

TP leçon 2: Incertitude sur la valeur de la concentration d'une solution réalisée par dilution.

I. Dilution d'une solution mère et expression de la concentration de la solution fille:

On dispose d'une solution mère de permanganate de potassium à $4,00 \cdot 10^{-4}$ mol/L. L'incertitude sur la concentration de cette solution est de 2%.

1. Réalisation de la solution fille.

Remplir la burette d'eau distillée.

On souhaite diluer 4 fois cette solution.

Avec le matériel se trouvant sur la paillasse, réaliser la dilution (proposer d'abord le protocole au professeur).

2. Expression de C_{fille} :

Exprimer C_{fille} en fonction de $C_{\text{mère}}$, V_{pipette} et V_{burette} .

Puis calculer C_{fille} .

Capacité nominale / mL	Tolérance pipette jaugée:	
	Classe A mL	Classe B mL
1	±0,008	±0,015
2	±0,01	±0,02
5	±0,015	±0,03
10	±0,02	±0,04
20	±0,03	±0,06

II. Calcul des incertitudes absolues des «données».

1. Calculer l'incertitude absolue de la concentration de la solution mère.

2. Calculer l'incertitude absolue sur la valeur du volume prélevé à

la pipette jaugée de classe A:

Pipette jaugée: Incertitude élargie avec un taux de confiance de 95%: $\Delta V_{\text{pipette}} = \frac{2 \times t}{\sqrt{6}}$ t: tolérance de la pipette jaugée

3. Calculer l'incertitude absolue sur la valeur du volume versé à la burette: tolérance 0,05 mL

Incertitude burette graduée = Erreur double lecture (divison 0 mL et division 15ml) + erreur précision «appareil»

$$\Delta V_{\text{burette}} = \Delta V_{\text{double}} + \Delta V_{\text{tolérance}}$$

$$\Delta V_{\text{burette}} = \sqrt{\frac{k \times (1 \text{ graduation})^2}{6}} + \frac{t}{\sqrt{3}}$$

- t: tolérance
- Pour une incertitude élargie avec un taux de confiance de 95%, le facteur d'élargissement k vaut 2.

III. Calcul de l'incertitude absolue de la concentration de la solution fille réalisée:

Ouvrir le logiciel Gum-Eleve.

Ouvrir le fichier dilution.gum (cliquer sur: Charger le fichier depuis le répertoire personnel)

1. Vérifier l'homogénéité de l'expression donnée (Onglet: Expression de la grandeur de sortie)

Fournir les valeurs de $C_{\text{mère}}$, V_{pipette} , V_{burette} ainsi que leur incertitude (Onglet : Grandeurs d'entrée)

Calculer la grandeur de sortie C_{fille} (cliquer sur le grand bouton à droite).

2. Écrire le résultat de la mesure avec son incertitude pour un niveau de confiance de 95% (avec un chiffre significatif)

3. En déduire, l'encadrement de la valeur de C_{fille} .

4. D'après le diagramme fourni, identifier la source d'erreur qui apporte la plus grande contribution à l'incertitude sur C_{fille} .

IV. 2ème méthode pour calculer l'incertitude de la concentration de la solution fille réalisée:

On détermine l'incertitude de répétabilité sur la valeur de la concentration C_{fille} de la solution fille

1. Mesurer au bureau l'absorbance A de la solution fille, noter sa valeur .

2. Loi de Beer-Lambert:

Rappel: La concentration d'une espèce dissoute dans une solution colorée est proportionnelle à son absorbance A :

$$C = k \cdot A \quad (1 \text{ seul soluté})$$

Noter la valeur de k (voir au tableau) puis calculer la valeur de C_{fille} .

3. Écrire la valeur de la concentration C_{fille} au tableau puis remplir le tableau suivant:

C_{fille} (mol/L)									
----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4. Déterminer l'incertitude élargie sur la valeur de C_{fille} :

$$U(X) = k \cdot \frac{s_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

n: nombre de valeurs.
 s_{n-1} : écart-type n-1
 valeur de k pour un niveau de confiance à 95%:

n	6	7	8	9	10
k	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26

5. Écrire la valeur de C_{fille} avec son incertitude puis donner un encadrement de sa valeur.

V. Bilan:

1. Pourquoi les incertitudes sur C_{fille} calculées dans les paragraphes IV. et V. ne sont elles pas les mêmes ?

2. Les 2 intervalles trouvés pour C_{fille} sont ils cohérents ?

TP n°1 CORRECTION: Incertitude sur la valeur de la concentration d'une solution réalisée par dilution .

