

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE SÉRIE STL
spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire

Épreuve d'évaluation des compétences expérimentales

Durée 3 h – coefficient 6

SUJET ANNALES ZERO

SOMMAIRE

Fiche 1 : DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS

DESCRIPTIF SOMMAIRE DU SUJET

COMPETENCES EVALUEES - COEFFICIENTS RESPECTIFS

Fiche 2 : LISTE DU MATERIEL DESTINEE AUX PROFESSEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE

LISTE DE MATERIEL POUR UN POSTE

PARTICULARITES DE MISE EN ŒUVRE

Fiche 3 : ENONCE DESTINE AU CANDIDAT ET DOCUMENT REPONSE

DOCUMENT REPONSE A RENDRE

Fiche 4 : REPERES POUR L'EVALUATION ET GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

REPERES POUR L'EVALUATION

GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

Fiche 5 : GRILLE D'EVALUATION PAR COMPETENCES

Fiche 6 : DOCUMENT RECAPITULATIF DE L'EVALUATION (DOCUMENT AYANT STATUT DE COPIE D'EXAMEN)

Fiche 1 : DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS**DESCRIPTIF SOMMAIRE DU SUJET**

Le sujet est constitué de deux parties au cours desquelles le candidat doit étudier un mélange d'acétate de baryum et de nitrate d'argent. Le candidat doit séparer un des constituants dans la première partie, puis doit analyser le mélange après séparation dans la deuxième partie.

Dans la première partie, le candidat est amené à séparer les ions argent(I) du mélange. Le candidat commence par déterminer une valeur de la concentration en ions argent(I) à l'aide d'une mesure unique de différence de potentiel et d'une droite d'étalonnage. Le candidat procède alors à la séparation des ions argent(I) par réaction de précipitation.

Dans la deuxième partie, le candidat doit déterminer de manière quantitative la concentration en ions baryum(II) et acétate afin de réaliser une étiquette. Cette étiquette rassemble les concentrations des espèces encore présentes en solution.

COMPETENCES EVALUEES - COEFFICIENTS RESPECTIFS

Ce sujet permet d'évaluer les compétences avec les coefficients respectifs :

- S'approprier : coefficient 1
- Analyser : coefficient 2
- Réaliser : coefficient 3
- Valider : coefficient 2
- Communiquer : coefficient 2

Fiche 2 : LISTE DU MATERIEL DESTINEE AUX PROFESSEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version.pdf vous permet d'adapter le sujet à votre matériel.

Cette adaptation ne doit entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

LISTE DE MATERIEL POUR UN POSTE**Paillasse élèves :****1. Verrerie**

- Bêchers de 50 mL, 100 mL, 200 mL, 250 mL, 500 mL
- Erlenmeyers de 100 mL, 250 mL
- Eprouvettes graduées de 20 mL, 50 mL, 100 mL, 200 mL
- Fioles jaugées de 50 mL, 100 mL, 200 mL
- Pipettes jaugées de 5 mL, 10 mL, 20 mL
- Propipette
- Burette de 25 mL
- Agitateur en verre
- Pipette simple
- Fiole à vide
- Entonnoir büchner + papier filtre
- Entonnoir simple
- Verre à pied
- Pissette d'eau distillée.
- Barreau aimanté.
- Papier Joseph
- Gants et lunettes de protection

2. Appareils

- Conductimètre
- Voltmètre
- Agitateur magnétique
- Ordinateur avec tableur

3. Electrodes

- Cellule de conductimétrie
- Electrode d'argent
- Electrode au calomel saturé
- Allonge de verre au nitrate de potassium (sinon électrode au sulfate mercurieux en adaptant le sujet)

4. Solutions

- 250 mL d'un mélange de solution de nitrate d'argent et d'acétate de baryum
Le mélange doit avoir une concentration connue de l'ordre de $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ en nitrate d'argent et $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ en acétate de baryum
- 200 mL de solution de chlorure de sodium NaCl à $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ (pour la précipitation du chlorure d'argent)
- 100 mL de solutions de sulfate de sodium Na_2SO_4 à $0,0100 \text{ mol.L}^{-1}$ et à $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ (pour le dosage des ions Ba^{2+} , s'il est réalisé)
- 100 mL de solutions d'acide chlorhydrique à $0,0100 \text{ mol.L}^{-1}$ et à $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ (pour le dosage des ions acétate, s'il est réalisé)

Dans la salle

- Bidon de récupération des solutions usagées et coupelle pour papier filtre avec précipité de chlorure d'argent.

Documents mis à disposition des élèves :

- Notice simplifiée d'utilisation du tableur
- Notice simplifiée d'utilisation du conductimètre

A prévoir par le professeur :

- **Annexe 4 à fournir à l'élève** : la courbe d'étalonnage $\Delta E = \log(C)$ tracée avec les électrodes mise à disposition par le centre.

avec ΔE : différence de potentiel aux bornes des électrodes mise à disposition, plongée dans une solution de concentration molaire C en ions argent.

A prévoir en secours :

- le mélange après précipitation (A.4.2) à filtrer ;
- une fiole contenant du filtrat de secours (A.4.3) ;
- un protocole détaillé du dosage des ions baryum(II) (B2) en secours ;
- des mesures des 2 dosages possibles en secours pour donner à l'élève en difficulté pour qu'il puisse les exploiter avec un tableur ;
- la fiche méthode « titrage suivi par conductimétrie » (voir page suivante).

PARTICULARITES DE MISE EN ŒUVRE

- La diversité de la verrerie présente sur la paillasse du candidat doit lui permettre de faire des choix judicieux.
- Lors de la préparation de l'épreuve, la courbe d'étalonnage devra avoir été tracée, imprimée et jointe en annexe 4.
- Lors de la préparation de l'épreuve, les mesures des 2 titrages possibles devront être réalisées et la concentration molaire des ions Ba^{2+} devra être déterminée avec précision (environ $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$).

Fiche méthode : **Réalisation d'un titrage suivi par conductimétrie.****Cellule de mesure**

- La cellule conductimétrique doit être rincée à l'eau distillée avant la mesure.
- Lors d'un dosage, il n'est pas nécessaire d'étalonner le conductimètre.

