

I. Détection et habitabilité d'une exoplanète**1. Illustration du principe de détection par vélocimétrie**

1.1. La vitesse de déplacement v du système {étoile-planète} par rapport à la Terre est donnée par la relation :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \text{ soit, avec } \Delta\lambda = \lambda - \lambda_{\text{mesurée}}, \text{ on obtient } v = c \times \frac{\lambda - \lambda_{\text{mesurée}}}{\lambda}$$

Or c et $\lambda = 658,2 \text{ nm}$ sont des constantes donc v dépend du décalage spectral $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_{\text{mesurée}}$.

Pour tracer le graphe du document 2, les chercheurs ont suivi la démarche suivante :

- Ils ont enregistré le spectre de raies de l'étoile au cours de plusieurs nuits ;
- Ils ont mesuré le décalage spectral $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_{\text{mesurée}}$ entre la longueur d'onde mesurée $\lambda_{\text{mesurée}}$ et la longueur d'onde de référence $\lambda = 658,2 \text{ nm}$;
- Ils en ont déduit la vitesse v du système {étoile-planète}.

1.2. Soit T la période de révolution de l'étoile autour du centre de gravité G du système.

En $2454310 - 2454300 = 10$ jours on mesure $4,5.T$ soit :

$$4,5T = 10 \Leftrightarrow T = \frac{10}{4,5} = 2,22 \text{ jours soit } T = 2,22 \times 24 \times 3600 \text{ s} = \mathbf{1,9 \times 10^5 \text{ s}}$$

L'exoplanète possède la même période de révolution que l'étoile comme l'indique le document 1.

1.3. Le graphe du doc.2 étant **une sinusoïde**, la trajectoire de la planète autour du centre de gravité G est **un cercle**.

1.4. 2^{ème} loi de Kepler : « Le rayon vecteur étoile-exoplanète, orienté de l'étoile vers l'exoplanète, balaye des **surfaces égales** pendant des **intervalles de temps égaux** ».

1.5. Ainsi, pendant la même durée Δt , les longueurs L_1 et L_2 parcourues par l'exoplanète sont égales. Par

conséquent, les vitesses $v_1 = \frac{L_1}{\Delta t}$ et $v_2 = \frac{L_2}{\Delta t}$ sont égales. Le mouvement de l'exoplanète est donc **uniforme**.

2. Habitabilité de l'exoplanète du système HD 189733

2.1. La seule force qui s'exerce sur l'exoplanète est la force d'interaction gravitationnelle \vec{F} engendrée par son étoile. Comme la trajectoire l'exoplanète est circulaire, la force d'interaction \vec{F} est portée par le rayon du cercle de l'orbite, car la droite d'action de cette force passe par le centre de l'étoile.

Donc, d'après la deuxième loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a} \text{ (la masse est constante). Soit } \Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m (a_N \vec{n} + a_T \vec{t}) = m a_N \vec{n} + m a_T \vec{t}$$

$$\vec{F} = F \vec{n} = m a_N \vec{n} \text{ soit } F = m a_N \text{ avec } a_N = \frac{v^2}{R} \text{ et } F = G \times \frac{m \times M}{R^2}$$

$$G \times \frac{m \times M}{R^2} = \frac{v^2}{R} \text{ soit } v^2 = \frac{G \times M}{R} \text{ d'où } v = \sqrt{\frac{G \times M}{R}}$$

