

**EXERCICE I : VOYAGE INTERSTELLAIRE (10 pts)**

Au XXXVe siècle, les voyages vers les planètes habitables de l'étoile Gliese 667C existent déjà depuis un siècle. Cette étoile se trouve à 22.7 années lumière du système solaire et fait partie d'un système triple d'étoiles Gliese A B et C. Un système de propulsion découvert 2 siècles plus tôt permet de rejoindre le système de Gliese 667C avec 30000 passagers tout les 30 ans. Le voyage se déroule en 3 phases :

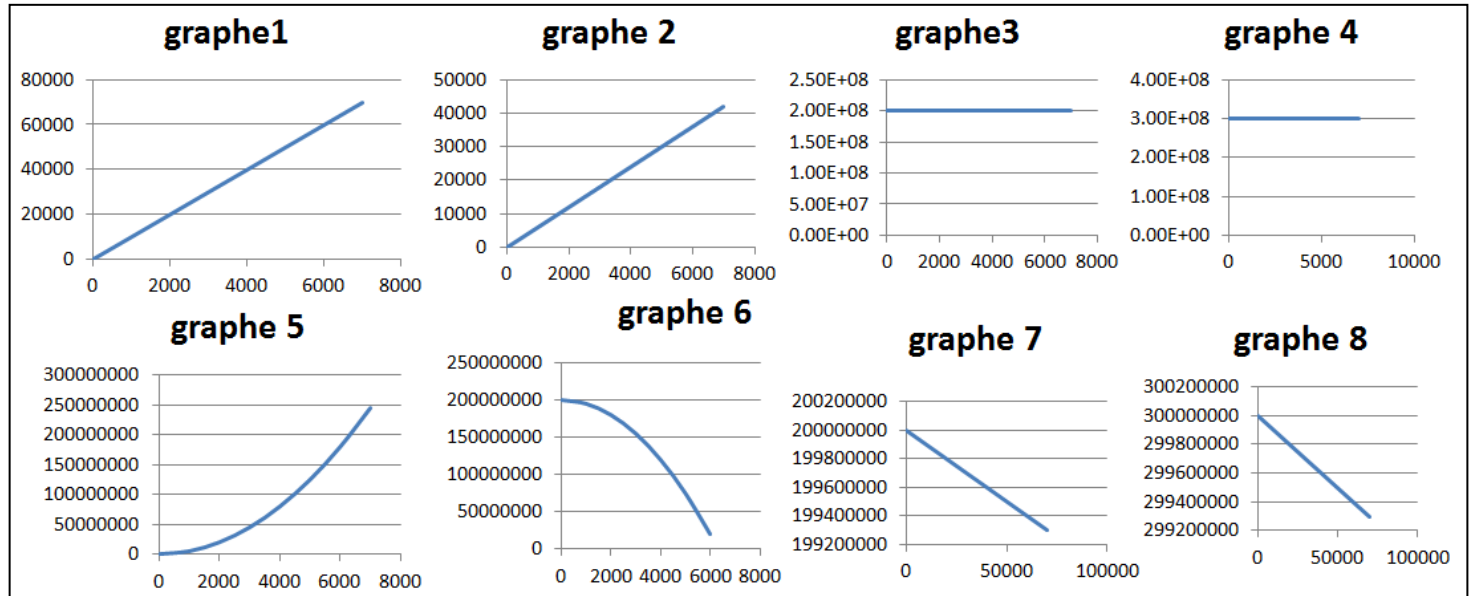
**Phase 1** : accélération constante  $a = 10 \text{ m/s}^2$  pendant le temps nécessaire  $t_1$  pour atteindre la vitesse  $v = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$  soit les 2/3 de la vitesse de la lumière. Cela permet d'obtenir une gravité artificielle à bord du vaisseau comparable à la Terre. Passagers et équipages vivent normalement dans le vaisseau

**Phase 2** : voyage à vitesse constante ( $v = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$ ) pendant une durée  $t_2$  très longue. Seul l'équipage reste éveillé. Les passagers sont cryogénisés jusqu'à la fin de cette phase. Le Temps reste donc suspendu pour eux.

**Phase 3** : le vaisseau se retourne et ralentit jusqu'à destination avec une décélération  $a = -10 \text{ m/s}^2$ . Les passagers sont réveillés au début de cette phase. Durée  $t_3 = t_1$ .



**Document 1 : divers graphes  $v = f(t)$  (v en m et t en s)**



**Partie 1 : le voyage**

1- Le mouvement du vaisseau pendant la phase 1 se fait en ligne droite avec l'accélération constante  $a = 10 \text{ m/s}^2$  en partant d'une vitesse nulle. On se place dans le référentiel héliocentrique (système solaire dans son ensemble) et on néglige les effets de la relativité restreinte.

1.1-Comment peut-on qualifier ce mouvement ?

1.2-Montrer que la vitesse du vaisseau peut s'exprimer sous la forme  $v = a \cdot t$ . Trouver la durée de cette phase 1 en année.

