

S'autoévaluer

+ d'exercices en ligne
sur www.libtheque.fr**2 QCM** (justifier)

1. Le benzène, de formule brute C_6H_6 , est naturellement présent dans le pétrole brut. Il est important pour la synthèse chimique de plastiques. Le benzène est :

- a. soluble en toutes proportions dans l'eau ;
 b. soluble en toutes proportions dans l'hexane, de formule semi-développée $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$;
 c. une molécule polaire ;
 d. une molécule apolaire.

2. Le peroxyde d'hydrogène, ou eau oxygénée (H_2O_2), est utilisé pour oxyder les polluants organiques persistants. Le peroxyde d'hydrogène est :

- a. un oxydant ;
 b. un réducteur ;
 c. une espèce qui peut capter des électrons ;
 d. une espèce qui peut perdre des électrons.

3. Les équations suivantes sont-elles correctes ?

- a. $MnO_4^- + 8 H^+ + 5 e^- = Mn^{2+} + 4 H_2O$
 b. $Fe^{2+} + e^- = Fe^{3+}$
 c. $CH_3COO^- + H_2O = CH_3COOH + HO^-$
 d. $C_2H_5COOH + H_2O = C_2H_5COO^- + HO^-$

4. Les ions phosphate PO_4^{3-} sont des polluants d'origine agricole. L'ion phosphate est la base conjuguée de l'ion

hydrogénophosphate HPO_4^{2-} , de $pK_A = 12,7$. L'ion phosphate est prédominant :

- a. pour $pH > 12,7$;
 b. pour $pH < 12,7$;
 c. en milieu acide.

3 Vrai-faux (justifier)

1. Pour prélever une solution avec précision, il est préférable d'utiliser une éprouvette graduée.

F

2. Au cours d'un dosage spectrophotométrique, la droite d'étalonnage est la représentation d'une fonction affine de la concentration des solutions étalons.

V

3. Un pictogramme de sécurité renseigne sur les conseils de manipulation d'une substance chimique.

V

4 QROC

Répondre en une phrase à la question posée.

1. Quel matériel de verrerie faut-il utiliser pour réaliser une solution par dissolution d'un solide ionique ?

2. Avec quelle pipette jaugée prépare-t-on une solution par dilution au 1/5 d'une solution mère dans une fiole jaugée de 250,0 mL ?

3. Quelle grandeur permet de transformer une concentration massique d'une espèce chimique en une concentration molaire ? Comment faire cette transformation ?

n°04

1) Fiole jaugée

2) $250/5 = 50$ mL

3) $t_m = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M}{V} = C_{Cl(aq)} \cdot M$

6 Élimination des ions dichromate

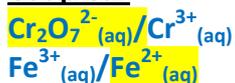
La première étape d'un traitement de résidus de laboratoire contenant des ions dichromate, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, est décrite ci-dessous.

- Verser la solution à traiter dans un grand b cher, vérifier que $\text{pH} < 3$; sinon ajouter quelques gouttes d'acide sulfurique à $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Ajouter en mélangeant vigoureusement le sulfate de fer(II) solide (FeSO_4) par spatul es successives, jusqu'à obtenir une solution verte caractéristique de la présence d'ions Cr^{3+} .
- Ajouter à la solution précédente des spatul es d'hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (chaux éteinte) jusqu'à obtenir un précipité vert d'hydroxyde de chrome $\text{Cr}(\text{OH})_3$ et une décoloration de la solution.

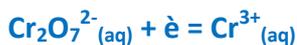
1.  crire l'équation de la réduction des ions dichromate en ions Cr^{3+} par les ions fer(II) Fe^{2+} .
2. Justifier l'ajout d'acide sulfurique.
3. Quel est l'intérêt de réduire les ions dichromate en ions Cr^{3+} ?
4. Par quel(s) traitement(s) physique(s) le précipité peut-il être éliminé ?

1) Equation:

Couples :



1 re équation :



2 me équation :



Equation :



*6



2) L'acide sulfurique apporte les ions H^+ nécessaires à la transformation (voir équation ci-dessus).

