

**CLASSES DE T°SVT1, SVT2, SVSI et SI**

**BAC BLANC 2018 – SÉRIE S**

**ÉPREUVE DE PHYSIQUE – CHIMIE**

**VENDREDI 30 MARS 2018 DE 14 H 00 À 17 H 30**

**L'épreuve a été conçue pour être traitée AVEC calculatrice**

**L'usage des calculatrices EST autorisé**

**Ce sujet nécessite une feuille de PAPIER MILLIMÉTRÉ**

**L'annexe de la page 12 /12 est À RENDRE avec la copie**

Ce sujet comporte 3 exercices. Le candidat veillera à bien reporter sur sa copie les numéros des questions. Le candidat doit traiter les 3 exercices suivants qui sont indépendants les uns des autres :

***EXERCICE I : LA MISSION APOLLO XIV (7,5 POINTS)***

***EXERCICE II : UN OBJET COURANT AU SERVICE DES SCIENCES PHYSIQUES (7,5 POINTS)***

***EXERCICE III : LA CHIMIE DU MIEL (5,0 POINTS)***



**EXERCICE I : LA MISSION APOLLO XIV (7,5 POINTS)**

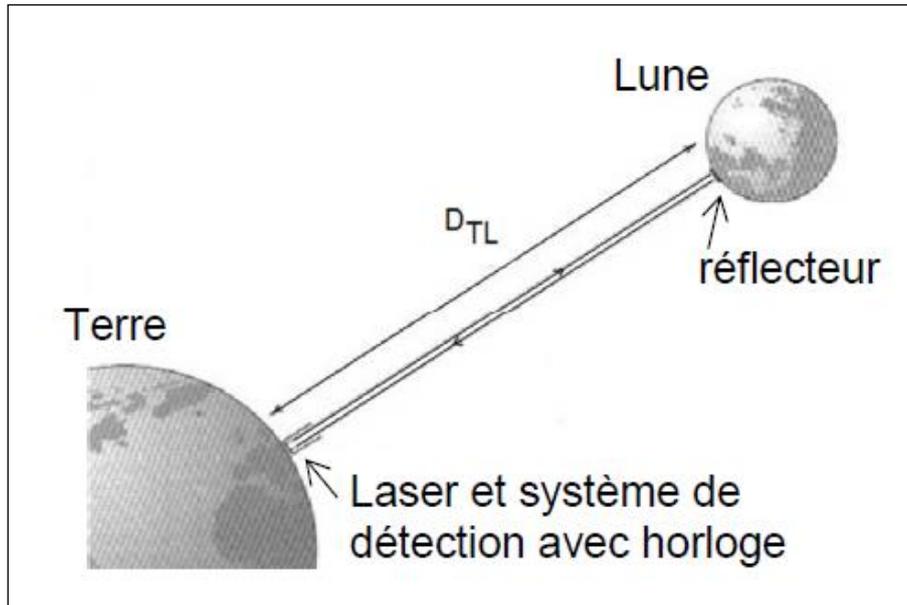
En février 1971, la mission américaine Apollo XIV devient la huitième mission habitée du programme Apollo et la troisième à se poser sur la Lune. Lors de cette mission, un des astronautes, Alan B. Shepard Jr, installe un réflecteur de lumière sur le sol lunaire. Il réalise aussi un rêve : jouer au golf sur la Lune !



**1. Mesure de la distance Terre-Lune.**

Donnée : Célérité de la lumière dans le vide et dans l'air :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

L'expérience « LASER-LUNE » de l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA) a pour objectif la détermination précise de la distance Terre-Lune et de ses variations.



Le principe de la mesure est de déterminer la durée  $T$  d'un aller-retour d'une impulsion LASER émise du sol terrestre vers un réflecteur lunaire composé de nombreux prismes qui jouent le rôle de miroir. La lumière est réfléchiée dans la même direction que le rayon lumineux incident. On en déduit la distance  $D_{TL}$  séparant la Terre de la Lune.

La valeur moyenne de la distance  $D_{TL}$ , étant d'environ  $3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$ , on prévoit un intervalle  $T$  d'un peu plus de deux secondes entre l'émission d'une impulsion et la réception du signal de retour correspondant. Actuellement, la distance Terre-Lune peut être déterminée avec une précision de 5 mm.

