

**BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE SÉRIE STL**  
**spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire**

**Épreuve d'évaluation des compétences expérimentales**

Durée 3 h – coefficient 6

**SOMMAIRE**

Fiche 1 : DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS

DESCRIPTIF SOMMAIRE DU SUJET

COMPÉTENCES ÉVALUÉES - COEFFICIENTS RESPECTIFS

Fiche 2 : LISTE DU MATÉRIEL DESTINÉE AUX PROFESSEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE

LISTE DE MATÉRIEL POUR UN POSTE

PARTICULARITÉS DE MISE EN ŒUVRE

Fiche 3 : ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT ET DOCUMENT RÉPONSE

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE

Fiche 4 : REPÈRES POUR L'ÉVALUATION ET GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

AIDES À APPORTER AU CANDIDAT

GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

Fiche 5 : GRILLE D'ÉVALUATION PAR COMPÉTENCES

Fiche 6 : DOCUMENT RÉCAPITULATIF DE L'ÉVALUATION (DOCUMENT AYANT STATUT DE COPIE D'EXAMEN)

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

Mise en situation :

Au laboratoire du lycée, après une activité expérimentale, un bidon de récupération de déchets étiqueté « métaux lourds », contient 500 mL d'une solution S d'ions argent(I).

Dans ce sujet, on demande au candidat de :

- Se prêter à une activité documentaire permettant la réflexion sur la nécessité du recyclage des rejets en laboratoire. Il étudie particulièrement les risques associés au rejet de solutions contenant les ions argent(I) et une méthode permettant la valorisation des rejets contenant les ions argent(I).

- Mettre en œuvre le recyclage des ions argent(I) :

- ❖ Ceux-ci sont dosés par deux méthodes : la méthode de Mohr, puis par la méthode potentiométrique.
- ❖ Le candidat doit ensuite étudier la transformation des ions argent(I) en argent métal.

**COMPÉTENCES ÉVALUÉES - 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 MATÉRIEL DESTINÉE 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 :

## Matériel

- pH-mètre
- voltmètre
- électrodes d'argent, de platine, de référence ECS (plus allongée), électrode de verre, électrode d'argent combinée si disponible
- 3 béchers de 100 mL
- 1 bécher de forme haute 150 mL
- 1 bécher de 200 mL
- 1 erlenmeyer de 250 mL
- 1 burette graduée avec 1 support
- gants et lunettes de protection
- un barreau aimanté et agitateur magnétique
- 1 pipette jaugée de 10,00 mL
- 1 pipette jaugée de 20,00 mL
- 1 flacon avec de la limaille de fer
  
- ordinateur muni d'un logiciel tableur

## Solutions

- solution S contenant les ions argent(I) ( $\text{Ag}^+$ ) à  $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  : 150 mL (indiquer sur le bidon « solution S, concentration ( $\text{Ag}^+$ ) environ  $5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ )
- solution aqueuse d'iodure de potassium à  $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  : 150 mL
- solution de chromate de potassium à  $1 \text{ g.L}^{-1}$  dans un petit flacon compte-goutte
- solution d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  à  $\approx 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  dans un petit flacon compte-goutte
- solution de soude à  $\approx 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  dans un petit flacon compte-goutte
- solution de chlorure de sodium à  $0,025 \text{ mol.L}^{-1}$  flaconné : 60 mL

Paillasse professeur :

Rien de particulier

Documents mis à disposition des élèves :

Notice simplifiée du pH-mètre

Notice simplifiée du voltmètre

Notice simplifiée du tableur

**PARTICULARITÉS DE MISE EN ŒUVRE**

On signale que la solution de chromate de potassium est à 0,1 % donc en-dessous du seuil limite toléré. Dans ces conditions, les élèves devront verser 10 mL de cette solution pour réaliser le titrage de Mohr.

Pour davantage d'explications voir le document sur la sécurité en travaux pratiques de chimie à l'adresse :

<http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/Securite/Securite%20en%20travaux%20pratiques%20de%20chimie%20-%20academie%20Nancy-Metz.pdf>

**Fiche 3 : ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT ET DOCUMENT RÉPONSE**

Durée de l'épreuve : 3 h

Coefficient : 6

<b>Nom :</b>		<b>N° inscription :</b>	
<b>Prénom :</b>		<b>Centre d'examen :</b>	

Ce sujet comporte 11 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 pouvoir continuer la tâche. La demande de précisions sur la tâche à effectuer n'entraîne pas systématiquement une pénalisation. Le candidat doit être rassuré à ce niveau.

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

L'utilisation de la calculatrice est autorisée.

## Valorisation des déchets de laboratoire

Le recyclage des déchets ou des résidus de manipulations devient une démarche indispensable en chimie, justifiée à la fois par des arguments environnementaux et financiers. Pour maîtriser le flux des déchets de nos laboratoires de chimie, il faut se fixer des objectifs comme :

- la réduction des déchets pour tendre vers « zéro déchets »,
- la valorisation des déchets (recyclages),
- l'élimination correcte des déchets.

Au laboratoire, compte tenu du prix actuel du nitrate d'argent (1600 euros environ le kilogramme suivant le fournisseur), la récupération et le recyclage de tous les composés classiques contenant l'ion argent(I) présente un intérêt non négligeable.