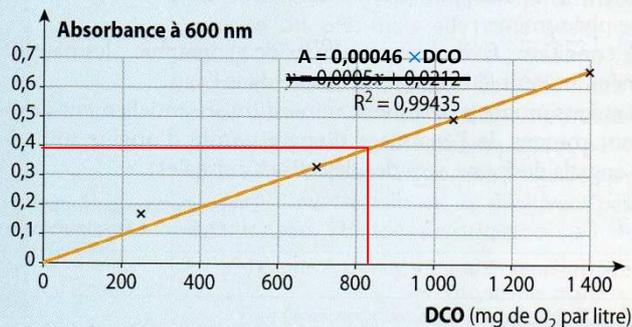
3) La réduction des ions dichromate conduit à la formation des ions $Cr^{3+}_{(aq)}$ qui précipitent ensuite en présence d'ions hydroxyde. Leur élimination est donc facilitée.

4) Le précipité peut être éliminé par décantation, puis filtration.

Mesures et incertitudes

10 Pollution organique des eaux

La demande chimique en oxygène, ou DCO est la quantité de dioxygène consommée par les matières organiques lors de leur dégradation, exprimée en mg de O_2 par litre. La DCO d'une eau usée est déterminée par spectroscopie à la longueur d'onde de 600 nm grâce à la droite d'étalonnage ci-dessous.



1. Commenter la valeur du coefficient de détermination R^2 de la droite d'étalonnage.

2. La mesure d'absorbance d'une eau est 0,405. En déduire la DCO de cette eau.

3. La DCO de cette eau respecte-t-elle la valeur limite autorisée fixée à 125 mg de O_2 par litre ?

1) La valeur du coefficient de détermination n'est pas très satisfaisante. Une valeur = à 1 aurait été souhaitable.

COEFFICIENT DE DETERMINATION

Très important. Un V.I.P de la modélisation. Mais on lui fait parfois dire ce qu'on veut...

Définition (<http://fr.wikipedia.org>)

Le coefficient de détermination (R^2) est un indicateur qui permet de juger la qualité d'une régression linéaire, simple ou multiple. D'une valeur comprise entre 0 et 1, il mesure l'adéquation entre le modèle et les données observées.

Il est égal à 1 dans le cas où l'une des variables est fonction affine croissante de l'autre variable, à -1 dans le cas où la fonction affine est décroissante. Les valeurs intermédiaires renseignent sur le degré de dépendance linéaire entre les deux variables. Plus le coefficient est proche des valeurs extrêmes -1 et 1, plus la corrélation entre les variables est forte ; on emploie simplement l'expression « fortement corrélées » pour qualifier les deux variables. Une corrélation égale à 0 signifie que les variables sont linéairement indépendantes.

2) La DCO peut être déterminée graphiquement (environ 980 mg de O₂ par litre) ou par calcul à partir de l'équation de la droite d'étalonnage.

$$A = 0,00046 \times \text{DCO}$$

$$0,00046 \times \text{DCO} = A$$

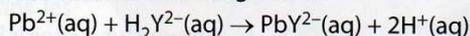
$$\text{DCO} = \frac{A}{0,00046} = \frac{0,405}{0,00046} = 810 \text{ mg de O}_2 \text{ par litre}$$

3) La valeur de la DCO de cette eau est supérieure à la valeur limite autorisée. Il est nécessaire de réduire la pollution organique pour la rendre consommable.

