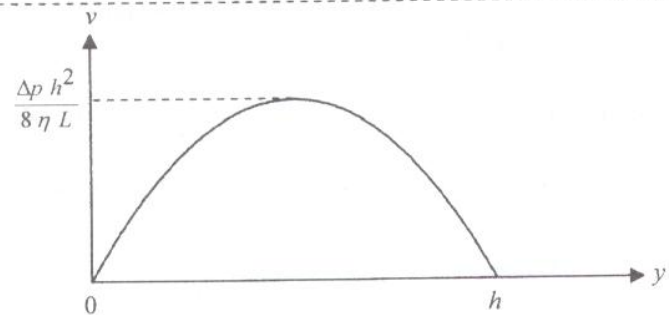




	$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t}$ : accélération locale de la particule fluide.	0,5
	$(\vec{v} \cdot \overrightarrow{grad}) \vec{v}$ : accélération convective de la particule fluide	0,5
	$\vec{f}_v$ : résultante des forces volumiques à distance	0,5
	$-\overrightarrow{grad} p$ : résultante des forces volumiques de pression	0,5
	$\eta \Delta \vec{v}$ : résultante des forces volumiques de viscosité	0,5
5-2)	Ecoulement permanent $\Rightarrow \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = \vec{0}$ ; $\vec{v} = v(y) \vec{u}_x \Rightarrow (\vec{v} \cdot \overrightarrow{grad}) \vec{v} = \vec{0}$ et on néglige l'effet de la pesanteur $\Rightarrow \vec{f}_v = \vec{0}$ donc l'équation de Navier-Stokes s'écrit : $-\overrightarrow{grad} p + \eta \Delta \vec{v} = \vec{0}$	0,5
6-1)	La projection de l'équation de Navier-Stokes donne $-\frac{\partial p}{\partial x} + \eta \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = 0$ ; $\frac{\partial p}{\partial y} = 0$ et $\frac{\partial p}{\partial z} = 0$ donc $p$ ne dépend que de $x \Rightarrow \frac{dp}{dx} = \eta \frac{d^2 v}{dy^2}$ <div style="margin-left: 400px;"> <math>\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{terme ne dépend que de } y}</math>  <math>\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{terme ne dépend que de } x}</math> </div> Cette équation n'existe que si $\frac{dp}{dx} = \eta \frac{d^2 v}{dy^2} = C^{te}$ $\frac{dp}{dx} = C^{te} \Rightarrow p = C^{te} x + C^{te'}$ ; $p(x=0) = p_0$ et $p(x=L) = p_0 - \Delta p$ donc $\frac{dp}{dx} = -\frac{\Delta p}{L}$ $\eta \frac{d^2 v}{dy^2} = -\frac{\Delta p}{L} \Rightarrow \frac{dv}{dy} = -\frac{\Delta p}{\eta L} y + A \Rightarrow v(y) = -\frac{\Delta p}{2 \eta L} y^2 + A y + B$	1 1 1
6-2)	Le liquide étant visqueux il adhère aux plaques donc $\vec{v}(y=0) = \vec{v}_{\text{plaque inférieure}}$ et $\vec{v}(y=h) = \vec{v}_{\text{plaque supérieure}}$ . Les plaques sont fixes $\Rightarrow \vec{v}(y=0) = \vec{v}(y=h) = \vec{0}$	0,5
	$B = 0$ et $A = \frac{\Delta p h}{2 \eta L} \Rightarrow v(y) = \frac{\Delta p}{2 \eta L} (h y - y^2)$	1
6-3)	Si $\Delta p = 0 \Rightarrow v(y) = 0$ : il faut un gradient de pression pour que le fluide s'écoule.	0,5
	Les écoulements sous gradient de pression sont appelés écoulement de Poiseuille.	0,5
6-4)	D'après le sens de l'écoulement indiqué sur la figure-1- et sachant qu'un fluide s'écoule vers les zones de basse pression on a $p(x=L) < p(x=0) \Rightarrow p_0 - \Delta p < p_0 \Rightarrow \Delta p > 0$	1
		1
7-	$D_{v0} = \iint \vec{v} \cdot d\vec{S} = \iint v(y) \vec{u}_x \cdot dy dz \vec{u}_x = \frac{\Delta p}{2 \eta L} \int_0^\ell dz \int_0^h (h y - y^2) dy = \frac{h^3 \ell}{12 \eta L} \Delta p$	1,5
8-	$D_{v0} = \bar{v} S = \bar{v} h \ell \Rightarrow \bar{v} = \frac{D_{v0}}{h \ell} = \frac{h^2}{12 \eta L} \Delta p$	1