Au laboratoire du lycée, après une activité expérimentale, un bidon de récupération de déchets étiqueté « métaux lourds », contient 500 mL d'une solution S d'ions argent(I).

Les solutions habituellement utilisées au laboratoire ont des concentrations comprises entre  $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et  $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**Vous êtes chargé(e) par Madame Eva Lorisable, responsable du laboratoire, de séparer les ions métalliques du mélange et de recycler les ions argent(I) en argent.**

**Partie A : Etude documentaire (Durée maximale : 25 min)**

## RISQUE DES REJETS DE LABORATOIRE

A.1. D'après les documents 1, 2 et 3 en annexe, proposer deux risques associés à un mauvais étiquetage des composés chimiques au laboratoire ainsi qu'à une mauvaise connaissance du recyclage des rejets au laboratoire.

TOXICITÉ DES IONS  $\text{Ag}^+$ 

A.2. D'après les documents 4, 5 et 6 en annexe, répondre à la problématique : faut-il recycler les solutions contenant les ions  $\text{Ag}^+$  ? Détailler pourquoi (5-6 lignes en utilisant des arguments précis voire chiffrés).

## VALORISATION DES DECHETS PAR RECYCLAGE DES IONS ARGENT(I)

A.3. A partir du document 7 en annexe, proposer un protocole simple permettant de recycler les ions argent. Pour une question de temps, ce protocole ne sera pas à réaliser.

**Appel n°1 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question A.3. ou en cas de difficulté**

**Partie B : Titrage des ions argent(I) par deux méthodes (Durée maximale : 110 min)**

On souhaite transformer les ions argent(I) de la solution S, contenue dans le bidon de récupération, en argent métallique avec la méthode proposée dans le document 7 en annexe.

Au préalable, il est nécessaire de déterminer la concentration en ions argent(I) de la solution S (notée  $C_S$ ).

Pour cela, on réalisera le titrage des ions  $\text{Ag}^+$  par deux méthodes différentes.

**B.1. Titrage des ions argent(I) par la méthode de Mohr**

Il est possible de titrer les ions argent(I) avec une solution de chlorure de sodium, en présence de 10 mL de solution de chromate de potassium ( $2 \text{K}^+$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ) à  $1 \text{g.L}^{-1}$ .

Les ions chlorure réagissent avec les ions argent(I) pour former un précipité blanc de chlorure d'argent  $\text{AgCl}_{(s)}$ . La constante d'équilibre de la réaction de dissolution (ou produit de solubilité) du chlorure d'argent est  $K_s(\text{AgCl}) = 10^{-9,8}$ .

L'équivalence est mise en évidence lorsque le précipité rouge de chromate d'argent,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_{4(s)}$  apparaît. En effet, celui-ci se forme lorsque les ions chlorure restant en solution sont en quantité négligeable.

B.1.1. Proposer un protocole expérimental pour effectuer le titrage des ions argent(I) de la solution S dont la concentration avoisine  $0,05 \text{mol.L}^{-1}$  à l'aide de la solution de chlorure de sodium de concentration  $C = 0,0250 \text{mol.L}^{-1}$  (argumenter les volumes prélevés et préciser la verrerie utilisée).

**Appel n°2 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question B1.1. ou en cas de difficulté**

B.1.2. En vous aidant du document 8, énoncer les précautions nécessaires pour effectuer la manipulation.

B.1.3. Réaliser le montage.

**Appel n°3 : appeler l'examineur pour lui présenter le montage et la réalisation du protocole expérimental de la question B.1.3. ou en cas de difficulté**

B.1.4. Réaliser le titrage. Noter le volume équivalent  $V_{E1}$ .

**Appel n°4 : appeler l'examineur pour lui présenter le virage et la lecture d'un volume équivalent sur la burette ou en cas de difficulté**

B.1.5. Ecrire l'équation de la réaction du titrage.

**B.1.6.** En déduire une expression de la concentration en ions argent(I)  $C_{S1}$  en fonction du volume équivalent  $V_{E1}$ , de la concentration  $C$  et du volume  $V$  de la solution de chlorure de sodium prélevée.

**B.1.7.** Calculer la concentration  $C_{S1}$ .

**B.1.8.** Donner un encadrement de la concentration  $C_{S1}$  sachant que l'incertitude correspondante est  $U(C_{S1}) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

## B.2. Titrage potentiométrique des ions argent (I)

La constante d'équilibre de la réaction de dissolution (ou produit de solubilité) de l'iodure d'argent est  $K_s(\text{AgI}) = 1,6 \times 10^{-16}$ . La réaction de précipitation de l'iodure d'argent peut donc être considérée comme quasi-totale. D'autre part, c'est une réaction rapide. Il est donc possible de doser les ions argent(I) par potentiométrie en les faisant réagir avec une solution d'iodure de potassium.

### B.2.1.

- Dans un bécher, introduire  $V_{KI} = 10,00 \text{ mL}$  de solution d'iodure de potassium de concentration molaire  $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- Introduire la solution S à titrer dans la burette.
- Placer l'électrode combinée (ou les électrodes d'argent et de référence) dans la solution.
- Relier l'électrode (ou les électrodes) au voltmètre.
- Relever la valeur du potentiel  $E(V)$  mesuré en fonction du volume de solution S versé (le volume équivalent se situe entre 8,5 et 11,5 mL)

**Appel n°5 : appeler l'examineur pour lui présenter le montage de la question B.2.1. ou en cas de difficulté**

**B.2.2.** Tracer la courbe de dosage obtenue en utilisant un tableur.

**B.2.3.** Déterminer le volume équivalent  $V_{E2}$  à l'aide de la courbe de dosage, en utilisant la même méthode que celle utilisée pour un dosage pH-métrique, puis imprimer cette courbe (à fournir avec le document réponse).