11 Dosage du plomb

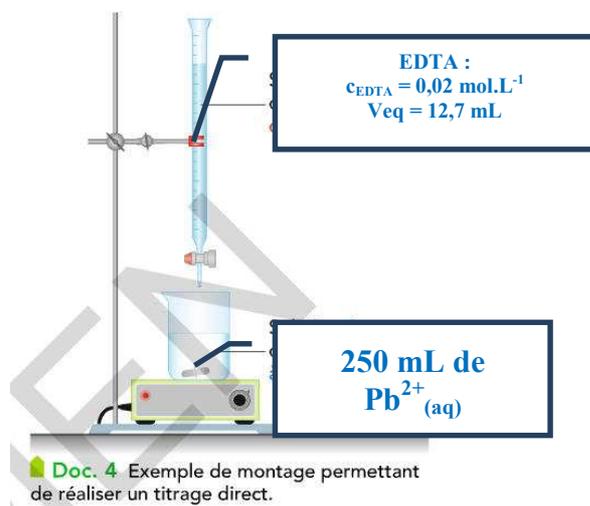
Un volume de $V_{\text{Pb}} = 250,0 \text{ mL}$ d'une eau polluée contenant des ions Pb^{2+} est dosé par une solution de sel disodique de l'acide éthylène diamine tétraacétique (EDTA), noté 2Na^+ , H_2Y^{2-} , à la concentration de $c_{\text{EDTA}} = 0,0200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

L'équation de réaction de dosage s'écrit :



Pour visualiser la fin du dosage, on utilise un indicateur coloré. Le volume de la solution d'EDTA versé à l'équivalence est $V_{\text{eq}} = 12,7 \text{ mL}$.

1. Établir la relation permettant de calculer c_{Pb} , la concentration molaire en plomb dans l'eau polluée à partir de c_{EDTA} , V_{Pb} et V_{eq} .
2. Calculer la concentration massique en plomb.
3. La valeur limite autorisée est fixée à $10 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. Cette eau est-elle potable ?



1) A l'équivalence on a :

$$n_0(\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})}) = n(\text{EDTA})_{\text{Eq}}$$

$$c_{\text{Pb}} \cdot V_{\text{Pb}} = c_{\text{EDTA}} \cdot V_{\text{eq}}$$

$$c_{\text{Pb}} = \frac{c_{\text{EDTA}} \cdot V_{\text{eq}}}{V_{\text{Pb}}}$$

2. Calcul de c_{Pb}

$$c_{\text{Pb}} = \frac{c_{\text{EDTA}} \cdot V_{\text{eq}}}{V_{\text{Pb}}} = \frac{0,0200 \cdot 12,7}{250} = 1,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3) Calcul de la concentration massique:

$$t_m = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M}{V} = c_{\text{Pb}} \cdot M = 1,02 \cdot 10^{-3} \cdot 207,2 = 0,210 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 210 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration massique en plomb est supérieure à la limite autorisée, cette eau n'est donc pas potable

12 Les algues vertes (5 points)

Problématique

Comment déterminer la concentration en ions nitrate (NO_3^-) d'une eau de mer ?

Document 1 Pourquoi les algues vertes prolifèrent-elles ?

« La prolifération des algues vertes (eutrophisation) est déclenchée par un apport excessif d'azote dans la mer. Cet azote provient des nitrates (NO_3^-) transportés par les rivières jusqu'au milieu marin. Les algues vertes se forment en mer et sont ensuite rejetées sur la plage par les courants.

Pour que se forme en mer « une marée verte » qui se retrouvera ensuite sur une plage, il faut que trois conditions soient réunies :

- présence excessive de nutriments (en particulier azote) dans l'eau ;
- conditions favorables en termes de température et de lumière (ensoleillement) ; les eaux peu profondes qui laissent passer plus de lumière favorisent le phénomène ;
- conditions favorables en termes de géographie ; les baies fermées ou confinées limitent le brassage de l'azote dans l'eau.

Les ions nitrate proviennent aujourd'hui essentiellement des activités agricoles, notamment de l'épandage d'engrais azoté d'origine minérale ou organique (engrais de ferme, issu des déjections animales). »

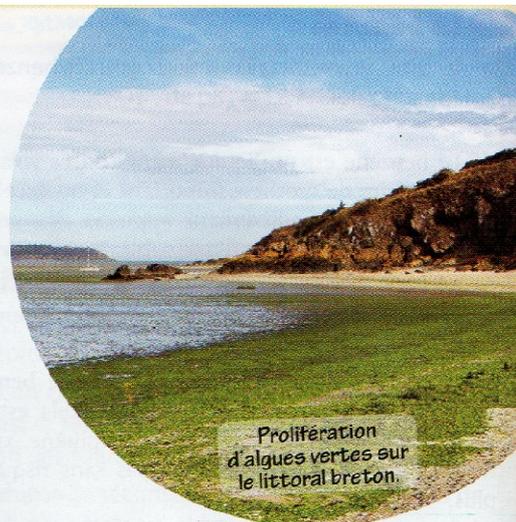
D'après www.developpement-durable.gouv.fr/Que-sont-les-algues-vertes-Comment.html

Document 2 Les normes et les objectifs en matière de nitrates dans l'eau en France et en Europe.

