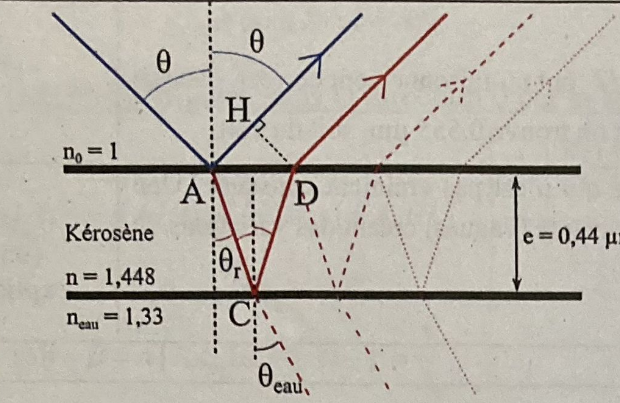
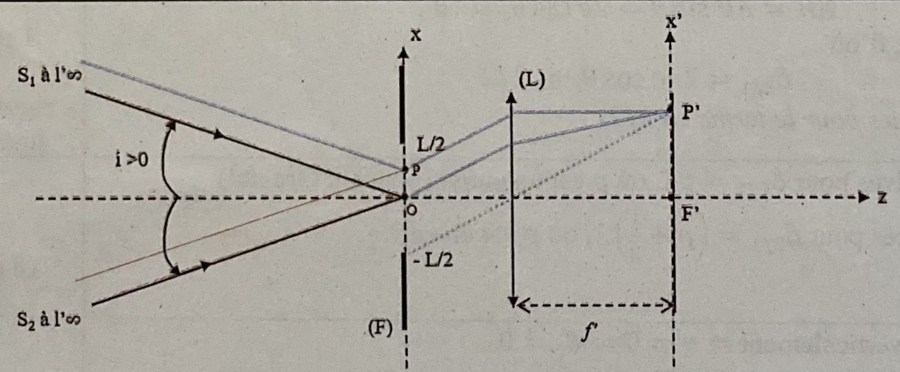
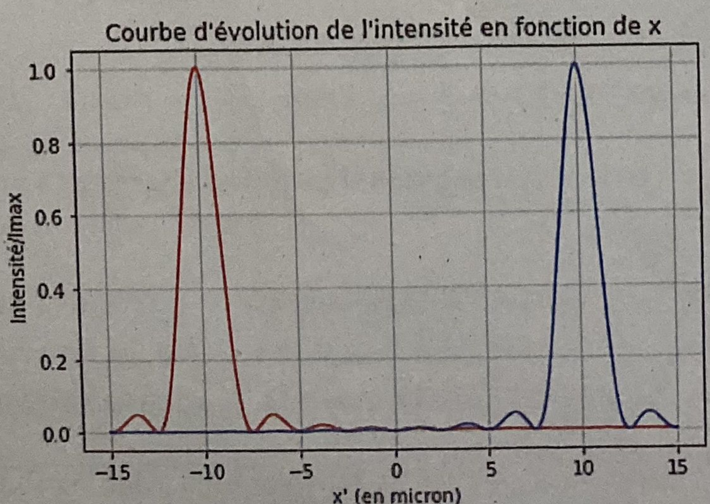
Physique : Interrogation n°4 – corrigé – barème

