

Ds chapitre 1,2 et 3

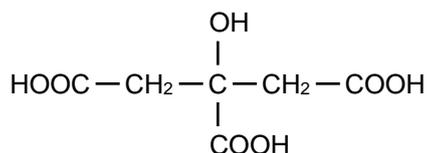
Exercice 1

L'acide citrique est un acide organique présent en particulier dans les agrumes. Produit à près de deux millions de tonnes par an dans le monde, ses usages sont multiples, notamment dans l'agro-alimentaire et dans l'industrie des cosmétiques, mais aussi dans les produits ménagers.

Les deux parties de l'exercice sont indépendantes.

1. La molécule d'acide citrique

L'acide citrique a pour formule semi-développée :



et pour masse molaire : $M = 192 \text{ g.mol}^{-1}$.

1.1. Reproduire la formule semi-développée de l'acide citrique.

Entourer le groupe caractéristique de la fonction alcool.

1.2. L'acide citrique possède des propriétés acidobasiques en solution aqueuse.

Identifier les groupes caractéristiques responsables de son acidité et justifier le fait que l'acide citrique soit un triacide.

2. L'acide citrique, un détartrant

On lit sur l'étiquette d'un sachet de détartrant à destination des cafetières ou des bouilloires :

Détartrant poudre : élimine le calcaire déposé dans les tuyaux de la machine.

Formule : 100% acide citrique, non corrosif pour les parties métalliques.

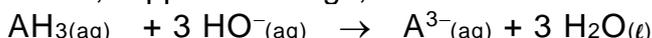
Contenance : 40,0 g.

Afin de vérifier l'indication de l'étiquette du détartrant, on dissout le contenu d'un sachet dans un volume d'eau distillée égal à 2,00 L. La solution ainsi obtenue est notée S.

On réalise alors le titrage pH-métrique d'une prise d'essai de 10,0 mL de la solution S par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$), de concentration molaire égale à $C_B = (1,00 \pm 0,02) \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

2.1. L'acide citrique étant un triacide, il est noté AH_3 .

L'équation de la réaction, support du titrage, est la suivante :



2.1.1. À partir de l'exploitation des courbes données en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, déterminer :

a) le volume de base versé à l'équivalence V_{bE} en expliquant votre méthode

b) Donner la définition de l'équivalence et en déduire la relation entre la quantité de matière d'acide n_{AH} et celle de base versée à l'équivalence n_{BE}

c) En déduire la concentration en acide C_A

2.1.2. Calculer le pourcentage en masse, noté p , d'acide citrique dans le sachet de détartrant.

2.1.3. L'incertitude Δp sur le pourcentage en masse p est donnée par la

$$\text{relation } \Delta p = p \sqrt{\left(\frac{\Delta C_B}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_{eq}}{V_{eq}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_A}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2}. \text{ Dans le cas où vous n'auriez pas}$$