Mesures

- Plonger la cellule de conductimétrie dans la solution à étudier.
- Lors d'un titrage, ajouter un grand volume d'eau dans le milieu réactionnel pour minimiser les effets de la dilution si cela est possible.
- Prendre des mesures tous les millilitres.
- L'agitation ne doit pas être trop vigoureuse pendant les mesures.

Fin du titrage

- Rincer la cellule de conductimétrie avec de l'eau distillée ou déminéralisée.
- Remettre la cellule dans son portoir avec de l'eau distillée ou déminéralisée, si nécessaire.

Fiche 3 : ENONCE DESTINE AU CANDIDAT ET DOCUMENT REPONSE

Durée de l'épreuve : 3 h

Coefficient : 6

Nom :		N° inscription :	
Prénom :		Centre d'examen :	

Ce sujet comporte 13 pages y compris le document réponse sur lequel le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'utilisation de la calculatrice est autorisée.

ERRARE HUMANUM EST...

Dans le laboratoire d'un établissement scolaire, lors d'un inventaire, il a été rassemblé dans un même flacon deux solutions de même concentration mais malheureusement de natures différentes : une solution de nitrate d'argent (solution S_1) et une solution d'acétate de baryum (solution S_2), chacune de concentration molaire $C_0 = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$. Les volumes de l'une et l'autre étaient à peu près semblables mais sans aucune certitude. Que faire de cette solution ? Un élève volontaire de terminale STL est chargé de résoudre le problème.

La solution est inutilisable en l'état. Un des techniciens du laboratoire suggère qu'il faudrait au moins soustraire un des deux ions Ag^+ ou Ba^{2+} du mélange. On pourrait alors envisager de réutiliser la solution restante si l'on sait ce qu'elle contient précisément et en quelle quantité.

Après concertation avec le technicien du laboratoire, l'élève décide d'une stratégie :

- dans un premier temps, il faudra choisir l'ion à séparer de la solution et effectuer la séparation (partie A) ;
- dans un deuxième temps, il faudra déterminer avec précision la concentration molaire des espèces restantes dans le filtrat obtenu, puis noter sa composition sur une étiquette à coller sur le flacon (partie B).



A – Séparation d'un des ions (*Durée conseillée : 1 h 20 min*)**A.1 Composition de la solution**

A.1.1. Sur le document réponse, lister les ions présents dans la solution après le mélange des solutions S_1 et S_2 . On pourra par exemple écrire les équations des réactions de dissolution du nitrate d'argent, $AgNO_3(s)$ et de l'acétate de baryum, $Ba(CH_3COO)_2(s)$.

A.1.2. Le mélange a été réalisé à partir de volumes voisins de solutions S_1 et S_2 .

Sur le document réponse, montrer que la concentration molaire en ions acétate CH_3COO^- est environ égale à C_0 et est égale au double de celle des autres espèces en solution.

A.2 Choix de l'ion à séparer

Le technicien propose à l'élève de faire précipiter les ions argent(I), par ajout d'une solution de chlorure de sodium ($Na^+ + Cl^-$). Sur le document réponse, justifier ce choix à l'aide des documents fournis en annexe 2.

Appel n°1 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions A1.1, A.1.2 et A2 ou en cas de difficulté.

A.3 Dosage des ions Ag^+

Vous disposez d'un volume d'environ 250 mL du mélange de S_1 et S_2 réalisé accidentellement.

A.3.1. Choix de la méthode.

Pour précipiter les ions argent, le technicien conseille à l'élève de s'assurer de leur concentration avant de déterminer la quantité minimale de chlorure de sodium à ajouter. L'élève se souvient de deux méthodes pour doser les ions argent :

- la méthode de Mohr (dosage par précipitation) ;
- la mesure de différence de potentiel à l'aide d'une électrode d'argent et d'une électrode de référence (dosage par étalonnage) (voir annexe 3).

Le technicien suggère alors à l'élève de faire plutôt une mesure de différence de potentiel.

Sur le document réponse, expliquer ce choix en vous appuyant sur le document de l'annexe 1.

A.3.2. Critique du protocole.

L'élève a rédigé le protocole (ci-dessous) pour mesurer la différence de potentiel et le présente au technicien de laboratoire. Celui-ci y détecte un oubli au moins.

Sur le document réponse, préciser la correction à apporter au protocole détaillé ci-dessous.

Protocole :

- Verser environ 20 mL du mélange à étudier dans un bécher de 50 mL.
- Plonger dans la solution, l'électrode de référence (électrode au calomel saturé protégée par une allonge contenant une solution de nitrate de potassium) et l'électrode de mesure (électrode d'argent).
- Relier les électrodes aux bornes du millivoltmètre.
- relever la mesure et la reporter sur la courbe d'étalonnage donnée en annexe 4.

Appel n°2 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses à la question A.3.2 ou en cas de difficulté.

A.3.3. Réalisation de la mesure

A l'aide du protocole rectifié, réaliser la mesure de la différence de potentiel ΔE .

Relever la valeur mesurée ΔE et exploiter cette valeur pour trouver la concentration molaire en ions argent(I) du mélange.

Appel n°3 : appeler l'examineur pour lui montrer la mesure de ΔE et son exploitation ou en cas de difficulté.

A.4 Précipitation et filtration

A.4.1. Sur le document réponse, à l'aide du résultat précédent, vérifier que le volume minimal V_{\min} de la solution de chlorure de sodium de concentration molaire $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ à ajouter à un volume $V_0 = 100,0 \text{ mL}$ de mélange pour faire précipiter tous les ions Ag^+ est : $V_{\min} = 20 \text{ mL}$.

A.4.2. Afin d'être certain de faire précipiter la totalité des ions argent(I), l'élève décide d'ajouter un volume V égal au volume minimal augmenté d'environ 25 %.

Sur le document réponse, calculer V .

Appel n°4 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions A.4.1 et A.4.2 ou en cas de difficulté puis réaliser la précipitation devant lui.

A.4.3. Sur le document réponse, proposer un protocole de filtration sous vide du chlorure d'argent AgCl(s) . Le solide sera récupéré et confié à une entreprise de récupération de déchets chimiques.

A.4.4. Schématiser le dispositif sur le document réponse.

Appel n°5 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental puis réaliser la séparation du précipité par filtration sous vide, ou en cas de difficulté.

