

Mots-clefs « eau potable » et « surveillance et lutte contre les pollutions ».

## 1 Activité documentaire : la pollution aux plastiques, le 8<sup>ème</sup> continent (15 min)

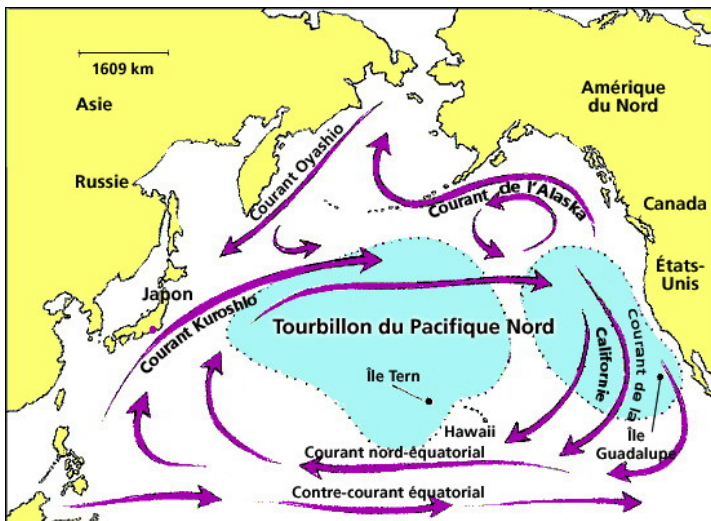
C'est par millions de tonnes que les matières plastiques sont aujourd'hui produites, puis rejetées après usage. Comment les déchets plastiques se retrouvent-ils dans l'environnement ?

### 1.1 Document 1 : les déchets plastiques

Annuellement, plus de 260 millions de tonnes de matières plastiques sont produites. Après usage, la moitié est mise en décharge ou brûlée, 20 % sont transformés en biens à longue durée de vie, 5 % sont recyclés et 25 % sont rejetés dans l'environnement. Les plastiques représentent ainsi plus de 80 % des déchets océaniques.

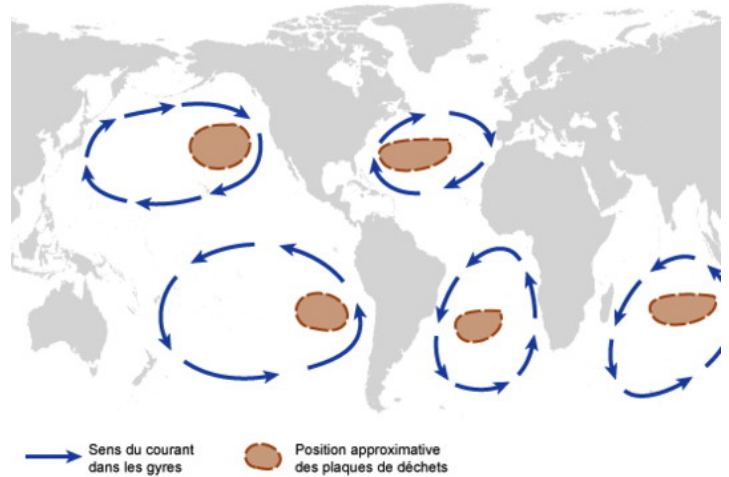
Sur le plan écologique, ce problème n'a pas été jugé inquiétant pendant des décennies, du fait de la grande inertie chimique des polymères et de leur supposée non-toxicité. Pourtant, les animaux marins, qui ne différencient pas les matières plastiques de leur nourriture, en meurent. De plus, par photodégradation, une bouteille plastique peut se fractionner en des particules très petites (jusqu'à 20 µm). Certains organismes marins les ingèrent alors comme du plancton.

### 1.2 Document 2 : la gyre du Pacifique Nord



À des milliers de kilomètres des côtes, la gyre du Pacifique Nord, piège les détritiques. Ce continent de déchets, dont certains estiment la surface à 4 fois celle de la France, concentre plus de 5 kg de fragments de matières plastiques par km<sup>2</sup>. Ceux-ci ont une taille moyenne d'un millimètre et on les retrouve jusqu'à 30 m de profondeur. Une zone similaire a été découverte dans l'Atlantique Nord.

L'image suivante montre la position des différents gyres dans les différents océans du globe.



