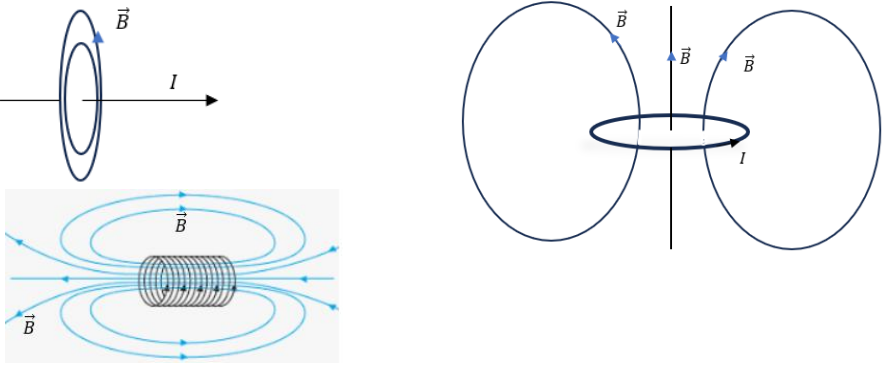
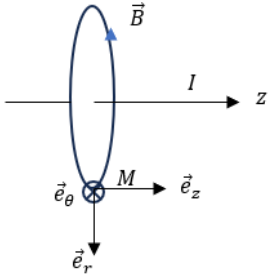
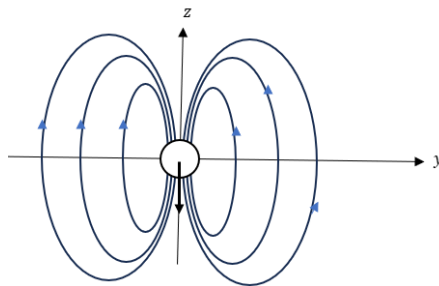
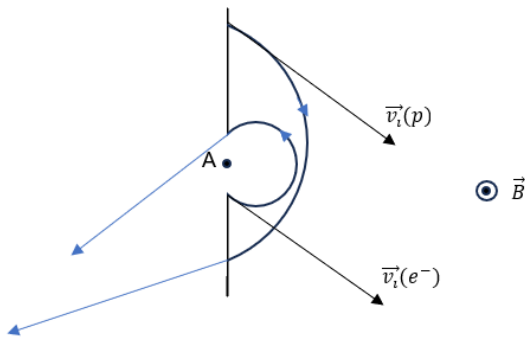


Partie 1 : Magnétisme terrestre et aurores polaires (42 points)

Q1. $\text{div} \vec{B} = 0$ (Maxwell-Thomson) $\vec{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ (Maxwell-Ampère) $\text{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ (Maxwell-Gauss) $\vec{\text{rot}} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ (Maxwell-Faraday)	1+1 1+1 1+1 1+1	
Q2. Une ligne de champ magnétique est une courbe orientée tangente à ce champ en tout point (ou $\vec{B}$ colinéaire à un déplacement élémentaire $d\vec{l}$ en tout point). 	1 1+1 1	Cohérence champ et sens du courant
Q3. Le plan $(M, \vec{e}_r, \vec{e}_z)$ est un plan de symétrie pour la distribution de courant donc $\vec{B}(M) = B(M)\vec{e}_\theta$. La translation suivant z et la rotation selon θ laisse invariante la distribution de courant donc $B(M) = B(r)$ et finalement : $\vec{B}(M) = B(r)\vec{e}_\theta$. Pour déterminer $B(r)$ on calcule la circulation de $\vec{B}(M)$ à l'aide du théorème d'Ampère en choisissant comme contour un cercle (C) passant par M de rayon r et suivant $\vec{e}_\theta$: $\oint_{(C)} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{enlacé}}$ soit $2\pi r B(r) = \mu_0 I$ d'où : $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{e}_\theta$ 	2 1 2	Symétrie-invariance Th Ampère Calcul et résultat
Q4. Pour appliquer la formule, on a : $\vec{M} = -M\vec{e}_z$, $\vec{M} \cdot \vec{e}_r = -M \cos \theta$ avec $\vec{e}_z = \cos \theta \vec{e}_r - \sin \theta \vec{e}_\theta$ d'où : $\vec{B}(P) = \frac{\mu_0}{4\pi r^3} [-3M \cos \theta \vec{e}_r + M(\cos \theta \vec{e}_r - \sin \theta \vec{e}_\theta)] =$ $\frac{-\mu_0 M}{4\pi r^3} \begin{pmatrix} 2 \cos \theta \\ \sin \theta \\ 0 \end{pmatrix}$ Au pôle Nord géographique, $\theta = 0, r = R_T$ d'où : $\vec{B}_0 = \frac{-\mu_0 M}{2\pi R_T^3} \vec{e}_r$ $M = \frac{2\pi R_T^3 B_0}{\mu_0} \simeq 8 \cdot 10^{22} \text{ A} \cdot \text{m}^2$. On retrouve la valeur de l'énoncé.	2 1 1	
Q5. j est en $\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$, R_N en m et M en $\text{A} \cdot \text{m}^2$ donc $\alpha = 1$ et $\beta = 4$	1+1	