A.4.5. Mesurer le volume du filtrat obtenu et reporter la valeur sur le document réponse. Indiquer si le filtrat contient toujours des ions argent(I). Proposer et réaliser un test permettant de confirmer votre réponse. Conclure.

B – Etude du filtrat (Durée conseillée : 1 h 20 min)

La précipitation et la filtration du chlorure d'argent, AgCl, étant effectuées, il reste à déterminer avec précision la concentration molaire en ions baryum(II) Ba^{2+} , ainsi que les concentrations molaires des autres ions présents en solution afin de les indiquer sur l'étiquette à coller sur le flacon.

B.1 Choix de la méthode de titrage des ions baryum(II)

Le futur chimiste envisage deux titrages suivis par conductimétrie : un pour déterminer la concentration molaire des ions baryum(II) Ba^{2+} , et un pour doser les ions acétate CH_3COO^- (voir annexe 3).

A l'aide des réponses aux questions A.1.1 et A.1.2, expliquer, sur le document réponse, en quoi ces deux titrages permettent, tous les deux, de déterminer la concentration molaire en ions baryum(II) Ba^{2+} .

B.2 Protocole opératoire

Proposer un protocole **sur le document réponse**, pour déterminer la concentration molaire en ions baryum(II) Ba^{2+} , de la solution.

Appel n°6 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental ou en cas de difficulté.

B.3. Réalisation du titrage

Réaliser le titrage.

Reporter les valeurs des mesures effectuées dans un tableau et tracer le graphe utile.

Exploiter le graphe sur le document réponse, et déterminer la concentration molaire en ions baryum(II) Ba^{2+} , dans la solution.

Appel n°7 : appeler l'examineur pour lui présenter la réalisation de quelques mesures ou en cas de difficulté.

B.4. Réalisation de l'étiquette

Préparer une étiquette pour le flacon contenant le filtrat. Remplir l'étiquette du document réponse en y faisant figurer la formule de chaque ion présent dans le filtrat.

Pour les ions baryum(II) et les ions acétate, on indiquera les concentrations molaires accompagnées des incertitudes élargies $U(C)$.

Le technicien a indiqué à l'élève la valeur de l'incertitude élargie sur la concentration molaire C : $U(C) = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

On considérera que les valeurs des incertitudes élargies sont les mêmes pour les concentrations molaires des ions baryum(II) et des ions acétate.

Pour les autres ions en solution, on indiquera les valeurs approximatives des concentrations molaires.

C – Conclusion (Durée conseillée : 20 min)

Rédiger le compte-rendu complet de l'incident sur le cahier du laboratoire : description et opérations mises en œuvre pour résoudre le problème.

Nettoyer le matériel utilisé et le ranger avant de quitter la salle.

Annexe 1 : données toxicologiques**Nitrate d'argent : AgNO₃**Mentions de danger

H315 Provoque une irritation cutanée.

H319 Provoque une sévère irritation des yeux.

H412 Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Conseils de prudence

P280 Porter des gants de protection et un équipement de protection des yeux/du visage.

P273 Éviter le rejet dans l'environnement.

Acétate de baryum: Ba(CH₃COO)₂Mentions de danger

H332 Nocif par inhalation

H302 Nocif en cas d'ingestion

Conseils de prudence

P261 Éviter de respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols.

Chromate de potassium: K₂CrO₄Mentions de danger

H340 - Peut induire des anomalies génétiques.

H350i - Peut provoquer le cancer par inhalation.

H400-H410 - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

H315 - Provoque une irritation cutanée.

H319 - Provoque une sévère irritation des yeux.

H317 - Peut provoquer une allergie cutanée.

H335 - Peut irriter les voies respiratoires.

Conseils de prudence

P281 - Utiliser l'équipement de protection individuel requis.

P202 - Ne pas manipuler avant d'avoir lu et compris toutes les précautions de sécurité.

Annexe 2 : données chimiques à 25 °C

Solubilité de différents sels d'argent et de baryum

Sels d'argent	Solubilité (g.L ⁻¹)	Sels de baryum	Solubilité (g.L ⁻¹)
AgNO ₃	2,16 × 10 ³	Ba(NO ₃) ₂	90,2
AgCl	1,92 × 10 ⁻³	BaCl ₂	358
Ag ₂ SO ₄	8,00	BaSO ₄	2,44 × 10 ⁻³
AgCH ₃ COO	10,5	Ba(CH ₃ COO) ₂	720
Ag ₂ CrO ₄	2,16 × 10 ⁻²	BaCrO ₄	2,78 × 10 ⁻³

Conductivités molaires ioniques de quelques espèces chimiques

Ions	H ₃ O ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺
Conductivité molaire (mS.m ² .mol ⁻¹)	35,0	5,01	6,19	12,8

Ions	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	CH ₃ COO ⁻	SO ₄ ²⁻
Conductivité molaire (mS.m ² .mol ⁻¹)	7,63	7,14	4,09	16,0

Constantes d'acidité

CH₃COOH / CH₃COO⁻ : pKa = 4,76

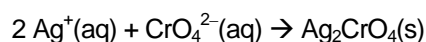
Annexe 3 : Méthodes de dosage connues de l'élève**Ions argent(I) : Ag⁺**

- **Dosage par mesure de différence de potentiel** (voir courbe d'étalonnage en annexe 4)

- **Titration par la méthode de Mohr :**

Réaction du dosage : $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$

Indicateur de fin de réaction : précipitation du chromate d'argent (Ag_2CrO_4)

**Ions baryum(II) : Ba²⁺**

- **Titration par les ions sulfate SO₄²⁻ suivi par conductimétrie :**

(voir conductivités molaires)

