

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

<p>Compétences exigibles du B.O.</p>	<p>Cohésion et transformations de la matière</p>	<p>Élaborer et réaliser un protocole de préparation d'une solution ionique de concentration donnée en ions.</p>
<p>Tâches à réaliser par le candidat</p>	<p>Dans ce sujet on demande au candidat de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • S'approprier 4 documents. • Proposer un protocole pour fabriquer une solution par dissolution et par dilution. • Préparer une solution plus concentrée pour mesurer une masse avec une précision correcte, puis diluer cette solution pour parvenir à la concentration massique requise. 	
<p>Compétences évaluées Coefficients respectifs</p>	<p>Cette épreuve permet d'évaluer les compétences :</p> <ul style="list-style-type: none"> • S'approprier (APP) ; coefficient 1 • Analyser (ANA) ; coefficient 3 • Réaliser (REA) ; coefficient 2 	
<p>Préparation du poste de travail</p>	<p><u>Précaution de sécurité</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manipuler le permanganate de potassium solide avec des gants. <p><u>Prévoir</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un flacon de récupération pour les solutions de permanganate de potassium. • Des gants. • Des balances précises au 100^{ème} de gramme. • Une solution à 0,25 g.L⁻¹ versée dans un tube à essai muni d'un bouchon pour comparaison. 	
<p>Déroulement de l'épreuve Gestion des différents appels</p>	<p><u>Minutage conseillé</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • APP (10 min conseillées) • ANA (25-30 min) • REA (20 min) <p>Il est prévu 4 appels obligatoires de la part du candidat.</p> <p>Lors de l'appel 1, l'examinateur vérifie que le candidat a su synthétiser l'information utile dans les documents</p> <p>Lors de l'appel 2, l'examinateur vérifie que le candidat sait proposer un protocole de préparation de solution par dissolution.</p> <p>Lors de l'appel 3, l'examinateur vérifie que le candidat a compris que la balance n'était pas adaptée à la masse à peser, et qu'il lui faut préparer une solution plus concentrée puis la diluer. Il vérifie également que le candidat sait proposer un protocole pour préparer une solution par dilution.</p> <p>Lors de l'appel 4 et en continu, l'examinateur vérifie la réalisation des solutions.</p> <p>Le professeur observe le candidat en continu. Dans la partie « réaliser » le professeur est attentif à la façon dont le candidat évolue dans l'environnement du laboratoire, organise son poste de travail, utilise le matériel avec pertinence, respecte les procédures et les règles de sécurité.</p>	

Remarques	<p>Le sujet peut être rallongé. Dans une partie 5 (vérification de la concentration massique), il est possible de faire une partie où l'on aura tracé une courbe $A = f(C)$ à 525 nm pour une gamme de solutions de permanganate de potassium et l'on pourra alors faire mesurer à l'élève les deux absorbances (la sienne et celle préparée à l'avance) pour en déduire les deux concentrations (+ éventuellement un calcul d'écart relatif). L'écart relatif d'une valeur expérimentale par rapport à une valeur théorique s'exprime en pourcentage et est donné par la formule :</p> $\Delta = \frac{ C_{\text{exp}} - C_{\text{théo}} }{C_{\text{théo}}} \times 100$ <p>Le sujet dure alors 1h25 et les compétences supplémentaires évaluées sont alors du domaine REA (10 min) et VAL (15min).</p>
-----------	---

1. Pour chaque poste

Paillasse élèves : (x 9 groupes + 1 secours)

- Un tube à essai muni d'un bouchon
- Environ 2 g de permanganate de potassium flaconné
- Une spatule fine
- Un sabot de pesée
- 3 béchers de 50 mL forme haute
- Une fiole de 100,0 mL
- Deux fioles de 50,0 mL
- Une pipette droite (plastique ou non)
- Une pipette de 5 mL
- Une pipette de 10 mL
- Une pipette graduée de 0 à 5 mL
- Une propipette
- Des gants et lunettes de sécurité (si non présents dans la salle)
- Du parafilm[®] ou un bouchon pour les deux fioles
- Une pissette d'eau distillée remplie
- Un tube à essai fermé contenant la solution à $0,25 \text{ g.L}^{-1}$
- Du papier filtre
- Du papier d'essuyage

Paillasse professeur :

