

**Cercle d’étude lycée voie technologique**

**Activité expérimentale : Est- ce vraiment nickel ?**

**Résumé de l’activité :**

Objectifs de cette activité expérimentale :

Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites des documents.

Réaliser une dilution, un dosage par étalonnage. Effectuer des calculs littéraux et numériques. Exprimer correctement les résultats (unités et chiffres significatifs maîtrisés)

Exploiter une série de mesures indépendantes d’une grandeur physique : moyenne et écart-type. Définir qualitativement une incertitude-type et l’évaluer par une approche statistique. Poser un regard critique sur les valeurs trouvées (écarts relatifs) en les comparant à la valeur de référence.

**Références aux programmes :**

**Objectifs d’apprentissage en physique-chimie** :

***Mesure et incertitudes***

|  |  |
| --- | --- |
| incertitude-type sur une série de mesures  Expression du résultat. | - Procéder à une évaluation de type A d’une incertitude-type.  - Exprimer un résultat de mesure avec le nombre de chiffres significatifs adaptés et l’incertitude-type associée.  - Utiliser un tableur pour :  - traiter des données expérimentales.  - évaluer l’incertitude-type finale d’une mesure. |

***Chimie et développement durable***

* **Analyses physico-chimiques (1ère STL):**

|  |  |
| --- | --- |
| **Notions et contenu** | **Capacités exigibles / *Activités expérimentales*** |
| **Spectroscopie UV-Visible**  Dosages par étalonnage spectrophotométrique. | Relier la couleur perçue à la longueur d’onde du rayonnement absorbé.  Connaître et utiliser la loi de Beer-Lambert et ses limites. Capacité expérimentale : concevoir et mettre en œuvre un protocole  pour déterminer la concentration d’une solution à l’aide d’une gamme d’étalonnage. Capacité numérique : tracer et exploiter une courbe d’étalonnage à l’aide d’un tableur. |

* **Synthèse chimiques (Terminale STL):**

|  |  |
| --- | --- |
| **Notions et contenu** | **Capacités exigibles / *Activités expérimentales*** |
| **Spectroscopie UV-Visible** | **Capacités expérimentales :** - Concevoir et mettre en œuvre un protocole pour déterminer la concentration d’une espèce à l’aide d’une droite d’étalonnage établie par spectrophotométrie. **Capacités numériques :** - Tracer une droite d’étalonnage et déterminer la concentration d’une espèce à l’aide d’un tableur |

**Compétences travaillées** :

|  |  |
| --- | --- |
| **Compétences** | **Capacités associées** |
| Analyser  Raisonner | Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites |
| Réaliser | Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité adaptées.  Réaliser une dilution, un dosage par étalonnage. Effectuer des calculs littéraux et numériques. Exprimer correctement les résultats (unités et chiffres significatifs maîtrisés) |
| Valider | Exploiter une série de mesures indépendantes d’une grandeur physique : moyenne et écart-type. Définir qualitativement une incertitude-type et l’évaluer par une approche statistique. Poser un regard critique sur les valeurs trouvées (écarts relatifs) en les comparant à la valeur de référence. |
| Autonomie | Développer le travail d’équipe, respecter les consignes de sécurité |

Document élève pour l’activité : Est-ce vraiment nickel ?

Analyses par spectroscopie

ACTIVITÉ : Est-ce vraiment nickel ?

Le nickel est un métal utilisé en orfèvrerie et en bijouterie fantaisie pour sa capacité à être malléable. Cependant, il a le grave inconvénient de provoquer des allergies cutanées. <https://www.cookson-clal.com/le-blog/le-nickel-et-ses-dangers/>

Votre mission consiste à déterminer la concentration en ions Ni2+ dans la solution S0 fournie par le laboratoire et présente sur votre paillasse. Pour cela, vous effectuerez un dosage spectrophotométrique par étalonnage et vous en déduirez si le bijou concerné présente des risques d’allergie.

