

## Partie céramiques

### Session d'exercices 4/7

#### Transformation des poudres et forces interparticulaires

---

##### Exercice 1: Fragmentation des poudres

- a) Quelles sont les 3 types d'opération de fragmentation selon la taille des particules?
- b) Quelles sont les mécanismes de rupture des particules lors des opérations de fragmentation?
- c) Pourquoi est-ce qu'on préfère utiliser une vitesse de rotation entre 60 et 80% de la vitesse de rotation maximale lors du broyage rotatif à billes?

##### Exercice 2: Rupture des particules et propriétés des matériaux fragiles (dont les céramiques)

- a) Comment l'énergie nécessaire à la rupture des particules change avec leur taille?
- b) Comment expliquer ce changement?

##### Exercice 3: Forces de van der Waals et approche de Hamaker: calcul d'énergie de cohésion et d'énergie de surface des matériaux

Nous avions vue au cours (voir vidéo [https://youtu.be/S8QsLUO\\_tgQ](https://youtu.be/S8QsLUO_tgQ)) que les forces intermoléculaires gouvernent de nombreuses propriétés physiques, que ce soit à l'échelle moléculaire (e.g. substances chimiques) ou à l'échelle de matériaux.

- a) L'énergie de cohésion dans un matériau peut être calculé selon l'approche de Hamaker en prenant le facteur géométrique correspondant à des plaques semi-infinies, connaissant la distance entre les plans atomiques en contact. Calculez l'énergie de cohésion de la silice sachant que  $A_{\text{silice}} = 7.3 \times 10^{-20} \text{ J}$  et la distance minimale entre les plaques semi-infinies est  $h_0 \approx 0.3 \text{ nm}$ .
- b) Connaissant l'énergie de cohésion, qu'elle est l'énergie libre de surface de la silice en cas d'absence de réaction avec l'atmosphère? (Indice: vous séparez les deux plans semi-infinis initialement en contact causant donc la formation de 2 surfaces! "Rien ne se perd, rien ne se crée: tout se transforme!")

##### Exercice 4: Forces électrostatiques (répulsives)

- a) Quelle est l'origine des forces électrostatiques entre particules? (Indice: chimie de surface)
- b) Comment varie le potentiel dans: (1) la couche Stern et (2) la couche de Gouy-Chapman? Pourquoi?
- c) Pour la suite de l'exercice, vous pourriez vous servir d'une application en ligne: <https://www.stevenabbott.co.uk/practical-solubility/zeta.php> en évaluant l'effet du potentiel de surface ( $\Psi_0$ ), de la concentration en électrolyte et de la valence des anions/cations ( $Z_1, Z_2$ ) dans l'électrolyte.
  - a. Quelle est l'épaisseur de la double-couche au point isoélectrique?

(Dans l'appli, fixez la concentration ionique ~0.05, Z1=Z2=1)

- b. Comment varie l'épaisseur de la double couche lorsque vous augmentez la concentration ionique? (Dans l'appli, fixez  $\Psi_0 \sim +70\text{mV}$ , Z1=Z2=1)
- c. Comment varie l'épaisseur de la double couche lorsque vous augmentez la valence des anions/cations dans l'électrolyte? (Dans l'appli, fixez  $\Psi_0 \sim +70\text{mV}$ , la concentration ionique ~0.1)