D'où : $M \approx jR_N^4$. On déduit $j = \frac{M}{R_N^4} \approx 1 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$.	1		
Pour un fil conducteur : $j(\text{fil}) = \frac{i}{s} = 1,0 \cdot 10^4 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$.			
$j(\text{fil}) \gg j$ car le courant volumique dans le fil est réparti sur une section s très petite.	1		
Q6. Par rapport à la figure ci-contre, les lignes de champ magnétique de la figure 2 ne sont plus symétriques par rapport aux axes et sont très déformées à droite de l'axe (Oz), elles semblent même ne pas se refermer sur elles-mêmes.	2	Schéma	
	2	Les deux différences	
Q7. Au point A, $r = 6R_T$ et $\theta = \pi/2$ donc l'expression du champ magnétique de la question Q4 devient : $\vec{B}(A) = \frac{-\mu_0 M}{4\pi(6R_T)^3} \vec{e}_\theta$.	1	Angle	
$B(A) = 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ ce qui est plus faible qu'à la surface de la Terre car le champ magnétique dipolaire décroît rapidement avec r (champ en $1/r^3$).	1	Expression	
	1	Décroissance	
Q8. L'orientation des trajectoires des particules est justifiée par l'expression de la force de Lorentz : $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ Le champ $\vec{B}$ est uniforme et constant, les vitesses sont perpendiculaires au champ, on sait que la trajectoire est circulaire. La force de Lorentz, appliquée aux particules, ne travaille pas. Le mouvement des particules est donc circulaire et uniforme. L'application de la seconde loi de Newton, dans le référentiel géocentrique supposé galiléen donne : $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} = m\vec{a}$ $q \begin{pmatrix} 0 \\ R\dot{\theta} \\ 0 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ B \end{pmatrix} = m \begin{pmatrix} -R\dot{\theta}^2 \\ R\ddot{\theta} \\ 0 \end{pmatrix}$ D'où, suivant $\vec{e}_r$, pour le proton : $eR\dot{\theta}B = -m_p R\dot{\theta}^2$ Et suivant $\vec{e}_\theta$: $Rm_p\ddot{\theta} = 0$ ce qui donne $\dot{\theta} = \text{Cste} = \frac{v_i}{R}$ que l'on injecte dans la première équation : $R(\text{proton}) = \frac{m_p v_i}{eB}$ $R(\text{proton}) \simeq 52 \text{ km}$ et $R(\text{électron}) \simeq 25 \text{ m}$ Ces valeurs sont bien inférieures à $6R_T$ donc la magnétosphère est un bon « bouclier » pour la Terre.		1+1	Les 2 trajet
	1+1	Les sens	
	2	Démo	
	1	Expression	
	1+1	Valeurs	
	1	Commentaire	

Partie 2 : Ångström, Rydberg... et Bohr (28 points)

Q9. On applique le théorème du moment cinétique par rapport à O à l'électron soumis à la force de Coulomb $\vec{F}$, radiale :		
---	--	--

