Exercice n°2 CPGE Mesure de vitesse de rotation par méthode optique	Note totale sur **13,5 points**

Question	Corrigé	Barème
I.1. Différence des longueurs de parcours : calcul de ΔL **/ 4 pts**	$L_1 = 2\pi R - R\Omega\Delta t_1$ avec $\Delta t_1 = \frac{L_1}{c}$ => $L_1 = \frac{2\pi R}{1+\frac{R\Omega}{c}}$ $L_2 = 2\pi R + R\Omega\Delta t_2$ avec $\Delta t_2 = \frac{L_2}{c}$ => $L_2 = \frac{2\pi R}{1-\frac{R\Omega}{c}}$ ***1ère méthode*** En se limitant au premier ordre en $\frac{\Omega R}{c}$: $L_1 = 2\pi R\,(1-\frac{\Omega R}{c})$ et $L_2 = 2\pi R\,(1+\frac{\Omega R}{c})$ => $\Delta L = \frac{4\pi R^2}{c}\Omega = \frac{4S}{c}\Omega$ où $S = \pi R^2$ est la surface de l'interféromètre. ***2ème méthode*** $\Delta L = L_2 - L_1 = 2\pi R\,(\frac{1}{1-\frac{R\Omega}{c}} - \frac{1}{1+\frac{R\Omega}{c}}) = 2\pi R\,(\frac{\frac{2R\Omega}{c}}{1-(\frac{R\Omega}{c})^2})$ En se limitant au premier ordre en $\frac{\Omega R}{c}$: $\Delta L = \frac{4\pi R^2}{c}\Omega = \frac{4S}{c}\Omega$ où $S = \pi R^2$ est la surface de l'interféromètre. ***3ème méthode …***	**4 points** *Si la structure du raisonnement est la même que celle du corrigé :* *2 pts pour expressions de L_1 et L_2* *2 pts pour calcul de ΔL (toutes les méthodes correctes sont acceptées)* *Sinon, ok pour autre raisonnement si correct.* *Puisque le résultat attendu est donné, attention aux étapes non-justifiées.*
I.2. Déphasage Δϕ **/ 0.5 pts**	$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta L = Cste * \Omega$ avec $Cste = \frac{8\pi S}{\lambda c}$	**0.5 points**

Question	Corrigé	Barème
I.3.1 Expression des signaux s_1 et s_2 **/ 1.5 pts**	$s_1(t) = A\cos(\omega t)$ et $s_2(t) = A\cos(\omega t + \Delta\phi)$ car le seul déphasage entre les 2 ondes est dû à la différence de marche entre elles. Complexes associés : $\underline{s_1}(t) = A\,e^{i\omega t}$ et $\underline{s_2}(t) = A\,e^{i(\omega t+\Delta\phi)}$	**1.5 points** *0.5 pts pour expressions s_1* *0.5 pts pour expressions s_2 (attention au signe du déphasage)* *0.5 pts pour complexes associés*
I.3.2. Calcul de l'intensité I **/ 3 pts**	L'intensité lumineuse mesurée par le détecteur est $I = K\left\|\underline{s_1}(t) + \underline{s_2}(t)\right\|^2$ $I = K\,A^2\,e^{i\omega t}\left(1 + e^{i\Delta\phi}\right)e^{-i\omega t}\left(1 + e^{-i\Delta\phi}\right)$ $I = K\,A^2\,(2 + e^{i\Delta\phi} + e^{-i\Delta\phi})$ $I = 2\,K\,A^2\,(1 + \cos\Delta\phi)$ Donc $I = \frac{I_{max}}{2}.(1 + \cos\Delta\phi)$ avec $I_{max} = 4\,K\,A^2$	**3 points** *2.5 pts pour calcul* *0.5 pts pour expression de K*
II.1. Intérêt fibre multitour **/ 0.5 pts**	La surface de l'interféromètre devient $S = N\pi R^2$. Le déphasage $\Delta\phi$ est alors multiplié par N donc plus facilement mesurable (amélioration de la sensibilité du gyromètre).	**0.5 points**
II.2.a. Orientation de l'interféromètre **/ 0.5 pts**	• Déphasage maximal pour surface de l'interféromètre perpendiculaire à l'axe de rotation propre de la Terre. • Déphasage minimal pour axe central de l'interféromètre perpendiculaire à celui de la rotation propre de la Terre.	**0.5 points** *0.25 pts pour orientation $\Delta\phi$ max* *0.25 pts pour orientation $\Delta\phi$ min*
II.2.b. Valeur de Ω_T **/ 0.5 pts**	Avec jour solaire : La Terre tourne sur elle-même en 24h = = $86400\ s$ ⇨ $\Omega_T = 7{,}272\ 10^{-5}\ rad \cdot s^{-1}$ avec une précision relative de 10^{-3} Avec jour sidéral : La Terre tourne sur elle-même en 86164 s ⇨ $d\Omega_T = 7{,}292\ 10^{-5}\ rad \cdot s^{-1}$ avec une précision relative de 10^{-3}	**0.5 points** *- 0.25 pts si nombre de chiffres significatifs incorrect* *- 0.25 pts si calcul avec jour solaire sans mentionner le fait que la période propre de rotation de la Terre est en réalité plus petite (jour sidéral).*

Question	Corrigé	Barème
II.2. Rotation propre de la Terre : déphasage attendu **/ 2.5 pts**	La surface effective de la fibre est $S = N\pi R^2 = \frac{LR}{2}$ La composante de $\vec{\Omega}_T$ selon la verticale locale est $\Omega_T \ sin\varphi$ avec $\varphi = 48° \ 50' \ 11{,}2''$ la latitude du lieu $\varphi = \left(48 + \frac{50}{60} + \frac{11{,}2}{3600}\right) = 48{,}83644 \ °$ ⇨ $\Delta\phi = \frac{4\pi LR}{\lambda c} \ \Omega_T \ sin\varphi = 3{,}2 \ 10^{-4} \ rad = 0{,}019 \ °$	**2.5 points** *0.5 pts pour prise en compte et calcul correct de N (N=$\frac{L}{2\pi R}$)* *0.5 pts pour projection correcte avec $sin\varphi$* *0.5 pts calcul exact de la valeur de φ* *0.5 pts pour valeur finale de $\Delta\phi$* *0.25 pts pour bon nombre de chiffres significatifs (on attend $\Delta\phi$ avec 2 chiffres significatifs car L et R donnés avec 2 chiffres significatifs).* *0.25 pts unité finale correcte (degrés ou radian)*
III. Navigation avionique **/ 0.5 pts**	La détermination complète d'une vitesse de rotation dans l'espace à 3 dimensions nécessite des mesures selon 3 axes formant un repère orthogonal (axes perpendiculaires les uns aux autres).	**0.5 pts**