**Appel n°6 : appeler l'examineur pour lui présenter la courbe et le volume équivalent  $V_{E2}$  ou en cas de difficulté**

**B.2.4.** En déduire la concentration molaire en ions argent dans la solution S notée  $C_{S2}$ .

**B.2.5.** Quelles sont les sources d'erreurs sur la mesure de la concentration calculée ?

**B.2.6.** Donner un encadrement de la concentration  $C_{S2}$  sachant que l'incertitude élargie  $U(C_{S2}) = 6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**B.3.** Comparer les deux méthodes de titrage, ainsi que les résultats obtenus.

## **Partie C. : Recyclage de l'argent sous forme métallique (Durée maximale : 45 min)**

La concentration en ions argent de la solution S étant maintenant connue, on souhaite récupérer l'élément argent sous sa forme métallique  $\text{Ag}_{(s)}$ .

**C.1.** Déterminer la quantité de matière  $n_{KI}$  d'ions iodure à ajouter pour faire précipiter la totalité des ions argent contenus dans un volume de 50 mL de solution S.

**C.2.** Proposer une liste de matériel permettant de traiter un volume de 50 mL de la solution S en utilisant la première étape de la méthode proposée dans le document 7.

**C.3.** Montrer que le volume  $V_{KI}$  de la solution aqueuse d'iodure de potassium nécessaire pour faire précipiter la totalité des ions argent contenus dans un volume de 50 mL de solution S est  $V_{KI} = 50 \text{ mL}$ .

**C.4.** Calculer la quantité de matière de fer  $n_{\text{Fe}}$  nécessaire à la réduction des ions argent(I).

**C.5.** En déduire la masse  $m_{\text{Fe}}$  de poudre de fer à peser, sachant que la masse molaire de l'élément fer est

$M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g.mol}^{-1}$ .

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

Annales de sujets d'ECE STL SPCL

## ANNEXE

Document 1 : stockage des réactifs



Document 2 : rejet à l'évier



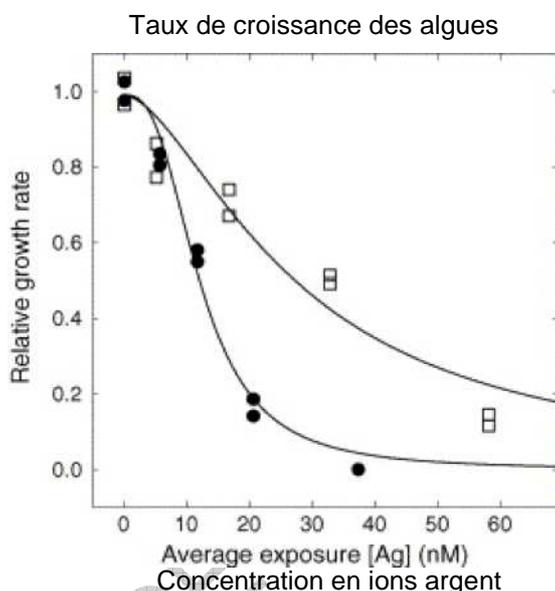
Document 3 : gestion avisée des déchets



## Document 4 : Article INRS

**Toxicité de l'argent sur les algues vertes**, DY Lee, C Fortin, P Campbell  
INRS-Eau, Terre et Environnement, Université du Québec,

Fig. 1. Toxicité de l'argent sur les algues *C. reinhardtii* (●) and *P. subcapitata* (□) Exprimée en taux de croissance en fonction de la concentration en ions argent dans le milieu.



## Document 5 : Extrait Wikipédia

**Espèces aquatiques**

En solution l'ion argent est extrêmement toxique pour les plantes et animaux aquatiques. L'argent s'accumule dans les tissus de certaines espèces marines et d'eaux douces.

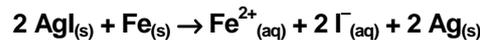
Document 6 : Fiche de données de sécurité du nitrate d'argent (0,1 mol.L<sup>-1</sup>)**Informations de sécurité**

Hazard Statement(s)	H314: Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves. H410: Très toxique pour les organismes aquatiques
Precautionary Statement(s)	P273: Éviter le rejet dans l'environnement. P280: Porter des gants de protection/ des vêtements de protection/ un équipement de protection des yeux/ du visage. P301 + P330 + P331: EN CAS D'INGESTION: rincer la bouche. NE PAS faire vomir. P305 + P351 + P338: EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes.
Signal Word	Danger
Hazard Pictogram(s)	
Classe de stockage	8B Matières dangereuses corrosives, non-combustibles
WGK (classement de pollution de l'eau)	WGK = 3 c'est à dire pollue fortement l'eau

**Document 7 : VALORISATION DE L'ARGENT**

« À partir des précipités des halogénures d'argent, on peut à nouveau récupérer le métal argent. Cette méthode a valu à son auteur Christian Petitfaux de l'université de Reims, l'un des trois premiers prix au concours « Pour un enseignement écologique de la chimie » en 1996.