*D'après le site [www.culturesciencesphysique.ens-lyon.fr](http://www.culturesciencesphysique.ens-lyon.fr)*

- 1.1. Montrer par le calcul que l'information, soulignée dans la présentation de l'expérience, concernant la durée  $T$  est correcte (*On supposera que l'espace entre la Terre et la Lune est majoritairement composé de vide*).
- 1.2. L'incertitude relative  $U(D_{TL})$  sur la distance  $D_{TL}$  et l'incertitude relative  $U(T)$  sur la durée  $T$  sont liés par la relation suivante :  $\frac{U(D_{TL})}{D_{TL}} = \frac{U(T)}{T}$ .
  - 1.2.1. D'après le texte de présentation de l'expérience, quelle est la valeur de  $U(D_{TL})$  ?
  - 1.2.2. Déterminer par le calcul la valeur de  $U(T)$ .
  - 1.2.3. Le tableau ci-après donne la précision relative de quelques horloges performantes :

Type d'horloge	Horloge à quartz	Horloge atomique au césium	Horloge optique
Précision relative $\frac{U(T)}{T}$ atteignable	$10^{-9}$	$10^{-16}$	$10^{-18}$

Quel(s) type(s) d'horloge(s) peut-on utiliser pour obtenir la distance  $D_{TL}$  avec la précision souhaitée ? Justifier.

## 2. Champ de pesanteur lunaire et golf du la Lune.

Données : • Constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$  ;  
• Masse de la Lune :  $M_L = 7,33 \times 10^{22} \text{ kg}$  ;  
• Rayon de la Lune :  $R_L = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$  ;  
• Intensité de la pesanteur terrestre :  $g_T = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

Interview de l'astronaute Alan B. Shepard Jr :

« - Dix ans après votre premier vol, vous êtes allé sur la Lune (Apollo XIV, en 1971), où vous vous êtes livré à un exercice assez original ...

- Oui, j'ai joué au golf sur la Lune ! J'ai failli rater la première balle parce que j'étais gêné par ma combinaison spatiale et elle a lamentablement échoué dans un cratère tout proche. La seconde, grâce à la faible gravité, est partie très loin, elle est retombée environ 500 m plus loin, sans bruit »

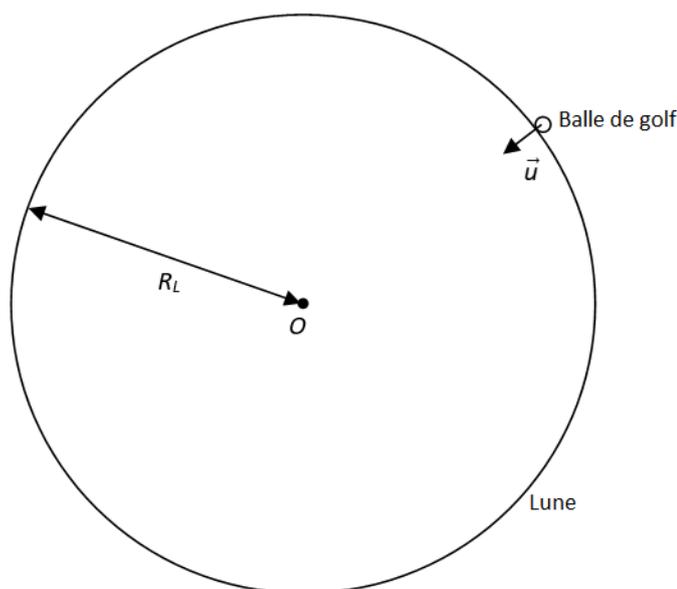
*D'après l'interview de F. Nolde-Langlois - 29/06/1995 – Libération*



Dans cette partie, on souhaite vérifier les propos soulignés de l'interview.

### 2.1. Interaction gravitationnelle lunaire et champ de pesanteur lunaire.

On donne ci-dessous un schéma d'une balle de golf de masse  $m$  posé sur la Lune. Ce schéma est muni d'un vecteur unitaire  $\vec{u}$  orienté de la balle vers le centre de la Lune.



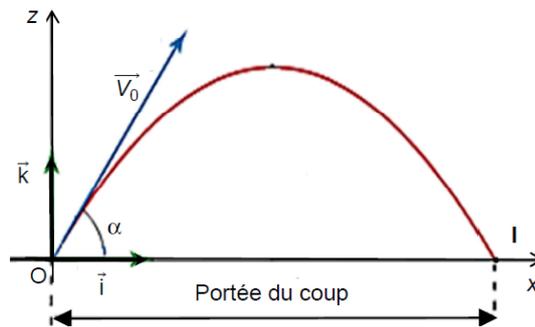
- 2.1.1. Représenter sur le schéma donné en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, sans souci d'échelle, le vecteur  $\vec{F}$  modélisant la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Lune sur l'objet.
- 2.1.2. Rappeler l'expression vectorielle de cette force  $\vec{F}$  d'interaction gravitationnelle en fonction de  $G$ ,  $m$ ,  $M_L$ ,  $R_L$  et  $\vec{u}$ .
- 2.1.3. La force  $\vec{F}$  d'interaction gravitationnelle est égale (avec une approximation non précisée ici) au poids  $\vec{P}$  de la balle de golf sur la Lune. Montrer que l'expression vectorielle  $\vec{g}_L$  du champ de pesanteur lunaire à la surface de la Lune est :

$$\vec{g}_L = \frac{G \times M_L}{R_L^2} \vec{u}$$

- 2.1.4. Calculer la valeur du champ de pesanteur  $g_L$  à la surface de la Lune.
- 2.1.5. Expliquer pourquoi Alan B. Shepard Jr parle alors de « faible gravité » sur la Lune.