9-	<p>Ordre de grandeur du terme convectif <math>\rho(\vec{v} \cdot \overrightarrow{grad})\vec{v}</math> est <math>\frac{\rho \text{ vitesse}^2}{\text{longueur}}</math></p> <p>Ordre de grandeur du terme visqueux <math>\eta \Delta \vec{v}</math> est <math>\frac{\eta \text{ vitesse}}{\text{longueur}^2}</math></p> <p><math>R_e = \frac{\text{terme convectif}}{\text{terme visqueux}} = \frac{\rho \text{ vitesse longueur}}{\eta}</math></p> <p>Pour l'écoulement étudié la vitesse caractéristique est <math>\bar{v}</math> et la distance caractéristique est <math>h</math> donc <math>R_e = \frac{\rho \bar{v} h}{\eta}</math></p>	2
----	---	---

## II- Moulage des liquides visqueux (6,5/100)

Q	Réponse	Barème
10-	$\Delta p = \frac{12 \eta L}{h^3 \ell} D_{v0}$ avec $D_{v0} = \frac{h \ell L}{\tau}$ donc $\Delta p = \frac{12 \eta L^2}{h^2 \tau}$	1,5
	$\Delta p = \frac{12 \cdot 200 \cdot 10^{-2}}{(0,25)^2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,08} = 48 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 48 \text{ MPa}$	1
11-	$R_e = \frac{\rho \bar{v} h}{\eta} = \frac{\rho h^3}{12 \eta^2 L} \Delta p = \frac{1400 \cdot (0,25)^3 \cdot 10^{-6} \cdot 48 \cdot 10^6}{12 \cdot (200)^2 \cdot 10^{-1}} = 0,0218$ $R_e$ est très faible donc l'écoulement est laminaire	1 0,5
12-	$h = \tilde{h} + 2e \Rightarrow \tilde{h} = h - 2e = h - 2\sqrt{a\tau} \Rightarrow \Delta p = \frac{12 \eta L^2}{\tilde{h}^2 \tau} = \frac{12 \eta L^2}{(h - 2\sqrt{a\tau})^2 \tau}$	1,5
	$\Delta p = \frac{12 \cdot 200 \cdot 10^{-2}}{(0,25 \cdot 10^{-2} - 2\sqrt{1,5 \cdot 10^{-7} \cdot 0,08})^2 \cdot 0,08} = 57,6 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 57,6 \text{ MPa}$	1

## III- Régulation de débit (8/100)

13-	La différence de potentiel $\Delta V$ est l'analogue de la différence de pression $\Delta p$ .	0,5
	L'intensité $I$ du courant électrique ç.à.d. le débit de charges électrique est l'analogue du débit du fluide $D_{v0}$ .	0,5
14-	$\Delta V = R I \Leftrightarrow \Delta p = R_H D_{v0} \Rightarrow R_H = \frac{12 \eta L}{h^3 \ell}$	1
15-1)	<p>L'écoulement étant incompressible donc on a conservation du débit volumique. Par analogie avec l'électrocinétique le dispositif est analogue à une association en série de résistance hydraulique d'où la résistance hydraulique équivalente est :</p> $R_{H_{\text{équivalente}}} = \frac{12 \eta (L-d)}{h^3 \ell} + \frac{12 \eta d}{(h-\varepsilon)^3 \ell} = \frac{12 \eta [(L-d)(h-\varepsilon)^3 + d h^3]}{h^3 \ell (h-\varepsilon)^3}$	2
15-2)	$D_{V\varepsilon} = \frac{\Delta p}{R_{H_{\text{équivalente}}}} = \frac{\ell h^3 \Delta p}{12 \eta (L-d)(h-\varepsilon)^3 + d h^3}$	1,5
15-3)	$D_{V\varepsilon} = \frac{\ell h^3 \Delta p}{12 \eta (L-d) h^3 \left(1 - \frac{\varepsilon}{h}\right)^3 + d h^3}$ , puisque $\varepsilon \ll h$ alors	