Première étape : À une solution contenant un précipité d'iodure d'argent en suspension, on ajoute un léger excès de limaille de fer puis on chauffe à 60 °C pendant 15 à 20 minutes. L'équation ci-dessous correspond à la transformation mise en jeu :



Deuxième étape : Après filtration, le solide récupéré est soumis au champ magnétique d'un aimant pour éliminer la limaille de fer excédentaire. Le filtrat est récupéré dans le bidon de récupération « métaux lourds ».

*D'après BUP n° 805, vol 92, juin 1998 et BUP n° 807, vol 92, octobre 1998.*

**Document 8 : fiche INRS****FICHE TOXICOLOGIQUE****FT 180**

## Chromates et dichromates de sodium et de potassium

Fiche établie par les services techniques et médicaux de l'INRS  
(N. Bonnard, M.-T. Brondeau, M. Falcy, D. Jargot, O. Schneider)



O- Comburant

T+ - Très toxique

N - Dangereux pour l'environnement

### DICHROMATE DE SODIUM ANHYDRE

- R 45 – Peut causer le cancer.  
R 46 – Peut causer des altérations génétiques héréditaires.  
R 60 – Peut altérer la fertilité.  
R 61 – Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.  
R 8 – Favorise l'inflammation des matières combustibles.  
R 21 – Également nocif par contact avec la peau.  
R 25 – Également toxique en cas d'ingestion.  
R 26 – Également très toxique par inhalation.  
R 34 – Provoque des brûlures.  
R 42/43 – Peut entraîner une sensibilisation par inhalation et par contact avec la peau.  
R 48/23 – Également toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation.  
R 50/53 – Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.  
S 53 – Éviter l'exposition, se procurer des instructions spéciales avant l'utilisation.  
S 45 – En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).  
S 60 – Éliminer le produit et son récipient comme un déchet dangereux.  
S 61 – Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.
- 234-190-3 – Étiquetage CE.



### DICHROMATE DE SODIUM ANHYDRE

**DANGER**

- H 272 – Peut aggraver un incendie ; comburant.  
H 350 – Peut provoquer le cancer.  
H 340 – Peut induire des anomalies génétiques.  
H 360 – Peut nuire à la fertilité ou au fœtus.  
H 330 – Mortel par inhalation.  
H 301 – Toxique en cas d'ingestion.  
H 372 – Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée par inhalation.  
H 312 – Nocif par contact cutané.  
H 314 – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.  
H 334 – Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation.  
H 317 – Peut provoquer une allergie cutanée.  
H 410 – Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.

234-190-3

**Chromate de sodium : Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>**

CAS n° 7775-11-3

EINECS n° 231-889-5

Index (CE) n° 024-018-00-3

**Chromate de potassium : K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>**

CAS n° 7789-00-6

EINECS n° 232-140-5

Index (CE) n° 024-006-00-8

**Dichromate de sodium (1) :****anhydre : Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>**

CAS n° 10588-01-9

EINECS n° 234-190-3

Index (CE) n° 024-004-00-7

**Dichromate de sodium (1) dihydraté : Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> · 2 H<sub>2</sub>O**

CAS n° 7789-12-0

EINECS n° 234-190-3

Index (CE) n° 024-004-01-4

**Dichromate de potassium (2) : K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>**

CAS n° 7778-50-9

EINECS n° 231-906-6

Index (CE) n° 024-002-00-6

**Synonymes**

Bichromate de sodium (1)

Bichromate de potassium (2)

Selon la directive 67/548/CEE

et l'arrêté du 20 avril 1994 modifié.

Selon le règlement CE n° 1272/2008

intégrant les critères du SGH.

Retrouver ce document sur le portail national physique-chimie (Eduscol) :

<http://eduscol.education.fr/physique-chimie/>

(\*) Mise à jour partielle de l'édition 2006.

## DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE

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

**Partie A : Etude documentaire (Durée maximale : 45 min)**

## RISQUE DES REJETS DE LABORATOIRE

**A.1.** Deux risques associés à un mauvais étiquetage des composés chimiques au laboratoire ainsi qu'à une mauvaise connaissance du recyclage des rejets au laboratoire

TOXICITÉ DES IONS  $\text{Ag}^+$ 

**A.2.** Faut-il recycler les solutions contenant les ions  $\text{Ag}^+$  ? Détailler pourquoi (5-6 lignes en utilisant des arguments précis voire chiffrés)

## VALORISATION DES DECHETS PAR RECYCLAGE DES IONS ARGENT(I)

**A.3.** Protocole simple permettant de récupérer l'élément argent contenu dans la solution S sous forme d'argent métallique solide  $\text{Ag}_{(s)}$

**Appel n°1 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question A.3. ou en cas de difficulté**

**Partie B : Titrage des ions argent(I) par deux méthodes (Durée maximale : 110 min)****B.1. Titrage des ions argent(I) par la méthode de Mohr**

**B.1.1.** Protocole expérimental permettant de réaliser le titrage des ions argent(I) en argumentant les volumes prélevés et en précisant la verrerie utilisée.