Réaction du dosage : $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$

Ions acétate : CH₃COO⁻

- **Titration par les ions oxonium H₃O⁺ suivi par conductimétrie :**

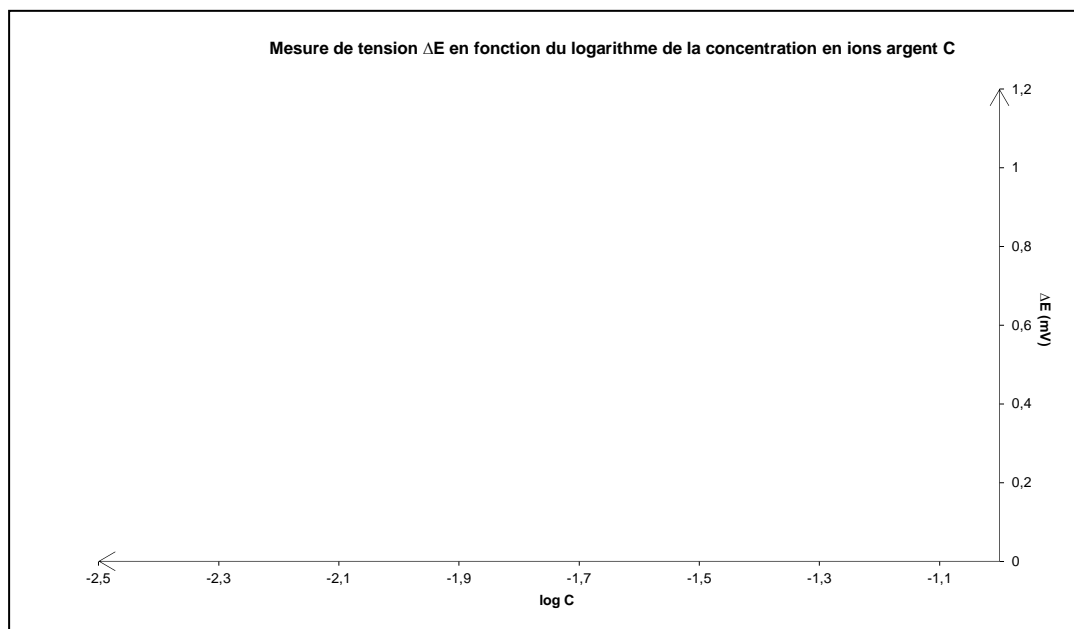
(voir conductivités molaires)

Réaction du dosage : $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Annexe 4 :

Dosage des ions Ag^+

Courbe d'étalonnage fournie par le centre :



ΔE : différence de potentiel aux bornes des électrodes mise à disposition plongées dans une solution contenant des ions argent(I) de concentration connue C.

C : Concentration molaire en ions argent(I)

On donne : si $\log C = x$ alors $C = 10^x$ (en mol.L^{-1})

DOCUMENT REPONSE A RENDRE

Nom :		N° inscription :	
Prénom :		Centre d'examen :	

Document réponse

Partie A

A.1.1 Liste des ions.

A.1.2 Montrer que la concentration molaire en ions acétate CH_3COO^- est environ égale à Co et est égale au double de celles des autres espèces en solution.

A.2 Justifier le choix de l'ajout d'une solution de chlorure de sodium, à l'aide des documents fournis en annexe 2.

Appel n°1 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions A1.1, A.1.2 et A2 ou en cas de difficulté.

A-3-1 Expliquer le choix de la méthode par mesure de différence de potentiel à l'aide d'une électrode d'argent et d'une électrode de référence (dosage par étalonnage) en vous appuyant sur le document de l'annexe 1.

A.3.2. Préciser la correction à apporter au protocole détaillé.

Appel n°2 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses à la question A.3.2 ou en cas de difficulté.

A.3.3 Relever la valeur mesurée ΔE et exploiter cette valeur pour déterminer la concentration molaire en ions argent(I) du mélange.

Appel n°3 : appeler l'examineur pour lui montrer la mesure de ΔE et son exploitation ou en cas de difficulté.

A.4.1. Vérifier que le volume minimal V_{\min} de la solution de chlorure de sodium de concentration molaire $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$, à ajouter au mélange pour faire précipiter tous les ions Ag^+ est $V_{\min} = 20 \text{ mL}$.

A.4.2. Déterminer la valeur de V .

Appel n°4 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions A.4.1 et A.4.2 ou en cas de difficulté puis réaliser la précipitation devant lui.

A.4.3. Proposer un protocole pour la filtration sous vide de AgCl(s).

A.4.4. Schématiser le dispositif.

Appel n°5 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental puis réaliser la séparation du précipité par filtration sous vide, ou en cas de difficulté.

A.4.5. Indiquer le volume de filtrat obtenu et préciser si le filtrat contient toujours des ions Ag⁺. Proposer et réaliser un test permettant de confirmer votre réponse.

V_{filtrat} =

Conclusion.

Partie B**B.1. Choix de la méthode de titrage des ions baryum(II).**

Expliquer en quoi les deux titrages permettent de déterminer la concentration molaire en ions baryum(II).

B.2. Protocole opératoire pour déterminer la concentration molaire en ions Ba^{2+} de la solution.

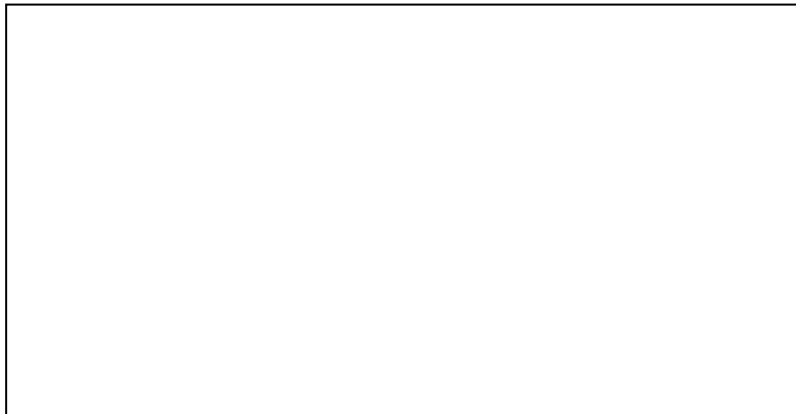
Appel n°6 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental ou en cas de difficulté.

B.3. Réaliser le titrage et exploiter le graphe du titrage effectué.

Appel n°7 : appeler l'examineur pour lui présenter la réalisation de quelques mesures ou en cas de difficulté.

B.4. Remplir l'étiquette en y faisant figurer la formule de chaque ion présent dans le filtrat. Pour les ions baryum(II) et les ions acétate, indiquer les concentrations molaires accompagnées des incertitudes élargies U(C). Indiquer les valeurs approximatives des concentrations molaires des autres ions en solution.