**Document A : le nickel : un métal dangereux ?**

Des spécialistes se sont penchés sur les méthodes qui permettent de mesurer la quantité de nickel qui est évacuée par un alliage. En général, un morceau du matériau à analyser est plongé dans une solution aqueuse spécifique pendant une semaine. Ensuite la solution est transmise à un laboratoire spécialisé qui mesure la quantité de nickel contenue, puis le résultat est ramené à la surface de l’alliage soumis à l’essai. Pour tout objet en contact direct et prolongé avec la peau le taux de libération de nickel doit être inférieur à 0.5 µg/cm2/semaine.

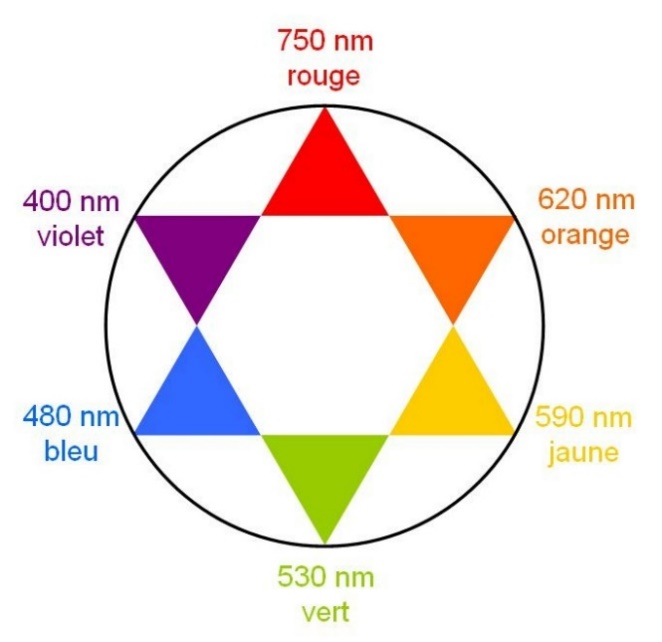
**En ce qui concerne le bijou étudié, cette valeur correspond, pour la solution S0 à tester, à une concentration maximale en ions Ni2+ de 0,30 mol/L**

**Document B : Contrôle qualité par dosage par étalonnage :**

<https://www.youtube.com/watch?v=wU-YsBE3Ulk>

**Document C : lien entre couleur perçue et max**

Une solution est colorée si elle absorbe une partie du visible  entre 400 nm et 800 nm). La couleur perçue de la solution est la couleur complémentaire de celle absorbée.



**Document D : spectre d'absorption UV-visible de l'ion Ni2+**

**Document E: Matériel et solutions mises à disposition**

Spectrophotomètre et notice

Solution du laboratoire notée S0.

Solutions filles notées S2, S3, S4, S5 et S6 de concentrations respectives c2 = 10 mmol/L,

c3 = 20 mmol/L, c4 = 30 mmol/L, c5= 40 mmol/L et c6 = 50 mmol/L.

Eau distillée

1 pipette graduée de 10mL, 1 pipette graduée de 5mL, 1 pipette jaugée de 10mL, 1 pipette jaugée de 5mL.

1 poire à pipeter.

1 éprouvette graduée 10mL, 1 éprouvette graduée 5mL.

2 béchers 50 mL

Papier filtre

1 fiole jaugée 50 mL + bouchon.

Lunettes et gants de protection.

1 bécher (poubelle)

pipette plastique

cuves + porte cuves

**Document F: Exploiter une série de mesures indépendantes d’une grandeur physique**

Lorsqu’une même mesure X est répétée plusieurs fois, la meilleure valeur à retenir est la **valeur moyenne notée** des mesures effectuées. Pour traduire les écarts entre la série de mesures et la valeur moyenne, on calcule **l’écart-type noté n-1**.

Pour un nombre N de mesures, l’incertitude-type est : **u( )**

On donne le résultat d’une mesure sous la forme : avec une incertitude type de u()

**Afin de remplir votre mission, vous répondrez aux questions suivantes :**

**Analyser :**

1. Montrer que l’ion Ni2+ est une espèce colorée.
2. Expliquer le choix de la longueur d’onde de travail, = 400nm.
3. Pourquoi doit-on diluer la solution S0 ? Quel sera le facteur de dilution ?