**Appel n°2 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question B.1.1. ou en cas de difficulté**

**B.1.2. Précautions nécessaires****B.1.3. Réalisation du montage**

**Appel n°3 : appeler l'examineur pour lui présenter le montage et la réalisation du protocole expérimental de la question B.1.3. ou en cas de difficulté**

**B.1.4.** Réaliser le titrage. Noter le volume équivalent  $V_{E1}$ .

**Appel n°4 : appeler l'examineur pour lui présenter le virage et la lecture d'un volume équivalent sur la burette**

**B.1.5. Equation de la réaction du titrage**

**B.1.6.** Expression de la concentration en ions argent(I)  $C_{S1}$  en fonction du volume équivalent  $V_{E1}$ , de la concentration  $C$  et du volume  $V$  de la solution de chlorure de sodium prélevée :

**B.1.7. Calcul de la concentration  $C_{S1}$**

$C_{S1} =$

**B.1.8.** Encadrement de la concentration  $C_s$  sachant que l'incertitude correspondante est  $U(C_{S1}) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

## B.2. Titrage par potentiométrie des ions argent(I)

**B.2.1.** Réalisation du montage et du titrage sur une prise d'essai  $V_{K1} = 10,00 \text{ mL}$ .

**Appel n°5 : appeler l'examineur pour lui présenter le montage de la question B.2.1. ou en cas de difficulté**

**B.2.2.** Tracé de la courbe de titrage obtenue à l'aide d'un logiciel tableur.

**B.2.3.** Détermination du volume équivalent  $V_{E2}$  à l'aide de la courbe de titrage, en utilisant la même méthode que celle utilisée pour un dosage pH-métrique.

**Appel n°6 : appeler l'examineur pour lui présenter la courbe et le volume équivalent  $V_{E2}$  ou en cas de difficulté**

$V_{E2} =$

**B.2.4.** Concentration molaire en ions argent dans la solution S notée  $C_{S2}$

$C_{S2} =$

**B.2.5.** Sources d'erreurs sur la mesure de la concentration calculée

**B.2.6.** Encadrement de la concentration  $C_{S2}$  sachant que l'incertitude  $U(C_{S2}) = 6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

**B.3.** Comparaison des deux méthodes de titrage et des résultats obtenus

**Partie C : Recyclage de l'argent sous forme métallique (Durée maximale : 25 min)**

**C.1.** Détermination de la quantité de matière  $n_{\text{KI}}$  d'ions iodure à ajouter pour faire précipiter la totalité des ions argent contenus dans un volume de 50 mL de solution S

**C.2.** Liste de matériel permettant de traiter un volume de 50 mL de la solution S en utilisant la première étape de la méthode proposée dans le document 7

**C.3.** Montrer que le volume  $V_{\text{KI}}$  de la solution aqueuse d'iodure de potassium nécessaire pour faire précipiter la totalité des ions argent contenus dans un volume de 50 mL de solution S est  $V_{\text{KI}} = 50 \text{ mL}$ .

**C.4.** Calcul de la quantité de matière de fer  $n_{\text{Fe}}$  nécessaire à la réduction des ions argent(I).

**C.5.** Calcul de la masse  $m_{\text{Fe}}$  de poudre de fer nécessaire à la précipitation des ions argent(I)

**Fiche 4 : REPÈRES POUR L'ÉVALUATION 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 sur les erreurs commises ni sur la démarche à conduire. Ses interventions doivent être précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.

**Il est légitime qu'un candidat demande des précisions sur les tâches à effectuer, sans pour autant qu'il soit pénalisé.** Le candidat doit être rassuré à ce niveau ce qui doit lui permettre de dialoguer sereinement avec l'examineur. L'évaluation de la compétence « communiquer » a alors davantage de sens. Cela permet d'autre part à l'examineur d'être moins réticent pour attribuer le niveau A aux candidats pour l'évaluation. 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.

L'évaluation doit être en continu autant que faire se peut, même en ce qui concerne les réponses aux questions sur le document candidat.

**Niveau A** : le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou après des échanges constructifs avec 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 une fois soulignées par l'examineur :

- 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.

**REPÈRES POUR L'ÉVALUATION****AIDES À APPORTER AU CANDIDAT**

**Attention** : les exemples ci-dessous doivent aider l'examineur à adapter ses attitudes et les aides qu'il apporte au candidat afin d'évaluer celui-ci le plus justement possible. Il ne s'agit en aucun cas d'une liste exhaustive des aides à apporter.

**APPEL N°1**

Aide au démarrage : Attirer l'attention du candidat sur la nécessité de précipiter les ions argent.

Solution partielle : Rappeler au candidat la nécessité de quantifier les ions iodure pour précipiter la totalité des ions argent.

Solution totale : indiquer au candidat les étapes à suivre.

**APPEL N°2**

Aide au démarrage : Aide au choix de la verrerie

Solution partielle : Si le candidat souhaite introduire le chlorure de sodium dans la burette, souligner que le virage est dû au chromate d'argent formé à l'équivalence

Solution totale : indiquer au candidat le titrage à effectuer.

**APPEL N°3**

Solution partielle : en cas d'erreur de repérage de l'équivalence, guider le candidat

Solution totale : guider complètement le candidat dans la réalisation du dosage.

