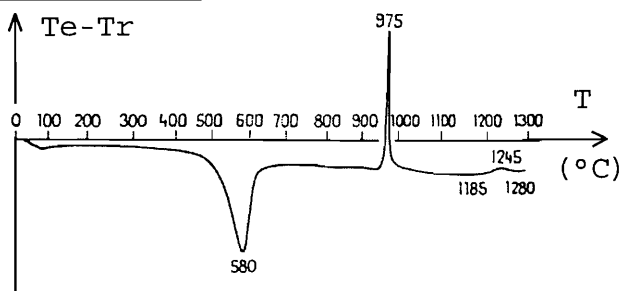
**Figure 3 –
Courbe (ATD) d'un
carbonate de calcium**



**Figure 4 –
Courbe (ATD) d'une dolomie**



**Figure 5 –
Courbe (ATD) d'un kaolin**



**Figure 6 –
Courbe (ATD) d'une bauxite**

