

# Partie céramiques

## Session d'exercices 5/7

### Potentiel d'interaction total entre particules et stabilisation de suspensions

#### Exercice 1: Forces interparticulaires totales et stabilité de dispersions

Dans le cours, nous avons vu que selon l'approche DLVO, le potentiel (ou énergie) d'interaction totale entre les particules, fonction de leur distance de séparation  $h$ , est la somme des potentiels d'interaction individuels (e.g. van der Waals, électrostatiques, et stériques):

$$V(h)_T = V(h)_{vdW} + \dots + V(h)_E + V(h)_S + \dots$$

Le but de cet exercice est d'illustrer comment les interactions (principales) entre particules agissent sur la stabilité d'une dispersion de poudres. Pour cela nous allons utiliser une appli disponible en ligne:

<https://www.stevenabbott.co.uk/practical-solubility/dlvo.php>

Notez que dans l'appli la convention d'appellation est différente de celle du cours pour les interactions de van der Waals et électrostatiques:  $V(h)_{vdW} \Rightarrow V(h)_h$ ,  $V(h)_E \Rightarrow V(h)_d$ .

Pour la suite, partez des valeurs (pour une dispersion aqueuse à température ambiante) suivantes:

The screenshot shows the DLVO simulation application interface with the following parameters and values:

- Molar Conc.: 0.03
- $Z_1$ : 1
- $Z_2$ : 1
- $r$  Radius nm: 27
- $\phi$  |Zeta Potential| mV: 55.3
- $A_{12} \cdot 10^{-20}$ : 2.9
- X Flory-Huggins: 0.302
- $\rho$  Density g/cc: 3.33
- $\delta$  Layer nm: 0.01
- $\Gamma$  Abs. wt mg/m<sup>2</sup>: 0.01
- T °C: 25
- Molar Volume: 18
- $\epsilon$  Diel.Const.: 80.4
- Scale nm: 27
- Scale kT: 25
- Coulombic mode: ☐ Active
- W (Stability Ratio): Large, Stable
- I (Ionic Strength): 0.0300

- a) Pour une distance  $h$  donnée, que signifie un potentiel  $V(h)$  positif et négatif, respectivement?

Pour la suite, on assume qu'une dispersion est plutôt stable lorsque la barrière d'énergie contre l'agglomération (= barrière pour passer dans le minimum primaire) est supérieure à environ 5-10 kT (échelle Y dans l'application). Décrivez:

- b) Comment varie la stabilité de dispersion lorsque la taille des particules est réduite (ici en présence d'un minimum secondaire)?
- c) Comment varie la stabilité de dispersion lorsque la constante de Hamaker augmente?
- d) On va maintenant déstabiliser la dispersion en réduisant le potentiel zêta à ~20 mV. Pour simuler l'effet de l'ajout d'un dispersant stérique, augmentez ensuite l'épaisseur de couche adsorbée  $\delta$  à 2.5 nm avec un recouvrement de la surface  $\Gamma$  des particules à 0.7 Abs. wt mg/m<sup>2</sup>.
- (1) Décrivez ce qui se passe lorsque vous rajoutez un dispersant stérique.
  - (2) Comment la distance à laquelle il y a répulsion stérique forte est liée à l'épaisseur de la couche de dispersant adsorbée?
- e) Pour la suite, maintenez les paramètres et donc la couche de dispersant stérique du point d):

Le facteur de Flory-Huggins décrit l'affinité du dispersant pour le liquide dispersant. Plus il est petit, plus il y a une affinité forte entre le dispersant et le liquide dispersant.

- (1) Décrivez ce qui se passe lorsque vous augmentez le facteur de Flory-Huggins jusqu'à 0.7.
- (2) Comment expliquer ce comportement?

## Exercice 2: Évolution de la stabilité de dispersion et donc taille des particules mesurées avec le pH

Le potentiel zêta et  $D_{v50}$  d'une suspension aqueuse de zircone ont été mesurés en fonction du pH (voir Figure ci-dessous).

- a) Donnez le pH approximatif du point isoélectrique.
- b) Pourquoi le  $D_{v50}$  augmente aux alentours du point isoélectrique?
- c) Quelle est le signe du potentiel zêta en-dessous et au-dessus du point isoélectrique? Est-ce toujours ainsi?

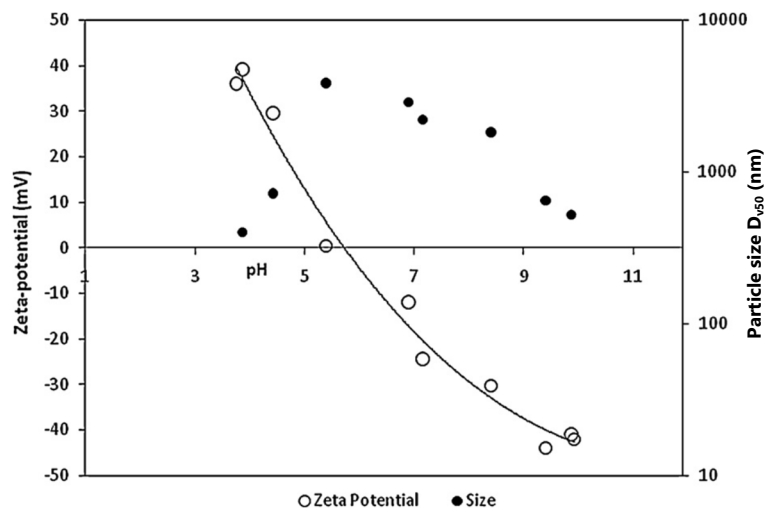


Figure: Evolution du potentiel zêta et du  $D_{v50}$  des particules d'une suspension aqueuse de zircone  $ZrO_2$  en fonction du pH

### Exercice 3:

Les figures ci-dessous donnent la formule chimique de dispersant courants ainsi que l'évolution du potentiel zêta d'une suspension aqueuse de zircone avec l'ajout de certains de ces dispersants à pH  $\approx 4$  constant.

Des petites molécules dispersantes chargées agissent principalement de manière **électrostatique** (i.e. changeant le potentiel de surface, donc potentiel zêta des particules), les grandes molécules, c.-à-d. polymères chargés agissent de manière **électrostérique** (i.e. changeant le potentiel de surface et apportant des forces de répulsion stériques également (car étendue/épaisseur de la couche adsorbée considérable)).

- En regardant les tailles de chaque molécule, agissent-elles de manière électrostatique ou électrostérique sur la dispersion?
- Pourquoi le potentiel zêta atteint un plateau lors de l'ajout des dispersants chargés (électrostatiques et électrostériques)?
- Sachant qu'on aime limiter la quantité d'organiques dans les dispersions, et qu'un potentiel zêta fortement positif/négatif est avantageux pour stabiliser une suspension, lequel des dispersants électrostatiques est le meilleur pour la poudre étudiée?