2.2. Le carré de la période de révolution est proportionnelle au cube du rayon de la trajectoire circulaire.

$$\text{Soit } T^2 = k \times R^3.$$

2.3. Pendant une période T , l'exoplanète parcourt son orbite de longueur $2\pi R$ à la vitesse v autour de l'étoile

$$\text{donc : } v = \frac{2\pi R}{T} \text{ soit } T = \frac{2\pi R}{v} \text{ donc } T^2 = \frac{4\pi^2 R^2}{v^2} \text{ or } v^2 = \frac{G \times M}{R} \text{ donc } T^2 = 4\pi^2 R^2 \times \frac{R}{G \times M}$$

$$\text{La 3^{ème} loi de Kepler peut s'écrire : } \frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{G \times M}$$

$$2.4. R^3 = \frac{G \times M \times T^2}{4\pi^2} \text{ donc } R = \left(\frac{G \times M \times T^2}{4\pi^2} \right)^{1/3}$$

$$R = \left(\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 0,82 \times 1,989 \times 10^{30} \times (1,92 \times 10^5)^2}{4\pi^2} \right)^{1/3} = \mathbf{4,7 \times 10^9 \text{ m}}$$

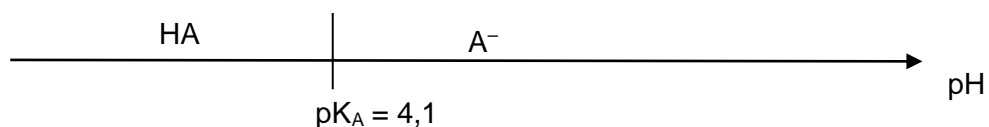
2.5. Sachant que $1 \text{ U.A.} = 1,50 \times 10^8 \text{ km} = 1,50 \times 10^{11} \text{ m}$, on a $R = 4,7 \times 10^9 / 1,50 \times 10^{11} = \mathbf{3,11 \times 10^{-2} \text{ U.A.}}$

L'étoile ayant des caractéristiques similaires à celle du Soleil (doc.2), on peut penser que sa zone d'habitabilité est voisine de celle du Soleil : elle serait donc comprise entre $0,726 \text{ U.A.}$ et $1,52 \text{ U.A.}$ Comme R n'appartient pas à cet intervalle, l'exoplanète n'est pas dans la zone d'habitabilité de l'étoile HD 189733, elle recevrait trop de puissance par mètre carré.

II. La vitamine C

1. Étude de la molécule de l'acide ascorbique

- 1.1. Le groupe caractéristique (a) est un ester ;
Le groupe caractéristique (b) est un hydroxyle.
- 1.2. Ils existent deux atomes de carbone asymétriques
- 1.3. Les stéréoisomères n°1 et n°2 sont des diastéréoisomères de même les stéréoisomères n°1 et n°3. Les stéréoisomères n°2 et n°3 sont énantiomères.
- 1.4. L'ion ascorbate a pour formule brute $C_6H_7O_6^-$. Sa formule semi-développée est ci-contre.
- 1.5. Diagramme de prédominance du couple AH/A⁻ :



Ainsi, sur la langue ($5,5 < \text{pH} < 6,1$), c'est l'ion ascorbate qui prédomine.

Dans l'estomac ($\text{pH} \approx 1,5$), c'est l'acide ascorbique qui prédomine.

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

- 2.1. Il s'agit du protocole d'une dissolution :

Dans un mortier, broyer un comprimé de vitamine C. À l'aide d'un entonnoir, verser la poudre dans une fiole jaugée de 200,0 mL. Rincer le mortier et l'entonnoir à l'eau distillée et récupérer les eaux de rinçage pour n'avoir aucune perte.

Verser de l'eau distillée jusqu'aux 2/3 du trait de jauge, boucher et agiter jusqu'à dissolution complète.

Compléter la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge. Boucher et agiter.

- 2.2. L'équation de la réaction acido-basique support de titrage est : $\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{A}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$.

