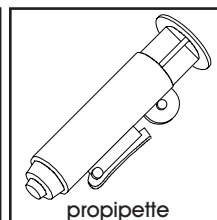
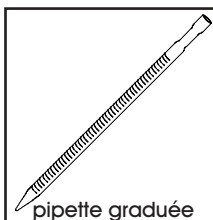
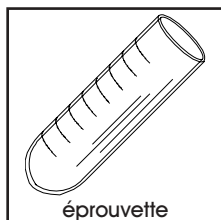


## BUTS

Aborder la notion de précipitation d'une substance peu soluble et l'aspect quantitatif de la réaction de précipitation.

## MATERIEL

11 éprouvettes, 2 pipettes graduées de 10 mL, 2 propipettes, 1 règle graduée en millimètres, gants à usage unique.



## REACTIFS

Chlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2$  0.2 M), chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$  0.2 M).

$\text{BaCl}_2$		$\text{K}_2\text{CrO}_4$	
état .....	solution 0.2 M	état .....	solution 0.2 M
MM .....	208.24 g/mol	MM .....	194.20 g/mol
CH 2	récup M	CH 3	récup M

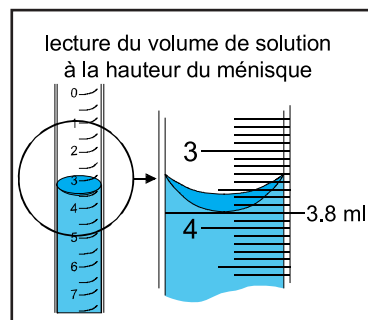
## RECOMMANDATIONS

Manipuler avec grande précaution la solution toxique de chromate de potassium. **Ne pas ingérer ou mettre en contact avec la peau.**

Munir les pipettes d'une propipette pour prélever les solutions.

MANIPULATIONS  
ET DISCUSSION

1. Noter la couleur des solutions de départ. **Porter des lunettes de sécurité et des gants jetables.** Au moyen des pipettes graduées adéquates, introduire dans 11 éprouvettes les **volumes précis** de solutions de chlorure de baryum et de chromate de potassium mentionnés dans la table ci-dessous. La lecture précise des volumes s'effectue selon la figure ci-contre.



Eprouvette	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Volume de $\text{BaCl}_2$ [mL]	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Volume de $\text{K}_2\text{CrO}_4$ [mL]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Agiter efficacement les éprouvettes pour homogénéiser les solutions sans perdre de volume, puis laisser reposer durant 30 minutes au minimum.

Noter toutes les observations (apparition d'un précipité dans certaines éprouvettes, couleur du précipité, couleur du surnageant).

- ? 1. Donner l'équation équilibrée de la réaction de précipitation qui a lieu dans certaines éprouvettes.
- ? 2. Indiquer pourquoi le précipité formé sédimente au fond des éprouvettes.
3. Après au moins 30 minutes d'attente, noter la hauteur de précipité au fond de chaque éprouvette. Consigner les valeurs et les observations pour chacune des 11 éprouvettes dans le tableau ci-dessous.

	Nombre de moles de $\text{BaCl}_2$ 0.2 M introduit	Nombre de moles de $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 0.2 M introduit	Nombre de moles de $\text{BaCrO}_4$ (précipité) formé	Hauteur de précipité mesurée en mm	Tous les ions présents dans la solution	Couleur du surnageant; ions responsables
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

- ? 3. Indiquer pourquoi aucun précipité ne se forme dans les éprouvettes terminales (éprouvettes 1 et 11).
- ? 4. Reporter sur un graphique la hauteur mesurée de précipité pour chaque éprouvette (Hauteur de précipité en [mm] en fonction du numéro de l'éprouvette), puis en pointillés la courbe théorique.
- ? 5. Compte tenu des informations données sous "Réactifs" (page 1) et du graphique obtenu, expliquer pourquoi la hauteur maximale de précipité est normalement atteinte dans l'éprouvette centrale (éprouvette 6).
- ? 6. Expliquer pourquoi le surnageant devrait être incolore dans les éprouvettes 1 à 6, et jaune dans les éprouvettes 7 à 11.  
L'observation expérimentale est-elle en accord avec la théorie?
- ? 7. Sur le graphique, les points expérimentaux ne sont pas nécessairement répartis de manière parfaitement symétrique.  
Indiquer les causes possibles de déviation par rapport à la courbe théorique attendue.