$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \vec{OM} \wedge \vec{F} = \vec{0}$ donc $\vec{L}_O = \vec{cste} = m\vec{r}_i \wedge \vec{v}_i = L_O \vec{e}_z$. Le mouvement reste dans le plan (xOy). La trajectoire de l'électron est circulaire, la force de Coulomb ne travaille pas. D'après le théorème de l'énergie cinétique, $\Delta E_c = 0$ donc la valeur de la vitesse est constante et le mouvement est uniforme.	2 2 2	Th et résultat Le bon plan Toute bonne démo
Q10. On applique la seconde loi de Newton à l'électron : Suivant $\vec{e}_r$, $\frac{-m_e v_n^2}{r_n} = \frac{-e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n^2}$ d'où : $v_n = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e r_n}}$.	2	expression
Q11. $E_c = \frac{1}{2} m_e v_n^2 = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r_n}$; $E_p = \frac{-e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}$ et $E_n = E_c + E_p = \frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0 r_n}$	2 2 2	expressions
Q12. Le moment cinétique est : $L_O = n\hbar = m r_n v_n$ puis : $(n\hbar)^2 = (m r_n v_n)^2$ conduit à : $r_n = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2} n^2$ donc $a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2}$ le rayon de Bohr. L'énergie $E_n = \frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0 r_n} = \frac{-m_e e^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2} \times \frac{1}{n^2} = -\frac{E_0}{n^2}$ où $E_0 = \frac{m_e e^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2}$ Les rayons des orbites de l'électron sont quantifiés, de même que les énergies. La quantification des énergies est à l'origine des spectres de raies de l'hydrogène.	2 2 2 1+1	Rayons a ₀ E ₀
Q13. $h\nu = \frac{hc}{\lambda_{p \rightarrow n}} = E_p - E_n = E_0 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$ d'où la formule de Rydberg $\frac{1}{\lambda_{p \rightarrow n}} = \frac{E_0}{hc} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$ avec $R_\infty = \frac{E_0}{hc}$.	2	expression
Q14. La longueur d'onde $\lambda = 557,7$ nm de la raie verte d'Ångström n'est pas accessible par la formule de Rydberg, donc son origine n'est pas dans le spectre de l'hydrogène. La couleur verte de certaines aurores a donc une autre origine. Le modèle de Bohr est basé sur la notion d'orbite précise de l'électron, r_n et v_n sont définis simultanément sans contrainte du modèle, la quantification du moment cinétique est une hypothèse « ad hoc ». La fonction d'onde $\psi(x, t)$ de l'électron est telle que $ \psi(x, t) ^2$ est la densité de probabilité de présence de l'électron. D'après la formule $\int \psi(x, t) ^2 dx = 1$, $\psi(x, t)$ est en $L^{-1/2}$, dimension de l'inverse d'une racine carrée de longueur.	1 1 1 1	Les 2

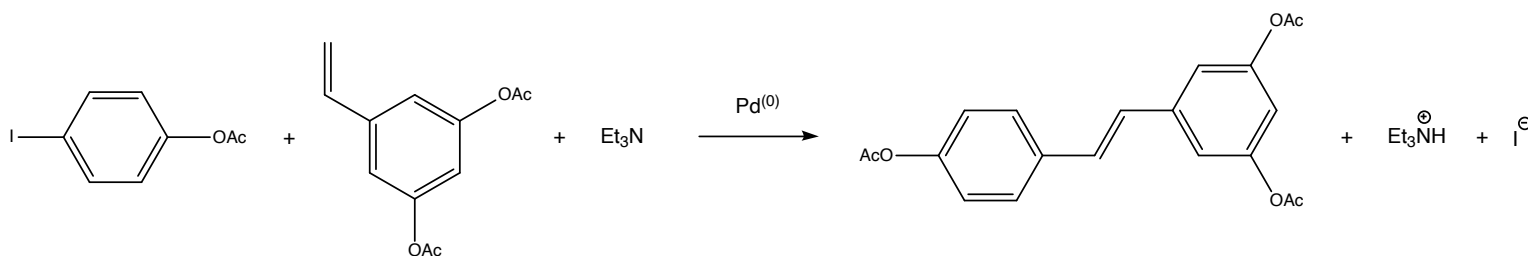
Partie 3 : Ondes de gravité dans un fjord norvégien (42 points)