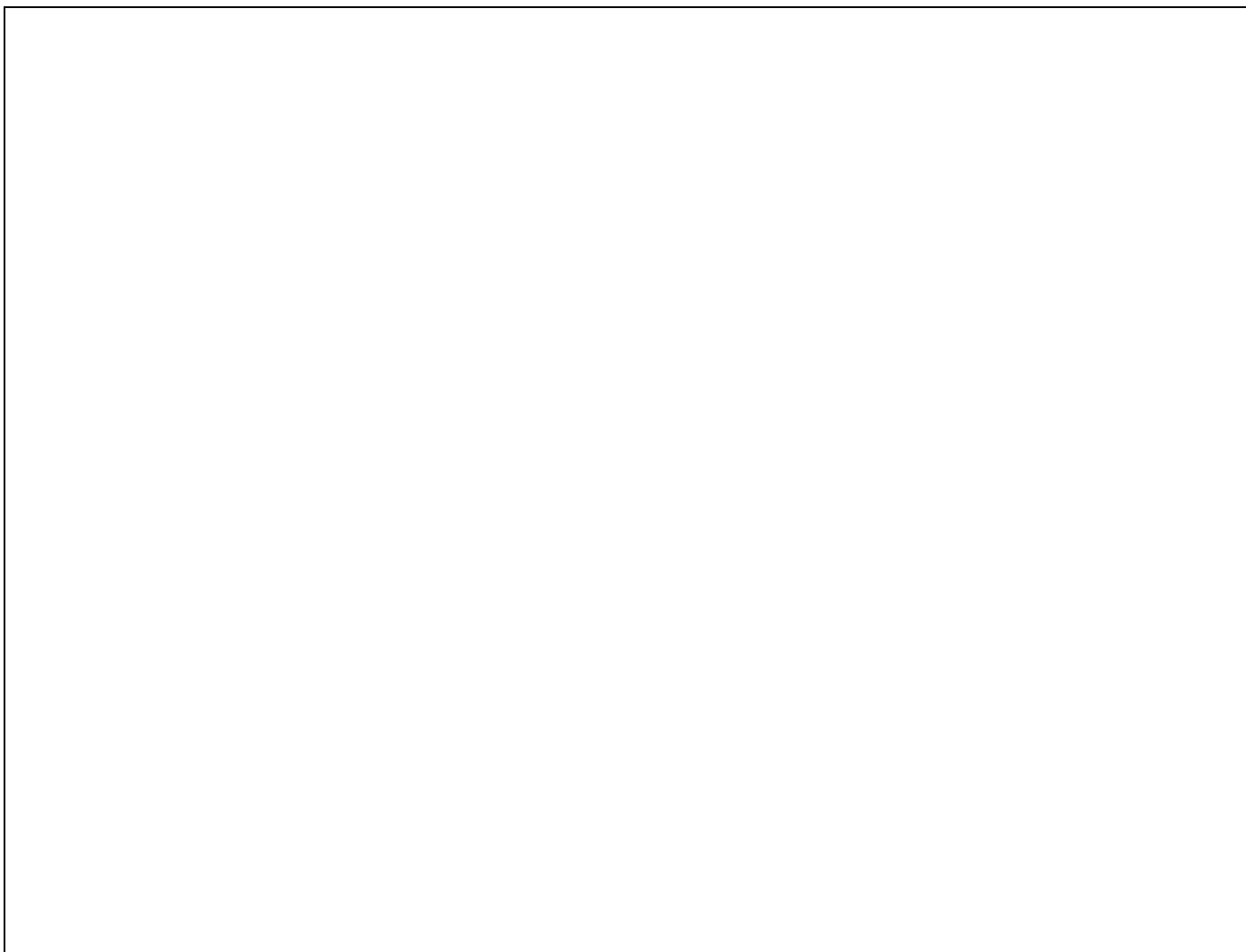
Etiquette :



Partie C

C – Conclusion

Rédiger le compte-rendu complet de l'incident survenu au laboratoire : description et opérations mises en œuvre résoudre le problème.



Fiche 4 : REPERES POUR L'EVALUATION ET GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

Le candidat est en situation d'évaluation, pas en situation de formation, l'examineur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.

Les erreurs détectées par le professeur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ou d'un apport de solution si ces erreurs conduisent l'élève à une impasse.

Niveau A : le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examineur :

- concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même.

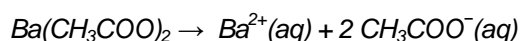
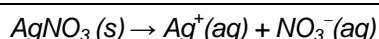
Niveau B : le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet mais avec quelques interventions de l'examineur concernant des difficultés ou erreurs non identifiées par le candidat mais résolues par celui-ci :

- après avoir réfléchi suite à un questionnement ouvert mené par l'examineur
- ou par l'apport d'une solution partielle.

Niveau C : le candidat reste bloqué dans l'avancement des tâches demandées, malgré les questions posées par l'examineur. Des éléments de solutions lui sont apportés, ce qui lui permet de poursuivre les tâches.

Niveau D : le candidat a été incapable de réaliser les tâches demandées malgré les éléments de réponses apportés par l'examineur. Cette situation conduit l'examineur à fournir une solution complète de la tâche.

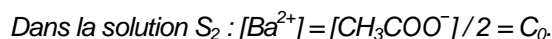
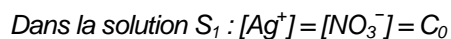
REPERES POUR L'EVALUATION

Éléments de réponses**Partie A****A.1.1 Liste des ions.**

La solution contient donc les ions Ag^+ , NO_3^- , Ba^{2+} et CH_3COO^- .

A.1.2 Montrer que la concentration en ions acétate CH_3COO^- est environ égale à C_0 et est le double de celle des autres espèces en solution.

D'après les équations de dissolution :



Les volumes mélangés étant à peu près égaux, dans le mélange on a : $[\text{Ag}^+] = [\text{NO}_3^-] = [\text{Ba}^{2+}] = C_0/2$ et $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = C_0$.

A.2 Justifier le choix de l'ajout d'une solution de chlorure de sodium, à l'aide des documents fournis en annexe 2.

D'après les données, la solubilité du chlorure d'argent AgCl est très faible, il est quasiment insoluble. BaCl_2 est lui au contraire très soluble et ne risque pas de précipiter. L'ajout des ions Cl^- va donc entraîner la précipitation des ions Ag^+ seuls.