#### RECUPERATION ET NETTOYAGE



En portant des gants à usage unique pour ne pas entrer en contact avec les solutions, agiter les éprouvettes et récupérer leur contenu dans le récipient de déchets **M (métaux lourds)**. Effectuer un lavage des éprouvettes à l'eau chaude et récupérer l'eau de lavage dans le récipient de déchets **M (métaux lourds)**.



Rincer la verrerie utilisée à l'eau déminéralisée.

## PREPARATION

Expérience pour un groupe de 2 étudiants.

**1. Solution de chlorure de baryum 0.2 M:**

Pour 1000 mL de solution (suffisant pour environ 10-15 groupes), peser précisément 41.65 g  $\text{BaCl}_2$  (qualité: si possible *pro analysis*), dissoudre dans de l'eau déminéralisée et compléter à 1000 mL avec de l'eau déminéralisée. La qualité des résultats obtenus dépend fortement de la précision de préparation de la solution.

**2. Solution de chromate de potassium 0.2 M:**

Pour 1000 mL de solution (suffisant pour environ 10-15 groupes), peser précisément 38.84 g  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (qualité: si possible *pro analysis*), dissoudre dans de l'eau déminéralisée et compléter à 1000 mL avec de l'eau déminéralisée. La qualité des résultats obtenus dépend fortement de la précision de préparation de la solution.

**3. Matériel nécessaire pour un groupe de 2 étudiants:**

2 porte-éprouvettes  
 11 éprouvettes  
 2 pipettes graduées de 10 mL  
 2 propipettes  
 1 règle graduée en millimètres  
 1-2 paires de gants à usage unique

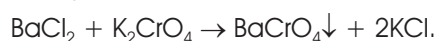
**4. Durée de l'expérience:**

Environ 75 min de manipulations.

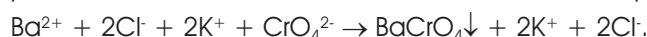
## DISCUSSION

? 1. Donner l'équation équilibrée de la réaction de précipitation qui a lieu dans certaines éprouvettes.

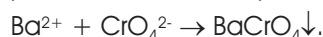
La réaction entre le chlorure de baryum et le chromate de potassium conduit à la formation de chromate de baryum peu soluble et de chlorure de sodium, selon:



Puisque le chlorure de baryum, le chromate de potassium et le chlorure de potassium sont des substances solubles, la réaction peut être écrite:



Etant donné que les ions  $\text{Cl}^-$  et  $\text{K}^+$  se retrouvent à gauche et à droite de l'expression, la réaction peut donc être simplifiée sous la forme:



Les substances faiblement solubles sont caractérisées par une constante de solubilité. Pour la réaction de solubilisation générique:



la constante d'équilibre caractérisant cette solubilisation est donnée par:

$$K = \frac{[\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b}{[\text{A}_a\text{B}_b\downarrow]}.$$

$[\text{A}_a\text{B}_b\downarrow] = 1$  par définition; par conséquent, la constante qui caractérise la solubilisation, appelée produit de solubilité  $K_{\text{sp}}$ , est donnée par l'expression:

$$K_{\text{sp}} = [\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b.$$

Dans le cas du chromate de baryum,  $K_{\text{sp}} \approx 10^{-9.7}$  ( $\text{p}K_{\text{sp}} \approx 9.7$ ).

? 2. Indiquer pourquoi le précipité formé sédimente au fond des éprouvettes.

Le solide formé a une masse volumique plus élevée que la masse volumique de l'eau; il subit par conséquent l'influence de la gravitation.

D'autre part, la vitesse de sédimentation du précipité n'est pas exactement identique dans les éprouvettes 2-5 par rapport aux éprouvettes 7-10.

En effet, la vitesse de sédimentation est fonction, selon la loi de Stokes, de la taille (rayon  $r$  pour des particules idéalement sphériques) de l'entité sédimentant, de la viscosité ( $\eta$ ) de la solution et de la différence de masses volumiques entre l'entité sédimentant ( $\rho$ ) et la solution ( $\rho_{\text{sol}}$ ):