- La solution préparée à l'avance ($0,25 \text{ g.L}^{-1}$)

Documents mis à disposition des élèves :

- Fiche technique de la balance à côté de la balance (avec l'incertitude sur la masse pesée si possible ; sinon, prendre 1 digit soit 0,01 g)

2. Particularités du sujet, conseils de mise en œuvre

La séance dure une heure (55 min + rotations)

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

Compétences travaillées (capacités et attitudes) :

- **APP** : extraire des informations utiles d'un texte.
- **ANA** : concevoir un protocole expérimental ; définir les conditions d'utilisation des instruments de mesure.
- **REA** : suivre un protocole ; maîtriser des gestes techniques.



APP

ANA

REA

20

<http://www.photo-libre.fr>

CONTEXTE

Vous êtes étudiant en chimie et vous venez de vous engager dans une ONG. Vous allez partir en Afrique ! Votre mission consiste, entre autres, à aider les populations déplacées par les conflits à utiliser l'eau avec le moins de désagréments possible.

Vous allez emporter du permanganate de potassium et vous devrez montrer comment préparer des solutions qui permettent de désinfecter les fruits et légumes. Les pastilles d'eau de Javel seront réservées à la désinfection des eaux de boisson.

Avant de partir, vous souhaitez préparer une solution de permanganate de potassium exacte dans votre laboratoire, afin de vous familiariser visuellement à la couleur de ces solutions très diluées car vous n'aurez pas forcément sur vous le matériel nécessaire à ces préparations une fois là-bas.



DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION

Document 1 : D'après Wikipédia

Le permanganate de potassium est un sel inorganique de formule chimique KMnO_4 . A l'état solide, il se présente sous la forme de cristaux violets. Lorsqu'il est dissous dans l'eau, il forme une solution aqueuse violette. C'est un composé sans odeur, et au goût amer. Sa masse molaire est $M = 158,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

C'est un réactif oxydant aux multiples propriétés :

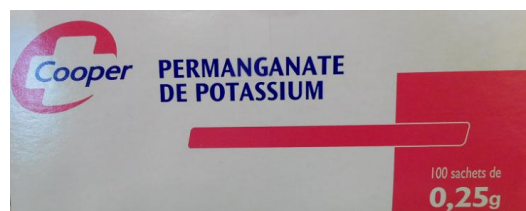
- R : 8 (Favorise l'inflammation des substances combustibles)
- R : 22 (Nocif en cas d'ingestion)
- R : 50/53 (Très toxique pour les organismes aquatiques, et peut entraîner des effets néfastes à long terme sur l'environnement aquatique)
- S : 2 (Conserver hors de la portée des enfants)
- S : 60 (Éliminer le produit et son récipient comme un déchet dangereux)
- S : 61 (Éviter le rejet dans l'environnement)



Document 2 : extrait de <http://www.societechimiquedefrance.fr/produit-du-jour/nouvel-article-396.html>

En solution diluée le permanganate de potassium est utilisé pour le traitement de l'eau, notamment pour oxyder le fer et le manganèse dans les eaux souterraines. C'est aussi un désinfectant à 0,25 g par litre, utilisé pour laver les légumes dans les pays tropicaux.

Dans les procédés de traitement des eaux potables, il peut être utilisé mais nécessite des filtres d'élimination de dioxyde de manganèse et la couleur et le goût amer du permanganate font que les procédés à l'ozone et aux UV lui sont préférés.



Par contre les aquariophiles recommandent le traitement périodique au permanganate de potassium dilué pour nettoyer les algues, éliminer les cyanobactéries, champignons et vers qui se forment sur les parois et graviers des aquariums (en ayant évidemment trouvé à loger ailleurs les poissons résidents !).

Comme tous les oxydants puissants, il faut manipuler le permanganate de potassium avec précaution, l'inhalation, le contact prolongé avec la peau et l'ingestion des cristaux solides sont dangereux. En solution concentrée, il colore la peau et le linge en formant des taches violettes qui brunissent avec le temps et s'enlèvent difficilement. Par contre, en solution diluée, c'est un bon désinfectant. En pharmacie, on peut le trouver sous forme de sachets de 0,25 g qui, dilués dans 1 L d'eau, forment une solution pour les bains de bouche, un désinfectant pour les mains, le nettoyage des plaies. On trouve également le permanganate de potassium dans l'eau de Dakin.

