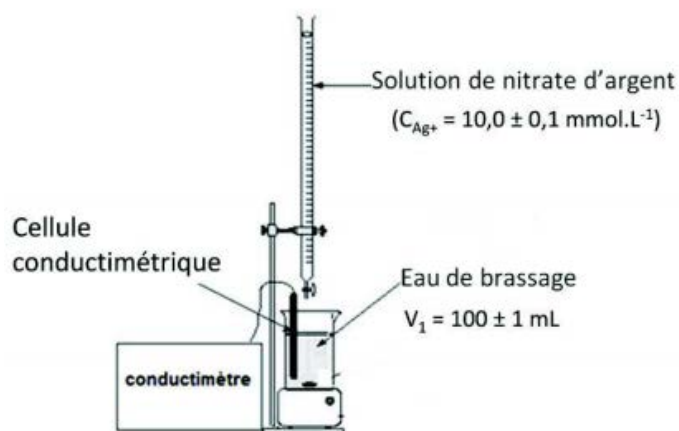


**METROPOLE juin 2017****Dosage conductimétrique des ions chlorure dans une eau de brassage**

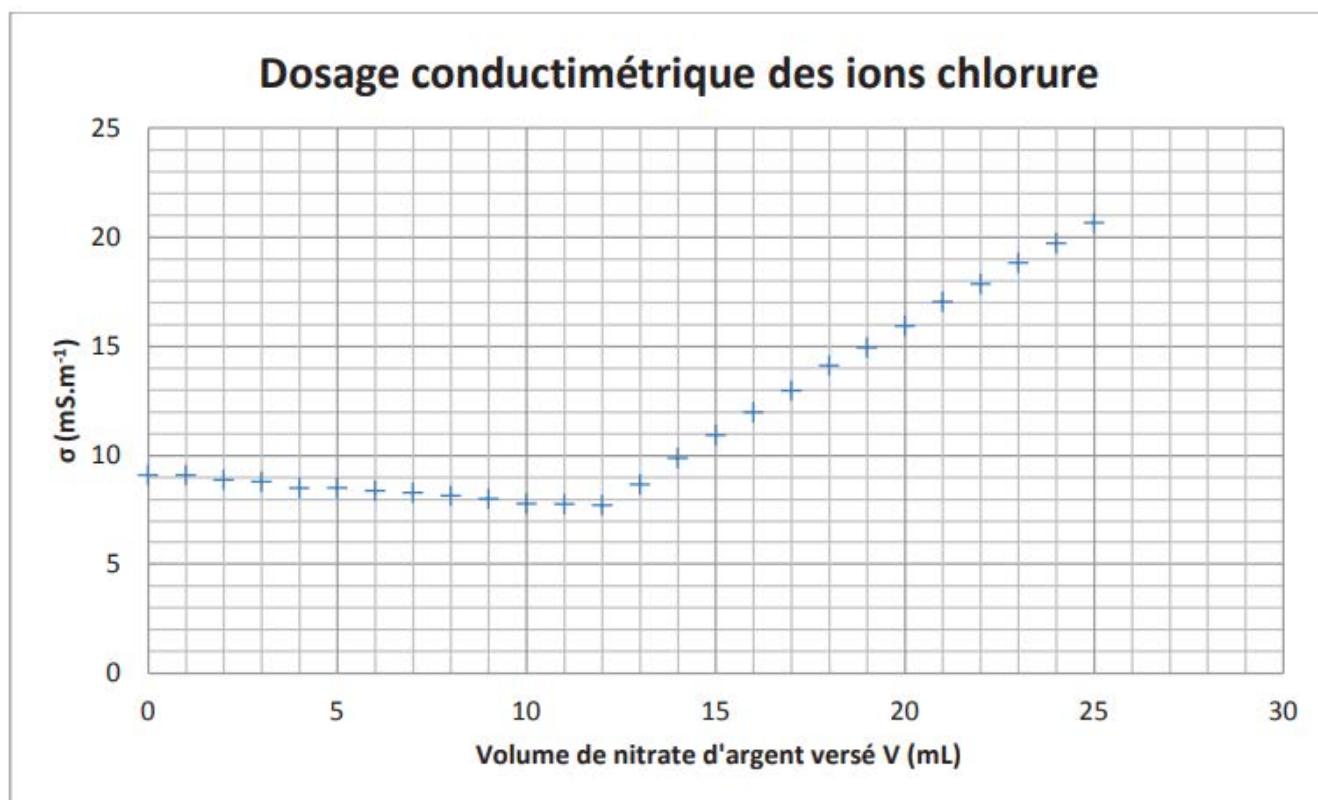
En brasserie, les bières sont toutes produites selon le même procédé. Cependant, en fonction notamment de l'eau utilisée pour le brassage, toutes ne possèdent pas les mêmes caractéristiques (goût, aspect, etc...). Afin de savoir si l'eau utilisée pour le brassage convient pour une production de bière brune, il faut doser les ions chlorure. Pour ce faire, on procède à un titrage par une solution de nitrate d'argent ( $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$ ). Le dosage est suivi par conductimétrie.