A.3.1 Expliquer le choix de la méthode par mesure de différence de potentiel à l'aide d'une électrode d'argent et d'une électrode de référence (dosage par étalonnage) en vous appuyant sur le document de l'annexe 1.

- mesure de différence de potentiel car la méthode de Mohr utilise des ions chromate très dangereux pour l'homme (anomalie génétique, cancer,...) et très toxiques pour les organismes aquatiques.

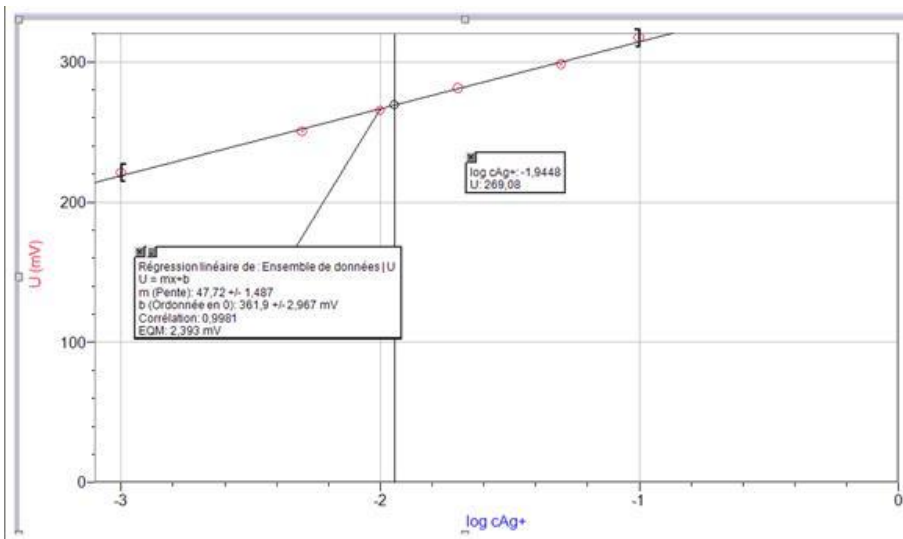
A.3.2 Préciser la correction à apporter au protocole détaillé.

On attend une des corrections suivantes :

- rincer l'électrode combinée et l'essuyer avec du papier Joseph ou du papier filtre.
- agiter la solution pendant la mesure.

A.3.3 Relever la valeur mesurée ΔE : valeur avec les unités et 3 chiffres significatifs maximum

Exploitation de cette valeur : par lecture graphique en reportant la valeur de ΔE mesurée sur la courbe d'étalonnage donnée par le professeur en annexe 4.



on lit la valeur de $\log[Ag^+] = 1,94$

puis $[Ag^+] = 0,0110 \text{ mol.L}^{-1}$ (valeur avec les unités)

A.4.1 Vérifier que le volume minimal V_{\min} de la solution de chlorure de sodium de concentration molaire $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$, à ajouter au mélange pour faire précipiter tous les ions Ag^+ est : $V_{\min} = 20 \text{ mL}$.

Pour l'équivalence, on aura $nCl^- = nAg^+$ soit $[Cl^-] \times V_{\min} = C \times V_0$

Pour $C = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$, $V_0 = 100 \text{ mL}$ on trouve $V_{\min} = 20 \text{ mL}$.

A.4.2. Déterminer la valeur de V

$V = V_{\min} + 0,25 \times V_{\min}$ on trouve $V = 25 \text{ mL}$

Remarque : Pour prélever le volume $V_0 = 100 \text{ mL}$, les élèves pourront utiliser une éprouvette graduée de 100 mL ou une fiole jaugée de 100 mL , dans les deux cas, ils devront récupérer les eaux de rinçage avant de faire la précipitation.

A.4.3. Proposer un protocole pour la filtration sous vide de AgCl(s).

Placer une rondelle de papier filtre humecté avec de l'eau distillée au fond de l'entonnoir büchner.

Ouvrir le robinet pour mettre en marche l'aspiration.

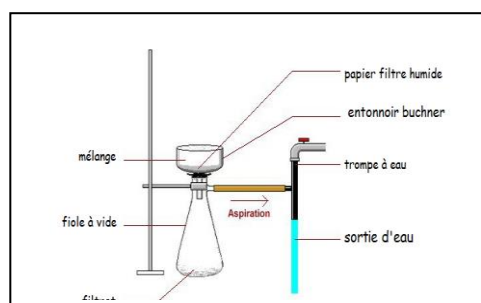
Verser le mélange dans l'entonnoir.

Recueillir le filtrat dans la fiole à vide et le stocker dans un erlenmeyer bouché.

Remarque : le büchner doit être fixé à un support.

A.4.4. Schématiser le dispositif.

Remarque : on attend un schéma soigné et légendé.

**A.4.5. Indiquer le volume du filtrat et préciser si le filtrat contient toujours des ions Ag⁺.**

Proposer et réaliser un test permettant de confirmer votre réponse.

$V_{\text{filtrat}} = 140 \text{ mL}$ (dans l'expérience réalisée).

Ajouter quelques gouttes de solution de chlorure de sodium à un échantillon du filtrat. S'il se forme un précipité alors, il faudra rajouter des ions Cl^- et filtrer à nouveau.

Conclusion.

Les ions Ag^+ ont quasiment disparu.

Partie B.**B.1. Choix de la méthode de titrage des ions baryum(II).**

Expliquer en quoi les deux titrages permettent de déterminer la concentration en ions baryum(II).

Le mélange est fait à partir d'une solution S_2 d'acétate de baryum $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$.

Le filtrat contient donc exactement deux fois plus d'ions acétate que d'ion baryum(II).

On peut aussi bien titrer les ions baryum(II) que les ions acétate pour atteindre la concentration en ions baryum(II)

(En se souvenant que $[\text{Ba}^{2+}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] / 2$)

B.2. Protocole opératoire pour déterminer la concentration molaire en ions Ba²⁺ dans la solution.

On attend le protocole du titrage suivi par conductimétrie choisi :

- soit directement le titrage des ions Ba^{2+} par les ions SO_4^{2-} ,
- soit le titrage des ions acétate par l'acide chlorhydrique.

B.3. Exploiter le graphe du titrage effectué.