### 1.3 Document 3 : les additifs

Divers additifs sont ajoutés lors de la fabrication d'un polymère afin d'en améliorer les propriétés. Les phtalates, utilisés pour assouplir les matières plastiques, trouble-raient la fécondité masculine. Uhydrure de tributylétain, un stabilisateur, agirait comme une hormone sexuelle. Le bisphénol A, utilisé comme antioxydant, est un perturbateur endocrinien.

En outre, un grand nombre de polluants organiques persistants présents dans l'eau de mer, comme les PCB, se concentrent dans les matières plastiques.

Les particules plastiques peuvent alors présenter des concentrations en polluants hydrophobes plus d'un million de fois supérieures à l'eau de mer environnante. Ces xénobiotiques, difficilement biodégradables, s'accumulent dans les tissus des animaux et contaminent la chaîne alimentaire.

a. Pourquoi dit-on que les polymères sont chimiquement inertes ? Quelle conséquence cette assertion a-t-elle eu sur la gestion de leur pollution ?

b. Que sont les PCB ? Quels en sont les dangers ? Justifier qu'ils sont hydrophobes et qu'ils se concentrent dans les matières plastiques.

c. Pourquoi les matières plastiques peuvent-elles être dangereuses pour l'homme et l'environnement ?

d. Bilan : Sous quelle forme trouve-t-on majoritairement les matières plastiques dans les océans ? Pourquoi se concentrent-elles dans des zones particulières des océans ?

## 2 Activité expérimentale : rôle de la force de Coriolis, due à la rotation de la Terre (15 min)

### 2.1 Mouvement d'un glaçon

- Sur un disque horizontal tournant à vitesse constante, lancer un glaçon à l'éosine en direction de l'axe de rotation.
- Observer le mouvement de l'objet dans le référentiel fixe du laboratoire, supposé galiléen.

e. La trajectoire du glaçon est-elle rectiligne dans le référentiel du laboratoire ?

f. Préciser le sens de déviation du glaçon en fonction du sens de rotation du disque.

### 2.2 La force de Coriolis

La force de Coriolis est une force d'inertie qui s'exerce sur tout corps en mouvement dans un référentiel en rotation par rapport à un référentiel galiléen. Elle s'exerce perpendiculairement au mouvement. Cette force peut être

qualifiée de fictive, car elle ne résulte pas de l'interaction entre deux objets.

Pour un observateur placé dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, le glaçon ne subit que deux forces (poids et réaction du support) qui se compensent : le mouvement est rectiligne et uniforme.

Pour un observateur placé sur le disque tournant, le mouvement n'est pas rectiligne et uniforme, les forces s'appliquant sur le glaçon ne se compensent pas : cela est dû à la force de Coriolis.

### 2.3 Application : le *Gulf Stream*

Le *Gulf Stream* est un courant océanique qui prend sa source entre la Floride et les Bahamas, parcourt l'océan Atlantique en remontant vers le Groenland après avoir longé les côtes européennes.

Le *Gulf Stream* remonte vers le nord, où il est dévié par la force de Coriolis vers la droite de son mouvement, c'est-à-dire vers l'est.

## 3 TP : déminéralisation sur résine échangeuse d'ions (1 h)

On va déminéraliser une eau de Contrex par chromatographie sur une résine échangeuse de cations (Amberlite IR-120), puis réaliser un dosage acido-basique des ions  $H^+_{(aq)}$  cédés par la résine afin de vérifier son efficacité. La résine utilisée est une résine cationique, sur laquelle sont initialement fixés des ions  $H^+_{(aq)}$ .

### 3.1 Les compétences

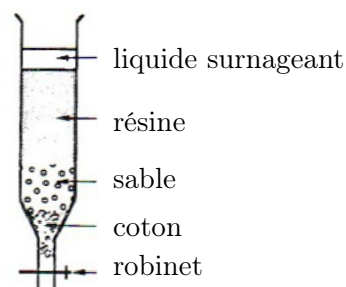
- Savoir utiliser une résine échangeuse d'ions ;
- Savoir comment régénérer une telle résine ;
- Connaître les différents modes de traitement de l'eau ;
- Savoir préparer une chromatographie sur colonne ;
- Savoir mener et interpréter un dosage colorimétrique.

### 3.2 L'étiquette de l'eau de Contrex

a. Dresser la liste des ions présents dans cette eau.

b. Pour chacun d'entre eux, convertir sa concentration massique en concentration molaire.

### 3.3 Préparation de la résine



- Dans un bécher de 100 mL, immerger 10 g de résine dans de l'acide chlorhydrique 6 mol/L pendant quelques heures (cette opération a été réalisée par avance).
- Introduire la résine dans une burette de 25 mL (modèle non gradué), préalablement préparée avec un très

petit morceau de coton et quelques grains de sable de Fontainebleau.