L'équation de la réaction de dosage est la suivante :

$$\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{AgCl}_{(\text{s})}$$


1. En s'aidant des valeurs de conductivités ioniques molaires données ci-dessous, justifier l'allure de la courbe de dosage

Conductivités ioniques molaires			
Ion	$\text{Ag}^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_3^-$
$\lambda^\circ$ ( $\text{mS}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{m}^2$ ) à 25 °C	6,190	7,639	7,150



Montrer ensuite graphiquement que le volume équivalent  $V_e$  vaut 12,0 mL.

## 2. Calcul de la concentration massique en ions chlorure

**2.1.** Déterminer la valeur de la concentration molaire en ions chlorure  $[Cl^-]$  de l'eau de brassage.

**2.2.** La masse molaire atomique du chlore vaut  $M = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$ . Montrer que la concentration massique en ions chlorure  $C_m$  vaut  $42,6 \text{ mg.L}^{-1}$ .

**3.** On cherche à estimer l'incertitude sur la concentration massique en ions chlorure  $U(C_m)$  dans l'eau de brassage.

**3.1.** L'incertitude  $U(V_1)$  sur le volume de l'eau de brassage  $V_1$  est de 1 mL. On estime que l'incertitude  $U(V_e)$  sur la détermination du volume équivalent  $V_e$  vaut 0,5 mL.

On admet que la relation de propagation des incertitudes s'écrit :

$$U(C_M) = C_M \times \sqrt{\left(\frac{U(V_1)}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{U(V_e)}{V_e}\right)^2 + \left(\frac{U(C_{Ag^+})}{C_{Ag^+}}\right)^2}$$

Comparer l'influence des différentes sources d'erreur sur l'estimation de  $U(C_m)$  et justifier qu'une d'entre elles est prépondérante devant les autres.

**3.2.** En ne tenant compte que de la source d'erreur prépondérante, calculer  $U(C_m)$  puis écrire correctement la concentration massique en ions chlorure de l'eau de brassage  $C_m$  avec son incertitude.

**4.** D'après le document suivant, déterminer si cette eau convient pour la fabrication d'une bière brune.

### Différents types de bière en fonction de l'eau utilisée pour le brassage

L'eau contient six principaux ions : les ions bicarbonate, sodium, chlorure, calcium, magnésium et sulfate. Leur proportion va influencer la douceur ou la dureté en bouche de la bière, mais aussi le processus de fabrication. On distingue essentiellement trois types de bières :

- La bière blonde, à l'eau douce : limpide et légère, la bière blonde nécessite une eau peu minéralisée.
- La bière ambrée, à l'eau riche en oligo-éléments : cette eau doit contenir une forte proportion de sulfate de calcium (70 à 150 ppm), qui favorise la transparence et relève l'arôme du houblon.
- La bière brune, à l'eau carbonatée : les ions bicarbonate (100 à 300 ppm) et chlorure (100 à 200 ppm) donnent à la bière brune son corps et sa texture granuleuse.