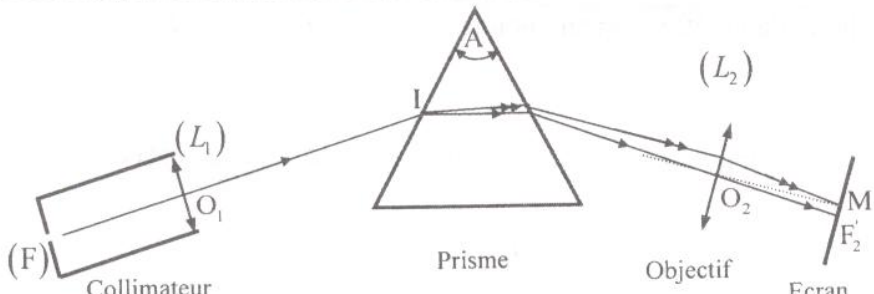


$D_{V\varepsilon} \approx \frac{\ell h^3 \Delta p}{12\eta} \frac{\left(1 - \frac{3\varepsilon}{h}\right)}{(L-d)\left(1 - \frac{3\varepsilon}{h}\right) + d} = \frac{\ell h^3 \Delta p}{12\eta} \frac{\left(1 - \frac{3\varepsilon}{h}\right)}{L\left(1 - \frac{3\varepsilon}{h} + \frac{3\varepsilon d}{Lh}\right)}$ <p>Puisque <math>\varepsilon \ll h</math> et <math>d \ll L</math> donc <math>\frac{\varepsilon d}{hL} \ll 1 \Rightarrow</math></p> $D_{V\varepsilon} \approx \frac{\ell h^3 \Delta p}{12\eta L} \left(1 - \frac{3\varepsilon}{h}\right) \left(1 - \frac{\varepsilon}{h} + \frac{\varepsilon d}{Lh}\right)^{-3} \approx \frac{\ell h^3 \Delta p}{12\eta L} \left(1 - \frac{3\varepsilon}{h}\right) \left(1 + \frac{3\varepsilon}{h} - \frac{3\varepsilon d}{Lh}\right)$ <p>A l'ordre 1 en <math>\varepsilon</math> on a <math>D_{V\varepsilon} \approx \frac{\ell h^3 \Delta p}{12\eta L} \left(1 - \frac{3\varepsilon d}{Lh}\right) = D_{V0} (1 - \alpha \varepsilon)</math> donc <math>\alpha = \frac{3d}{Lh}</math></p>	2,5
--	-----

