Université de Djilali Bounaama
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie des procédés
Opérations unitaires fluide-solide
M1 GPH/M1 GA

Année universitaire : 2025- 2026

Corrigé Série d'exercices : Sédimentation

Exercice 01 :

$v_s = d_p^2 (\rho_p - \rho_f) g / (18 \mu)$

$v_s = (80\times10^{-6})^2 \times (2650 - 1000) \times 9{,}81 / (18\times10^{-3})$

$v_s = 5{,}76\times10^{-3}$ m/s = 5,76 mm/s

$Re_p = \rho_f v_s d_p / \mu = 1000 \times 5{,}76\times10^{-3} \times 80\times10^{-6} / 10^{-3} = 0{,}46$

Comme $Re_p < 1$, le régime de Stokes est acceptable.

$t = H / v_s = 1{,}5 / 5{,}76\times10^{-3} = 260$ s = 4,34 min

Exercice 02 :

$A = L \times l = 12 \times 4 = 48$ m²

$v_o = Q/A = 30/48 = 0{,}625$ m/h

$v_o = 0{,}625/3600 = 1{,}74\times10^{-4}$ m/s

Pour une capture totale, on pose $v_s = v_o$.

$d_p = \sqrt{[18 \mu v_o / ((\rho_p - \rho_f) g)]}$

$d_p = \sqrt{[(18\times10^{-3} \times 1{,}74\times10^{-4}) / ((2500 - 1000) \times 9{,}81)]}$

$d_p = 1{,}46\times10^{-5}$ m = 14,6 µm

Exercice 03 :

$\dot{m}_s = QF\ CF = 10 \times 25 = 250$ kg/h

La surverse est supposée claire, donc tous les solides sortent par la sousverse.

$QU = \dot{m}_s / CU = 250/120 = 2{,}08$ m³/h

$QO = QF - QU = 10 - 2{,}08 = 7{,}92$ m³/h

$A_{min} = QF / v_s = 10/0{,}7 = 14{,}3$ m²

$A_{réelle} = 1{,}30 \times 14{,}3 = 18{,}6$ m²

$D = \sqrt{(4A/\pi)} = \sqrt{(4\times18{,}6/\pi)} = 4{,}87$ m

Exercice 04 :

$v_0 = d_p^2 (\rho_p - \rho_f) g / (18 \mu)$

$v_0 = (60\times10^{-6})^2 \times (2600 - 1000) \times 9{,}81 / (18\times10^{-3})$

$v_0 = 3{,}14\times10^{-3}$ m/s

$Re_p = 1000 \times 3{,}14\times10^{-3} \times 60\times10^{-6} / 10^{-3} = 0{,}188$

Le régime de Stokes est acceptable pour la vitesse libre.

vh = v0 (1 − φ) ^n = 3,14×10⁻³ × (0,80) ^4,65

vh = 1,11×10⁻³ m/s

vh/v0 = 1,11×10⁻³ / 3,14×10⁻³ = 0,354

t = 1,2 / 1,11×10⁻³ = 1079 s = 18,0 min

Exercice 05 :

vo = Q/A = 20/20 = 1 m/h

Les vitesses de chute calculées par la loi de Stokes sont les suivantes :

Diamètre	vs (m/h)	Rendement de classe
10 µm	0,294	29,4 %
20 µm	1,177	100 %
40 µm	4,709	100 %
80 µm	18,835	100 %

La classe 10 µm n'est retenue que partiellement car vs < vo. Les autres classes sont totalement retenues.

R = 0,20×0,294 + 0,30×1 + 0,30×1 + 0,20×1

R = 0,8588 = 85,9 %

Pour atteindre 95 % :

0,20 R10 + 0,80 = 0,95 → R10 = 0,75

vo = vs,10 / 0,75 = 0,294/0,75 = 0,392 m/h

A = Q/vo = 20/0,392 = 51,0 m²

Exercice 06 :

Dans la première zone, la hauteur diminue presque linéairement. On utilise les points de 0 à 8 min.

vs = (H0 − H8)/ (t8 − t0) = (100 − 45)/8 = 6,875 cm/min

vs = 6,875 × 60/100 = 4,125 m/h

Pour H = 25 cm, on interpole entre 15 min et 20 min :

H (15 min) = 27 cm; H (20 min) = 23 cm

25 cm est au milieu: t ≈ 17,5 min

La quantité de solides dans l'éprouvette reste constante :

C0 H0 = Cf Hf

Cf = C0 H0/Hf = 30 × 100/18 = 166,7 kg/m³

Exercice 07 :

vStokes = d_p² (ρ_p − ρ_f) g / (18 µ)

vStokes = (200×10⁻⁶) ² × (2650 − 1000) × 9,81 / (18×10⁻³)

vStokes = 3,60×10⁻² m/s

Rep = 1000 × 3,60×10⁻² × 200×10⁻⁶ / 10⁻³ = 7,19

Comme Rep > 1, la loi de Stokes n'est plus strictement valable. On utilise alors une correction du coefficient de traînée.

Itération	v supposée (m/s)	Rep	CD	v calculée (m/s)
1	0,0360	7,19	5,13	0,0205
2	0,0205	4,10	7,88	0,0165
3	0,0165	3,30	9,45	0,0151
4	0,0151	3,02	10,10	0,0146
5	0,0146	2,92	10,34	0,0144

vcorrigée ≈ $1{,}44\times10^{-2}$ m/s = 14,4 mm/s

vcorrigée/vStokes = 0,0144/0,0360 = 0,40

Exercice 08 :

$vs = dp^2 (\rho p - \rho f)\, g / (18\, \mu)$

$vs = (25\times10^{-6})^2 \times (2600 - 1000) \times 9{,}81 / (18\times10^{-3})$

$vs = 5{,}45\times10^{-4}$ m/s

$vs = 5{,}45\times10^{-4} \times 3600 = 1{,}96$ m/h

$Ath = Q/vs = 120/1{,}96 = 61{,}2$ m²

Aréelle = 1,25 × 61,2 = 76,5 m²

$D = \sqrt{(4A/\pi)} = \sqrt{(4\times76{,}5/\pi)} = 9{,}87$ m

V = Aréelle × H = 76,5 × 3 = 229,5 m³

$\tau = V/Q = 229{,}5/120 = 1{,}91$ h