Q15. $R_e = \rho \frac{\ (\vec{v} \cdot \overrightarrow{grad})\vec{v}\ }{\ \eta \vec{\Delta} \vec{v}\ } = \frac{\rho U^2 / L}{\eta U / L^2} = \frac{\rho U L}{\eta}$ En fonction de la valeur du nombre de Reynolds R_e on sait si l'écoulement est laminaire ou turbulent.	2 1	Expr et démo interprétation
Q16. Pour un écoulement parfait, $\eta \vec{\Delta} \vec{v} = \vec{0}$, l'équation de Navier-Stokes devient l'équation d'Euler : $\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \overrightarrow{grad}) \vec{v} \right) = \rho \vec{g} - \overrightarrow{grad} P$	1 2	
Q17. Avec les hypothèses de l'énoncé, il ne reste de l'équation d'Euler que : $\vec{0} = \rho \vec{g} - \overrightarrow{grad} P$. Or $P(x, z, t) = P_e(z) + p(x, z, t) = P_e(z)$ à l'équilibre, on a : $\rho \vec{g} - \overrightarrow{grad} P_e(z) = \vec{0}$. Sur l'axe (Oz) on a ainsi : $\frac{dP_e}{dz} = -\rho g$, d'où : $P_e(z) = -\rho g z + P_0$ car $P_e(0) = P_0$.	1 1 1	
Q18. $\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} \right) = \rho \vec{g} - \overrightarrow{grad} P$ (1)		

Et : $\rho \vec{g} - \overrightarrow{grad} P_e(z) = \vec{0}$ (2) (1) – (2) conduit à $\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} \right) = -\overrightarrow{grad} p$ (3) L'équation est linéaire, les grandeurs $p, \vec{v}$ et h peuvent être sinusoïdales, de même pulsation ω. L'équation (3) devient le système d'équations : $\rho j \omega \underline{\vec{v}} = - \begin{pmatrix} -jkf(z)e^{j(\omega t - kx)} \\ 0 \\ f'(z)e^{j(\omega t - kx)} \end{pmatrix}$ L'incompressibilité de l'écoulement se traduit par : $div \vec{v} = 0$ qui donne : $\left[-jk\underline{V}_x(z) + \frac{d\underline{V}_z(z)}{dz} \right] e^{j(\omega t - kx)} = 0$ soit : $-jk\underline{V}_x(z) + \frac{d\underline{V}_z(z)}{dz} = 0$ Puis : $\frac{d\underline{V}_z(z)}{dz} = jk\underline{V}_x(z)$ (4) Suivant (Ox), le système donne : $j\rho\omega\underline{V}_x(z) = jkf(z)$ soit : $\underline{V}_x(z) = \frac{k}{\rho\omega} f(z)$ (5) Suivant (Oz) : $j\rho\omega\underline{V}_z(z) = -f'(z) \Rightarrow j\rho\omega \frac{d\underline{V}_z(z)}{dz} = -f''(z)$ qui, avec (4) donne : $j\rho\omega(jk\underline{V}_x(z)) = -f''(z)$ et à l'aide de (5) : $j\rho\omega(jk \frac{k}{\rho\omega} f(z)) = -f''(z) \text{ soit : } f''(z) - k^2 f(z) = 0$	2	Calculs
	2	
	2	
	2	
	4	A répartir sur les expressions jugées correctes
Q19. La solution est de la forme : $f(z) = Ae^{kz} + Be^{-kz}$ Lorsque $z \rightarrow +\infty$ en eau profonde, $p(x, z, t)$ doit rester finie, donc $B = 0$ et on a bien $p(x, z, t) = Ae^{kz} \cos(\omega t - kx)$. Par hypothèse, $a \ll \lambda$ donc $ka = \frac{2\pi a}{\lambda} \ll 1$ d'où $e^{ka} \approx 1$. À la surface de l'eau, $z = h(x, t)$, $P(x, z, t) = P_e(z) + p(x, z, t) = P_0$ Donc : $-\rho gh(x, t) + P_0 + Ae^{kh(x,t)} \cos(\omega t - kx) = P_0$ D'où : $-\rho g a \cos(\omega t - kx) + Ae^{k a \cos(\omega t - kx)} \cos(\omega t - kx) = 0$ Qui donne : $A = \rho g a$. En Q18, la relation : $j\rho\omega\underline{V}_z(z) = -f'(z) = -kAe^{kz} = -k\rho g e^{kz}$ donne : $\underline{V}_z(z) = -\frac{k\rho g e^{kz}}{j\rho\omega}$ donc : $\underline{\vec{v}}(x, z, t) \cdot \vec{e}_z = -\frac{k\rho g e^{kz}}{j\rho\omega} e^{j(\omega t - kx)} = -\frac{1}{j\rho\omega} k\rho g e^{kz} e^{j(\omega t - kx)}$ Par identification on a : $\psi(z) = k\rho g e^{kz}$	2	Solution + Exploitation CL
	1	
	2	Démo
	2	démo
	2	expression
Q20. La relation $\underline{\vec{v}}(x, z, t) \cdot \vec{e}_z = \frac{\partial h}{\partial t}$ traduit la continuité de la composante verticale de l'interface eau/air, qui donne ici : $-\frac{1}{j\rho\omega} k\rho g e^{kh(x,t)} = a j \omega$ $h < a$ donc $e^{kh(x,t)} \approx 1$ d'où : $\omega^2 = kg \Rightarrow \omega = \sqrt{kg}$ on identifie ainsi $\beta = 1/2$. ω en $rad.s^{-1}$ et kg en $m^{-1}.m.s^{-2}$ donc la relation est homogène. C'est une relation de dispersion.	2	Continuité
	2	Calculs
	1	Expression
	1	
Q21. $v_g = \frac{d\omega}{dk} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{k}}$ et $v_\phi = \frac{\omega}{k} = \sqrt{\frac{g}{k}}$ donc ici : $v_\phi = 2v_g$.	2	Définitions
	2	Expressions
	2	Relation