## 2.2. Mouvement d'une balle de golf dans le champ de pesanteur lunaire.

Dans cette partie, on fait l'hypothèse que le champ de pesanteur lunaire est uniforme et que sa valeur est  $g_L = 1,61 \text{ m.s}^{-2}$ . On se place dans un référentiel lunaire supposé galiléen. À la date  $t = 0 \text{ s}$ , l'astronaute frappe la balle de golf et lui communique une vitesse initiale dont le vecteur  $\vec{V}_0$  fait un angle  $\alpha = 45^\circ$  avec l'horizontale. La balle de golf, seulement soumise à son poids sur la Lune, est modélisée par un point matériel G. L'origine O du repère d'espace  $(O, \vec{i}, \vec{k})$ , repère que l'on pourra noter aussi  $(Ox ; Oz)$ , est prise au point de départ de la balle.



- 2.2.1. En appliquant une des lois de Newton que vous préciserez, déterminer les expressions littérales des coordonnées  $a_x$  et  $a_z$  du vecteur accélération  $\vec{a}_G$  dans le repère d'espace  $(Ox ; Oz)$ .
- 2.2.2. En déduire les expressions littérales des coordonnées  $V_x$  et  $V_z$  du vecteur vitesse instantanée  $\vec{V}_G$  dans le repère d'espace  $(Ox ; Oz)$ .
- 2.2.3. Montrer que les expressions littérales des équations horaires du mouvement, c'est-à-dire des coordonnées  $x(t)$  et  $z(t)$  du vecteur position  $\vec{OG}$  dans le repère d'espace  $(Ox ; Oz)$ , sont :

$$\vec{OG} \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t \\ z(t) = -\frac{1}{2} \cdot g_L \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t \end{cases}$$

- 2.2.4. Montrer que l'équation de la trajectoire de la balle de golf notée  $z(x)$  a pour expression :

$$z(x) = -\frac{g_L}{2v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} \cdot x^2 + \tan(\alpha) \cdot x$$

- 2.2.5. La portée du coup est la distance entre le point de lancement O et le point d'impact I au sol. Alan B. Shepard Jr communique à la balle de golf une vitesse initiale  $v_0 = 28 \text{ m.s}^{-1}$ . En utilisant l'équation de la trajectoire, déterminer l'abscisse  $x_I$  du point d'impact I. Retrouve-t-on les propos de l'interview d'Alan B. Shepard Jr ?

**Les 3 parties de cet exercice sont indépendantes.**

Le but de cet exercice est de découvrir différentes utilisations possibles d'un smartphone en sciences physiques.

**1. Étude de la constitution de l'écran**

Indications du fabricant sur le smartphone utilisé :



**Dimensions de l'écran :** 5,98 cm × 10,62 cm

**Résolution de l'écran :** 720 px\* × 1280 px\*, 306 ppp\*

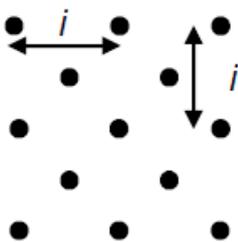
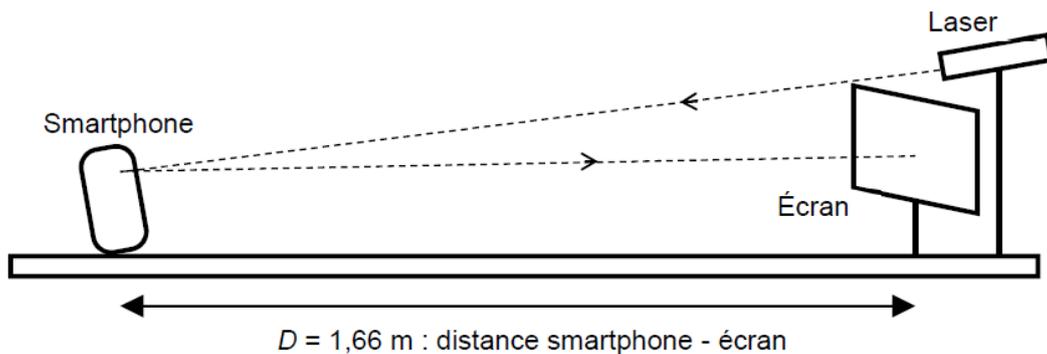
**Connectivité :** Wi-Fi – Bluetooth® 4.0

\*px = pixel et ppp = pixel par pouce  
Un pouce est égal à 2,54 cm

Les écrans de smartphones sont des écrans LCD constitués de pixels (px) très petits. Ces pixels sont eux-mêmes constitués de 3 « sous-pixels » : un vert, un bleu et un rouge. En réflexion, ils se comportent avec la lumière comme un réseau optique à deux dimensions.