**APPEL N°4**

Solution partielle : en cas d'erreur de lecture, proposer au candidat de relire le volume équivalent. En cas d'erreur de manipulation, proposer au candidat de refaire le dosage après avoir identifié la/les source(s) d'erreur.

Solution totale : indiquer au candidat le volume équivalent.

**APPEL N°5**

Aide au démarrage : Alerter le candidat si la prise d'essai est trop approximative ou sur la présence d'une bulle d'air.

Solution partielle : Corriger le choix et/ou branchement de l'électrode

Solution totale : guider complètement le candidat dans la réalisation du dosage.

**APPEL N°6**

Aide au démarrage : Aider le candidat à utiliser le tableur.

Solution partielle : Rappeler au candidat d'ajouter un titre, les coordonnées adéquates, Aider le candidat à déterminer le volume équivalent.

Solution totale : indiquer au candidat le volume équivalent.

**ELÉMENTS DE RÉPONSE****Partie A : Etude documentaire (45 min)**

**A.1.** Deux risques bien argumentés suffisent.

**A.2.** Les solutions contenant les ions argent sont toxiques pour l'environnement. Plusieurs propositions pertinentes pourront être acceptées.

**A.3.** A la burette, on ajoute des ions iodure (solution d'iodure de potassium) dans la solution S de nitrate d'argent pour faire précipiter tous les ions argent(I). Puis on ajoute de la limaille de fer en excès à chaud. Le métal argent peut être récupéré en filtrant la solution obtenue puis en passant un aimant au-dessus du filtre pour enlever l'excès de fer.

**Partie B : Titrage des ions argent par deux méthodes (110 min)**

**B.1.1.** La prise d'essai en solution de chlorure de sodium doit être de 20,00 mL. Celle-ci sera prélevée à l'aide d'une pipette jaugée de 20,00 mL et introduite dans un erlenmeyer de 250 mL avec 2-3 gouttes de chromate de potassium. La burette est remplie de la solution S à doser. La solution S est versée goutte à goutte jusqu'à persistance de la coloration rouge du précipité de chromate d'argent.

**B.1.2.** Le chromate de potassium est toxique. Il doit être manipulé avec précaution. La solution de chromate de potassium doit être préparée sous la hotte, avec un masque. Il ne faut pas l'inhaler, le maintenir dans un récipient fermé, le manipuler avec des gants, porter des lunettes.

**B.1.3.** Réalisation du montage

**B.1.4.**  $V_{E1} = 9,95$  mL

**B.1.5.**  $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = AgCl_{(s)}$

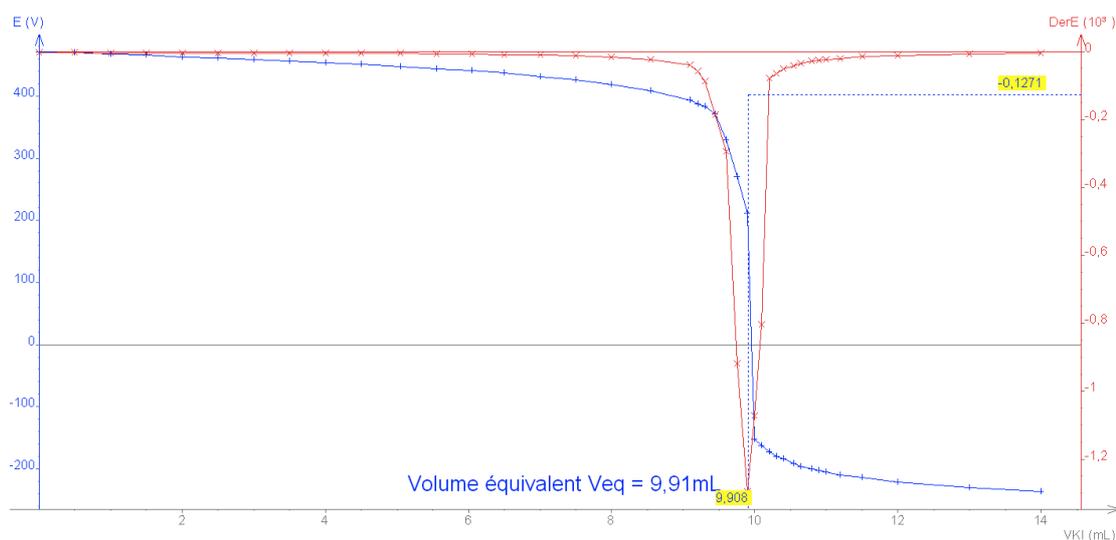
**B.1.6.**  $C_{S1} = \frac{c \cdot V}{V_{E1}}$

**B.1.7.**  $C_{S1} = 0,0502$  mol.L<sup>-1</sup>

**B.1.8.**  $C_{S1} = (0,050 \pm 1 \times 10^{-3})$  mol.L<sup>-1</sup>                      ou                       $0,049 \leq C_{S1} \leq 0,051$  mol.L<sup>-1</sup>

**B.2.1.** Réalisation du montage et du titrage sur une prise d'essai VS = 10,00 mL.

**B.2.2.** Tracé de la courbe de titrage obtenue à l'aide d'un logiciel tableur.



**B.2.3.**  $V_{E2} = 9,9$  mL

**B.2.4.**  $C_S \times V_S = C_{KI} V_{KI}$ . Donc  $C_S = 4,9550 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

**B.2.5.** le volume équivalent  $V_E$ , la concentration en iodure de potassium  $C_{KI}$  et le volume de la prise d'essai de solution S  $V_S$ .