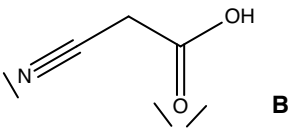
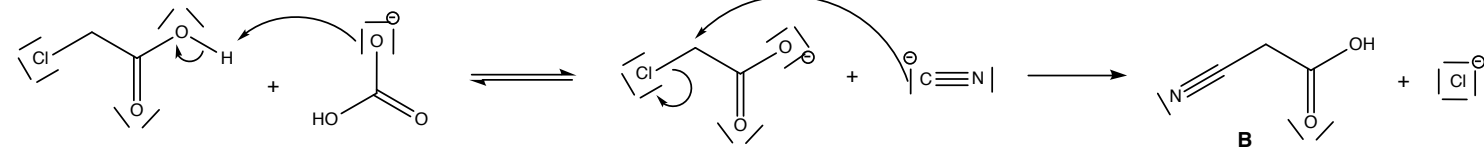
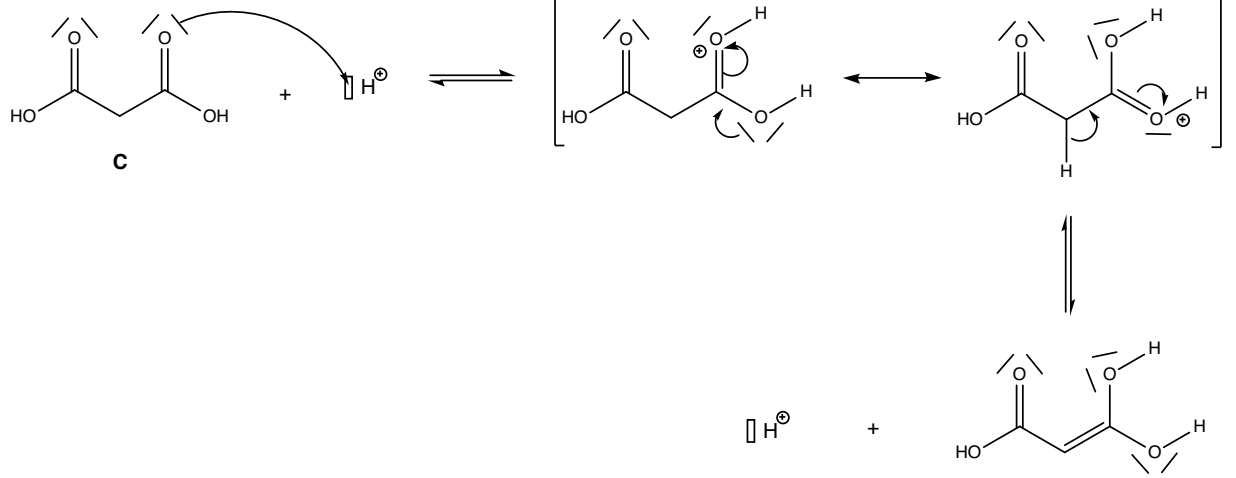
Bonus 8 points : présentation globale (2pts), lisibilité (2pts), expression écrite correcte (2pts), clarté des explications (2pts)