Présenter, à votre professeur, le matériel nécessaire à cette dilution. La solution fille obtenue sera notée S1.

1. Présenter, à votre professeur, le protocole pour effectuer un dosage spectrophotométrique par étalonnage de la solution S1.

**Réaliser :**

1. Réaliser la dilution de la solution mère S0 afin d’obtenir la solution fille S1.
2. Réaliser la mesure de l’absorbance de la solution S1.
3. Réaliser la courbe d’étalonnage A=f(c1) à l’aide des solutions mises à disposition (voir fichier excel élève feuille 1)

**Valider :**

1. Déterminer graphiquement la concentration c1 de la solution S1.
2. Calculer la concentration c0 de la solution S0.
3. Effectuer à nouveau 4 mesures d’absorbance de la solution S1 et déterminer les valeurs de C0 correspondantes. Compléter la feuille 2 du fichier excel élève.
4. Le laboratoire fournit aux spécialistes « Qualité » un résultat avec l’incertitude type associée.

Écrire le résultat du dosage des ions nickel, donné par le laboratoire, aux spécialistes.

1. Répondre à la question suivante : « Le bijou étudié présente-t-il des risques d’allergie pour la personne qui le porte ? »

Document professeur pour l’activité : Est-ce vraiment nickel ?

Description de l’activité :

|  |  |
| --- | --- |
| **Fiche(s) de synthèse mobilisée(s)** | dosage par étalonnage (spectroscopie) |
| **Type d’activité** | Activité expérimentale |
| **Conditions de mise en œuvre** | Par petits groupes |
| **Matériel utilisé** | Calculatrice  Spectrophotomètre et notice  Solution du laboratoire notée S0.  Solutions filles notées S2, S3, S4, S5 et S6 de concentrations respectives  c2 = 10 mmol/L, c3 = 20 mmol/L, c4 = 30 mmol/L, c5= 40 mmol/Let  c6 = 50 mmol/L.  Eau distillée  1 pipette graduée de 10mL, 1 pipette graduée de 5mL, 1 pipette jaugée de 10mL, 1 pipette jaugée de 5mL.  1 poire à pipeter.  1 éprouvette graduée 10mL, 1 éprouvette graduée 5mL.  2 béchers 50 mL  Papier filtre  1 fiole jaugée 50 mL + bouchon.  Lunettes et gants de protection.  1 bécher (poubelle)  pipette plastique  cuves + porte cuves |
| **Place dans la séquence** | début de séquence sur la spectroscopie (partie spectroscopie UV) |
| **Capacités mises en œuvre dans cette activité** | **ANA :** Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites  **REA :** Réaliser une dilution, un dosage par étalonnage. Effectuer des calculs littéraux et numériques. Exprimer correctement les résultats (unités et chiffres significatifs maîtrisés)  **VAL :** Exploiter une série de mesures indépendantes d’une grandeur physique : moyenne et écart-type. Définir qualitativement une incertitude-type et l’évaluer par une approche statistique. Poser un regard critique sur les valeurs trouvées (écarts relatifs) en les comparant à la valeur de référence. |

**Éléments de réponses :**

Montrer que l’ion Ni2+ est une espèce colorée.

**D’après le document D, la courbe A= f () montre que l’ion Ni2+ absorbe dans le visible (présence de 2 bandes entre 400nm et 800nm) donc l’ion Ni2+ est une espèce colorée.**

Expliquer le choix de la longueur d’onde de travail, = 400nm.

**La courbe A= f () admet un maximum pour = 400nm** **d’où le choix de la longueur de travail.**

Pourquoi doit-on diluer la solution S0 ? Quel sera le facteur de dilution ?

**Les solutions filles présentent des valeurs de concentration comprises entre 10 mmol.L-1et 50 mmol.L-1. La concentration de la solution S0 doit appartenir à la gamme étalon.**

**Pour ce faire, il faut diluer S0 d’un facteur 10. La solution fille aura pour concentration C1 = C0 / F, soit environ 0,30/10 = 0,030 mol.L-1=30 mmol.L-1**

Présenter, à votre professeur, le matériel nécessaire à cette dilution.