1.3-Montrer qu'une année lumière vaut environ  $9.46 \times 10^{12} \text{ km}$ .

1.4-Montrer que la distance parcourue peut s'exprimer sous la forme  $x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ . Montrer ensuite que la distance parcourue pendant cette phase est d'environ 0.2 al (année-lumière).

1.5- quels numéros des graphes  $v=f(t)$  du document 1 correspondent à chacune des phases 1 2 et 3 .

2- Pendant la phase 2, les effets de la relativité sur l'écoulement du temps ne sont plus négligeables.

2.1- Quelle est la durée (en années) du long voyage de la phase 2 par rapport à la Terre ?

2.2- La durée calculée à la question précédente correspond-t-elle à  $\Delta T'$  ou à  $\Delta T_0$  de la formule ci-contre ?

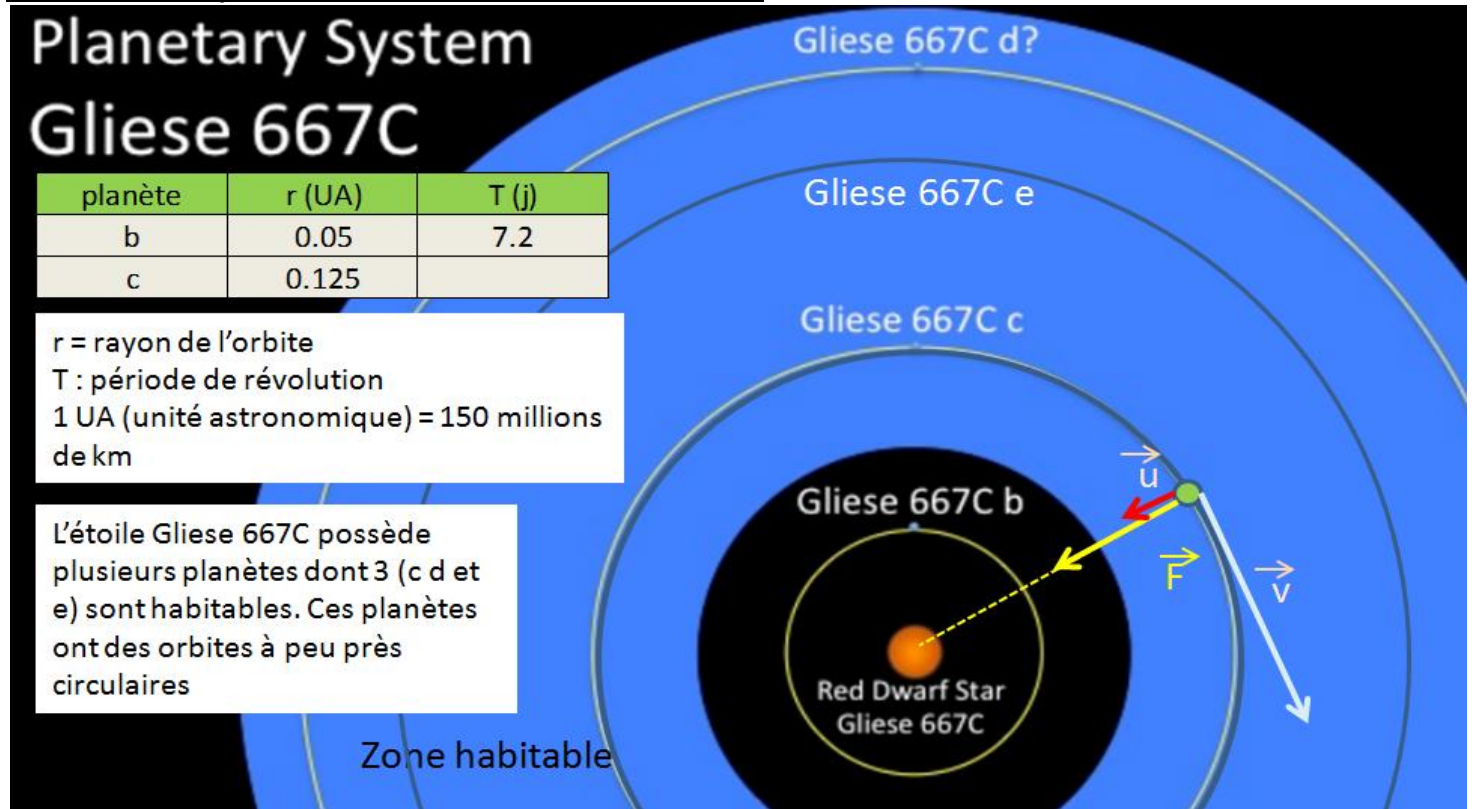
$$\Delta T' = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \times \Delta T_0$$

2.3- Calculer La durée du voyage (en années) de la phase 2 pour l'équipage du vaisseau.

2.4- Comparer la durée du voyage pour des gens restés sur Terre, pour les passagers du vaisseau puis pour l'équipage du vaisseau.