**Description de l'expérience**

Pour vérifier les indications du constructeur concernant la résolution de l'écran, on réalise l'expérience schématisée ci-dessous. Le laser émet un faisceau monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 650 \text{ nm}$ .



La figure obtenue dépend de la forme des pixels de l'écran.

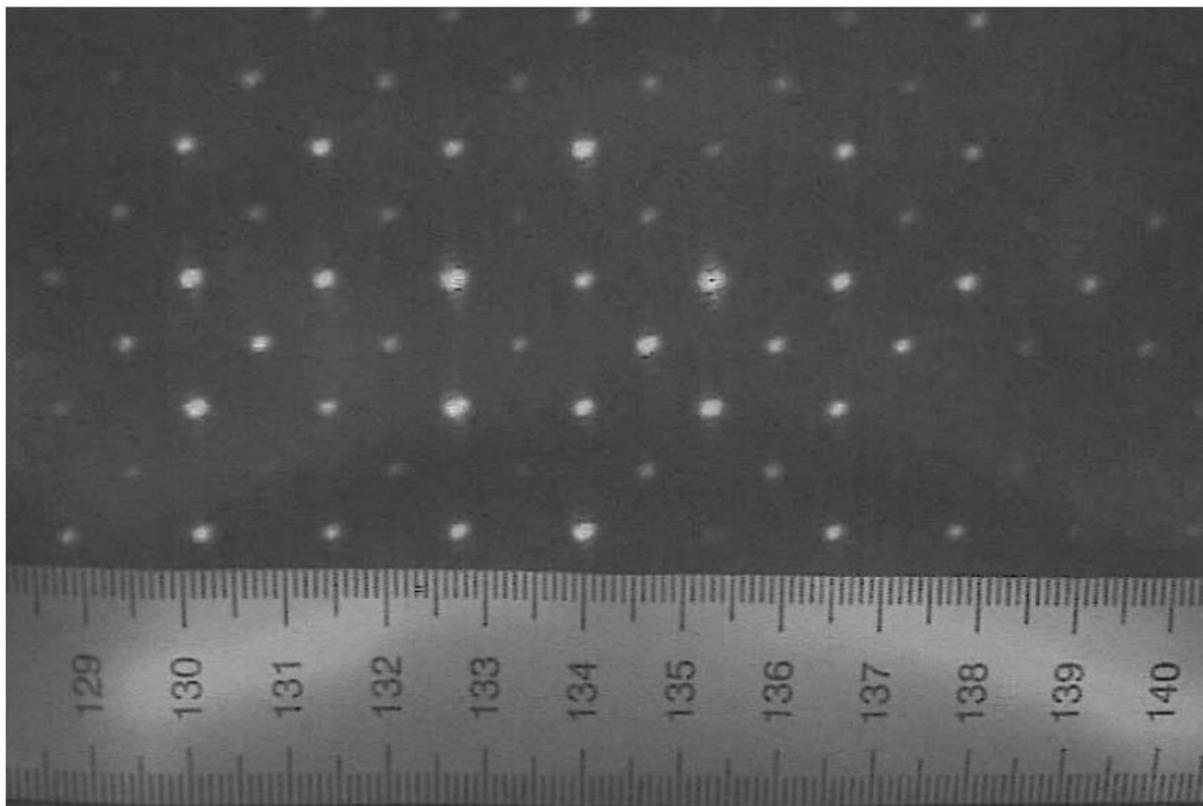
Avec l'écran du smartphone utilisé ici, on observe une figure ressemblant au schéma ci-contre sur laquelle on peut repérer un paramètre noté  $i$ .

On peut relier ce paramètre  $i$  à la distance  $p$  séparant 2 pixels de l'écran du

smartphone par la relation :  $i = \frac{\lambda \times D}{p}$  où  $\lambda$  est la longueur d'onde du faisceau

laser utilisé.

Photographie de la figure obtenue (les valeurs indiquées sur la règle sont en cm)



- 1.1 À l'aide des résultats de l'expérience, déterminer la distance séparant deux pixels de l'écran du smartphone.
- 1.2 Vérifier que ce résultat est cohérent avec les indications du fabricant. On considérera que les pixels sont accolés.

## 2. Étude de la transmission Bluetooth®

Lors d'une autre séance de travaux pratiques, un élève utilise le smartphone pour filmer les oscillations d'un pendule simple de masse  $m = 100$  g et de longueur notée  $L$ .