(1 ppm = 1 mg.L<sup>-1</sup>)

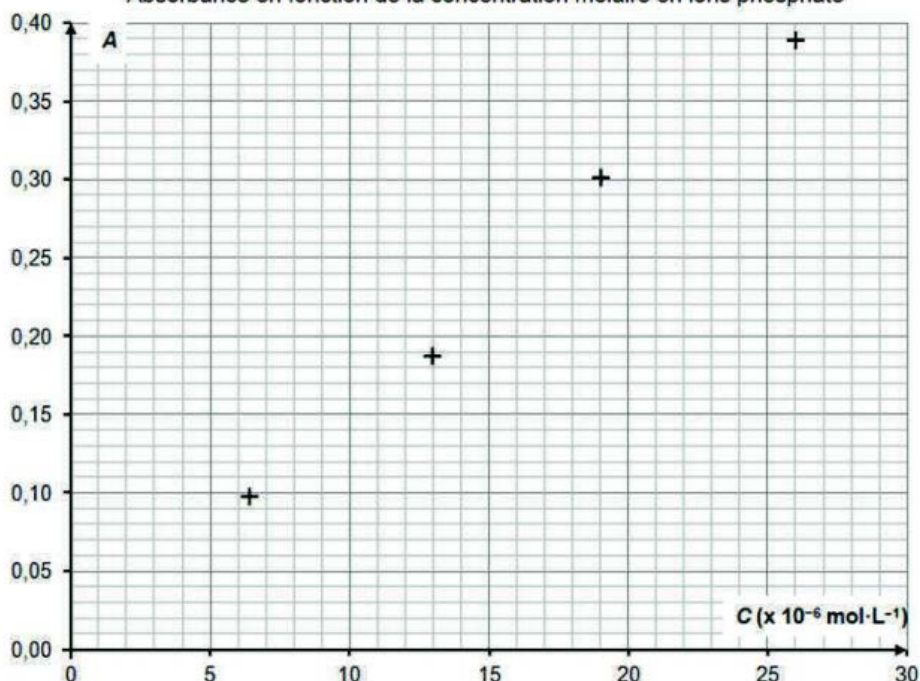
(d'après <http://univers-biere.net>)

## Traitement de l'eau d'une piscine

Les ions phosphate font partie des substances nocives pouvant se trouver dans les eaux d'une piscine. Il convient de retraiter l'eau de la piscine avant la vidange, afin de maintenir une concentration faible en ions phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

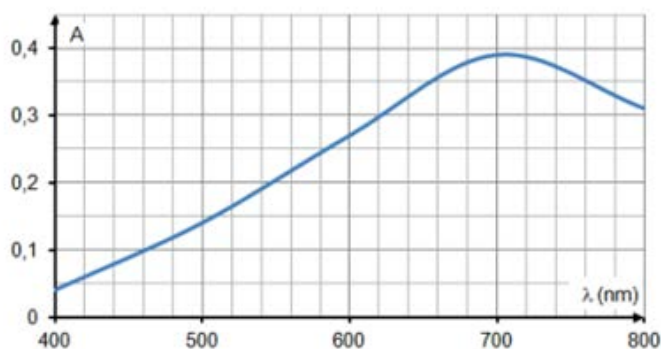
Pour traiter l'eau d'une piscine, une commune a fait installer un dispositif de phyto-épuration. Il est nécessaire de vérifier régulièrement son efficacité pour programmer un entretien en cas de dysfonctionnement. Pour cela, on détermine la concentration molaire  $C$  en ions phosphate dans l'eau de la piscine par spectrophotométrie sur un échantillon noté solution S. Par une suite de réactions chimiques, les ions phosphate sont transformés en un complexe bleu. L'absorbance de la solution obtenue est mesurée à une longueur d'onde  $\lambda = 710 \text{ nm}$ . La concentration molaire en ions phosphate est ensuite déterminée en utilisant la courbe d'étalonnage préalablement tracée

courbe d'étalonnage pour le dosage spectrophotométrique des ions phosphate  
Absorbance en fonction de la concentration molaire en ions phosphate