Partie 2 : la planète

Document 2 : le système GLIESE 667C découvert au XXIe siècle



1.1-Quelle loi de KEPLER peut permettre de calculer la période de révolution T de la planète c autour de l'étoile Gliese 667C. Montrer que cette période est de l'ordre d'un mois terrestre..

1.2- Quelles sont les bonnes expressions de la force d'attraction gravitationnelle s'exerçant sur la planète c (voir schéma document 2, u : vecteur unitaire, m : masse de la planète c , M masse de l'étoile, r : rayon de l'orbite).

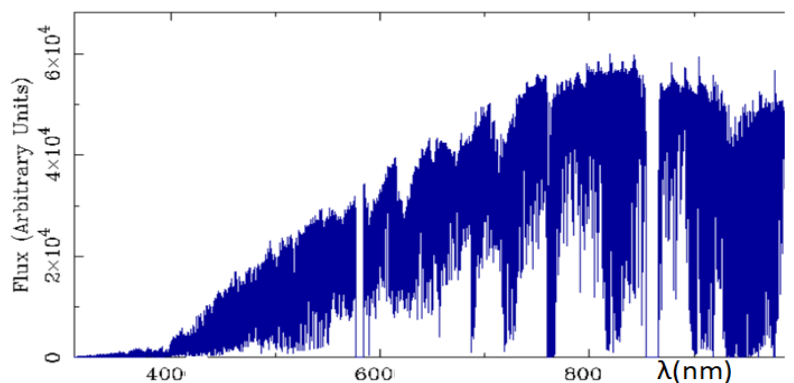
$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \cdot \vec{u} \quad \vec{F} = -G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \cdot \vec{u} \quad \vec{F} = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \quad \vec{F} = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \cdot \vec{u} \quad \vec{F} = -G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \quad F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}$$

1.3-Montrer que le mouvement circulaire de la

planète c est uniforme puis que  $v = \sqrt{G \cdot \frac{M}{r}}$ .

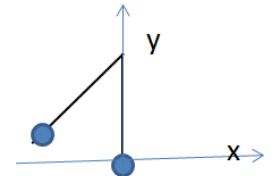
Calculer v d'une autre façon puis trouver comment déterminer la masse M de l'étoile (sans la calculer)

1.4- Après avoir indiqué les limites des différents domaines de longueur d'onde sur le graphe du spectre d'émission de l'étoile Gliese 667 C ci-contre. Indiquer quelle sera la couleur de l'étoile vu du ciel de la planète colonisée.



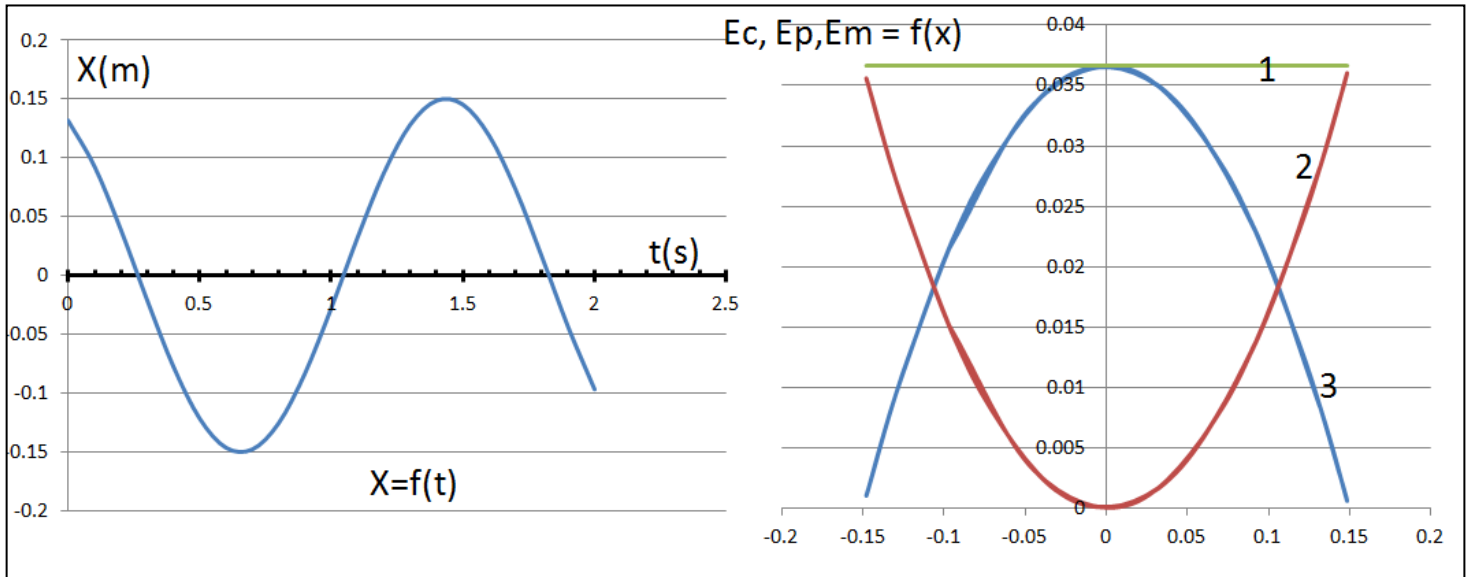
**Partie 3 : la gravité à la surface de GLIESE 667Cc**