On attend :

- le graphe modélisé par deux demi-droites et le point équivalent repéré sur le graphe ;
- la relation à l'équivalence ;
- le calcul de la concentration des ions baryum(II) dans le filtrat.

B.4. Remplir l'étiquette en y faisant figurer la formule de chaque ion suivie de sa concentration accompagnée de son incertitude élargie U(C).

Il est surtout attendu les concentrations accompagnées de l'incertitude élargie (le résultat obtenu dépend de la quantité d'eaux de rinçage), par exemple :

Etiquette:

$$[\text{Ba}^{2+}] = (0,0071 \pm 0,0005) \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = (0,0142 \pm 0,0005) \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Na}^+] \approx 0,009 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{NO}_3^-] \approx 0,008 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}^-] \approx 0,001 \text{ mol.L}^{-1}$$

Les concentrations molaires en ions baryum et en ions acétate sont déterminées d'après le titrage. La concentration molaire en ions Na^+ est déterminée à partir de la quantité de solution de NaCl ajoutée pour faire précipiter les ions Ag^+ et du volume de filtrat obtenu. La concentration molaire en ions NO_3^- est déduite de celle obtenue pour Ag^+ corrigée du facteur de dilution lié à l'ajout de la solution de NaCl et des eaux de rinçage. La concentration molaire des ions chlorure Cl^- versés en excès peut être obtenue à partir du volume versé en excès ou à partir l'électroneutralité de la solution.

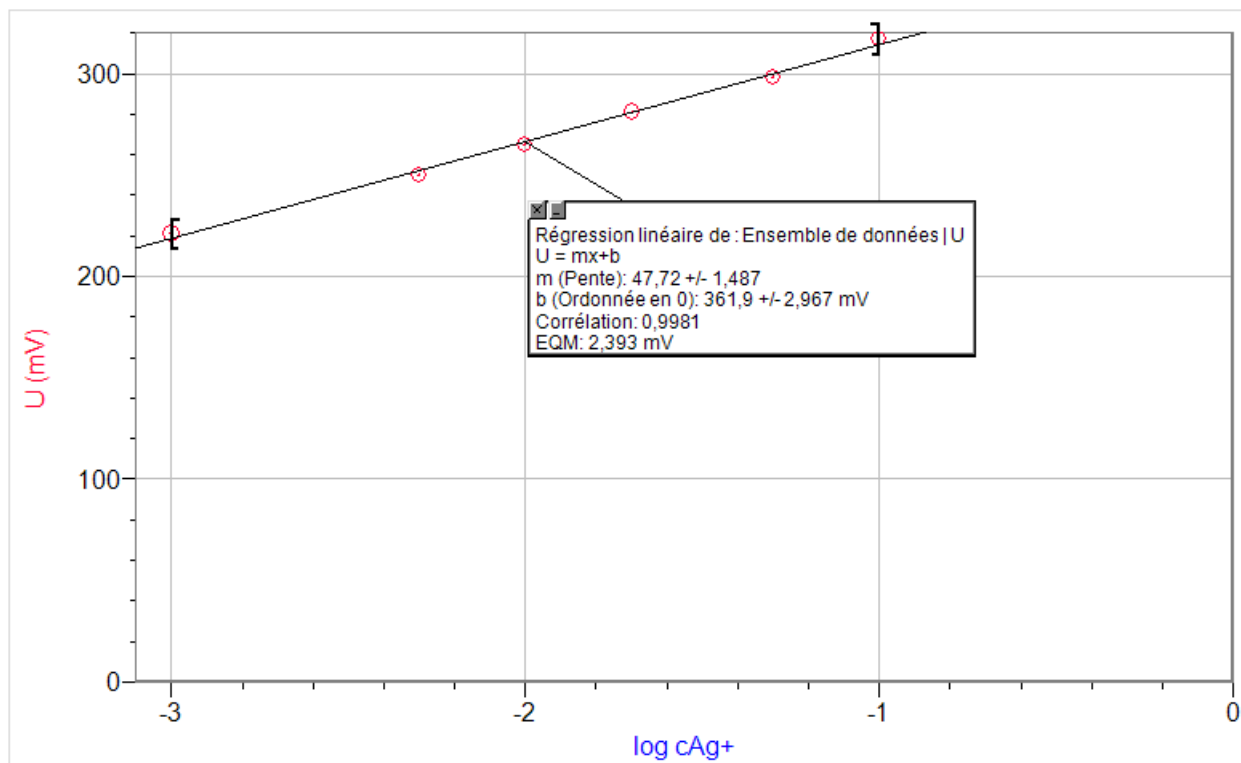
Partie C**C – Conclusion**

Rédiger le compte-rendu complet de l'incident survenu sur le cahier du laboratoire : description et opérations mises en œuvre pour résoudre le problème.

On attend un compte rendu structuré avec:

- une introduction indiquant l'incident ;
- un argumentaire comprenant les différentes solutions mise en œuvre ;
- une conclusion.

Exemple de courbe d'étalonnage avec électrode combinée d'argent à fournir aux élèves en annexe 4



$\Delta E = U$: différence de potentiel aux bornes d'une électrode combinée plongée dans une solution.

C : Concentration molaire en ions argent.

On donne: Si $\log C = x$ alors $C = 10^x$ (en mol.L⁻¹)

Repères pour l'évaluation de la Compétence : S'approprier

Le candidat doit pouvoir montrer que la problématique est comprise : niveau A

S'il constate que le candidat ne sait pas répondre, l'examineur peut :

- indiquer les documents nécessaires à la compréhension : niveau B
- donner une réponse partielle sur les concentrations des espèces : niveau C
- donner les solutions : niveau D

Repères pour l'évaluation de la Compétence : Analyser

L'examineur peut :

- donner une indication limitée à l'oral pour relancer l'élève ou pour qu'il rectifie un point, par exemple : « relisez mieux le texte, la question », « Vous avez déjà déterminé...que cherchez-vous à déterminer désormais ? », « Que cherchez-vous à séparer ? », « quel est le but de votre questionnement ? » : niveau B
- donner une solution partielle, donner une fiche méthode : niveau C
- donner des solutions, un protocole précis : niveau D

Repères pour l'évaluation de la Compétence : Réaliser

Selon les besoins du candidat, l'examineur peut :