Document 3 : d'après <http://www.wherincity.com/medical/topic/child-health/diseases/cholera-59.htm>

Preventions of Cholera

Cholera is usually transmitted through contaminated water or food. Outbreaks can occur in any part of the world where water supply, sanitation, food safety, and hygiene are inadequate.

- Drink only boiled water or water that has been treated with chlorine or iodine.
- Make sure all vegetables are cooked properly, avoid salads.
- Avoid foods and beverages from street vendors.
- Check for proper sanitation and water purification systems.
- Vegetables and fruits must be washed with solution of potassium permanganate 0.25 g/L.

Outbreak = épidémie To occur = se produire Supply = fourniture To avoid = éviter Vegetables = légumes

Document 4 : Extrait de manuels de mesure et incertitude

L'incertitude relative sur une grandeur mesurée M est égale à $\frac{U(M)}{M} \times 100$ où $U(M)$ représente l'incertitude sur la grandeur M .

TRAVAIL A EFFECTUER

1. Questions préliminaires (10 minutes conseillées)

1.1. A l'aide des documents, expliquer brièvement pourquoi l'utilisation du permanganate de potassium ne peut être qu'une solution d'urgence et pourquoi elle n'est pas utilisée pour l'eau de boisson.

.....
.....
.....

1.2. Indiquer la concentration massique de la solution de permanganate de potassium utilisée pour désinfecter les fruits et légumes et préciser les conséquences possibles d'un écart de concentration.

.....
.....
.....
.....

1.3. Préciser les consignes de sécurité à appliquer lors de cette manipulation

.....
.....

APPEL N°1

Appeler le professeur pour lui présenter les réponses

2. Protocole de préparation de la solution (10 minutes conseillées)

Vous souhaitez préparer, par dissolution, 50,0 mL d'une solution S1 de permanganate de potassium destinée au lavage des fruits et légumes. Indiquer le protocole pour préparer cette solution, préciser la masse à peser.

APPEL N°2

Appeler le professeur pour lui présenter le protocole

3. Adaptation du protocole au matériel disponible (20 minutes conseillées).

3.1. Compte tenu du matériel mis à votre disposition, vous paraît-il possible de réaliser directement cette solution avec une précision correcte ? JUSTIFIER la réponse par un calcul d'incertitude relative.

3.2. Etant donné qu'il est indispensable de préparer une solution de concentration relativement proche de la concentration préconisée, proposer un nouveau protocole, adapté au matériel disponible.

APPEL N°3

Appeler le professeur pour lui présenter le protocole modifié

4. Réaliser la(les) solution(s) (20 minutes conseillées). Comparer visuellement la concentration à celle de la solution faite par les préparatrices.

APPEL N°4

Appeler le professeur pour lui présenter la solution réalisée

Le candidat est en situation d'évaluation, 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 ouvert si ces erreurs conduisent l'élève à une impasse.

1. Questions préliminaires

La compétence **S'APPROPRIER** est mobilisée et évaluée lors de l'appel 1.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence S'APPROPRIER est le suivant : extraire des informations utiles d'un texte.

Le candidat doit être capable de :

- trouver dans les documents les raisons pour lesquelles les solutions de permanganate de potassium ne sont pas consommées, même à faible concentration (goût amer, toxicité)
- qu'il identifie $2,25 \text{ g.L}^{-1}$ à une concentration massique.
- qu'il précise que moins concentrée, la solution peut être inefficace alors que plus concentrée, elle peut être nocive ou donner trop de goût amer aux légumes et fruits puisqu'ils ne peuvent pas être rincés (eau souillée)
- qu'il indique les précautions de sécurité (gants, ne pas ingérer, flacon de récupération obligatoire).

Si l'ensemble des 4 points cités ci-dessus sont parfaitement maîtrisés, le niveau obtenu est le **niveau A** pour la compétence ANA. Si certains points sont flous ou non présents, l'examineur pourra les faire préciser au candidat à l'aide de questions ouvertes. L'examineur attend que le candidat sache corriger seul un oubli ou une maladresse. Si le candidat y parvient le niveau acquis pour ANA reste le **niveau A**.