#### IV- Ecoulement de Poiseuille plan de deux liquides non miscibles (13,5/100)

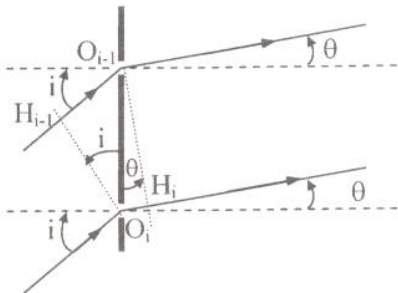
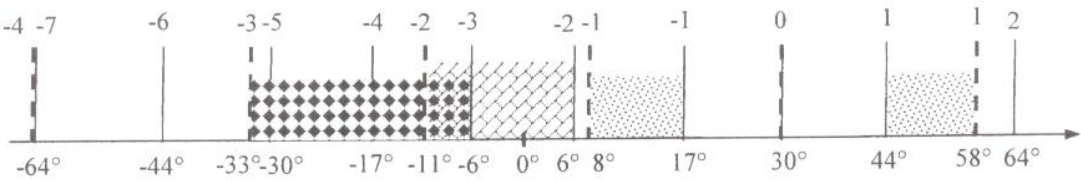
16-	$v_1(y) = -\frac{\Delta p}{2\eta_1 L} y^2 + C_1 y + C_1' \text{ et } v_2(y) = -\frac{\Delta p}{2\eta_2 L} y^2 + C_2 y + C_2'$	1
17-1)	L'eau est visqueuse elle adhère à la plaque inférieure qui est fixe donc $\vec{v}_1(y=-h)=\vec{0}$	0,5
	Le pétrole est visqueux il adhère à la plaque supérieure qui est fixe donc $\vec{v}_2(y=h)=\vec{0}$	0,5
17-2)	Les deux fluides sont visqueux donc ils adhèrent à L'interface qui est considéré comme un plan rigide donc $\left. \begin{array}{l} \vec{v}_1(y=0) = \vec{v}_{\text{interface}} \\ \vec{v}_2(y=0) = \vec{v}_{\text{interface}} \end{array} \right\} \Rightarrow \vec{v}_1(y=0) = \vec{v}_2(y=0)$	1,5
17-3)	<p>Appliquons la RFD sur un élément de l'interface de masse <math>dm = \rho_{\text{interface}} e dS</math> avec <math>e \rightarrow 0</math> on obtient <math>\rho_{\text{interface}} e dS \vec{v}_{\text{interface}} = d\vec{F}_{\text{vis1}} + d\vec{F}_{\text{vis2}} + d\vec{F}_p</math>. La pression est indépendante du fluide et elle ne dépend que de <math>x</math> donc la résultante des forces de pression est nulle <math>d\vec{F}_p = \vec{0}</math>. La force de viscosité exercée par l'eau à travers <math>dS</math> est <math>d\vec{F}_{\text{vis1}} = -\eta_1 \left(\frac{\partial v_1}{\partial y}\right)_{y=0} dS \vec{u}_x</math>. La force de viscosité exercée par le pétrole à travers <math>dS</math> est <math>d\vec{F}_{\text{vis2}} = \eta_2 \left(\frac{\partial v_2}{\partial y}\right)_{y=0} dS \vec{u}_x</math>. <math>e \rightarrow 0</math> donc la RFD donne <math>\eta_1 \left(\frac{\partial v_1}{\partial y}\right)_{y=0} = \eta_2 \left(\frac{\partial v_2}{\partial y}\right)_{y=0}</math></p>	2,5
18-	$\vec{v}_1(y=-h)=\vec{0} \Rightarrow -\frac{\Delta p}{2\eta_1 L} h^2 - C_1 h + C_1' = 0 : \text{équation (1)}$ $\vec{v}_2(y=h)=\vec{0} \Rightarrow -\frac{\Delta p}{2\eta_2 L} h^2 + C_2 h + C_2' = 0 : \text{équation (2)}$ $\vec{v}_1(y=0) = \vec{v}_2(y=0) \Rightarrow C_1' = C_2' : \text{équation (3)}$ $\eta_1 \left(\frac{\partial v_1}{\partial y}\right)_{y=0} = \eta_2 \left(\frac{\partial v_2}{\partial y}\right)_{y=0} \Rightarrow \eta_1 C_1 = \eta_2 C_2 : \text{équation (4)}$ <p>(1)-(2) avec (3) et (4) <math>\Rightarrow \frac{\Delta p}{2L} h^2 \left(\frac{1}{\eta_2} - \frac{1}{\eta_1}\right) - C_2 h \left(1 + \frac{\eta_2}{\eta_1}\right) = 0 \Rightarrow C_2 = \frac{h \Delta p}{2\eta_2 L} \left(\frac{\eta_1 - \eta_2}{\eta_1 + \eta_2}\right)</math></p> <p>L'équation (2) donne</p> $C_2' = \frac{\Delta p}{2\eta_2 L} h^2 - C_2 h \Rightarrow C_2' = \frac{h^2 \Delta p}{2\eta_2 L} \left(1 - \frac{\eta_1 - \eta_2}{\eta_1 + \eta_2}\right) = \frac{h^2 \Delta p}{(\eta_1 + \eta_2) L}$	