pu calculer p dans la question 2.1.2, prendre la valeur $p = 100\%$

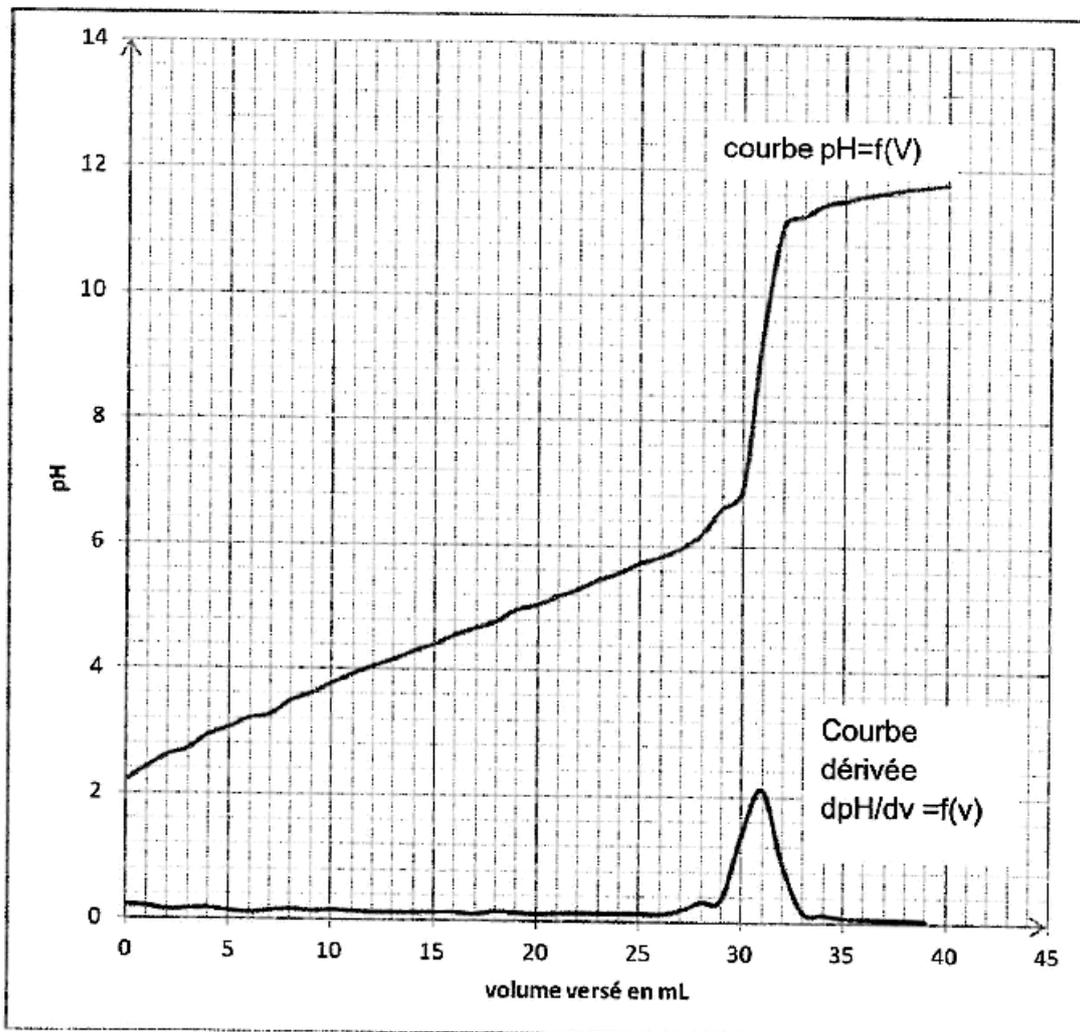
La précision relative de la verrerie étant de 0,5 % et celle sur le volume équivalent estimée à 1 %, déterminer l'incertitude relative sur le pourcentage en masse p .

Le résultat obtenu pour le pourcentage en masse p est-il en cohérence avec l'étiquette ?

2.2 Question indépendante : déterminer la concentration en ion H_3O^+ lorsque $V_b = 0 \text{ mL}$

Question 2.1.1

Titration pH-métrique de la solution de détartrant



Exercice 2

Le guarana est une liane originaire de la forêt amazonienne qui grimpe sur les arbres et produit des graines riches en caféine, théobromine, xantine, théophylline, oligo-éléments et vitamines. Le guarana, utilisé dès l'époque précolombienne, est recommandé pour favoriser la concentration mentale, la mémoire et la vigilance. Il est commercialisé sous différentes formes : graines, gélules, poudres, infusettes, comprimés, ... L'Agence européenne pour la sécurité des aliments (EFSA) a publié, le 27 mai 2015, une recommandation de dose journalière au-delà de laquelle la caféine peut présenter un risque pour la santé. Pour les adolescents, la dose journalière de caféine est fixée à 3 mg par kilogramme de masse corporelle.

L'objectif de cet exercice est de déterminer le nombre de gélules de guarana qui pourrait être consommé quotidiennement, sans risque pour la santé.

Pour déterminer la quantité de caféine contenue dans une gélule, on réalise les expériences suivantes :

- préparation d'une solution aqueuse S_0 de caféine de concentration molaire $2,50 \text{ mmol.L}^{-1}$;
- préparation de six solutions aqueuses à partir de la solution S_0 ;
- mesure de l'absorbance de chacune des solutions filles après réglage du spectrophotomètre :

Solution fille	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Concentration molaire (mmol.L ⁻¹)	2,50 × 10 ⁻²	5,00 × 10 ⁻²	7,50 × 10 ⁻²	1,00 × 10 ⁻¹	1,25 × 10 ⁻¹	1,50 × 10 ⁻¹
Absorbance	0,230	0,452	0,677	0,880	1,112	1,325

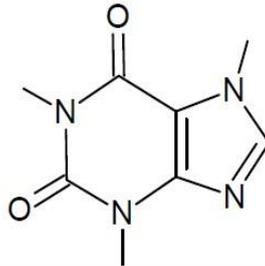
- dissolution d'une gélule de guarana dans 500 mL d'eau distillée. Le spectrophotomètre ne fournissant des mesures exploitables que pour des absorbances inférieures à 2, la solution obtenue, trop concentrée pour les mesures d'absorbance, à la même longueur d'onde, est diluée d'un facteur 10. L'absorbance de la solution diluée notée S est mesurée : A = 0,524.