« Depuis 1975, en Europe, le taux d'ions nitrate dans les eaux de surface destinées à la consommation humaine est limité à $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ et on estime qu'un taux inférieur ou égal à $25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ serait préférable.

Pour limiter le phénomène de prolifération des algues vertes, il n'existe pas de valeur limite à respecter, mais tous les scientifiques considèrent qu'il faudrait atteindre un taux inférieur à $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. »

D'après www.developpement-durable.gouv.fr/Quelles-sont-les-normes-et-les.html



Document 3 Contrôle de la concentration en nitrate.

Le contrôle de la concentration d'une rivière en ions nitrate est réalisé par spectrophotométrie d'absorption moléculaire, à l'aide d'un indicateur coloré spécifique des ions nitrate. Pour cela, une solution mère est préparée en dissolvant une masse $m = 164,4 \text{ mg}$ de nitrate de potassium (KNO_3) dans une fiole jaugée de $1,0 \text{ L}$ d'eau distillée.

Les mesures suivantes ont été relevées à la longueur d'onde de 420 nm .

Concentration en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	0	20	40	60	80
Absorbance	0	0,29	0,62	0,93	1,20

Questions

1. À quoi est attribuée la prolifération des algues vertes sur le littoral français ?
2. Quelles sont les causes de l'augmentation de la concentration en ions nitrate dans les eaux ?
3. Calculer la concentration massique de la solution mère.
4. Comment faut-il choisir les concentrations des solutions de la gamme étalon à préparer pour qu'elles obéissent aux normes et objectifs dans l'eau en France ?
5. Calculer alors les volumes de la solution mère à prélever pour préparer $25,0 \text{ mL}$ de ces solutions. Préciser le matériel employé.
6. Construire la droite d'étalonnage et déterminer son équation, ainsi que son coefficient de corrélation. Conclure.
7. a. L'absorbance de l'échantillon a été mesurée à $0,47$. En déduire la concentration en ions nitrate de l'eau de cette rivière. Conclure.
b. Identifier les sources d'erreur.

1. La prolifération des algues vertes sur le littoral français est attribuée à un apport excessif d'azote dans la mer, essentiellement sous forme d'ions nitrate.

2. L'augmentation de la concentration en ions nitrate est due à l'utilisation d'engrais azotés (activités agricoles).

3. La concentration massique de la solution mère

$$t_m = \frac{m}{V} = \frac{164,4}{1} = 164 \text{ mg.L}^{-1}$$

4. Les concentrations des solutions de la gamme étalon doivent encadrer la limite autorisée et être du même ordre de grandeur.

Il ne faut pas saturer le spectro

5. Calcul des volumes :

La relation de la dilution nous donne

$$C_0 \times V_0 = C_1 \times V_1$$

V_0 : Le volume à prélever (mL)
 C_0 : La concentration de la solution de départ (mol.L⁻¹)
 V_1 : Le volume total de la solution finale (mL)
 C_1 : La concentration de la solution finale (mol.L⁻¹)