Si l'un des 4 points cités ci-dessus est incorrect ou incomplet malgré une interrogation orale de l'examineur, le niveau acquis est alors le **niveau B**.

Le niveau acquis est le **niveau C** si deux des 4 points cités ci-dessus ne sont pas corrects ou incomplets malgré une interrogation orale de l'examineur.

Le niveau acquis est le **niveau D** si trois des 4 points cités ci-dessus ne sont pas corrects ou incomplets malgré une interrogation orale de l'examineur.

Pas de solutions partielles (mais des aides à l'oral)

2. Elaborer les protocoles expérimentaux de préparation de solutions

La compétence **ANALYSER** est mobilisée et évaluée à deux moments de l'épreuve :

- lors de l'appel **2** lors duquel le candidat doit proposer un protocole de préparation de solution par dissolution,
- lors de l'appel **3** lors duquel le candidat doit proposer un protocole de préparation de solution par dissolution puis dilution.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence ANALYSER est le suivant : définir les conditions d'utilisation des instruments de mesure ; concevoir un protocole expérimental réalisable avec le matériel fourni.

A la question 2, le candidat doit être capable de :

- calculer la masse de permanganate de potassium solide nécessaire à la préparation de 50,0 mL de solution à $0,25 \text{ g.L}^{-1}$ ($m = 0,0125 \text{ g}$) ;
- proposer le protocole complet de dissolution : pesée avec un sabot en faisant la tare, utilisation d'une fiole jaugée de 50,0 mL d'eau distillée, dissolution totale avant l'ajustement au niveau du trait de la fiole et essuyage du col, homogénéisation.

A la question 3.1, il doit être capable de :

- se rendre compte que la masse à peser est trop faible pour pouvoir la mesurer sur une balance au $100^{\text{ème}}$ de g ;
- calculer l'incertitude relative sur la mesure de masse (80%).

A la question 3.2., il doit être capable de :

- de comprendre que pour avoir une incertitude plus faible, on doit avoir une masse à peser plus grande ;
- d'expliquer alors qu'il faut réaliser une solution plus concentrée, puis la diluer pour obtenir la solution de concentration demandée (puisque l'on ne dispose pas de fiole de plus grand volume) ;
- de calculer la nouvelle masse à peser, de déterminer la nouvelle fiole à utiliser donc la nouvelle concentration ;
- de prévoir la dilution à effectuer et le matériel à utiliser (pipette et fiole) ainsi que le calcul permettant de parvenir à la bonne concentration.

L'examineur évalue ce que lui présente le candidat. Il attend de la part de celui-ci :

- qu'il calcule la masse de permanganate de potassium nécessaire à la première préparation, qu'il prévoit le matériel nécessaire (sabot, fiole, pipette droite pour l'ajustement) et qu'il en décrit correctement les étapes du protocole ;
- qu'il calcule l'incertitude relative sur la masse à peser et qu'il commente son résultat ;
- qu'il propose, ne disposant pas de fiole de grand volume, de réaliser une solution plus concentrée puis la diluer (il devra alors préciser les étapes de la préparation et justifier ses choix par des calculs).

On attendra l'appel 3 avant de procéder à l'évaluation. Si le candidat a réalisé l'ensemble des tâches, **le niveau A** pour le domaine de compétences ANA est obtenu.

Si nécessaire, l'examineur intervient oralement (sous forme de questions) et de façon très ponctuelle pour faire préciser par le candidat certains points du protocole flous ou non présents. L'examineur attend que le candidat sache corriger seul une maladresse ou apporte seul un complément au protocole lors des appels. Si le candidat y parvient le niveau acquis pour ANA est **le niveau A**. Un candidat qui demande une aide très ciblée et bien explicitée ne l'est pas non plus. Dans tous ces cas **le niveau A** pour le domaine de compétences ANA est obtenu.

Si malgré les questions ouvertes, un protocole (ou une réponse) est toujours incomplet, l'examineur fournit au candidat une solution partielle adaptée en fonction des besoins du candidat. Le niveau acquis est **le niveau B** s'il parvient à réaliser parfaitement le reste des tâches.

Si le candidat est à nouveau bloqué pour l'autre protocole, le professeur lui fournit une réponse partielle. Si celle-ci permet de le débloquent et que celui-ci poursuit la manipulation, le niveau acquis est **le niveau C**.