La planète c est une planète habitable plus grosse et donc plus vaste que la Terre. Pour déterminer l'accélération de la pesanteur  $g$  à la surface de cette planète un étudiant arrivé le vaisseau spatial utilise un pendule et fait les mesures suivantes avec un pendule simple longueur  $L = 0.75m$ .



par de

Ci-dessous le graphe  $x=f(t)$  et les 3 énergies cinétiques, potentielles et mécaniques en fonction de  $x$ . Pour l'énergie potentielle l'origine de l'altitude se trouve à la position d'équilibre du pendule.



1.1-Choisir l'expression correcte de la période parmi les suivantes, en justifiant par une analyse dimensionnelle .

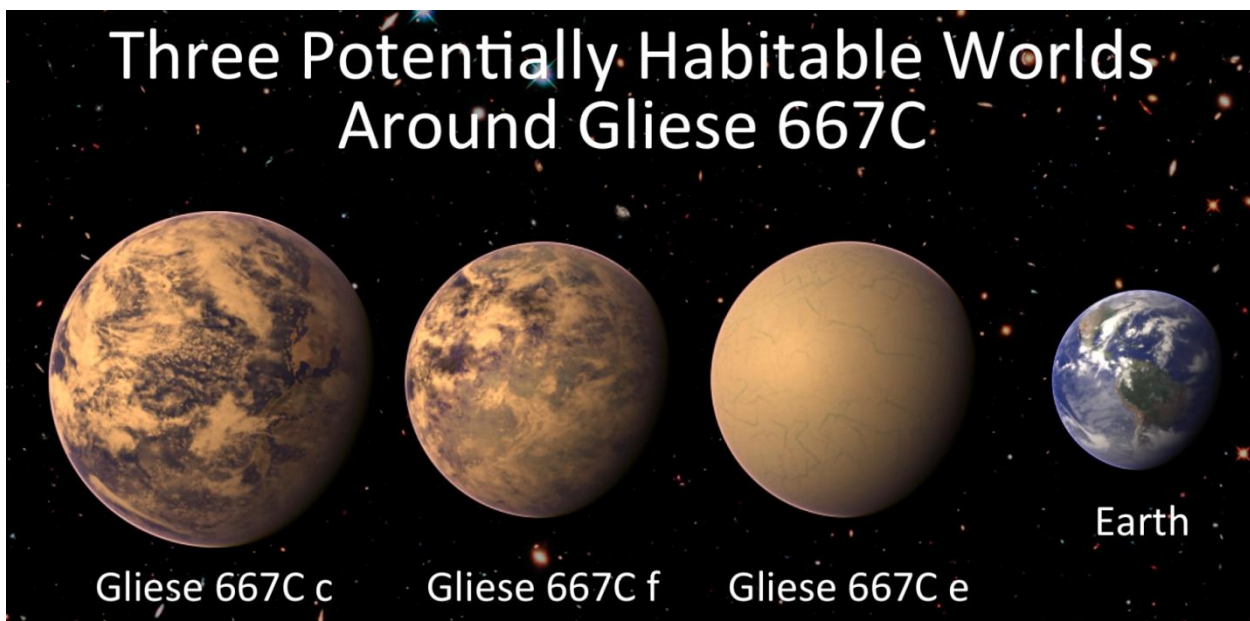
$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{L}} \quad T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{L}}$$

1.2-Montrer la valeur de  $g$  sur cette planète est de l'ordre de  $12 \text{ m/s}^2$ .

1.3-Donner l'expression de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et l'énergie mécanique de ce pendule. Identifier à quelle énergie correspond chaque courbe 1, 2 et 3

1.4-Sachant que la hauteur maximum atteinte par le pendule est  $y = 0.015m$ , trouver la vitesse de la boule quand le pendule passe par sa position d'équilibre.

1.5-Trouver la masse du pendule utilisé dans cette expérience.



## EXERCICE II - CONSERVATION DU FOIN (5 points)



La production de foin sec peut être rendue difficile quand les pluies sont fréquentes et que le foin est conditionné encore humide.

L'acide propionique peut servir d'agent de conservation en protégeant le foin de la moisissure quand il est mis en balles à des teneurs en eau trop élevées. C'est un fongicide inhibant la croissance des micro-organismes aérobies qui peuvent provoquer l'échauffement et la moisissure. On pulvérise sur le foin une solution contenant de l'acide propionique à son entrée dans la presse à foin, avant la mise en forme des balles. Conseil d'utilisation : pulvériser la quantité d'acide adaptée à la teneur en eau pour que le traitement soit efficace. Attention, la concentration en acide propionique diffère selon le conditionnement.

Dans cet exercice on s'intéresse : dans la partie 1 à l'identification de l'acide propionique ; dans la partie 2 à l'utilisation de ce produit pour la conservation du foin.