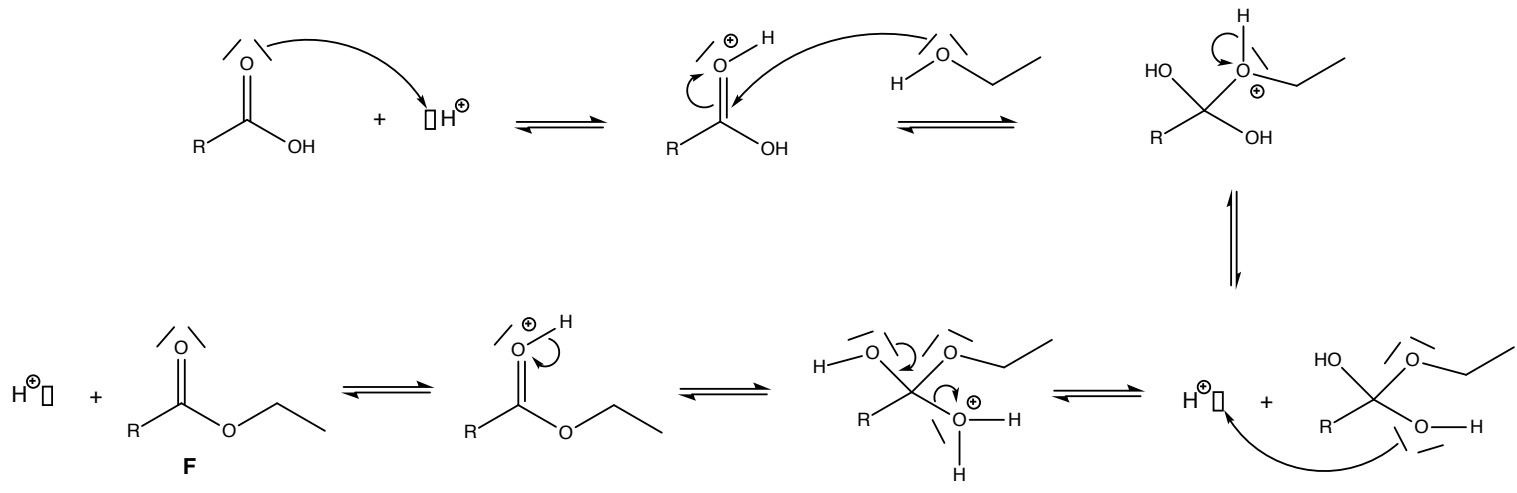
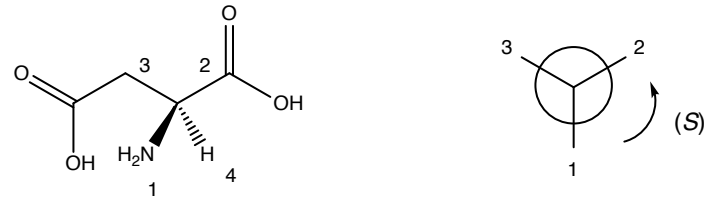
PROBLÈME 1

