

## Problème de chimie.

### Document 1 :

« Quoi, il est pas frais mon poisson ? » C'était automatique, le forgeron du village d'Astérix et d'Obélix, adore mettre en cause la fraîcheur des produits du poissonnier Ordralfabétix. La raison ? Une odeur. Mais pas n'importe laquelle. L'odeur de poisson avarié fait partie de ces effluves nauséabonds et tenaces que l'on frémit de rencontrer.

Les substances chimiques responsables de la mauvaise odeur du poisson sont des composés azotés, les amines, comme la triméthylamine. Celle-ci est produite à la mort du poisson lors de la décomposition des protéines de l'animal par des bactéries. Les « recettes de grand-mère » ne manquent pas pour atténuer ou se débarrasser des odeurs de poisson. La plupart d'entre elles tournent autour d'ajout de citron ou de vinaigre dans la poêle, la casserole ou sur les mains.

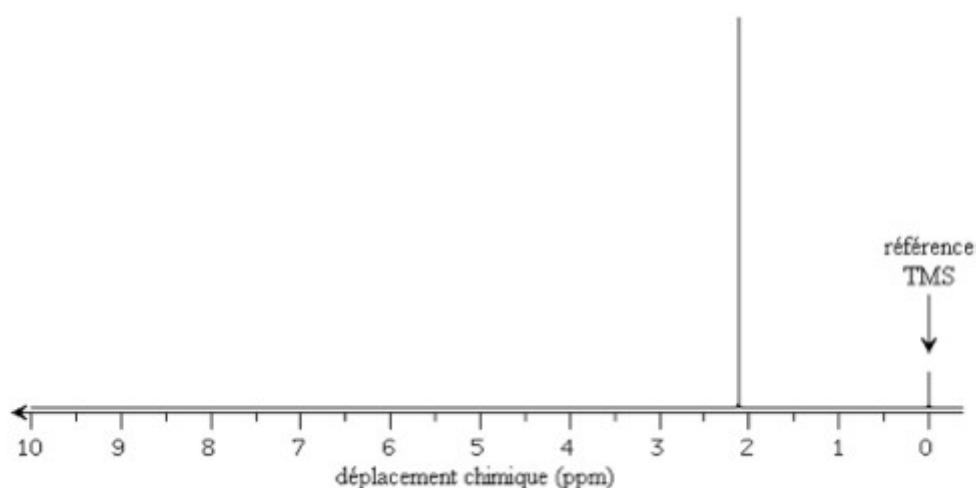
Extraits de « Histoires de Savoir », 27 février 2008, Figaro.fr/Sciences.

**Document 2 :** Le vinaigre à usage alimentaire que l'on utilise sera considéré comme étant une solution aqueuse d'acide éthanóique de formule  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

### Document 3 : données et notations

- produit ionique de l'eau à 25 °C :  $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \times [\text{HO}^-]_{\text{éq}} = 1,0 \times 10^{-14}$
- pKa du couple  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) / \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$  à 25 °C :  $\text{pKa}_1 = 4,8$ .
- pKa du couple acide / base : ion triméthylammonium / triméthylamine, soit :  $\text{TH}^+(\text{aq}) / \text{T}(\text{aq})$  :  $\text{pKa}_2$ .
- solubilité dans l'eau : élevée pour l'ion triméthylammonium, faible pour la triméthylamine.
- si  $y = \log(x)$  alors  $x = 10^y$ .

### Document 4 : spectre RMN de la triméthylamine.



**Document 5** : extrait des tables des spectres RMN

configuration	R-NH <sub>2</sub>	-N-CH <sub>3</sub>	-N-CH <sub>2</sub> -	-CH-	-O-CH <sub>3</sub>
déplacement chimique (ppm)	0,6 – 5,0	2,1 – 3,6	2,5 – 3,5	0,8 – 1,8	3,4 – 4,1

**Document 6** : données théoriques Les concentrations d'un acide AH et de sa base conjuguée A sont liées à celle des ions oxonium et à la constante d'acidité K<sub>a</sub> du couple AH / A par la relation :

$$K_A = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} [A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} \text{ ou encore la relation de Henderson-Hasselbach : } \text{pH} = \text{p}K_A - \log \left( \frac{[AH]_{\text{éq}}}{[A^-]_{\text{éq}}} \right) \text{ où log désigne le logarithme à base 10.}$$

Dans cet exercice, on s'intéresse tout d'abord à la triméthylamine, puis à son comportement dans l'eau et enfin à l'intérêt d'ajouter du vinaigre dans l'eau de cuisson d'un poisson. On admet que l'odeur nauséabonde du poisson ne provient que de la triméthylamine.

**Les trois parties sont largement indépendantes.**1. La triméthylamine

- 1.1. Donner la formule semi-développée de la triméthylamine ( ou N,N-.diméthylméthanamine)
- 1.2. Donner tous les arguments qui justifient l'allure du spectre RMN de la triméthylamine du document 4.

2. Titrage de la solution S<sub>تما</sub> et exploitation

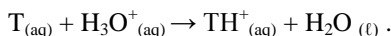
On dispose d'une solution aqueuse S<sub>تما</sub> de triméthylamine de concentration C à vérifier, obtenue en écrasant un poisson importé directement par char à bœufs de Lutèce, comme les poissons d'Ordralfabétix, puis en le filtrant.