4-	<p>On a : <math>n = \sin\left(\frac{A+D_m}{2}\right) / \sin\left(\frac{A}{2}\right)</math></p> <p><math>\ln(n) = \ln\left(\sin\left(\frac{A+D_m}{2}\right)\right) - \ln\left(\sin\left(\frac{A}{2}\right)\right) \Rightarrow</math></p> <p><math>\frac{dn}{n} = \cotg\left(\frac{A+D_m}{2}\right) \frac{d(A+D_m)}{2} - \cotg\left(\frac{A}{2}\right) \frac{dA}{2} \Rightarrow</math></p> <p><math>\frac{dn}{n} = \frac{dA}{2} \left[ \cotg\left(\frac{A+D_m}{2}\right) - \cotg\left(\frac{A}{2}\right) \right] + \frac{dD_m}{2} \cotg\left(\frac{A+D_m}{2}\right)</math> puis</p> <p><math>\frac{\Delta n}{n} = \frac{\Delta A}{2} \left[ \cotg\left(\frac{A+D_m}{2}\right) - \cotg\left(\frac{A}{2}\right) \right] + \frac{\Delta D_m}{2} \cotg\left(\frac{A+D_m}{2}\right)</math>.</p>	2
5-	<p><math>\frac{A+D_m}{2} = 54^\circ 26' = 54,43^\circ</math> et <math>\frac{A}{2} = 30^\circ</math> d'où <math>n = 1,62681</math></p> <p><math>\frac{\Delta n}{n} = \frac{\Delta A}{2} \left[ \cotg\left(\frac{A+D_m}{2}\right) - \cotg\left(\frac{A}{2}\right) \right] + \frac{\Delta D_m}{2} \cotg\left(\frac{A+D_m}{2}\right)</math></p> <p><math>\frac{\Delta n}{n} = 1,009 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \Delta n = 1,6452 \cdot 10^{-3}</math> enfin <math>n = 1,6278 \pm 0,0016</math>.</p>	1 0,5
6-	Le spectroscope permet l'observation qualitative des différentes raies relatives au spectre de la source. Par contre le spectromètre permet la mesure des longueurs d'onde caractérisant le spectre.	1
7-	 <p><math>\lambda_2 &gt; \lambda_1 \Rightarrow n_2 &lt; n_1 \Rightarrow r_2 &gt; r_1 \Rightarrow r'_2 &lt; r'_1 \Rightarrow i'_2 &lt; i'_1</math></p> <p>Il en résulte que le deuxième rayon, de longueur d'onde <math>\lambda_2</math>, est moins dévié.</p>	1,5
8-1-	<p>Par différentiation de la relation obtenue à la question 2/,</p> <p><math>\frac{dD_m}{2} \cos\left(\frac{A+D_m}{2}\right) = dn \sin\left(\frac{A}{2}\right) \Rightarrow \frac{dD_m}{dn} = 2 \frac{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}{\cos\left(\frac{A+D_m}{2}\right)}</math>.</p>	1
8-2-	<p><math>\frac{dD_m}{d\lambda} = 2 \frac{dn}{d\lambda} \frac{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}{\cos\left(\frac{A+D_m}{2}\right)}</math>.</p>	1
9-1-	<p>On a : <math>n(\lambda) = \alpha + \frac{\beta}{\lambda^2} \Rightarrow \frac{dn}{d\lambda} = -\frac{2\beta}{\lambda^3}</math> d'où <math>dD_m = -\left(\frac{4\beta}{\lambda^3}\right) \frac{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}{\cos\left(\frac{A+D_m}{2}\right)} d\lambda</math>.</p>	1,5
9-2-	Sur le plan focal image de l'objectif, les images de la fente source relatives aux raies de longueurs d'onde $\lambda$ et $\lambda + d\lambda$ sont séparées de la distance élémentaire $dd$ :	