Pour réaliser cette vidéo, il utilise les réglages suivants sur la webcam du smartphone :

- Résolution 720 px × 480 px,
- 30 images par seconde,
- Couleur 24 bits par pixels,
- Durée : 20 s,
- Son désactivé.

### Données dans les unités du système international (S.I.)

- Célérité des ondes électromagnétiques :  $c = 3,0 \times 10^8$  S.I.
- Intensité du champ de pesanteur terrestre :  $g = 9,81$  S.I.
- Spectre électromagnétique où  $\lambda$  est la longueur d'onde en mètre dans le vide ou dans l'air :

$\lambda$ :	$10^{-11}$	$10^{-9}$	$10^{-7}$	$10^{-5}$	$10^{-3}$	$10^{-1}$	$10^1$	$10^3$
Rayons gamma	Rayons X	U.V.	Infra-rouge	Micro-ondes	Ondes radio			

- 1 Mo =  $10^6$  octets et 1 octet = 8 bits.

## Le Bluetooth®

Il s'agit d'une technologie de transfert de données sans fil.

Le Bluetooth® et certaines normes de Wi-Fi partagent la même bande de fréquence de 2,4 GHz mais ils n'ont pas du tout les mêmes usages. Le Wi-Fi est utile pour transmettre des données de taille importante avec une bande passante élevée. Au contraire, le Bluetooth® possède une bande passante plus faible et sert plutôt à transmettre des données de taille plus faible.

La norme Bluetooth® 4.0 permet un transfert avec un débit de  $24 \text{ Mbit.s}^{-1}$ .

D'après <http://www.frandroid.com>

### 2.1 Quelle devrait-être en mégaoctets (Mo) la taille de la vidéo obtenue ?

L'élève transfère le fichier vidéo sur un ordinateur par Bluetooth® 4.0.

### 2.2 À quel domaine du spectre électromagnétique appartiennent les ondes émises par le smartphone lors du transfert Bluetooth® ? Justifier par un calcul.

### 2.3 Après compression la taille du fichier n'est plus que de 9,1 Mo. Déterminer la durée minimale de transfert de cette vidéo.

## 3. Dosage d'une solution colorée

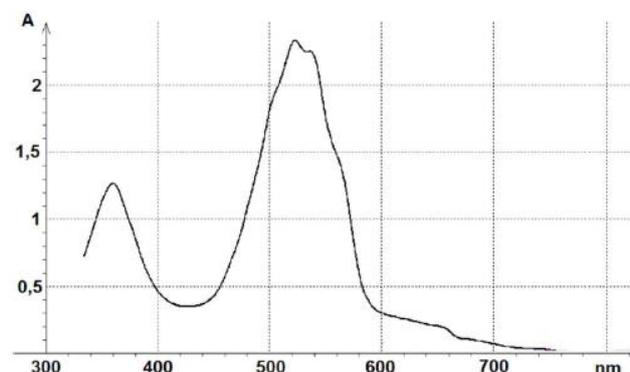
Lors d'une troisième séance de travaux pratiques, les élèves doivent déterminer la concentration en permanganate de potassium dans une solution d'antiseptique (désinfectant qui empêche le développement de bactéries, champignons et virus).

### Données

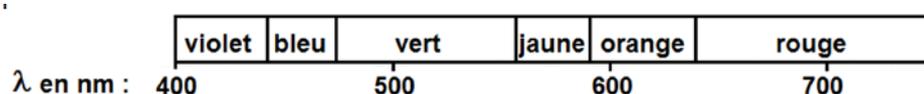
- Masse molaire du permanganate de potassium  
 $M(\text{KMnO}_4) = 158,0 \text{ g.mol}^{-1}$ .

- Une solution aqueuse de permanganate de potassium a une couleur rose / violette.

- Spectre d'absorption d'une solution de permanganate de potassium ci-contre.



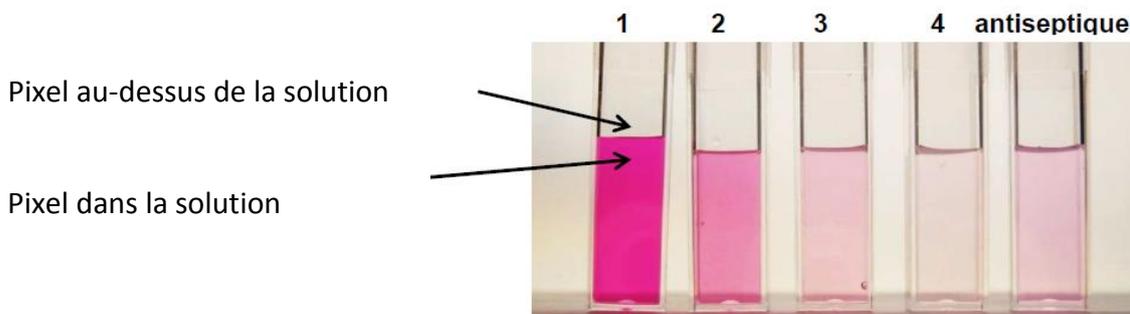
- Spectre visible de la lumière.