	Exercice 1 : Nappes d'hydrocarbures dans le bassin d'Arcachon	10 pts (0.5 bonus)
1		1.5 (1 pt pour les 2 premiers rayons avec tous les rayons, 0.5 pour le tracé des rayons suivants) 0 pour tout tracé aberrant
2	Conditions réunies car ondes **issues d'une même source** ponctuelle (soleil à l'infini) : les deux ondes qui interfèrent sont donc **cohérentes** (synchrones ou déphasage constant et ont la même fréquence). Bonus : L'épaisseur (et donc la différence de marche) est petite➔ on peut supposer que la longueur de cohérence est supérieure à la différence de marche : **ondes cohérentes.**	0.25+0.25 (+0.5 bonus)
3	$$\delta_{2/1} = n(AC + CD) - n_0 AH \pm \frac{\lambda}{2}$$ **Le terme en $\lambda/2$ provient de $n > n_0$, induisant un déphasage de π pour le 1er rayon** $$AC + CD = 2e/\cos\theta_r$$ $$AH = AD\sin\theta = 2e\tan\theta_r\sin\theta$$ Or $n_0\sin\theta = n\sin\theta_r$, d'où $$\delta_{2/1} = 2ne\cos\theta_r \pm \lambda/2$$ *(accepter les deux signes pour le terme en $\lambda/2$)*	0.5 pour prise en compte de AC, CD et AH 0.5 pour $\lambda/2$ (0.25 si pas justifié) 1 pour démo géom. rigoureusement juste (sinon 0)
4	Interférences constructives pour $\delta_{2/1} = p\lambda$, où p est un entier (pouvant être nul) Interférences destructives pour $\delta_{2/1} = \left(p + \frac{1}{2}\right)\lambda$, où p est un entier	0.5 0.5 (0 pour toute erreur)
5	La nappe est observée verticalement $\Rightarrow \theta = 0 \Rightarrow \theta_r = 0$ D'où $\delta_{2/1} = 2ne - \lambda/2$ Les couleurs observées avec I_{max} sont celles pour lesquelles il existe un entier p tel que $$\lambda_{max} = \frac{4ne}{2p+1}$$ *(Rmq : si on prend $\delta_{2/1} = 2ne + \lambda/2$, on obtient $\lambda_{max} = 4ne/(2p'-1)$, ordre $p' = p+1$)* Calculs pour p=0 ; p=1 ; p=2 et p=3 Seul p=2 donne une longueur d'onde dans le domaine visible, avec $\lambda_{max} = 0.506$ µm => couleur verte Rq : Comptez juste UNIQUEMENT si les étudiant ayant oublié $\lambda/2$ ont un raisonnemennt correct (i.e. correct avec 3)), dans ce cas, $\lambda_{max} = \frac{2ne}{p}$, soit 1.274 µm, il faut p=2, ou p=3, donc on a alors 0,637µm et 0,424µm (bleu et rouge orangé, donc un peu violet)	0.5 1 0.5 0.5
6	Pour $\theta = 45°$, $\theta_r = \arcsin(n_0\sin\theta/n) = 29.23°$ Les couleurs visibles avec une intensité maximales sont telles que	0.5

	$$\lambda_{max} = \frac{4ne\cos\theta_r}{2p+1}$$ Calculs pour p=0 ; p=1 ; p=2 et p=3. p=1 et p=2 sont dans le visible, resp. 0,445 µm et 0.741 µm =>mélange de couleurs bleu et rouge foncé (soit du rose/magenta comme sur la photo du sujet) Rq : Comptez juste si les étudiants ayant oublié $\lambda/2$ ont un raisonnement correct, dans ce cas, $\lambda_{max} = \frac{2ne\cos\theta_r}{p}$,soit 1,11 µm, il faut p=2, et on trouve 0.555 µm, soit du vert	0.5+0.5 0.5
7	Les irisations sont dues à l'épaisseur de la nappe qui n'est pas vraiment constante. Une autre explication peut être la surface de la mer mouvante (vagues) créant des variations de l'angles d'observation	0.5 (une des explications)

Exercice 2 : Diffraction dans un télescope - Apodisation		**10 pts (1.75bonus)**
1	• S_1 et S_2 sont deux sources <u>incohérentes</u> • Chaque source produit, dans le plan focal image de (L), <u>sa figure de diffraction à l'infini</u> composée <u>d'une succession de taches lumineuses alignées le long de l'axe F'_x</u> • <u>La tâche centrale de chaque source est placée au niveau de l'image géométrique</u> et est <u>plus lumineuse</u> et <u>deux fois plus large que les taches latérales</u> (maxima secondaires) • Maxima d'intensité au niveau de : - l'image géométrique de S_1 (y' =0 et x'≈ -εf'/2) - l'image géométrique de S_2 (y' =0 et x' ≈ εf'/2) • On en déduit alors : $\varepsilon = 4\times10^{-5}$	0,25 0,25 0,25 Bonus : 0,25+0,25+0,25 0,25 0,25 0,5
2		1 (0 pour toute erreur de tracé)
3	δ = [SPP'] – [SOP'] = - n_0. (xsin(i) + xsinθ) Vu que n_0 = 1, on peut aussi écrire : δ = - (xsin(i) + xsinθ) (accepter cette expression si elle est justifiée par n_0 = 1). On prendra cette expression dans la suite pour alléger. Pour S_1 , i = ε/2 Pour S_2 , i = -ε/2	0,75 (0.25 sans n_0 ou si son absence non justifiée, 0 si pb de signe, et θ doit être cohérent avec la figure de la Q2) 0,25 0,25
4	<u>Amplitude diffractée dans la direction θ par la source S_j</u> : $$\underline{A}_j(\theta) = K' e^{j(\omega t - kr_0 - \varphi(O))} \int_{x=-\frac{L}{2}}^{x=\frac{L}{2}} A_{0j}.e^{-j\frac{2\pi\delta}{\lambda_0}} H dx$$ avec $\delta = -x.(\sin i + \sin\theta) \approx -x.i - x.\theta$ (Accepter expression avec intégrale double sur les variables x et y et dΣ = dx.dy)	0,25 (Hdx)+ 0,25 (bornes) 0,5 (approx.)