Données : masses molaires atomiques

M(C) = 12,0 g.mol⁻¹ ; M(H) = 1,0 g.mol⁻¹ ; M(N) = 14,0 g.mol⁻¹ ; M(O) = 16,0 g.mol⁻¹.

1. La molécule de caféine

La formule topologique de la molécule de caféine est représentée ci-contre :



- 1.1. Représenter la formule semi-développée de la molécule de caféine.
 1.2. Calculer sa masse molaire.

2. Nombre maximal de gélules de guarana ingérable par jour

Le spectre d'absorption de la caféine, pour une solution aqueuse de caféine, est donné ci-dessous :



- 2.1. À quelle longueur d'onde doit-on régler le spectrophotomètre pour effectuer l'analyse quantitative de la caféine dans la gélule ? Peut-on utiliser un spectrophotomètre visible pour réaliser cette analyse ?
 2.2. La molécule de caféine est-elle colorée ? Justifier.
 2.3. Combien de gélules un adolescent de 60 kg peut-il ingérer sans aucun risque pour sa santé ? Aide
 2.3.a Déterminer la relation entre A et C sans tracer la courbe
 2.3.b En déduire la concentration C_s en caféine dans la solution diluée
 2.3.c En déduire la concentration C en caféine dans la solution avant dilution, puis la masse de caféine dans la gélule.
 Répondre à la question 2.3

Exercice 3

Des analyses récentes de la composition chimique de météorites indiquent que certains composés nécessaires à la vie peuvent se trouver en dehors de la Terre. Ces découvertes poussent de plus en plus les chercheurs à explorer le ciel en quête de planètes extrasolaires, motivés par l'espoir de trouver des planètes habitables et d'y détecter des traces de vie. On se propose, dans cet exercice, d'étudier quelques aspects chimiques de la recherche de la vie en dehors de la Terre.

Données :

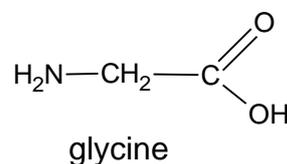
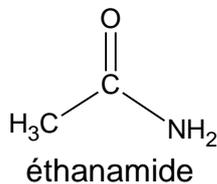
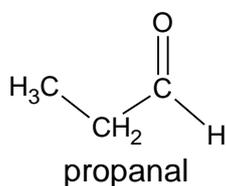
- Table de données pour la spectroscopie IR :

Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
O–H alcool libre	3500–3700	forte, fine
O–H alcool lié	3200–3400	forte, large
O–H acide carboxylique	2500–3200	forte à moyenne, large
N–H amine	3100–3500	moyenne
N–H amide	3100–3500	forte
N–H amine ou amide	1560–1640	forte ou moyenne
C–H	2800–3300	moyenne
C=O amide	1650–1740	forte
C=O aldéhyde et cétone	1650–1730	forte
C=O acide	1680–1710	forte

- Comparaison d'électronégativités entre différents atomes :

$$\chi(\text{O}) > \chi(\text{N}) > \chi(\text{C}) \text{ et } \chi(\text{C}) \approx \chi(\text{H})$$

- Formules semi-développées de quelques molécules organiques :