**B.2.6.**  $C_{S2} = (4,95 \times 10^{-2} \pm 6 \times 10^{-4}) \text{ mol.L}^{-1}$  ou  $0,0489 \text{ mol.L}^{-1} \leq C_{S2} \leq 0,0501 \text{ mol.L}^{-1}$

**B.3.** Méthode de Mohr est plus rapide à mettre en œuvre, peut être réalisée sans matériel particulier (pas d'appareil de mesure comme le potentiomètre), mais nécessite l'utilisation d'un produit toxique (le chromate de potassium). La méthode de Mohr aboutit à des résultats expérimentaux moins précis (difficulté pour apprécier le changement de couleur à l'équivalence).

$0,050 \text{ mol.L}^{-1} \leq C_{S1} \leq 0,052 \text{ mol.L}^{-1}$  et  $0,0489 \text{ mol.L}^{-1} \leq C_{S2} \leq 0,0501 \text{ mol.L}^{-1}$  On constate que les intervalles donnés pour la concentration  $C_S$  se superposent, au moins partiellement. Les deux titrages sont donc concordants. Le titrage potentiométrique est plus précis.

### C. Récupération de l'argent sous forme métallique (25 min)

**C.1.**  $n(\text{Ag}^+) = C_S \cdot V = 5,0 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ , donc  $n(\text{I}^-) = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

**C.2.** Matériel : agitateur chauffant ; éprouvettes graduées 100 mL ; baguette de verre (pour agiter, le fer se collerait au barreau aimanté) ; bécher 200 mL ; aimant.

**C.3.**  $V = n / [\text{I}^-] = 2,5 \times 10^{-3} / 5,0 \times 10^{-2} = 5,0 \times 10^{-2} \text{ L} = 50 \text{ mL}$

**C.4.**  $n_{\text{Fe}} = \frac{1}{2} n_{\text{AgI}} = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \times 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

**C.5.**  $m_{\text{Fe}} = n_{\text{Fe}} \times M(\text{Fe}) = \frac{1}{2} n_{\text{AgI}} \times M(\text{Fe}) = 0,070 \text{ g}$  soit environ 0,100 g

## GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

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

Questions	Observables	Observations et aides apportées
<b>t ≈ 10 min</b>	<b>Vérification de l'avancée du candidat</b>	
A.1.	<b>Analyser</b> : exploiter les documents, trouver les risques	
A.2.	<b>Analyser</b> : exploiter les documents, répondre à la question	
A.3 <b>Appel n° 1 t ≈ 20 min</b>	<b>Analyser</b> : proposer un protocole expérimental permettant de doser les ions argent. Proposer un choix de verrerie pertinent. <b>Communiquer</b> : expliquer le titrage des ions argent	
B.1.1 <b>Appel n° 2 t ≈ 35 min</b>	<b>S'approprier</b> : Comprendre la problématique du travail à réaliser et le mettre en œuvre sur une prise d'essai de 10 mL. <b>Analyser</b> : proposer un protocole expérimental pour la méthode de Mohr. Proposer un choix de verrerie pertinent. <b>Communiquer</b> : expliquer et argumenter par un vocabulaire scientifique adapté au titrage	
B.1.2	<b>Analyser</b> : Exploiter la fiche INRS. <b>Communiquer</b> : expliquer les risques en utilisant un vocabulaire scientifique adapté	
B.1.3 <b>Appel n° 3 t ≈ 50 min</b>	<b>Réaliser</b> : mettre en œuvre le dosage des ions argent <b>Communiquer</b> : Expliquer la mise en œuvre du dosage	
B.1.4 <b>Appel n° 4 t ≈ 60 min</b>	<b>Réaliser</b> : lire le volume équivalent de manière précise <b>Communiquer</b> : rendre compte du volume versé à l'équivalence.	
B.1.5	<b>S'approprier</b> : rechercher, extraire l'information pour identifier les réactifs et produits <b>Analyser</b> : établir le modèle de la réaction associée	
B.1.6	<b>Réaliser</b> : établir l'expression littérale de la concentration	
B.1.7	<b>S'approprier</b> : Rechercher, extraire et organiser l'information de l'énoncé en lien avec le dosage <b>Réaliser</b> : calculer la concentration en ions argent	
B.1.8	<b>Valider</b> : donner une valeur correcte de la concentration respectant les chiffres significatifs et l'unité	
B.2.1 <b>Appel n° 5 t ≈ 80 min</b>	<b>Réaliser</b> : dosage potentiométrique (pipette, burette, électrodes, voltmètre à vérifier) <b>Communiquer</b> : présenter le dosage potentiométrique	
B.2.2.	<b>Réaliser</b> : tracé de la courbe de dosage à l'aide d'un tableur <b>Valider</b> : Utiliser les symboles et unités adéquats, vérifier les résultats obtenus <b>Communiquer</b> : Présenter le graphe $E = f(V)$ façon adéquate (échelle, étiquettes des axes, unités)	
B.2.3 <b>Appel n° 6 t ≈ 95 min</b>	<b>Valider</b> : Exploiter des données afin de trouver l'équivalence. (méthode des dérivées ou des tangentes) <b>Analyser</b> : exploiter la courbe de manière à lire le volume équivalent correctement <b>Communiquer</b> : expliquer l'exploitation de la courbe	
B.2.4	<b>Valider</b> : Exploiter des données afin de calculer $c_s$ <b>Analyser</b> : exploiter les données de manière à effectuer le calcul de $C_s$	
B.2.5.	<b>Valider</b> : identifier les sources d'erreur.	
B.2.6.	<b>Valider</b> : Utiliser les symboles, unités et précisions adéquats	
B.3	<b>Valider</b> : exploiter et interpréter les analyses précédentes	
C.1.	<b>S'approprier</b> : Rechercher les informations fournies afin de calculer la quantité de matière d'ions iodure <b>Analyser</b> : proposer une stratégie permettant le calcul $n(I^-)$	
C.2.	<b>S'approprier</b> : organiser les informations afin d'identifier les manipulations à faire <b>Analyser</b> : proposer une stratégie permettant la manipulation	
C.3.	<b>S'approprier</b> : Extraire les informations afin de calculer $V$ <b>Analyser</b> : proposer une méthode de calcul de $V$	
C.4.	<b>Analyser</b> : proposer une stratégie permettant le calcul $n_{Fe}$	
C.5.	<b>S'approprier</b> : Extraire les informations afin de calculer $m_{Fe}$ <b>Analyser</b> : Stratégie permettant le calcul de $m_{Fe}$	