I. Dilution d'une solution mère et expression de la concentration de la solution fille:

1. Réalisation de la solution fille.

On souhaite diluer 4 fois la solution mère donc: $\frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}} = 4$ On prélève 5,0 mL de la solution mère à la pipette jaugée et on rajoute 15,0 mL d'eau distillée (20/5 = 4)

2. Expression de C_{fille} :

$$C_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}} = C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}}$$

$$C_{\text{fille}} = \frac{C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}}}{V_{\text{fille}}} = \frac{C_{\text{mère}} \times V_{\text{pipette}}}{V_{\text{pipette}} + V_{\text{burette}}} = \frac{4,00 \cdot 10^{-4} \times 5,0}{5,0 + 15,0} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

II. Calcul des incertitudes absolues des «données».

1.

$$\frac{U(C_{\text{mère}})}{C_{\text{mère}}} = 0,02 \quad U(C_{\text{mère}}) = 0,02 \times C_{\text{mère}} = 0,02 \times 4,00 \cdot 10^{-4} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$2. \quad \Delta V_{\text{pipette}} = \frac{2 \times t}{\sqrt{6}} = \frac{2 \times 0,015}{\sqrt{6}} = 0,01225 = 0,02 \text{ mL}$$

$$3. \quad \Delta V_{\text{burette}} = \sqrt{\frac{k \times (1 \text{ graduation})^2}{6}} + \frac{t}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{2 \times (0,1)^2}{6}} + \frac{0,05}{\sqrt{3}} = 0,0866 = 0,09 \text{ mL}$$

III. Calcul de l'incertitude absolue de la concentration de la solution fille réalisée:

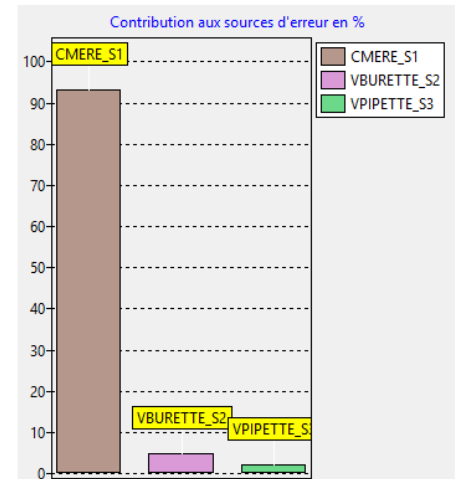
1. Homogénéité de la formule:

$$C_{\text{fille}} = \frac{C_{\text{mère}} \times V_{\text{pipette}}}{V_{\text{pipette}} + V_{\text{burette}}} \rightarrow \frac{\frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \cancel{\text{L}}}{\cancel{\text{L}} + \text{L}} = \frac{\text{mol}}{\text{L}} : \text{ donc l'expression est homogène.}$$

2. Incertitude pour un niveau de confiance de 95%: $0,000100 \pm 0,000004 \text{ mol/L}$
ou $(1,00 \pm 0,04) \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

3. Intervalle de confiance: $0,96 \cdot 10^{-4} \leq C_{\text{fille}} \leq 1,04 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

4. D'après l'histogramme ci-contre, la concentration $C_{\text{mère}}$ apporte la plus grande contribution à l'incertitude sur C_{fille} .



IV. 2ème méthode pour calculer l'incertitude absolue de la concentration de la solution fille réalisée:

1. Exemple de mesure: $A = 0,079$

2. $C = k \times A$ avec $k = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ L/mol}$ $C = 1,3 \cdot 10^{-3} \times 0,079 = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

3.

C_{fille} (mol/L) $\times 10^{-4}$	0,93	0,61	1,0	1,0	1,2	0,73	0,48
--	------	------	-----	-----	-----	------	------

4.

$$\bar{C}_{\text{fille}} = 8,507 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$U(X) = k \cdot \frac{s_{n-1}}{\sqrt{n}} \quad \text{Il y a 7 mesures donc } k = 2,45$$

$$S_{n-1} = 2,479 \cdot 10^{-5} \text{ d'après la calculatrice} \quad U(C_{\text{fille}}) = 2,45 \cdot \frac{2,479 \cdot 10^{-5}}{\sqrt{7}} = 2,296 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$= 3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

5. $C_{\text{fille}} = (9 \pm 3) \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ $6 \cdot 10^{-5} \leq C_{\text{fille}} \leq 12 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$

V. **Bilan:**

1.

Paragraphe III: $0,96 \cdot 10^{-4} \leq C_{\text{fille}} \leq 1,04 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

Paragraphe IV: $6 \cdot 10^{-5} \leq C_{\text{fille}} \leq 12 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ ou $0,6 \cdot 10^{-4} \leq C_{\text{fille}} \leq 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

Les erreurs aléatoires de manipulation n'ont pas été complètement prises en compte dans le calcul de l'incertitude au paragraphe III.

2. Les intervalles doivent forcément se chevaucher (la vraie valeur doit appartenir à la partie commune): ici, le 1^{er} intervalle est inclus dans le second, donc c'est cohérent.