### Données :

- masse molaire moléculaire de l'acide propionique :  $M = 74,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- masses molaires atomiques :  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- doses moyennes conseillées d'application de l'acide propionique :

Taux d'humidité du foin	Masse d'acide par tonne de foin (en $\text{kg.tonne}^{-1}$ )
Entre 20% et 25%	5
Entre 25% et 30%	7

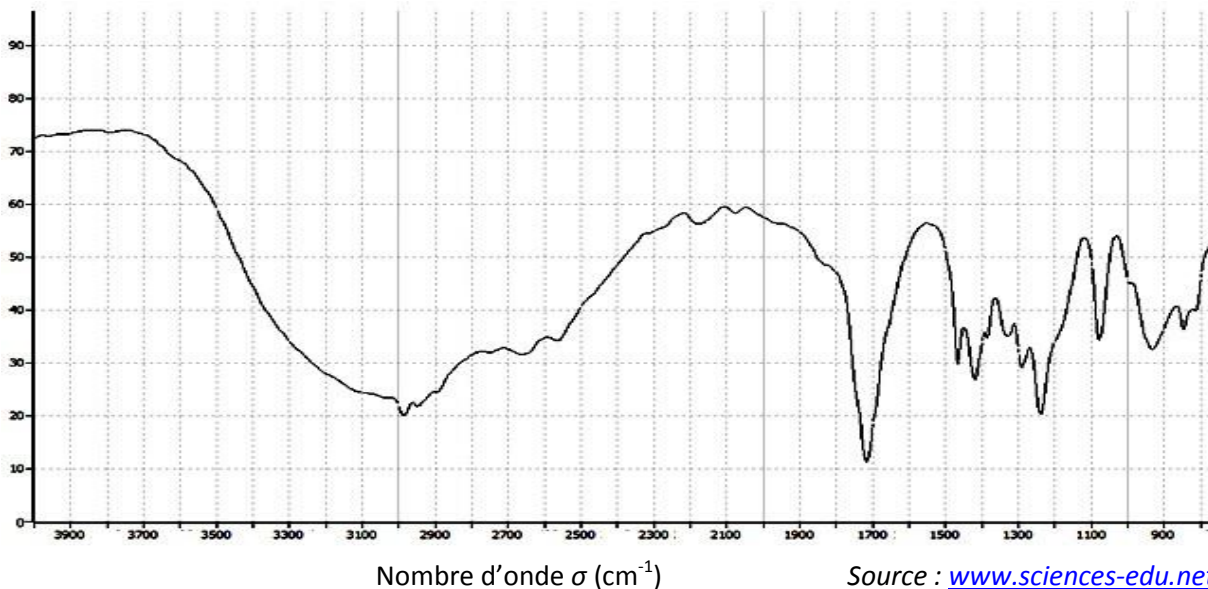
- 1 ha = 10000  $\text{m}^2$ .

### 1. Identification de l'acide propionique

Pour identifier l'acide propionique, on exploite les spectres IR et de RMN représentés ci-dessous.

#### 1.1. Spectre IR de l'acide propionique

Transmittance (en %)



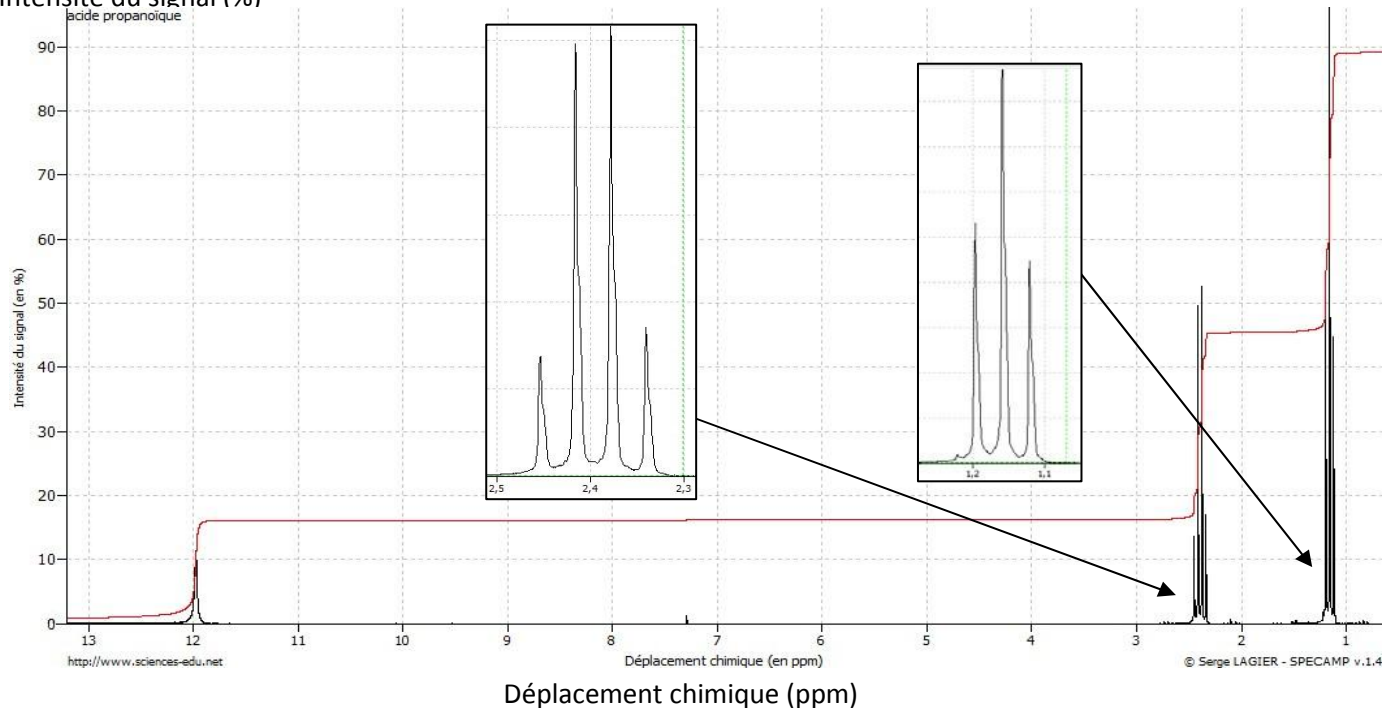
Source : [www.sciences-edu.net](http://www.sciences-edu.net)