- 2.3. À l'équivalence, le réactif titré HA et le réactif titrant HO⁻ ont été introduits dans les proportions

stœchiométriques de l'équation de titrage, soit : $\frac{n(\text{AH})_{\text{titré}}}{1} = \frac{n(\text{HO}^-_{(\text{aq})})_{\text{versé}}}{1}$ soit $n(\text{AH})_{\text{titré}} = C_B \times V_E$

Le volume $V = 200$ mL de solution A contient un comprimé entier d'acide ascorbique HA soit une masse

$m(\text{HA})_{\text{dissous}}$, donc le volume $V_A = 20,0$ mL = $\frac{V}{10}$ de solution titrée contient $\frac{m(\text{AH})_{\text{dissous}}}{10}$

$$m(\text{AH})_{\text{dissous}} = n(\text{AH})_{\text{titré}} \times M(\text{AH}) \times 10 = C_B \times V_E \times M(\text{AH}) \times 10$$

$$m(\text{AH})_{\text{dissous}} = 1,00 \times 10^{-2} \times 13,6 \times 10^{-3} \times 176,1 \times 10 = 0,239 \text{ g} = 239 \text{ mg.}$$

3. Vérification de la masse d'ion ascorbate dans un comprimé

- 3.1. L'ion ascorbate étant une base, on peut réaliser un titrage avec un acide fort : seul l'acide chlorhydrique peut être utilisé comme réactif titrant ici.

- 3.2. La quantité d'ion ascorbate est $n(\text{A}^-_{(\text{aq})}) = \frac{m(\text{A}^-)}{M(\text{A}^-)} = \frac{m(\text{NaA})}{M(\text{NaA})}$ soit

$$n(\text{A}^-) = \frac{285 \times 10^{-3}}{198,1} = 1,44 \times 10^{-3} \text{ mol d'ions ascorbate}$$

Dans l'estomac, l'ion ascorbate se transforme en acide ascorbique donc une mole d'ions ascorbate conduit à la formation d'une mole d'acide ascorbique : $n(\text{A}^-) = n(\text{HA})$

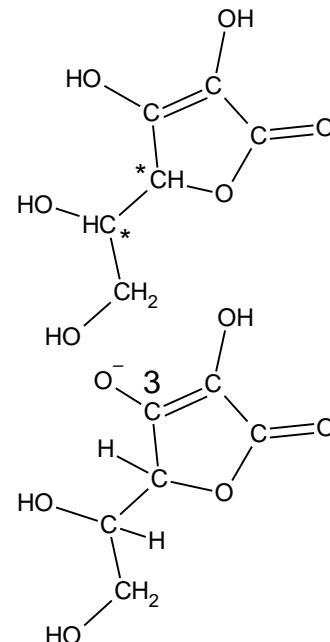
Soit une masse d'acide ascorbique $m(\text{HA}) = n(\text{A}^-) \times M(\text{HA})$

$$m(\text{AH}) = \frac{285 \times 10^{-3}}{198,1} \times 176,1 = 0,253 \text{ g} = 253 \text{ mg}$$

En rajoutant cette masse à celle de l'acide ascorbique déjà présente dans un comprimé, on arrive bien à (environ) 500 mg d'acide ascorbique.

- 3.3. Une solution tampon est un mélange équimolaire d'un acide faible et d'une base faible. Le pH d'une solution tampon varie très peu par ajout modéré d'un acide fort ou d'une base forte ou par dilution.

- 3.4. Cette formulation de la vitamine C présente l'avantage d'être moins acide donc moins agressive pour l'organisme qu'un comprimé contenant directement 500 mg d'acide ascorbique.



I	1.1	1	2	3	4															
	1.2	1	2	3	4															
	1.3	1	2																	
	1.4	1	2																	
	1.5	1	2																	
	2.1	1	2	3	4															
	2.2	1	2																	
	2.3	1	2																	
	2.4	1	2	3	4															CHS-U-CV
	2.5	1	2	3	4															CHS-U-CV
																			/30	
II	1.1	1	2																	
	1.2	1	2	3	4															
	1.3	1	2																	
	1.4	1	2																	
	1.5	1	2																	
	2.1	1	2	3	4															
	2.2	1	2																	
	2.3	1	2	3	4															
	3.1	1	2																	
	3.2	1	2																	CHS-U-CV
	3.3	1	2																	
	3.4	1	2																	
																				/30
Total : /60																				
<u>NOTE</u> (Total/3) :/20																				