- donner des indications limitées, par exemple : aider le candidat à la mise en œuvre du protocole de manière limitée, lui indiquer que son protocole n'est pas assez détaillé, indiquer l'outil de modélisation : niveau B
- donner des solutions partielles, aider le candidat à la mise en œuvre, aider à la modélisation : niveau C
- donner les résultats expérimentaux ou dire au candidat ce qu'il doit précisément faire : niveau D

Repères pour l'évaluation de la Compétence : Valider

Selon les besoins du candidat, l'examineur peut :

- donner des indications limitées : niveau B
- donner des valeurs à exploiter, la valeur du volume équivalent : niveau C
- donner la valeur de la concentration à déterminer : niveau D

Repères pour l'évaluation de la Compétence : Communiquer

- Le candidat a réalisé une communication cohérente complète avec un vocabulaire scientifique adapté : niveau A.
- Le candidat a réalisé une communication cohérente, incomplète mais il l'a exprimée pour l'essentiel avec un vocabulaire scientifique adapté : niveau B.
- Le candidat a réalisé une communication manquant de cohérence, incomplète ou avec un vocabulaire scientifique mal adapté : niveau C.
- Le candidat a réalisé une communication incohérente ou absente : niveau D.

GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

Nom :		N° inscription :	
Prénom :		Centre d'examen :	

Questions	Observables	Observations et aides apportées
Après \approx 20 min Appel n° 1	Présentation et justification des réponses aux questions des paragraphes A.1 et A.2. Comprendre la problématique du travail à réaliser. Extraire l'information (solubilités). Justifier le choix expérimental proposé (précipitation sélective des Ag^+).	
Après \approx 40 min Appel n° 2	Présentation et justification de la réponse à la question A.3.2. Choisir un protocole/dispositif expérimental (dosage des ions Ag^+ par mesure de ddp). Critiquer un protocole.	
Après \approx 45 min Appel n° 3	Réalisation de la mesure de ΔE de la question A3. Choisir le matériel. Mise en œuvre du dispositif expérimental. Réalisation de la mesure de ΔE . Connaitre le matériel, son fonctionnement et ses limites.	
Après \approx 1 h 05 min Appel n° 4	Présentation et justification des réponses aux questions A.4.1 et A.4.2. Exploiter la mesure de ΔE . Réalisation de la précipitation. Utiliser le matériel choisi ou mis à sa disposition.	
Après \approx 1 h 25 min Appel n° 5	Présentation du protocole A.4.3 puis réalisation de la séparation du précipité par filtration sous vide. Choisir le matériel. Concevoir un protocole/dispositif expérimental. Dessiner un schéma de dispositif expérimental. A.4.2.	
Après \approx 1 h 55 min Appel n° 6	Présentation et justification de question B2. Comprendre la problématique du travail à réaliser. Concevoir un protocole/dispositif expérimental (titrage des Ba^{2+}).	
Après \approx 2 h 25 min Appel n°7	Réalisation du titrage envisagé. Mettre en œuvre un protocole expérimental. Utiliser le matériel choisi ou mis à sa disposition. Manipuler avec assurance dans le respect des règles de sécurité. Connaitre le matériel, son fonctionnement et ses limites.	
Commun à tous les appels	Organiser le poste de travail. Présenter, formuler une conclusion. Expliquer, représenter, argumenter, commenter. Faire preuve d'écoute lors de l'échange.	

Fiche 5 : GRILLE D'ÉVALUATION PAR COMPÉTENCES

Nom :		N° inscription :	
Prénom :		Centre d'examen :	

Compétence	Coefficient	Questions	Observables	Niveau d'acquisition			
				A	B	C	D
S'approprier	1	A.1.1 A.1.2 A.2 B.1	<ul style="list-style-type: none"> - comprendre la problématique du travail à réaliser - adopter une attitude critique vis-à-vis de l'information - rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec la problématique 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analyser	2	A.3.1 A.4.3 A.4.5 B.2 B.3	<ul style="list-style-type: none"> - choisir un protocole/dispositif expérimental - formuler une hypothèse - proposer une stratégie pour répondre à la problématique - proposer une modélisation 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réaliser	3	A.3.3 A.4.4 B.3 Appel 3 Appel 4 Appel 5 Appel 7	<ul style="list-style-type: none"> - organiser son poste de travail - choisir le matériel - effectuer des relevés expérimentaux - dessiner un schéma de dispositif expérimental - mettre en œuvre un protocole expérimental - utiliser le matériel choisi ou mis à sa disposition - manipuler avec assurance dans le respect des règles de sécurité - utiliser le matériel de manière adaptée - utiliser un tableur 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Valider	2	A.3.2 A.4.1 A.4.2 B.3	<ul style="list-style-type: none"> - critiquer un protocole - exploiter et interpréter des observations, des mesures - valider une information, une hypothèse, une propriété, une loi ... - utiliser les symboles et unités adéquats - analyser des résultats de façon critique - utiliser du vocabulaire de la métrologie 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Communiquer	2	B.4 C Commun à tous les appels	<ul style="list-style-type: none"> - rendre compte d'observations et des résultats des travaux réalisés, - présenter des résultats dans le respect de la norme (nombre de chiffres et incertitudes) - présenter, formuler une conclusion - expliquer, représenter, argumenter, commenter - faire preuve d'écoute lors du dialogue, tenir compte des informations données 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fiche 6 : DOCUMENT RECAPITULATIF DE L'EVALUATION (DOCUMENT AYANT STATUT DE COPIE D'EXAMEN)

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE SERIE STL
Spécialité Sciences Physiques et Chimiques en Laboratoire (SPCL)
EVALUATION DES COMPETENCES EXPERIMENTALES
EPREUVE PRATIQUE – Durée : 3 h – Coefficient : 6

CANDIDAT

Nom :		N° inscription :	
Prénom :		Centre d'examen :	

SUJET C0 : ERRARE HUMANUM EST

	Coefficient	Niveaux validés			
		A	B	C	D
<i>S'approprier</i>	1				
<i>Analyser</i>	2				
<i>Réaliser</i>	3				
<i>Valider</i>	2				
<i>Communiquer</i>	2				
	Note	/ 20			

Commentaires sur l'observation pendant la séance

Nom de l'évaluateur :

Date et signature de l'évaluateur :