Données : table de données pour la spectroscopie IR

Famille	Liaison	Nombres d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	Largeur de bandes d'absorption
cétone	C = O	1705 - 1725	fine
aldéhyde	C - H	2700 - 2900	fine
	C = O	1720 - 1740	fine
acide carboxylique	O - H	2500 - 3200	large
	C = O	1700 - 1730	fine
ester	C = O	1730 - 1750	fine
alcool	O - H	3200 - 3450	large

## 1.2. Spectre simulé de RMN du proton de l'acide propionique (d'après une simulation)

Intensité du signal (%)



Source : [www.sciences-edu.net](http://www.sciences-edu.net)

**1.1.** Pour déterminer la structure de l'acide propionique, choisir la (ou les) bonne(s) réponse(s) parmi les affirmations ci-dessous. Justifier à l'aide de vos connaissances et des données

**1.1.1.** L'acide propionique appartient à la famille des :

- a. cétones.      b. aldéhydes.      c. acides carboxyliques.      d. esters.      e. alcools.

**1.1.2.** L'acide propionique contient :

- a. 2 atomes ou groupes d'atomes d'hydrogène équivalents.  
 b. 3 atomes ou groupes d'atomes d'hydrogène équivalents.  
 c. 4 atomes ou groupes d'atomes d'hydrogène équivalents.

**1.1.3.** Dans la molécule d'acide propionique, un atome ou groupe d'atomes d'hydrogène équivalents :

- a. n'a pas d'hydrogène voisin.      b. a un hydrogène voisin.  
 c. a deux hydrogènes voisins.      d. a trois hydrogènes voisins.

**1.1.4.** Une molécule d'acide propionique contient :

- a. 5 atomes d'hydrogène.      b. 6 atomes d'hydrogène.      c. 7 atomes d'hydrogène.

**1.2.** Identifier, en justifiant la réponse, la molécule d'acide propionique parmi les molécules suivantes :

Molécule A	Molécule B	Molécule C
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{H}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}_2}}$
Molécule D	Molécule E	Molécule F
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \underset{\text{OH}}{\text{O}}$	$\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}}} - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}} - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{OH}$

**1.3.** Donner le nom de l'acide propionique dans la nomenclature officielle.

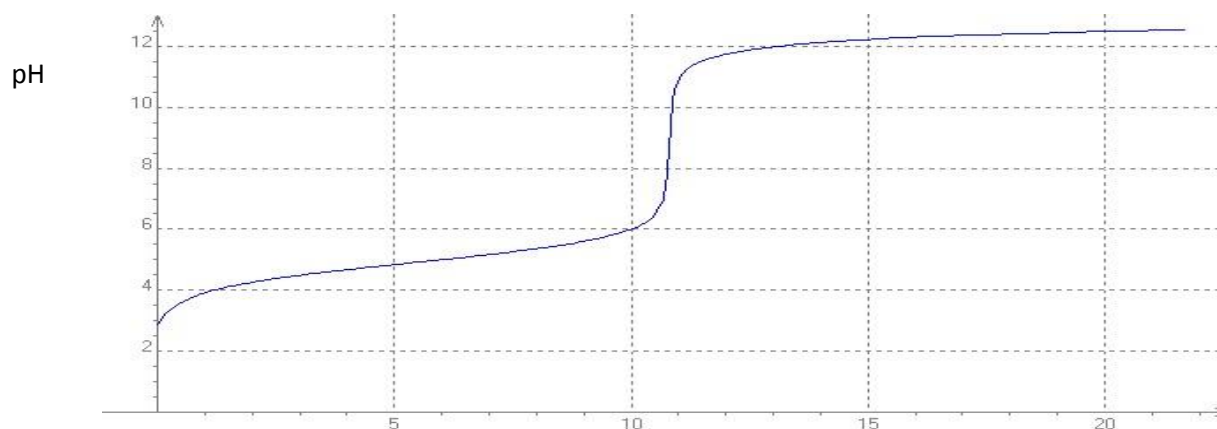
**1.4.** La valeur de la masse molaire moléculaire de l'acide propionique est-elle compatible avec votre choix à la question 1.2. ?