- Évaluer le pH de l'eau distillée à l'aide du papier-pH.

$$\text{pH}_0 =$$

- Rincer la résine plusieurs fois à l'eau distillée (environ 60 mL d'eau distillée sont nécessaires), jusqu'à ce que le pH de l'éluat soit égal au pH de l'eau distillée.

Dans toutes les opérations qui suivent, la résine doit toujours rester immergée.

- Laisser alors éluer jusqu'à ce que le liquide affleure la résine. La colonne est prête.

### 3.4 Échange des ions

- Préparer un bécher de 100 mL sous la burette afin de recueillir les éluats.
- Introduire à l'aide d'une pipette jaugée 10 mL d'eau de Contrex en faisant couler le liquide le long de la paroi de la burette.
- Régler le débit en un goutte-à-goutte lent.
- Effectuer une mesure du pH au cours de l'élu-tion.

$$\text{pH}_2 =$$

- Lorsque le niveau du liquide affleure la résine, ajouter de l'eau distillée à la pipette (entre 30 et 40 mL ajoutés par fractions de 10 mL), toujours en laissant couler le liquide le long de la paroi de la burette.
- Laisser éluer jusqu'à ce que le pH de l'éluat ait repris sa valeur initiale (celle de l'eau distillée).

### 3.5 Dosage de l'éluat

- Porter l'éluat à ébullition pendant 5 min. Laisser ensuite refroidir.
- Remplir une burette de 25 mL avec une solution de soude de concentration  $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- Placer le bécher contenant l'éluat sous la burette, sous agitation magnétique modérée.
- Ajouter dans ce bécher quelques gouttes de bleu de bromothymol (BBT), et un petit morceau de papier blanc pour mieux apprécier la couleur.
- Réaliser le dosage (la teinte sensible du BBT est le vert).
- Relever la valeur du volume à l'équivalence.

$$V_E = \quad \text{mL}$$

## 3.6 Analyse du protocole

c. Quel est le rôle des rinçages successifs à l'eau distillée lors de la préparation de la résine ?

d. Écrire les équations des réactions d'échange ayant lieu entre les cations de l'eau et les protons initialement fixés sur la résine. En déduire le nombre de protons cédés par la résine pour chaque type de cation fixé.

e. Quelle est la valeur du pH mesuré au cours de l'élu-tion ? Cela confirme-t-il les prévisions théoriques ?

f. Lors de l'élu-tion, une réaction acido-basique a lieu entre les protons cédés par la résine et des ions de l'eau minérale. Quels sont ces ions ? Écrire l'équation de la réaction.

g. Pourquoi porter l'éluat à ébullition avant d'effectuer le dosage des ions  $\text{H}_{(\text{aq})}^+$  ?

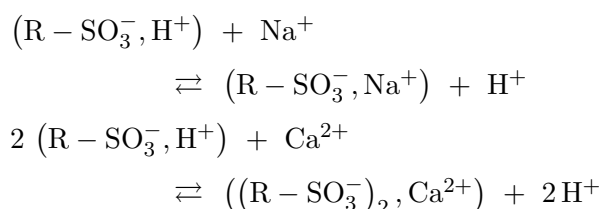
h. De la valeur  $V_E$  du volume à l'équivalence, déduire la concentration en ions hydrogène  $[\text{H}^+]$  de l'éluat.

i. Vérifier la relation donnant la « somme des cations » à partir des indications fournies par le fabricant sur l'étiquette de l'eau minérale :

$$[\text{H}^+] = 2[\text{Ca}^{2+}] + 2[\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{HCO}_3^-]$$

### 3.7 Annexe – Comment fonctionne un adoucisseur d'eau domestique ?

Les eaux minérales sont riches en cations tels que  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ... Déminéraliser ces eaux consiste à supprimer ces ions en les fixant sur la résine, qui cède alors des ions  $\text{H}^+$ . Par exemple :



On constate en particulier qu'un cation qui possède deux charges positives se fixe sur deux sites de la résine et libère deux ions  $\text{H}^+$ .

## 4 Correction des exercices de la séance n° 16

### 16.1 N° 1 p. 20 – L'origine des courants

Cet exercice est résolu en détail dans le livre, page 21.

### 16.2 N° 1 p. 40 – Les lagunes salicoles

Cet exercice est résolu en détail dans le livre, page 41.