	$\underline{A}_j(\theta) = KA_{0j}HLe^{j(\omega t - kr_0 - \varphi(O))} \times \dfrac{\sin\left[\dfrac{\pi(i+\theta)L}{\lambda_0}\right]}{\dfrac{\pi(i+\theta)L}{\lambda_0}}$	1 (-0,5 par erreur)
	Pour S_1 : $i = \varepsilon/2$ et pour S_2 : $i = -\varepsilon/2$	0,25
	<u>Intensité diffractée dans la direction θ par la source S_j</u> :	
	$I_j(\theta) = \alpha \underline{A}_j(\theta).\underline{A}_j^*(\theta) = \alpha\left(KA_{0j}HL\right)^2 \times \left[\dfrac{\sin\left[\dfrac{\pi(i+\theta)L}{\lambda_0}\right]}{\dfrac{\pi(i+\theta)L}{\lambda_0}}\right]^2 = \beta \times \left[\dfrac{\sin\left[\pi\gamma(i+\theta)\right]}{\pi\gamma(i+\theta)}\right]^2$	0,5
	soit $\beta = \alpha\left(KA_{0j}HL\right)^2$ et $\gamma = \dfrac{L}{\lambda_0}$	0,5+0,25
	NB : α est le facteur de proportionnalité qui intervient dans l'expression de l'intensité mais que l'on omet souvent. Ne pas pénaliser s'il n'est pas pris en compte	
	Avec : $\theta \approx \dfrac{x'}{f}$, on obtient :	0,25
	$I_j(\theta) = \alpha \underline{A}_j(\theta).\underline{A}_j(\theta) = \alpha\left(KA_{0j}HL\right)^2 \times \left[\dfrac{\sin\left[\dfrac{\pi\left(i+\dfrac{x'}{f}\right)L}{\lambda}\right]}{\dfrac{\pi\left(i+\dfrac{x'}{f}\right)L}{\lambda}}\right]^2$	0,25
5	a) <u>Pour l'étoile S_1</u> :	
	Dessin correct	0,25
	Allure correcte (pic central plus grand que pic secondaire)	0,25
	Pic central en $x' = -f'\varepsilon/2 = -10$ µm	0,25 +0,25
	Premier minimum en $x' = -f'\varepsilon/2 \pm f' \times \lambda/L = -10 \pm 2,5$ µm	
	<u>Pour l'étoile S_2</u> :	
	Allure correcte (pic central plus grand que pic secondaire)	0,25
	Pic central en $x' = f'\varepsilon/2 = 10$ µm ,	0,25
	Premier minimum en $x' = f'\varepsilon/2 \pm f' \times \lambda/L = 10 \pm 2,5$ µm	0,25 +0,25
		
	Rq : souvent les étudiants ont tracé sur deux figures différentes : ne pas pénaliser	

	b) Critère : à la limite de résolution, le maximum d'une étoile doit correspondre au 1er minimum de l'autre étoile : $\Rightarrow f'\varepsilon/2 = -f'\varepsilon/2 + f'\lambda/L$ $\Rightarrow \varepsilon_{min} = \lambda/L = 5.10^{-6}$ rad	Bonus : 0,5 0,25 + 0,25