TP DE CHIMIE N°4 — CINÉTIQUE CHIMIQUE

Suivi temporel d'une réaction par titrage volumétrique

Classe : Terminale Spécialité
Durée : 2h00 (TP guidé)

Binôme : ..... **Date :** ..... **Poste n° :** .....

Objectifs du TP : 1. Mettre en évidence la durée d'une transformation chimique lente.
2. Pratiquer la technique de la "trempe thermique" pour stopper une réaction.
3. Déterminer graphiquement l'avancement x(t) et le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

1. PRÉSENTATION DES DEUX RÉACTIONS CHIMIQUES

Ce TP distingue soigneusement la **réaction étudiée** (lente) de la **réaction de titrage** (rapide) :

Réaction n°1 : Étudiée (Lente)

Oxydation des ions iodure par les ions peroxodisulfate :

$$S_2O_8^{2-}\ (aq) + 2\ I^-\ (aq) \rightarrow 2\ SO_4^{2-}\ (aq) + I_2\ (aq)$$

Le diiode I_2 formé colore progressivement la solution en brun/jaune.

Réaction n°2 : Titrage (Quasi-instantanée)

Titrage du diiode formé par les ions thiosulfate :

$$I_2\ (aq) + 2\ S_2O_3^{2-}\ (aq) \rightarrow 2\ I^-\ (aq) + S_4O_6^{2-}\ (aq)$$

Utilisation d'empois d'amidon comme indicateur de fin de réaction (bleu foncé → incolore).

2. MATÉRIEL & SOLUTIONS

Solutions chimiques :

- Solution d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$) : $C_1 = 0{,}50\ mol{\cdot}L^{-1}$
- Solution de peroxodisulfate ($2K^+ + S_2O_8^{2-}$) : $C_2 = 0{,}10\ mol{\cdot}L^{-1}$
- Solution titrante de thiosulfate de sodium : $C_3 = 5{,}0 \times 10^{-3}\ mol{\cdot}L^{-1}$
- Empois d'amidon (ou thiodène) + Eau glacée

Matériel par poste :

- Burette graduée de 25,0 mL sur support
- Pipette jaugée de 2,0 mL + propipette
- Bécher de réaction (100 mL) + Agitateur magnétique
- 6 erlenmeyers (ou béchers) de 100 mL prêts avec 25 mL d'eau glacée

3. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL (TRAVAIL EN BINÔME)

Organisation conseillée : L'Élève A gère les prélèvements et le chronomètre. L'Élève B gère la burette et le titrage.

1. **Préparation de la burette :** Remplir la burette avec la solution de thiosulfate ($C_3 = 5{,}0 \times 10^{-3}\ mol{\cdot}L^{-1}$). Ajuster soigneusement le zéro.
2. **Préparation des béchers d'arrêt :** Verser environ 25 mL d'eau glacée dans 6 erlenmeyers numérotés de 1 à 6.
3. **Lancement de la réaction (t = 0) :**
   - Dans un bécher de 100 mL, verser $V_1 = 40{,}0$ mL d'iodure de potassium et $V_2 = 10{,}0$ mL de peroxodisulfate de potassium.
   - Déclencher immédiatement le chronomètre (t = 0 min) et agiter le mélange.

4. **Prélèvements & Titrages (à renouveler 6 fois) :**
   - Aux dates suggérées (t ≈ 2, 5, 10, 15, 25, 40 min), prélever exactement $V_{prélèv}$ = 2,0 mL du mélange réactionnel avec la pipette jaugée.
   - Injecter immédiatement le prélèvement dans l'un des erlenmeyers contenant **l'eau glacée**.
     Noter la date exacte t du prélèvement au moment de l'injection !
   - Ajouter 3 gouttes d'empois d'amidon (la solution devient bleu foncé) et titrer immédiatement jusqu'à **décoloration complète**. Noter le volume d'équivalence $V_{éq}$.

🔔 APPEL PROFESSEUR n°1 : Faites vérifier le 1er titrage et la lecture de $V_{éq}$.

4. TABLEAU DES MESURES & RÉSULTATS

Remplissez la 2ème ligne avec la date réelle relevée au chrono lors du prélèvement et la 3ème ligne avec les volumes $V_{éq}$ lus sur la burette.

Prélèvement n°	1	2	3	4	5	6
Date visée (min)	**2 min**	**5 min**	**10 min**	**15 min**	**25 min**	**40 min**
Date réelle t (min)						
Volume $V_{éq}$ (mL)						
n_{I_2} formé (µmol) dans le prélèvement $n_{I_2,\ prélèv} = (C_3 \times V_{éq}) / 2$						
Avancement global x(t) (mmol) $x(t) = 1{,}25 \times V_{éq}$ (en mL)						

5. EXPLOITATION THÉORIQUE & CALCULS GUIDÉS

1. **Rôle de l'eau glacée :** Pourquoi le prélèvement est-il versé immédiatement dans de l'eau glacée avant le titrage ? Comment s'appelle cette opération ?

.....

2. **Démonstration de la relation simplifiée d'avancement :**
   - À l'équivalence du titrage, établir la relation entre la quantité $n_{I_2,\ prélèv}$ de diiode dans le prélèvement de 2,0 mL et la quantité de thiosulfate versée $C_3 \times V_{éq}$.

.....

   - Le volume total du mélange réactionnel est $V_{tot} = V_1 + V_2$ = 50,0 mL. Montrer que l'avancement global x(t) dans tout le bécher est relié au volume $V_{éq}$ (en mL) par la formule directe :

$$\mathbf{x(t) = 1{,}25 \times V_{éq} \quad (avec\ x\ en\ mmol\ et\ V_{éq}\ en\ mL)}$$

3. **Recherche du réactif limitant et de l'avancement maximal x_{max} :**
   - Calculer les quantités de matière initiales $n_0(I^-)$ et $n_0(S_2O_8^{2-})$ dans le mélange initial (50 mL).

.....

   - À l'aide du tableau d'avancement de la réaction n°1, déterminer le réactif limitant et calculer x_{max}.

.....

6. EXPLOITATION GRAPHIQUE & CONCLUSION

1. **Tracé de la courbe :** Sur papier millimétré (ou via tableur), tracer la courbe de l'avancement x(t) en fonction du temps t (en minutes). **🔔 APPEL PROFESSEUR n°2 : Validation du tracé et de la courbe.**
2. **Temps de demi-réaction $t_{1/2}$:**
   - Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ et calculer sa valeur théorique d'avancement $x(t_{1/2}) = x_{max} / 2$.
   - Déterminer graphiquement la valeur de $t_{1/2}$ en laissant apparaître les traits de construction sur le graphe.
     Résultat trouvé : $t_{1/2}$ = ... min
3. **Analyse de la vitesse :** Comment évolue la vitesse de réaction au cours du temps ? Quel facteur cinétique explique cette évolution ?

.....