$$v_{\text{séd}} = 2r^2(\rho - \rho_{\text{sol}})g/9\eta.$$

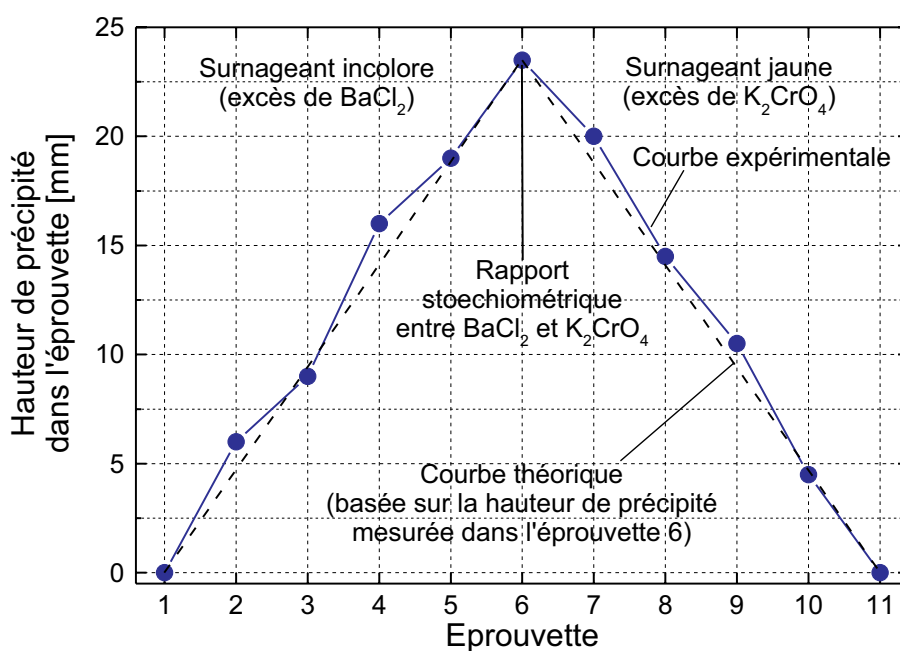
Etant donné que les éprouvettes 2-5 contiennent un excès de chlorure de baryum, tandis que les éprouvettes 7-10 contiennent un excès de chromate de potassium, la masse volumique de ces solutions est légèrement différente, ce qui explique les faibles écarts de vitesses de sédimentation.

D'autre part, la différence de composition des solutions dans les éprouvettes est aussi à l'origine de la faible différence de texture du précipité formé.

? 3. Indiquer pourquoi aucun précipité ne se forme dans les éprouvettes terminales (éprouvettes 1 et 11).

L'éprouvette 1 ne contient que du chlorure de baryum (solution incolore), tandis que l'éprouvette 11 ne contient que du chromate de potassium (solution jaune); il y a absence de réaction et ces deux sels sont solubles dans l'eau.

? 4. Reporter sur un graphique la hauteur mesurée de précipité pour chaque éprouvette (Hauteur de précipité en [mm] en fonction du numéro de l'éprouvette), puis en pointillés la courbe théorique.



? 5. Compte tenu des informations données sous "Réactifs" (page 1) et du graphique obtenu, expliquer pourquoi la hauteur maximale de précipité est normalement atteinte dans l'éprouvette centrale (éprouvette 6).

Les solutions de chlorure de baryum et de chromate de potassium sont de concentrations égales. D'autre part, dans l'éprouvette 6, le volume de chacune de ces solutions est égal (5 mL + 5 mL).

Le nombre de moles de chaque substance est par conséquent identique (en l'occurrence:  $10^{-3}$  moles de  $\text{Ba}^{2+}$  et  $10^{-3}$  moles de  $\text{CrO}_4^{2-}$ ) et la quantité de précipité formé est maximale, puisque la totalité des ions baryum et des ions chromate réagissent.

? 6. Expliquer pourquoi le surnageant devrait être incolore dans les éprouvettes 1 à 6, et jaune dans les éprouvettes 7 à 11.

L'observation expérimentale est-elle en accord avec la théorie?

L'éprouvette 1 ne contient que du chlorure de baryum incolore, tandis que l'éprouvette 11 ne contient que du chromate de potassium jaune.

Dans les éprouvettes 2-5, le chlorure de baryum incolore est en excès, tandis que dans les éprouvettes 7-10, c'est le chromate de potassium jaune qui est en excès.

L'éprouvette 6 est incolore puisqu'elle ne contient ni excès de chlorure de baryum ni excès de chromate de potassium.

? 7. Sur le graphique, les points expérimentaux ne sont pas nécessairement répartis de manière parfaitement symétrique.

Indiquer les causes possibles de déviation par rapport à la courbe théorique attendue.

L'asymétrie est expliquée par les erreurs de pipettage des solutions, par une sédimentation incomplète en 30 minutes, ainsi que par les erreurs de lecture de la hauteur de précipité (le fond des éprouvettes n'est pas plat).