1. Expliquer ce qu'est un complexe.
2. Justifier à l'aide du document ci-contre le choix de la longueur d'onde pour mesurer l'absorbance  $A$ .

spectre d'absorption d'une solution composée du complexe bleu



3. En utilisant le document ci-dessous, déterminer le volume de solution mère S<sub>0</sub> à prélever pour préparer 100,0 mL de la solution S<sub>3</sub>. Décrire le protocole expérimental en trois à cinq lignes.

**préparation des solutions étalon pour le dosage par étalonnage spectrophotométrique des ions phosphate**

Pour réaliser la courbe d'étalonnage, on dispose d'une solution mère de concentration connue en ions phosphate (S<sub>0</sub>).

On dilue cette solution pour obtenir des solutions fille (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>) de concentrations différentes. On prépare à partir de ces solutions des solutions de complexe bleu.

On mesure leur absorbance à  $\lambda = 710 \text{ nm}$ .

Solution	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
Concentration molaire en ions phosphate (mol.L <sup>-1</sup> )	$2,60 \times 10^{-5}$	$1,90 \times 10^{-5}$	$1,30 \times 10^{-5}$	$6,50 \times 10^{-6}$	0,00
Absorbance A	0,389	0,301	0,187	0,098	0,000

4. D'après la loi de Beer-Lambert,  $A = k \times C$  (k est une constante) justifier l'allure de la courbe obtenue

5. Lors d'une vérification du dispositif de phyto-épuration, un technicien mesure une absorbance  $A = 0,34$ .

5.1. Déterminer la concentration massique en ions phosphate dans l'eau de la piscine. La détermination graphique devra apparaître clairement

Données : masses molaires des ions phosphate  $M = 79,0 \text{ g.mol}^{-1}$

5.2 À l'aide du document ci-dessous, conclure si le technicien doit programmer un entretien du dispositif de phyto-épuration.

**qualité de l'eau douce et concentration massique en ions phosphate**

Concentration massique en ions phosphate $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$ (mg.L <sup>-1</sup> )	Qualité de l'eau
inférieure à 0,1	Très bonne
entre 0,1 et 0,5	Bonne
entre 0,5 et 1,0	Passable
supérieure à 1,0	Mauvaise

L'eau issue de la vidange de la piscine doit être de bonne qualité pour ne pas risquer de polluer l'environnement.

## POLYNESIE 2017

Les algocarburants sont élaborés à partir des lipides extraits de microalgues. La synthèse des algocarburants est considérée comme une voie susceptible de remplacer les biodiesels actuels obtenus à partir d'huiles végétales comme le colza. À ce stade du développement, la faisabilité est démontrée et les recherches visent à diminuer le coût de production du biodiesel par cette voie.

### La solution nutritive

La croissance des algues est fortement dépendante de la composition du milieu de culture. L'apport en éléments nutritifs doit être suffisamment important dans le bassin, afin d'éviter toute carence susceptible d'affecter leur croissance. Un technicien effectue un prélèvement dans le bassin contenant les microalgues pour vérifier si la concentration en éléments nutritifs est correcte.