## 2. Utilisation de l'acide propionique

Une agricultrice rentre le foin produit sur une de ses parcelles rectangulaires de 100 m sur 500 m. Elle doit le traiter à l'acide propionique car son taux d'humidité est de 23%. Elle dispose en réserve d'un volume de 150 L de solution d'acide propionique. On suppose que l'utilisation de cette solution ne modifie pas le degré d'humidité du foin.

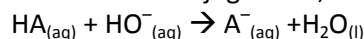
Pour savoir quelle quantité de solution pulvériser, il est nécessaire de connaître la concentration de cette dernière en acide propionique. On dose un volume de 10 mL de cette solution diluée cent fois par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire 0,10 mol.L<sup>-1</sup>. La courbe obtenue lors du dosage par suivi pH-métrique est présentée ci-après :

### 1.3. Courbe de dosage par suivi pH-métrique



Volume de solution d'hydroxyde de sodium ajouté (mL)

En notant l'acide propionique HA et sa base conjuguée A<sup>-</sup>, la réaction support du titrage a pour équation :



2.1. Déterminer la concentration massique en acide propionique de la solution pulvérisée en explicitant la démarche suivie.

2.2. Le rendement de production du foin est de 7 tonnes par hectare. L'agricultrice a-t-elle assez de solution pour traiter le foin produit par cette parcelle ?

*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.*

### EXERCICE III : VITAMINE C (5pts)

La vitamine C est une espèce chimique hydrosoluble, dotée de propriétés anti oxydantes. L'organisme humain la puise dans les aliments tels que les fruits et légumes. Une carence prolongée provoque des pathologies qui conduisent le médecin à prescrire un complément sous forme de comprimés.

#### Extrait de l'emballage de la boîte de comprimés de vitamine C

La vitamine C est commercialisée sous forme de comprimés à croquer. Composition d'un comprimé de « Vitamine C UPSA® » :

Acide ascorbique : 250 mg

Ascorbate de sodium : 285 mg

Excipients : sucres, arômes artificiels

#### Données :

- l'acide ascorbique, de formule brute C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub> sera noté HA et sa base conjuguée A<sup>-</sup> ;
- pK<sub>A</sub>(HA/A<sup>-</sup>) = 4,1 à 37°C ;
- masse molaire de l'acide ascorbique M = 176,1 g.mol<sup>-1</sup> ;
- masse molaire de l'ascorbate de sodium M = 198,1 g.mol<sup>-1</sup> ;
- conductivités molaires ioniques à 25° C :
  - λ(Na<sup>+</sup>) = 5,01 mS.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup> ; λ(HO<sup>-</sup>) = 19,9 mS.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup> ;
  - λ(A<sup>-</sup>) = 3,42 mS.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup> ;
- pH de l'estomac environ égal à 1,5 ;
- pH de la salive compris entre 5,5 et 6,1.

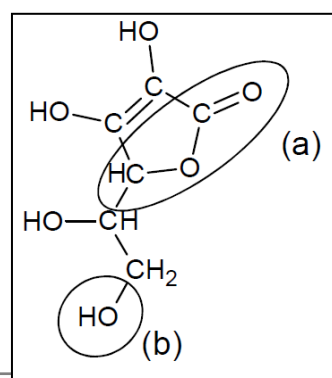
### 1. Étude de la molécule de l'acide ascorbique

La molécule d'acide ascorbique est représentée ci-contre.

1.1. Nommer les familles associées aux groupes caractéristiques (a) et (b) entourés sur la représentation de la molécule d'acide ascorbique.

1.2. La molécule d'acide ascorbique possède des stéréoisomères.

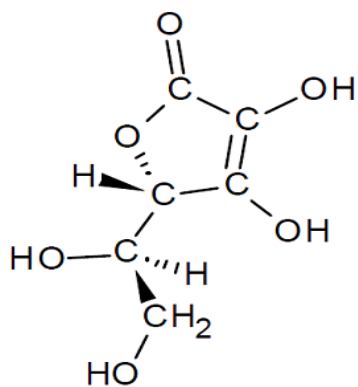
1.2.1. Recopier la formule de la molécule puis repérer le ou les atomes de carbone asymétriques



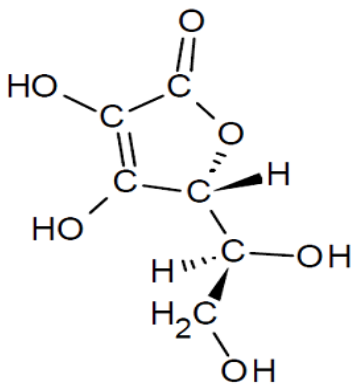
par un astérisque en justifiant votre choix.