On prélève un volume V<sub>1</sub> = 10 mL de la solution puis on réalise un dosage pH-métrique de la solution S<sub>تما</sub> par une solution titrante S<sub>2</sub> d'acide chlorhydrique (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>) de concentration C<sub>2</sub> = 8,00 × 10<sup>-3</sup> mol.L<sup>-1</sup>.

On mesure le pH de la solution S<sub>تما</sub>. Le pH-mètre indique pH<sub>تما</sub> = 10,9.

On notera par la suite la triméthylamine T et l'ion triméthylammonium TH.

Le graphique du document 7 en annexe représente la variation de pH de la solution en fonction du volume V<sub>B</sub> de solution titrante versé. L'équation de la réaction support du dosage est :



2.1.a) Citer un paramètre influençant l'évolution temporelle de cette réaction chimique.

b) Proposer un protocole permettant de vérifier que l'acide sulfurique est un catalyseur de cette réaction.

2.2. Déterminer graphiquement sur le document 7 en annexe le volume V<sub>2,E</sub> d'acide chlorhydrique versé à l'équivalence. On fera apparaître les tracés nécessaires à la détermination.

2.3. Définir l'équivalence. En déduire que la concentration molaire en triméthylamine dans la solution S<sub>تما</sub> vaut C = 1,0 × 10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>.

2.4. A partir de la relation d'Henderson-Hasselbach, montrer que, lorsque V<sub>2</sub> =  $\frac{V_{2,E}}{2}$  alors pH = pK<sub>a,2</sub>.

On pourra éventuellement s'aider du tableau d'évolution de la réaction du document 8 en annexe

2.5. En déduire la valeur de pK<sub>a,2</sub>, pK<sub>a</sub> du couple ion triméthylammonium / triméthylamine.

On fera apparaître les tracés nécessaires à la détermination.

2.6. Tracer le diagramme de prédominance du couple ion triméthylammonium / triméthylamine.

En déduire quelle est la forme prédominante du couple dans la solution S<sub>تما</sub>.

2.7. Pourquoi Cétautomatix fait-il des remarques désobligeantes à Ordralfabétix bien qu'il ait jeté l'eau de cuisson du poisson ?

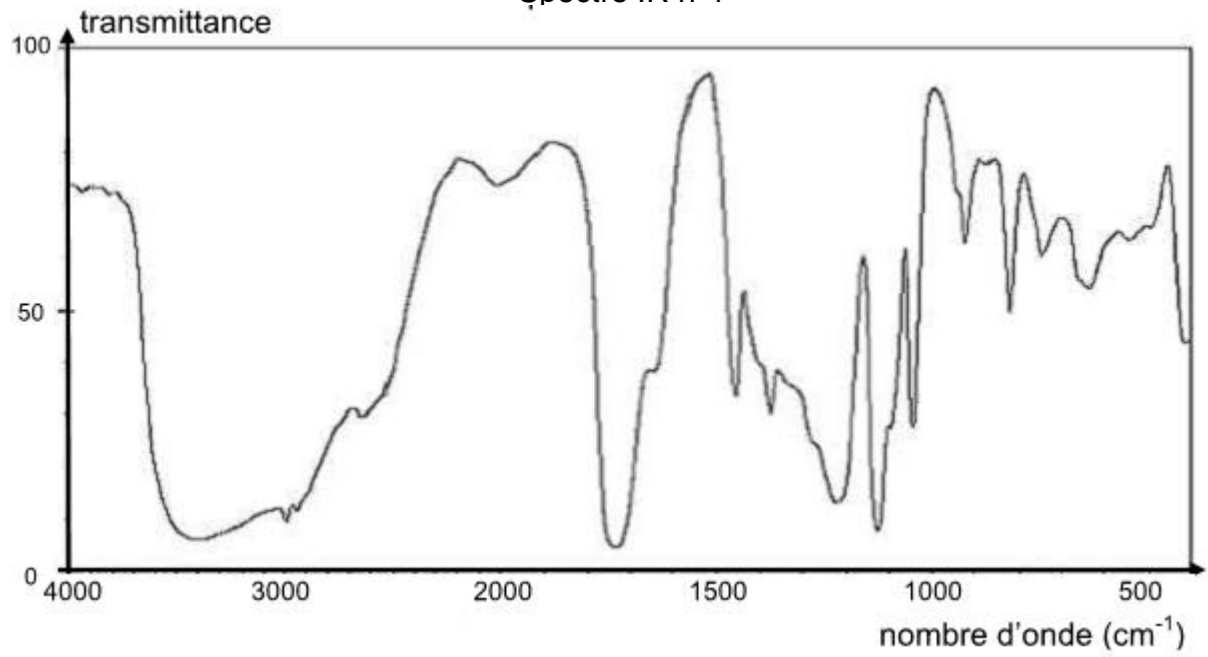
3. Intérêt d'ajouter du vinaigre à l'eau de cuisson du poisson

On ajoute du vinaigre à la solution aqueuse de triméthylamine. Le pH de la solution vaut alors 6,5.



Document 9 : Spectres IR

Spectre IR n°1



Spectre IR n°2