## 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
<b>S'approprier</b>	1	Appel 2	Comprendre la problématique du travail à réaliser et le mettre en œuvre sur une prise d'essai de 10 mL. Rechercher, extraire l'information pour identifier les réactifs et produits. Rechercher, extraire et organiser l'information de l'énoncé en lien avec le dosage Rechercher les informations fournies afin de calculer la quantité de matière d'ions iodure Organiser les informations afin d'identifier les manipulations à faire Extraire les informations afin de calculer V Extraire les informations afin de calculer $m_{Fe}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		B.1.5					
		B.1.7					
		C.1					
		C.2, C.3 C.5					
<b>Analyser</b>	2	A.1	Exploiter les documents, trouver les risques Exploiter les documents, répondre à la question Proposer un protocole expérimental permettant de doser les ions argent. Proposer un choix de verrerie pertinent. Proposer un protocole expérimental pour la méthode de Mohr. Proposer un choix de verrerie pertinent. Exploiter la fiche INRS. Rechercher, extraire l'information pour identifier les réactifs et produits Exploiter la courbe de manière à lire le volume équivalent correctement Exploiter les données de manière à effectuer le calcul de $C_s$ Proposer une stratégie permettant le calcul $n(I^-)$ Proposer une stratégie permettant la manipulation Proposer une méthode de calcul de V Proposer une stratégie permettant le calcul $n_{Fe}$ et $m_{Fe}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		A.2					
		Appel 3					
		Appel 2					
		B.1.2					
		B.1.5					
		Appel 6					
		B.2.4					
		C.1,C.2					
		C.3, C.4 C.5					
<b>Réaliser</b>	3	Appel 3	Mettre en œuvre le dosage des ions argent Lire le volume équivalent de manière précise Établir l'expression littérale de la concentration Calculer la concentration en ions argent Dosage potentiométrique (pipette, burette, électrodes, voltmètre à vérifier Tracé de la courbe de dosage à l'aide d'un tableur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Appel 4					
		B.1.6					
		B.1.7					
		Appel 5 B.2.2					
<b>Valider</b>	2	B.1.8	Donner une valeur correcte de la concentration respectant les chiffres significatifs et l'unité. Utiliser les symboles et unités adéquats, vérifier les résultats obtenus Exploiter des données afin de trouver l'équivalence. (méthode des dérivées ou des tangentes) Exploiter des données afin de calculer $C_s$ identifier les sources d'erreur. Utiliser les symboles, unités et précisions adéquats Exploiter et interpréter les analyses précédentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		B.2.2					
		Appel 6					
		B.2.4,B.2.5, et B.2.6					
		B.3					
<b>Communiquer</b>	2	Appel 1	Expliquer et argumenter par un vocabulaire scientifique adapté au titrage des ions argent Expliquer et argumenter par un vocabulaire scientifique adapté au titrage Expliquer la mise en œuvre du dosage Rendre compte du volume versé à l'équivalence. Expliquer l'exploitation de la courbe Expliquer le titrage des ions argent Expliquer les risques en utilisant un vocabulaire scientifique adapté Présenter le graphe $E = f(V)$ de façon adéquate (échelle, étiquettes des axes, unités)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Appel 2					
		Appel 3					
		Appel 4					
		Appel 5					
		Appel 6					
		B.1.2					
		B.2.2					

Fiche 6 : DOCUMENT RÉCAPITULATIF DE L'ÉVALUATION (DOCUMENT AYANT STATUT DE COPIE D'EXAMEN)

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

<b>Nom :</b>		<b>N° inscription :</b>	
<b>Prénom :</b>		<b>Centre d'examen :</b>	

**SUJET°C17 : Valorisation des déchets de laboratoire**

	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				
<b>Note</b>		<b>/ 20</b>			

Commentaires sur l'observation pendant la séance

Nom de l'évaluateur :

Date et signature de l'évaluateur :