1.2.2. **Trois stéréoisomères de la molécule d'acide ascorbique sont représentés ci-après.**

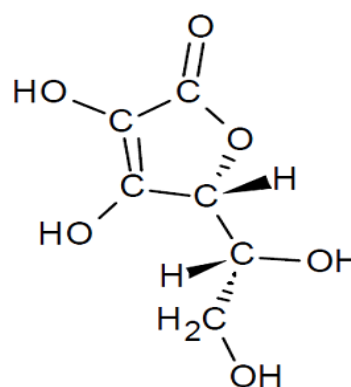
Reconnaître si ces représentations sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères.



Représentation 1



représentation 2

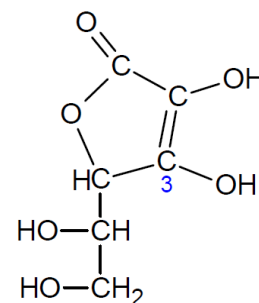


représentation 3

1.3. **Les propriétés acido-basiques de cette molécule sont dues à l'hydrogène porté par l'oxygène du groupe caractéristique associé à l'atome de carbone en position 3.**

Représenter l'ion ascorbate, base conjuguée de l'acide ascorbique.

1.4. Sous quelle forme la substance active ingérée lors de la prise du comprimé de vitamine C se trouve-t-elle sur la langue ? Dans l'estomac ? Justifier par une méthode de votre choix.



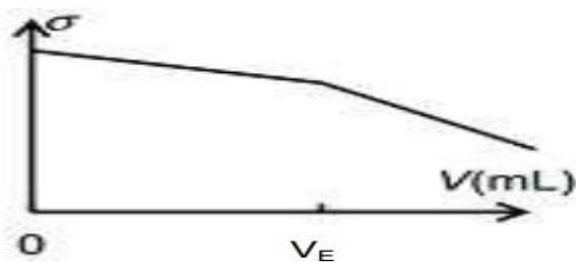
**2. Vérification de la masse d'acide ascorbique dans un comprimé.**

On souhaite vérifier l'indication portée sur la boîte concernant la masse d'acide ascorbique présente dans un comprimé, à l'aide d'un titrage acidobasique suivi par conductimétrie. Une solution aqueuse SA de volume  $V = 200,0$  mL est préparée à partir d'un comprimé entier.

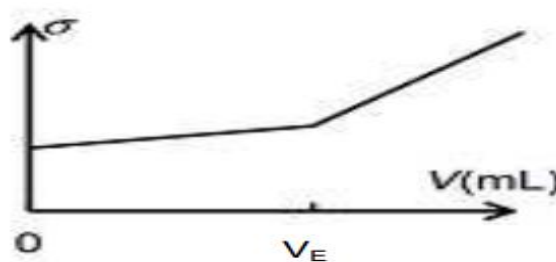
On prélève un volume  $V_A = 20,0$  mL de la solution aqueuse SA que l'on titre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ ). Réaction du dosage :  $\text{HA}_{(\text{aq})} + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{A}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ . Expression de la conductivité de la solution :  $\sigma = \lambda_{(\text{Na}^+)} \times [\text{Na}^+] + \lambda_{(\text{OH}^-)} \times [\text{OH}^-] + \lambda_{(\text{A}^-)} \times [\text{A}^-]$

2.1. Rédiger le protocole de préparation de la solution aqueuse  $S_A$ .

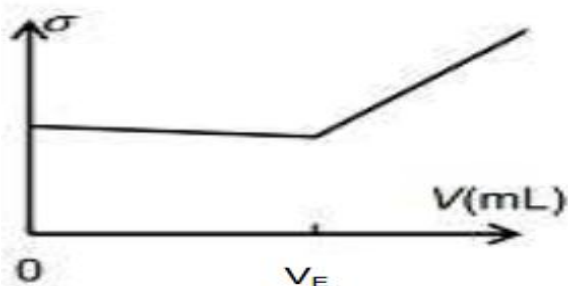
2.3. Au laboratoire, on dispose d'une solution aqueuse étalonée d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $A$  l'équivalence le volume versé est  $V_E$ . Parmi les quatre graphiques suivants, lequel représente l'allure de l'évolution de la conductivité  $\sigma$  du mélange en fonction du volume  $V$  de solution d'hydroxyde de sodium versé lors de ce titrage ? Justifier.



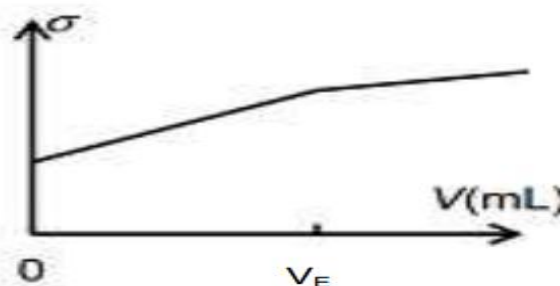
Représentation 1



Représentation 2



Représentation 3



Représentation 4