n°	éléments de correction	barème
22	En faisant le bilan de toutes les étapes du cycle catalytique, on obtient l'équation de réaction : 	/4 (-1 par espèce manquante, Pd(0) non attendu)
23	Le palladium est introduit au nombre d'oxydation zéro à l'étape 1 et est au nombre d'oxydation +II à la fin de l'étape 1 (car lié à deux ligands X) donc $\Delta no(\text{Pd}) = +\text{II}$.	/3 (1 pt par <i>no</i> et Δno)
24	La structure de l'intermédiaire A est la suivante : A $\text{H} - \text{Pd} - \text{I}$	/2
25	Le nom de chaque acte élémentaire est le suivant : — étape 1 : addition oxydante ; — étape 2 : association ; — étape 3 : insertion 1,2 ; — étape 4 : β-élimination ; — étape 5 : élimination réductrice	/5 (1 pt par étape)

n°	éléments de correction	barème
26	La réaction de déprotection est une saponification qui se fait en milieu aqueux basique : HO^-, H_2O et sous chauffage. Le mécanisme est le suivant :	barème /10 1 saponification 3 conditions (base, solvant, chauffage) 6 mécanisme (2 pt par étape)
27	Le volume de solution mère à prélevée pour préparer 10,0 mL de solution (S) vaut : $V_i = \frac{V_f}{F} = \frac{10,0}{10} = 1,00 \text{ mL}$	/2 tout ou rien
28	La mesure de l'absorbance de la solution analysée est réalisée à 760 nm pour deux raisons : — le complexe formé par les polyphénols et le réactif de Folin-Ciocalteu est bleu et donc absorbe aux alentours de 760 nm ; — le spectre d'absorption de différents vins rouges montre qu'aucun autre constituant usuel du vin n'absorbe à 760 nm ;	/4 2 par argument
29	On peut déterminer le coefficient directeur k de la droite modèle à partir des points A (0,01 ; 0,05) et B (0,28 ; 0,95) : $k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{0,95 - 0,05}{0,28 - 0,01} = \frac{0,9}{0,27} = \frac{10}{3} = 3,3 \text{ L} \cdot \text{g}^{-1}$ Ainsi l'équation de la droite modèle est : $A = \frac{10}{3} \cdot C$ et on peut en déduire la concentration de l'échantillon de vin analysé : $C_{\text{éch}} = \frac{3A_{\text{éch}}}{10} = \frac{3 \times 0,52}{10} = 0,16 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ Et après multiplication par le facteur de dilution du vin rouge : $C = 10C_{\text{éch}} = 1,6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	/8 3 détermination du coefficient directeur 1 équation du modèle 2 $C_{\text{éch}}$ en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 2 C en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
30	On considère qu'un vin est astringent lorsque la concentration en polyphénols est supérieure à $2,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Le vin analysé n'est donc pas astringent puisque sa concentration en polyphénols $C = 1,6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ est inférieure à cette limite.	/2
		/40

PROBLÈME 2

n°	éléments de correction	barème
31	La structure du produit B est la suivante :  Le mécanisme de formation de B est le suivant : 	/6 2 structure de B 4 mécanisme (2 pt par étape)
32	L'équilibre entre le composé C et l'énol du document 7 est appelé équilibre céto-énolique. Le mécanisme est le suivant : 	/4 2 nom 6 mécanisme (4 pts étapes + 2 pts mésomère)
33	Le dibrome est un électrophile, donc l'énol joue donc le rôle de nucléophile et interagit avec sa HO. La réaction est sous contrôle frontalier donc, d'après le modèle des OF, l'atome de carbone de la HO portant le coefficient le plus grand est responsable de la création de la nouvelle liaison, ici le carbone 4.	/4 2 émol HO 2 C4
34	Les étapes 5 et 6 sont des étapes de protection. L'étape 5 est une protection de la fonction acide carboxylique sous forme d'ester et l'étape 6 une protection de la fonction amine sous forme d'amide. L'étape 9 est ensuite une déprotection qui consiste à hydrolyser simultanément les fonctions ester et amide introduites aux étapes 5 et 6.	/4 2 protection 2 déprotection