À partir d'une solution mère (solution n°1) de permanganate de potassium de concentration molaire  $C_1 = 2,5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ , les élèves réalisent 3 solutions filles (n°2, 3 et 4) dont les concentrations molaires sont données dans le tableau ci-après.

Une fois l'échelle de teintes réalisée, les élèves la placent sur un fond blanc pour faire une photographie avec le smartphone. Ils obtiennent une image dans laquelle chaque pixel est codé sur 24 bits, c'est-à-dire 3 octets : un octet pour le rouge (R), un pour le vert (V) et un pour le bleu (B).

À l'aide d'une application, on obtient les 3 valeurs de code RVB (rouge, vert, bleu) des sous-pixels de l'image pour chacune des 5 solutions.



Par analogie avec l'absorbance mesurée par un spectrophotomètre, on calcule une grandeur

$$A_{\text{octet}} = \log \left( \frac{\text{valeur de l'octet d'un sous-pixel vert au-dessus de la solution}}{\text{valeur de l'octet d'un sous-pixel vert dans la solution}} \right).$$

Solution	n°1	n°2	n°3	n°4	antiseptique
<b>C (mol.L<sup>-1</sup>)</b>	$C_1 = 2,5 \times 10^{-4}$	$C_2 = 1,0 \times 10^{-4}$	$C_3 = 5,0 \times 10^{-5}$	$C_4 = 1,5 \times 10^{-5}$	$C_A = ?$
<b>[R,V,B] au-dessus de la solution</b>	[190,181,176]	[202,194,183]	[207,201,187]	[208,200,189]	[201,194,183]
<b>[R,V,B] dans la solution</b>	[199, 68,136]	[210,134,162]	[212,169,178]	[212,189,184]	[206,172,179]
<b>A<sub>octet</sub></b>	0,43	0,16	0,075	0,025	?

- 3.1 Nommer la verrerie nécessaire pour réaliser la solution n°3 à partir de la solution mère (solution n°1) et décrire précisément le protocole mis en œuvre.
- 3.2 Expliquer pourquoi la valeur de chaque sous-pixel est comprise entre 0 et 255.
- 3.3 Pourquoi, dans cette étude choisit-on la valeur du sous-pixel vert pour le calcul de la grandeur  $A_{\text{octet}}$  plutôt que celle du rouge ou du bleu ?

Il y a quelques années, le fabricant de l'antiseptique indiquait dans la notice une teneur en permanganate de potassium de 1 mg pour 100 mL de solution. Cette indication n'apparaît plus sur le flacon neuf utilisé pour cette expérience.

- 3.4 Le fabricant a-t-il changé la teneur en permanganate de potassium de son antiseptique ?

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

Le miel est un mélange de composition complexe.

Il est constitué principalement de sucres, dont le fructose et le glucose, d'eau, ainsi que d'autres substances, telles que des acides organiques, des enzymes et des particules solides provenant de sa récolte.