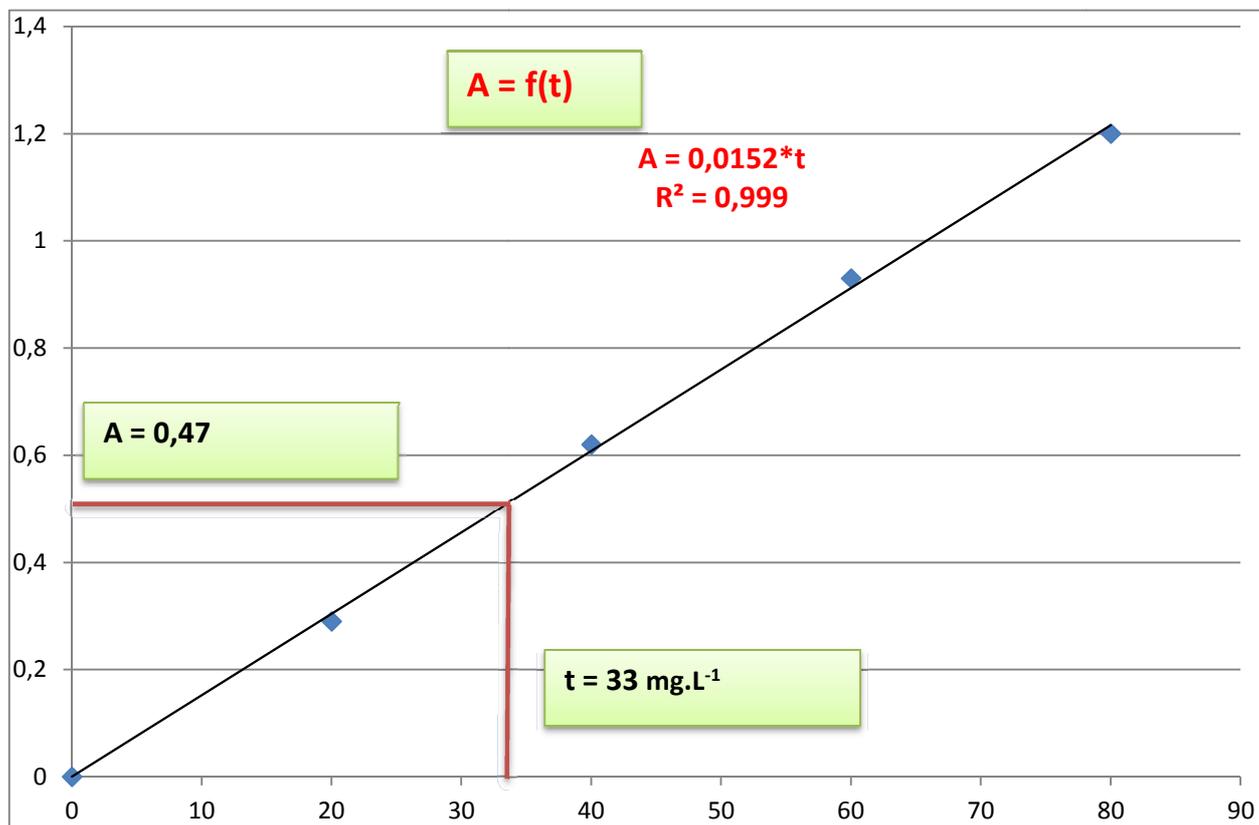
ou alors

$$t_0 \times V_0 = t_1 \times V_1$$

Donc ici :

$$V_0 = \frac{t_1 \cdot V_1}{t_0} = \frac{20 \cdot 25}{164} = 3 \text{ mL}$$

t_1 (mg.L ⁻¹)	0	20	40	60	80
A	0	0.29	0.62	0.93	1.20
V_0 mL	0	3	6	9	12



7) a) Calcul de t pour A = 0,47

Par le graphique

$t \approx 33 \text{ mg.L}^{-1}$

Par le calcul :

$$A = 0,0152 \cdot t$$

$$0,47 = 0,0152 \cdot t$$

$$t = \frac{0,47}{0,0152} = 31 \text{ mg.L}^{-1}$$

La concentration en ions nitrate de cette eau est inférieure à la limite autorisée.
Cette eau peut donc être consommée.

b) Des erreurs peuvent être commises par le technicien lors du prélèvement de la solution mère à l'aide de la burette et lors de la préparation des solutions de la gamme étalon dans les fioles jaugées.
La mesure de l'absorbance par le spectrophotomètre est également entachée d'une erreur.