Si le candidat ne parvient pas à établir les protocoles demandés à partir des solutions partielles, l'examineur lui donne les solutions totales. Le niveau acquis est **le niveau D**.

Exemples de solutions partielles pour le protocole de dissolution simple

Solution partielle 1

Il faut d'abord calculer la masse de permanganate de potassium solide à peser pour préparer 50,0 mL de solution.

Solution partielle 2

Une fois pesée la masse de solide, on utilise une fiole jaugée de 50,0 mL dans laquelle on verse un peu d'eau distillée. Puis, après avoir pesé la masse de solide en n'omettant pas la tare du récipient, on verse le solide dans la fiole, on rince le récipient, on dissout le solide, puis on ajuste le niveau de solution au trait de jauge avec de l'eau distillée. On essuie le col puis on homogénéise.

Exemple de solution totale

Les deux solutions partielles.

Exemples de solutions partielles pour le protocole de dissolution - dilution

Solution partielle 1

La masse de permanganate de potassium est trop faible pour être pesée avec précision sur une balance au 100^{ème} de g. En effet, si $U(m) = 0,01$ g et $m = 0,0125$ g alors $\frac{\Delta m}{m} = 0,8$ soit 80 % !!!

Solution partielle 2

Il faut fabriquer une solution plus concentrée par dissolution et ensuite la diluer. (Attention : faire en sorte que la dilution soit simple et que le matériel soit adapté).

Exemple de solution totale

Fabriquer 100,0 mL d'une solution de concentration 2,5 g.L⁻¹ en dissolvant 0,25 g de permanganate de potassium, puis diluer cette solution 10 fois (on prélève 5,0 mL à l'aide d'une pipette jaugée que l'on verse dans une fiole de 50,0 mL, on ajoute de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge puis on essuie de col et on homogénéise).

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ soit } 4 \% \text{ ce qui est plus acceptable.}$$

3. Réaliser les deux solutions

La compétence REALISER est mobilisée et évaluée en continu et lors de l'appel 4.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence REALISER sont les suivants : réaliser le dispositif expérimental correspondant au protocole ; respecter les consignes de sécurité ; maîtriser certains gestes techniques.

Le candidat doit être capable de :

- respecter les consignes générales dans un laboratoire (cheveux et blouse attachés, sac rangé, paillasse dégagée) ;
- choisir la verrerie adaptée ;
- tarer la balance avec le récipient ;
- peser avec précision et transvaser sans pertes ;
- utiliser des gants pour la pesée du solide ;
- être adroit dans l'utilisation de la pipette et savoir ajuster un niveau ;
- transvaser la première solution dans un bécher avant de pipeter ;
- homogénéiser chaque solution.

Le candidat doit être capable **de suivre le protocole proposé** précédemment en toute sécurité.

Le professeur observe en continu le candidat pendant la mise en œuvre du protocole. S'il intervient oralement (sous forme de questions) et de façon très ponctuelle pour réguler leur mise en œuvre, l'utilisation adaptée du matériel, les candidats ne sont pas pénalisés. De la même façon, un candidat demandant une aide très ciblée et bien explicitée ne l'est pas non plus. Dans tous ces cas, le **niveau A** pour le domaine de compétences RÉA est obtenu.

Si malgré les questions ouvertes le candidat ne parvient pas à mettre en œuvre le protocole proposé, le professeur l'aide par exemple pour utiliser la balance. Le niveau acquis est le **niveau B s'il parvient à réaliser parfaitement les autres manipulations**.

Si le candidat est à nouveau en difficulté dans une autre réalisation, le professeur lui fournit une réponse partielle. Le niveau obtenu sera alors **le niveau C**.

Si plus de 3 erreurs sont relevées alors le niveau obtenu sera le **niveau D**.

Exemples de solutions partielles

Exemple de solution partielle 1

Le professeur explique le fonctionnement de la balance (comment faire la tare par exemple).

Exemple de solution partielle 2

Le professeur explique qu'il faut rincer l'entonnoir et la coupelle pour ne pas perdre de cristaux

Exemple de solution partielle 3

Le professeur explique qu'il faut ajouter de l'eau à la moitié pour dissoudre les cristaux.

Exemple de solution partielle 4

Le professeur explique comment ajuster le trait de jauge.

Etc...