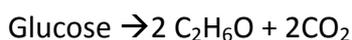


### 1. Le miel : un composé riche en sucres.

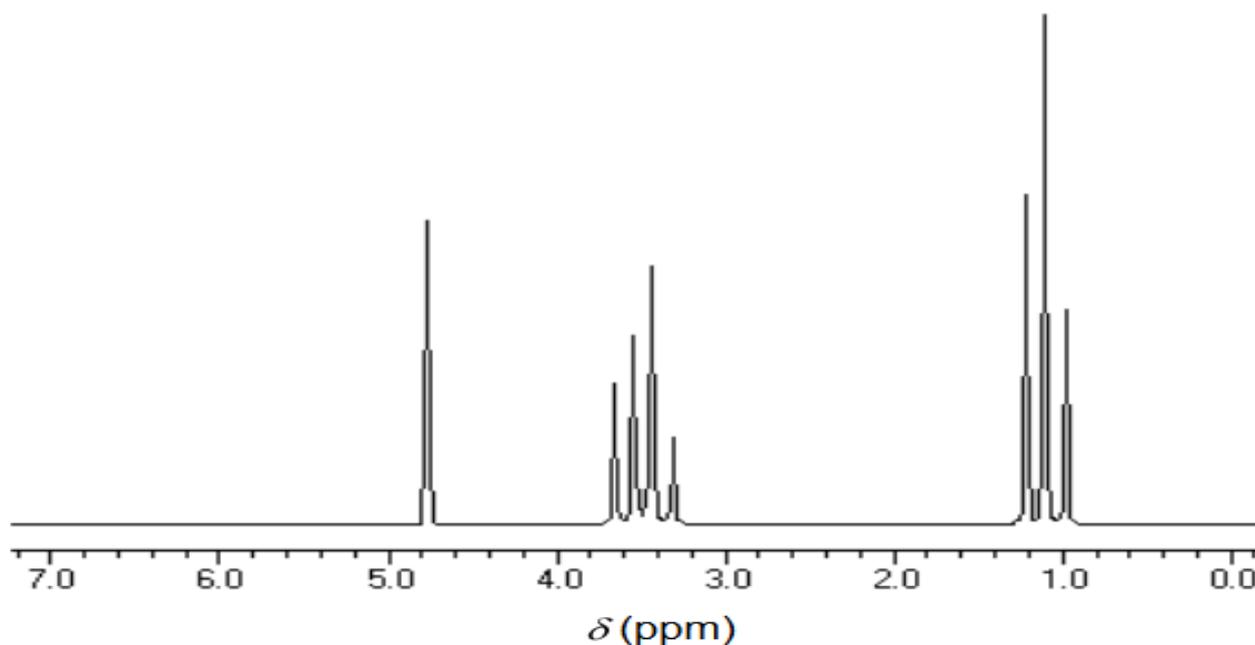
Lorsque les abeilles ouvrières rapportent le nectar à la ruche, elles le transmettent à des receveuses par trophallaxie (bouche-à-bouche). Celles-ci le font alors transiter plusieurs fois entre leur bouche et leur jabot (petite poche servant de réservoir à nectar) puis le donnent à d'autres receveuses et ainsi de suite. Sous l'effet de l'*invertase*, une enzyme présente dans le jabot des abeilles, les sucres sont lentement modifiés : le saccharose est hydrolysé en fructose et glucose. Le nectar se transforme ainsi en miel.

*D'après le site [www.insectes.org](http://www.insectes.org)*

Le glucose est susceptible de fermenter : des microorganismes (levures) produisent une enzyme la *zymase* qui, par des réactions complexes, conduit le glucose à se décomposer. Cette décomposition est modélisée par l'équation suivante :

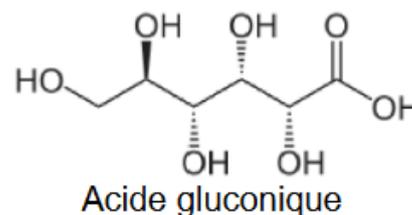


Le spectre RMN du proton, reproduit ci-dessous, est celui du produit  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  formé par fermentation. Grâce à une analyse détaillée du spectre RMN, déterminer la formule semi-développée de ce produit.



## 2. Les propriétés antiseptiques du miel.

Plusieurs acides entrent dans la composition d'un miel. L'acide majoritaire dans le miel est l'acide gluconique, dont la formule est donnée ci-contre. Il provient de la transformation du glucose sous l'action d'une bactérie appelée *gluconobacter*.



La plupart des miels possèdent un  $pH$  compris entre 3,2 et 5,5.

De nombreux microorganismes pathogènes (susceptibles de provoquer une maladie ou une infection) ne peuvent croître que si le  $pH$  est compris entre 7,2 et 7,4 ; le miel est donc un antiseptique et peut être utilisé pour soigner une plaie.

### Données :

$pK_a$  du couple acide gluconique / ion gluconate en solution aqueuse à 25°C :  $pK_a = 3,3$ .

- 2.1. Écrire la formule de l'ion gluconate en expliquant votre démarche, l'acide gluconique étant considéré comme un monoacide.
- 2.2. Quelle est l'espèce prédominante dans le miel lorsque le  $pH$  est compris entre 7,2 et 7,4 ? Justifier.

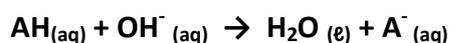
## 3. L'acidité libre d'un miel.

Un  $pH$  trop faible révèle une dégradation biochimique suite à de mauvaises conditions de récolte ou de conservation. Parmi les paramètres spécifiques relatifs à la composition du miel, l'acide libre constitue un critère important de qualité.