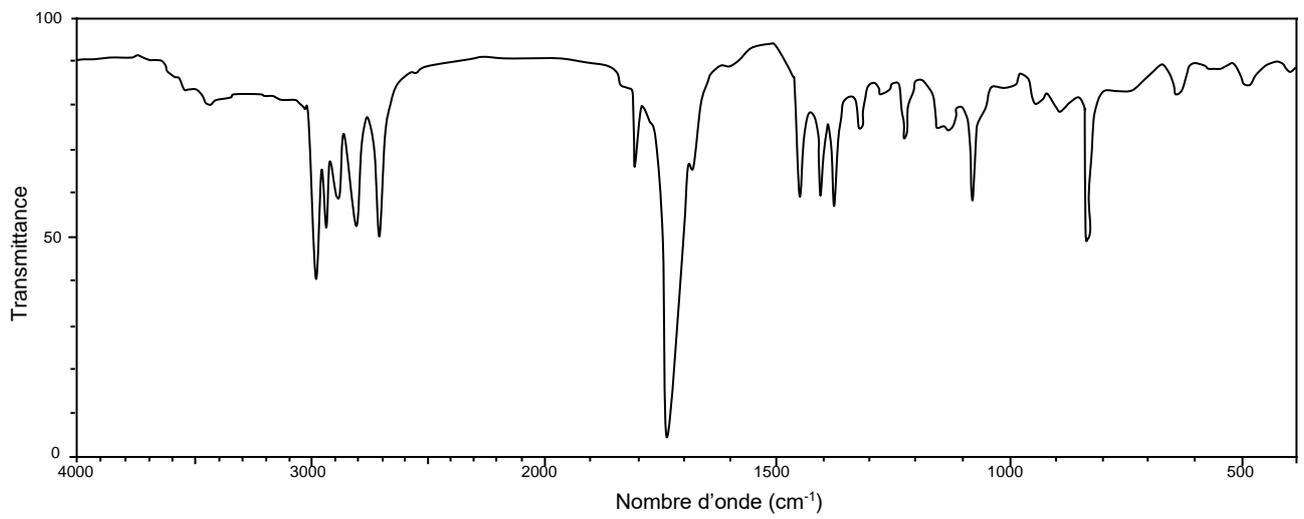
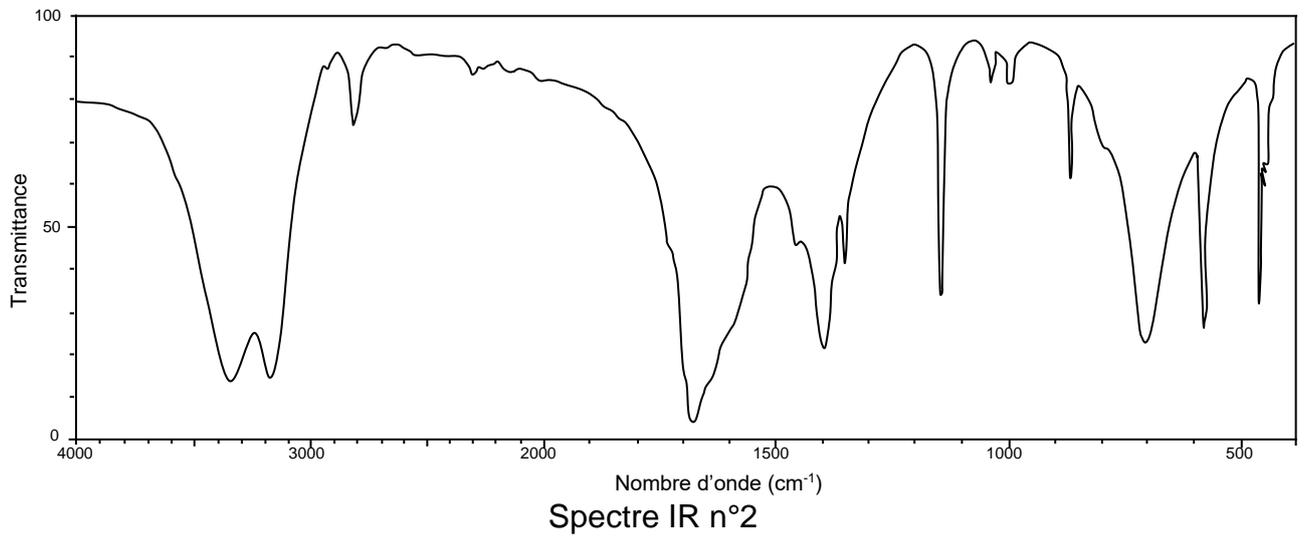


1. Chimie et origine de la vie dans l'espace

Des ingrédients considérés comme indispensables pour l'origine de la vie sur Terre ont été découverts dans l'environnement de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko, que la sonde Rosetta de l'ESA a exploré pendant presque deux ans. C'est le cas de la glycine, le plus simple des acides aminés, qui se trouve couramment dans les protéines, et du phosphore, un élément clé de l'ADN et des membranes cellulaires. Si la nature exacte de cette matière organique cométaire est encore inconnue, des travaux en laboratoire permettent de modéliser les réactions chimiques pouvant se produire au sein des comètes. *Source : <http://www.exobiologie.fr>*

L'atterrisseur de la sonde Rosetta possède un spectromètre infrarouge (VIRTIS) capable de détecter la présence de molécules organiques. Parmi les molécules détectées sur la comète « Tchouri », plusieurs l'ont été pour la première fois dans une comète. Parmi celles-ci, on trouve le propanal et l'éthanamide.

- 1.1. Présenter les formules topologiques de ces deux dernières molécules et identifier sur celles-ci les groupes caractéristiques. Nommer les fonctions associées.
- 1.2. Associer, en le justifiant, chacun des spectres IR ci-dessous à une des deux molécules précédentes.



Source : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology - <http://sdbs.db.aist.go.jp>

Corrigé

Exercice 1 (10 pt)

Corrigé [Labolycee](#)

2.2

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c_0 \times 10^{-\text{pH}} = 1,0 \times 10^{-2,3} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Exercice 2 (8 pt)

[Corrigé Labolycée](#)

Exercice 3 (4 pt)

[Corrigé Labolycée](#)