### 16.3 N° 2 p. 42 – Spectro des ions nitrate

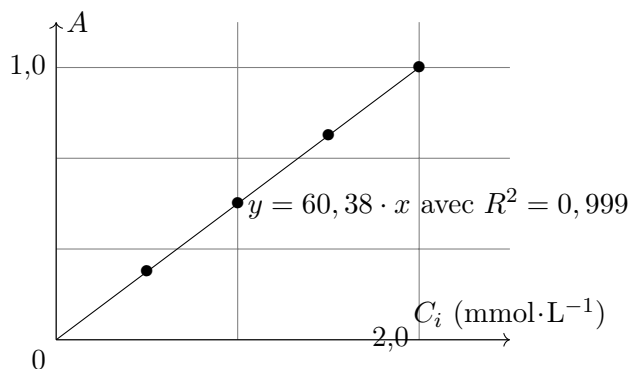
Les demi-équations et l'équation sont en fin de corrigé.

Les coefficients stoechiométriques indiquent :

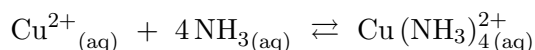
$$n(\text{Cu}^{2+})_{\text{formés}} = \frac{3}{2} \cdot n(\text{NO}_3^-)$$

$S_i$	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$C_i$ (mmol · L <sup>-1</sup> )	20	15	10	5,0

La droite d'interpolation moyenne passe par l'origine (point certain, la loi de Beer Lambert est une relation linéaire), a une pente de 60,38 L · mol<sup>-1</sup> et un coefficient de corrélation de 0,999 (donc l'interpolation linéaire est validée) :



Réaction des ions cuivre (II) avec l'ammoniac :



D'après l'équation, la concentration finale en ion complexe est égale à la concentration initiale en ion cuivre (II) :

$$[\text{Cu}^{2+}]_i = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}]_f = C$$

La quantité d'ions cuivre (II) formée est :

$$\begin{aligned} n(\text{Cu}^{2+})_{\text{formés}} &= C \cdot V \\ n(\text{Cu}^{2+})_{\text{formés}} &= 6,1 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-3} \\ n(\text{Cu}^{2+})_{\text{formés}} &= 6,1 \times 10^{-4} \text{ mol} = 0,61 \text{ mmol} \end{aligned}$$

Or :

$$n(\text{Cu}^{2+})_{\text{formés}} = \frac{3}{2} \cdot n(\text{NO}_3^-)$$

Donc :

$$\begin{aligned} n(\text{NO}_3^-) &= \frac{2}{3} \cdot n(\text{Cu}^{2+})_{\text{formés}} \\ n(\text{NO}_3^-) &= \frac{2}{3} \times 6,1 \times 10^{-4} \\ n(\text{NO}_3^-) &= 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol} = 0,40 \text{ mmol} \end{aligned}$$

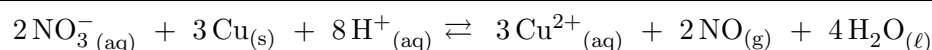
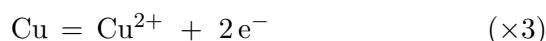
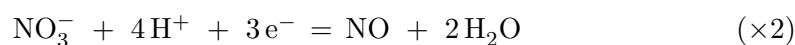
et cela dans  $V_0 = 5$  mL d'eau polluée. Concentration en ions nitrate :

$$\begin{aligned} [\text{NO}_3^-] &= \frac{n(\text{NO}_3^-)}{V_0} \\ [\text{NO}_3^-] &= \frac{4,0 \times 10^{-4}}{5,0 \times 10^{-3}} \\ [\text{NO}_3^-] &= 8,1 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

On transforme la concentration molaire en concentration massique, avec  $M(\text{NO}_3^-) = 14,0 + 3 \times 16,0 = 62,0$  g · mol<sup>-1</sup> :

$$\begin{aligned} t(\text{NO}_3^-) &= [\text{NO}_3^-] \cdot M(\text{NO}_3^-) \\ t(\text{NO}_3^-) &= 8,1 \times 10^{-2} \times 62,0 \\ t(\text{NO}_3^-) &= 5,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

La limite de qualité est fixée par le décret à 50 mg · L<sup>-1</sup> : l'eau n'est donc pas potable.



## 5 Exercices de la séance n° 17

**17.1** N° 2 p. 24 – Un traceur d'eaux souterraines

**17.2** N° 3 p. 25 – Le carbone 14, un traceur océanique

**17.3** N° 7 p. 28 – La pollution au plomb