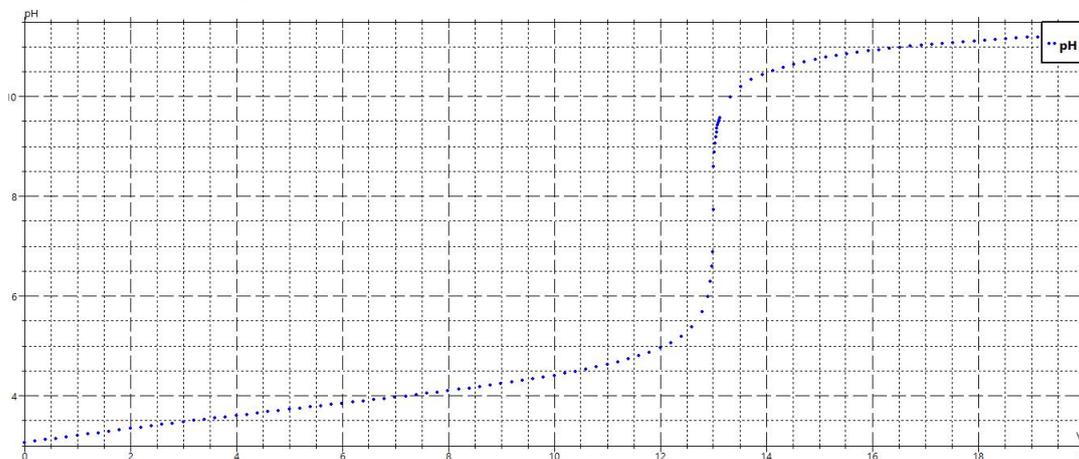
On souhaite doser la quantité d'acide gluconique présente dans un miel, on réalise le protocole suivant :

- Préparer une solution du miel à tester en dissolvant dans l'eau distillée 6,0 g de miel pour 50,0 mL de solution.
- Ajouter progressivement une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_b = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , en suivant l'évolution du  $pH$ .
- Tracer la courbe  $pH = f(V_b)$ ,  $V_b$  étant le volume d'hydroxyde de sodium versé.

La réaction support du dosage s'écrit : (pour simplifier, l'acide gluconique sera noté AH)



La courbe obtenue pour le titrage de l'acidité libre du miel analysé est représentée ci-dessous.



**Donnée :**

Masse molaire de l'acide gluconique  $M = 196 \text{ g.mol}^{-1}$

**3.1.** Rédiger le protocole de préparation des 50,0 mL de solution de miel en précisant la verrerie nécessaire.

**3.2.** A l'aide de la courbe (**également fournie en annexe et à compléter**), déterminer la masse d'acide gluconique présente dans l'échantillon des 6,0 g de miel.

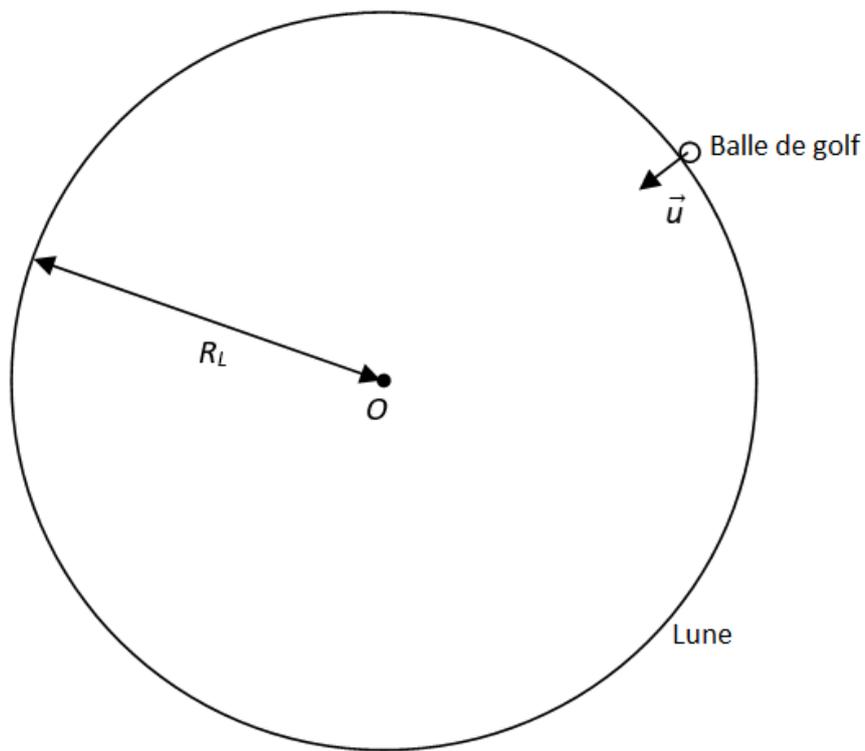
*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

La teneur en acidité libre dans un miel est donnée en milliéquivalents par kg ( $\text{meq.kg}^{-1}$ ). Elle correspond à la quantité d'ions hydroxyde en millimoles qu'il faudrait introduire pour doser 1 kg de miel. Les normes européennes tolèrent une acidité libre maximale de  $40 \text{ meq.kg}^{-1}$ .

**3.3.** Le miel testé respecte-t-il la réglementation européenne ?

**FIN DU SUJET**

# ANNEXE DE L'EXERCICE 1



# ANNEXE DE L'EXERCICE 3