1. À l'aide des documents ci-dessous, déterminer la concentration massique  $C_m$  en ions chlorure dans la solution du bassin et vérifier si elle est conforme à la valeur de référence. On rédigera soigneusement la réponse en précisant les différentes étapes du raisonnement

Composition simplifiée du milieu nutritif de référence		
Constituant	Concentration massique de référence	Masse molaire
ion nitrate $\text{NO}_3^-$	610 $\text{mg.L}^{-1}$	62,0 $\text{g.mol}^{-1}$
ion chlorure $\text{Cl}^-$	12 $\text{mg.L}^{-1}$	35,5 $\text{g.mol}^{-1}$
ion fer $\text{Fe}^{3+}$	1,6 $\text{mg.L}^{-1}$	55,8 $\text{g.mol}^{-1}$

### Dosage des ions chlorure dans la solution du bassin

**Protocole du dosage :**

- Prélever  $V_0 = 20,0$  mL de la solution nutritive à doser, à l'aide d'une pipette jaugée. Les verser dans un bécher muni d'un agitateur magnétique.
- Placer la sonde d'un conductimètre dans ce bécher.
- Verser mL par mL, à la burette, une solution titrante de nitrate d'argent de concentration  $C_1 = 5,30 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ . Relever les valeurs de la conductivité de la solution après chaque ajout.

**Équation chimique modélisant le dosage :**  $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) = \text{AgCl}(\text{s})$

**Schéma du montage :**

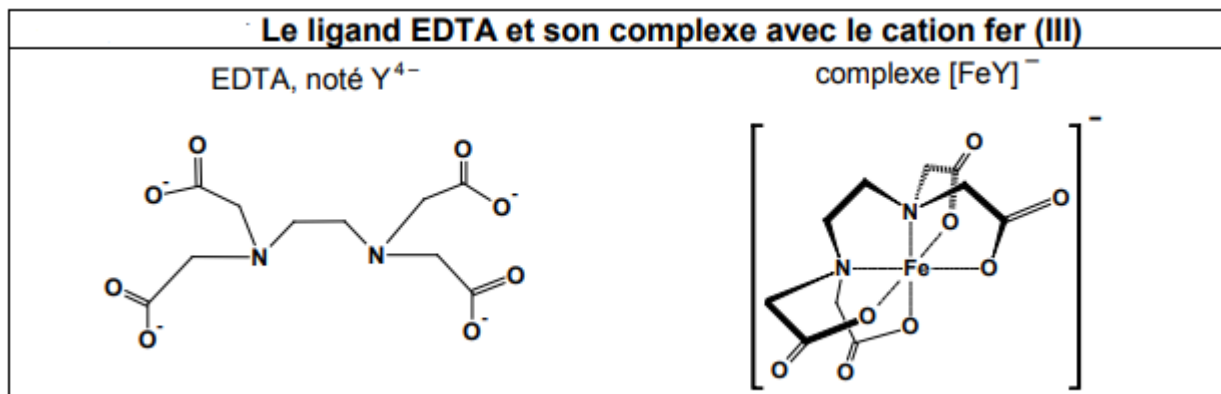
**Courbe de dosage :**

Volume versé (mL)	Conductivité $\sigma$ ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )
0	320
2	320
4	320
6	320
8	320
10	320
12	320
14	340
16	360
18	380
20	400

Ion	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Ag}^+$
Conductivité molaire ionique $\lambda_0$ (en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ )	7,6	7,1	6,2

2. Sur la courbe de dosage du document précédent, on observe un changement de pente net à l'équivalence. Expliquer pourquoi la conductivité croît après l'équivalence.

3. L'EDTA est un très fort complexant que l'on notera sous sa formule simplifiée  $Y^{4-}$



Il est présent dans la solution nutritive pour éviter la précipitation de certains cations métalliques de la solution et favoriser ainsi leur assimilation par les microalgues.

3.1. À l'aide du document précédent, préciser le caractère monodenté ou polydenté du ligand. Justifier la réponse.

3.2. Écrire l'équation de formation du complexe  $[FeY]^{-}$ , en utilisant la formule simplifiée de l'EDTA.

4. L'élément azote dans le milieu nutritif est un autre paramètre important. Sa concentration dans la solution nutritive doit être plus ou moins grande en fonction de l'état de maturité des microalgues.

En vous aidant du document ci-dessous et du texte introductif du sujet, préciser quel avantage présente une carence en azote dans le bassin.