**Matériel :**

**1 fiole jaugée 50 mL + bouchon.**

**Lunettes et gants de protection.**

**1 pipette jaugée de 5mL.**

**1 poire à pipeter.**

**1 bécher (poubelle) et 1 bécher pour le prélèvement.**

Présenter, à votre professeur, le protocole pour effectuer un dosage spectrophotométrique par étalonnage de la solution S1.

**Protocole :**

**Utilisation du spectrophotomètre : sélectionner max, faire le blanc (cuve eau distillée) et mesurer l’absorbance des solutions filles (afin de tracer A=f(c))**

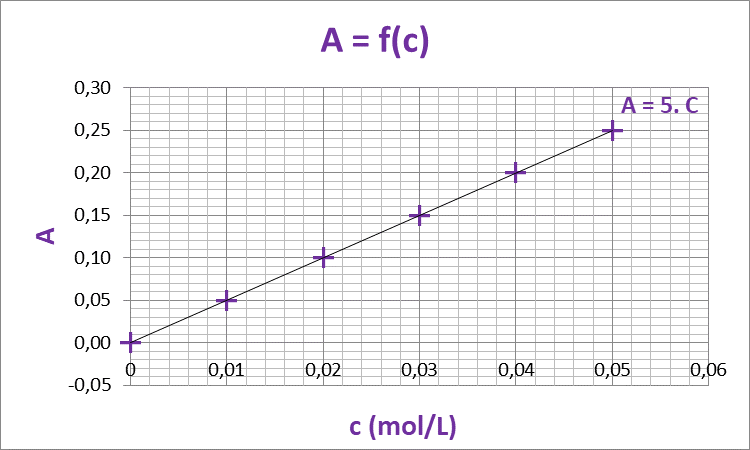
**Mesurer l’absorbance de la solution S1 (reporter la valeur sur la courbe d’étalonnage afin de déterminer c1)**

Réaliser la dilution de la solution mère S0 afin d’obtenir la solution fille S1. **(Expérimental)**

Réaliser la mesure de l’absorbance de la solution S1. **(Expérimental)**

Réaliser la courbe d’étalonnage A=f(c1) à l’aide des solutions mises à disposition

**(voir fichier excel version prof feuille 1)**



Déterminer graphiquement la concentration c1 de la solution S1.

**Pour la mesure de l’absorbance de S1 A= 0,14 .L-1 , on lit c1 = 0, 028 mol.L-1**

Calculer la concentration c0 de la solution S0.

**C0= 10 x c1 =10 x 0,028 = 0,28 mol.L-1**

Effectuer à nouveau 4 mesures d’absorbance de la solution S1 et déterminer les valeurs de C0 correspondantes. Compléter la feuille 2 du fichier excel version élève.

Écrire le résultat du dosage des ions nickel, donné par le laboratoire aux spécialistes.

|  |  |
| --- | --- |
| **Mesure** | **C0** |
| 1 | **0,28** |
| 2 | **0,30** |
| 3 | **0,30** |
| 4 | **0,28** |
| 5 | **0,26** |
| **Moyenne** | **0,28** |
| **Ecart-type** n-1 | **0,02** |
| **Incertitude type**  () | **0,01** |

**C0 (en mol/L) est de 0,28 mol. .L-1**  avec une incertitude type de 0,01 mol**.L-1**

En vous appuyant sur le document A, répondre à la question suivante : « Le bijou étudié présente-t-il des risques d’allergie pour la personne qui le porte ? »

**D’après la question précédente, la solution testée S0 a une concentration c0 inférieure à la valeur limite de 0,30 mol. .L-1. Le bijou ne présente donc pas de risques d’allergie.**

**Pour l’évaluation par compétence de l’activité expérimentale :**

🡪 Voir fichier Excel **EPC\_act-Nickel.xls**

Remarque : en variante et pour aller plus loin, on peut composer l’incertitude avec l’incertitude sur le coefficient de proportionnalité k et sur la mesure d’absorbance de la solution inconnue.

On utilise alors une formule du type On trouve une incertitude type de l’ordre de 0,02 mol.L-1