n°	éléments de correction	barème
35	Le mécanisme de formation du composé F par estérification de Fischer est le suivant : 	/12 2 par étape
36	L'étape 6 nécessite l'utilisation d'une base pour éviter la formation d'acide chlorhydrique gazeux mais cette dernière doit être non nucléophile de sorte à éviter l'addition nucléophile sur les esters (saponification en présence de HO^-). Il est également préférable d'utiliser un chlorure d'acyle puisqu'il est un électrophile plus fort que l'acide carboxylique correspondant et évite la formation d'eau qui aurait eu pour effet de donner une réaction équilibrée. Il n'aurait pas non plus été intéressant de mélanger l'acide carboxylique et HCO_3^- qui auraient réagi l'un avec l'autre causant une réaction acido-basique parasite.	/4 2 argument base 2 argument chlorure d'acyle
37	Grâce aux règles CIP, on peut classer les substituants du carbone asymétrique par ordre de priorité et déterminer le stéréodescripteur : 	/5 2 ordre priorité 2 sens rotation 1 descripteur
38	$\frac{d[L]}{dt} = -v_1 + v_{-1} = -k_1[L] + k_{-1}[D]$	/2

39	Un racémique est un mélange contenant 50 % de chaque énantiomère. À la fin du processus de racémisation, les deux énantiomères sont présents en même proportion, d'où $t_{\infty} : [L]_{\infty} = [D]_{\infty}$.	/4 2 def racémique 2 égalité concentrations
40	À l'équilibre : $\frac{d[L]_{\infty}}{dt} = 0 = -k_1[L]_{\infty} + k_{-1}[D]_{\infty}$ or puisque $[L]_{\infty} = [D]_{\infty}$, on en déduit $k_1 = k_{-1} = k$.	/4 2 équa diff à l'équilibre 2 égalité k
41	$\frac{d[L]}{dt} = -k[L] + k[D]$ or par conservation de la matière et en supposant que l'énantiomère D n'est pas du tout présent à $t = 0 : [L]_0 = [L] + [D]$ $\frac{d[L]}{dt} = -k[L] + k([L]_0 - [L])$ $\frac{d[L]}{dt} = k[L]_0 - 2k[L] \quad (*)$ et à l'infini $[L]_{\infty} + [D]_{\infty} = [L]_0$, donc : $\boxed{\frac{d[L]}{dt} + 2k[L] = 2k[L]_{\infty}} \quad (**)$	/8 2 pt conservation de la matière 2 pt équation (*) avec k et $[L]_0$ 2 pt conservation de la matière à l'infini 2 pt équation (**) avec $[L]_{\infty}$
42	Le modèle est bien compatible avec un ordre partiel égal à 1 par rapport à l'acide aspartique car les points sont équitablement répartis autour de la droite modèle. On peut en déduire la valeur de la constante cinétique k_{65}. D'après l'expression générale de la droite modèle, le coefficient directeur est égal à $2k$, d'où : $k_{65} = \frac{2,18 \cdot 10^{-4}}{2} = 1,09 \cdot 10^{-4} \text{ h}^{-1}$	/6 2 pt validation de l'ordre 1 2 pt expression de k_{65} 2 pt AN + unité
43	En reprenant la solution de l'équation différentielle : $\ln\left(\frac{1-r}{1+r}\right) = \ln\left(\frac{1-r_0}{1+r_0}\right) - 2kt \quad \Leftrightarrow \quad t = \frac{1}{2k} \left(\ln\left(\frac{1-r_0}{1+r_0}\right) - \ln\left(\frac{1-r}{1+r}\right) \right)$ avec $r = 0,99$; $\ln\left(\frac{1-r_0}{1+r_0}\right) = -6,21 \cdot 10^{-2}$ et $2k = 2,18 \cdot 10^{-4} \text{ h}^{-1}$: $t = \frac{1}{2,18 \cdot 10^{-4}} \left(-6,21 \cdot 10^{-2} - \ln\left(\frac{1-0,99}{1+0,99}\right) \right)$ On peut lire graphiquement sur l'annexe que : $\ln(0,01) = -4,6$ et $\ln(1,99) = 0,7$, d'où $t = \frac{1}{2,18 \cdot 10^{-4}} (-6,21 \cdot 10^{-2} + 4,6 - 0,7) \approx 2,5 \cdot 10^4 \text{ h} \text{ soit environ 3 ans}$	/8 2 isolement de t 3 identification des données du modèle $2k$, r, ordonnée à l'origine (1 par donnée) 3 AN
		/71