



MSE-214: Mise en œuvre des matériaux

# Partie céramiques

- EXAMEN -

---

Nom: \_\_\_\_\_

SCIPER: \_\_\_\_\_

Prénom: \_\_\_\_\_

---

**SVP posez vos initiales en bas de chaque page!**

Vous avez droit à une (1) page A4 recto-verso, écrite à la main, sur le contenu des cours et exercices "Mise en œuvre des matériaux I" effectués durant le semestre et une calculatrice de poche (simple, sans possibilité de stockage de texte, images, PDF, etc.).

L'examen comprend 2 parties:

*Partie A:* 15 questions à choix multiples (QCM) (2 points par question)

*Partie B:* Questions à développer

**Pour les QCM, il y a au moins une bonne réponse par question et chaque proposition de réponse doit être marquée "juste" ou "faux" en cochant la case correspondante!**

Bon travail !

---

LAISSER VIDE

QCM: \_\_\_\_\_ / 30 pts

**TOTAL:** \_\_\_\_\_ / 50 pts

QAD: \_\_\_\_\_ / 20 pts

## PARTIE A: Questions à choix multiples (30 pts)

### C1. Lors de la synthèse par précipitation primaire homogène

	juste	faux
a) la taille critique du germe est indépendante du rapport de sursaturation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) la taille critique du germe diminue avec une augmentation du rapport de sursaturation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) le rapport entre vitesse de germination et vitesse de croissance affecte la taille des particules finales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) la sursaturation est une condition essentielle afin que précipitation puisse avoir lieu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### C2. Lors de la synthèse par sol-gel

Supprimée sur l'examen à blanc

### C3. Quelle est la supposition usuelle quant à la forme des particules faite par les instruments de mesure des distributions de taille des particules?

	juste	faux
a) Particules sont cubiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Particules sont cylindriques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Il n'y a pas de supposition quant à la forme des particules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Particules sont sphériques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### C4. La distribution en nombre donne un diamètre moyen

	juste	faux
a) supérieur à celui de la distribution en volume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) égal à celui de la distribution en volume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) inférieur ou égal à celui de la distribution en volume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) tantôt supérieur, inférieur ou égal à celui de la distribution en volume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C5. La masse volumique mesurée par pycnométrie correspond à la masse volumique théorique lorsque**

Supprimée sur l'examen à blanc

**C6. Le broyage humide**

	juste	faux
a) évite toute contamination de la poudre à broyer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) facilite le broyage des poudres fines comparé au broyage à sec	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) nécessite une stabilisation des suspensions contre réagglomération	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) peut avoir un impact important sur la qualité du produit final	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C7. Au point isoélectrique**

Supprimée sur l'examen à blanc

**C8. Les forces de van der Waals**

	juste	faux
a) dépendent de la taille et forme des particules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) sont dues à des interactions entre particules de charges opposées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) sont toujours attractives entre des particules d'un matériau identique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) sont indépendantes du milieu séparant les particules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C9. Quelles est l'ordre de grandeur typique pour la double couche ou la longueur de Debye  $\kappa^{-1}$ ?**

	juste	faux
a) 0.5 à 10 nm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) 0.5 à 10 $\mu\text{m}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) 0.5 à 10 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) 0.5 à 10 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C10. La longueur de Debye  $\kappa^{-1}$**

Supprimée sur l'examen à blanc

**C11. En l'absence d'un dispersant, une suspension peut être déstabilisée**

	juste	faux
a) en réduisant la taille des particules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) en réduisant la force ionique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) en changeant le pH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) en augmentant la force ionique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C12. Quelle est le temps (arrondi) nécessaire pour former une couche de 8 mm par coulage en barbotine, sachant que pour 5 mm (même conditions) il faut 110 secondes?**

	juste	faux
a) 139 secondes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) 176 secondes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) 282 secondes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) 330 secondes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C13. Les propriétés des pièces céramiques**

	juste	faux
a) dépendent de la présence d'agglomérats lors de la mise-en-forme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) dépendent de la microstructure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) dépendent du choix de dopants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) dépendent du cycle (temps, température) de frittage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**C14. Concernant les mécanismes de transport massiques lors du frittage en phase solide:**

Supprimée sur l'examen à blanc

**C15. La force motrice macroscopique pour le frittage**

	juste	faux
a) augmente si la taille des particules diminue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) dépend de l'énergie de surface solide-vapeur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) augmente thermodynamiquement l'énergie libre du système après frittage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) est nulle à température ambiante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## **PARTIE B: Questions à développer (20 pts)**

### **D1. Propriétés, synthèse et caractérisation des poudres céramiques (6 pts)**

---

- a) Donnez 2 (deux) raisons principales pourquoi les céramiques techniques sont généralement réalisées à partir de poudres de synthèse? (2 pts)
- b) Quelle condition doit-être remplie, afin que la forme des particules puisse être équiaxe lors d'une synthèse par précipitation (en l'absence de dopants et surfactants)? (2 pts)
- c) Pourquoi faut-il connaître la forme et l'ordre de grandeur des particules avant la caractérisation de la taille des particules? (2 pts)

### **Réponses:**

---

## D2. Transformation et dispersion des poudres (10 pts)

---

- a) Donnez 2 (deux) conséquences microstructurales liés à la présence d'agglomérats dans la poudre, qui peuvent être néfastes pour les propriétés du produit final? (2 pts)
- b) Pourquoi un dispersant stérique doit avoir une bonne compatibilité avec la poudre et le liquide dispersant? (3 pts)
- c) Ordonnez les grandeurs suivantes de 1 (petit/faible) à 3 (grand/fort) en supposant une charge de surface nette positive aux conditions de dispersion pour une poudre donnée (pas besoin d'expliquer votre choix):

**Longueur de Debye en présence de:** (3 pts)

\_\_\_\_ 1 M NaCl

\_\_\_\_ 0.001 M KCl

\_\_\_\_ 0.001 M CaCl<sub>2</sub>

**En présence de 0.001 M NaCl, la valeur absolue du:** (2 pts)

\_\_\_\_ Potentiel zêta

\_\_\_\_ Potentiel de surface

\_\_\_\_ Potentiel de Stern

**Réponses (sauf pour c) ):**

---

**D3. Mise en forme et frittage (4 pts)**

---

- a) Donnez 2 (deux) raisons pourquoi une bonne coulabilité de la poudre est essentielle lors de la mise en forme par pressage à sec uniaxial ? (2 pts)
- b) Quelle est la différence principale qui permet de trancher entre les mécanismes de frittage densifiants et non-densifiants? (1 pt)
- c) Comment peut-on (théoriquement) diminuer la température de frittage qui permet d'atteindre une céramique dense pour un matériau et une composition donnée? (1 pt)

**Réponses:**

---