	$dd = f_2 dD_m \Rightarrow dd = -\left(\frac{4\beta}{\lambda^3}\right) f_2 \frac{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}{\cos\left(\frac{A+D_m}{2}\right)} d\lambda \Rightarrow$ $d = -4\beta f_2 \frac{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}{\cos\left(\frac{A+D_m}{2}\right)} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{d\lambda}{\lambda^3} \quad d = F_2' M = 2\beta f_2 \frac{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}{\cos\left(\frac{A+D_m}{2}\right)} \left(\frac{1}{\lambda_1^2} - \frac{1}{\lambda_2^2}\right).$	1
9-3-	$\underline{AN} : A = 60^\circ, D_m = 48^\circ 52', \beta = 0,0106 \mu m^2, f_2 = 100 \text{ cm}, \lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm} \Rightarrow d = 1,068 \cdot 10^{-4} \text{ m}.$	1
10-1-	<p>A la déviation minimale, <math>i = i' = i_m = \frac{(A+D_m)}{2}</math> donc, si on note <math>h</math> la hauteur d'une face, <math>\sin\left(\frac{A}{2}\right) = \frac{b}{2h}</math> et <math>\cos\left(\frac{A+D_m}{2}\right) = \frac{\ell}{h}</math> donc <math>\frac{dD_m}{d\lambda} = \frac{b}{\ell} \frac{dn}{d\lambda} = -2 \frac{b}{\ell} \frac{\beta}{\lambda^3}</math></p> <p>et <math>d = \left \frac{dn}{d\lambda}\right  \frac{b}{\ell} f_2 \Delta\lambda = -\frac{2\beta b}{\lambda^3 \ell} f_2 \Delta\lambda.</math></p>	2
10-2-1-	<p>Au minimum de déviation, <math>di + di' = 0</math> donc <math>\Delta i = \Delta i'</math> et <math>\frac{e}{f_1} = \frac{e'}{f_2} \Rightarrow e' = \frac{f_2}{f_1} e.</math></p>	1,5
10-2-2-	<p>La largeur de la fente image <math>e'</math>, qui est <math>\frac{f_2}{f_1}</math> plus large que celle de la fente source <math>e</math> relative au collimateur, doit être plus faible que la distance séparant les raies. <math>\Rightarrow d &gt; e'.</math></p>	1
10-2-3-	<p>On a : <math>d = \left \frac{dn}{d\lambda}\right  \frac{b}{\ell} f_2 \Delta\lambda</math></p> <p>A la limite de résolution, <math>\Delta\lambda = \Delta\lambda_{lim}</math> et <math>d &gt; d_{min} = e' = \frac{f_2}{f_1} e = \left \frac{dn}{d\lambda}\right  \frac{b}{\ell} f_2 \Delta\lambda_{lim}</math></p> <p><math>(\Delta\lambda)_{lim} = \left(\frac{e\ell}{b f_1}\right) \frac{1}{\left \frac{dn}{d\lambda}\right }.</math></p>	0,5  1
10-2-4-	<p>Mise à part de la qualité du prisme (faces planes, matériau homogène), celle des lentilles (faibles aberrations géométriques et chromatiques), le facteur principal qui définit <math>(\Delta\lambda)_{lim}</math>, lorsque la fente est suffisamment étroite, est la diffraction par la fente qui limite le faisceau à la sortie du prisme.</p> <p>Pour améliorer la séparation, à l'aide de ce prisme, des raies très voisines en longueurs d'onde, il faut choisir une lentille (<math>L</math>) de grande distance focale <math>f</math>. Ce qui limite cette résolution des raies voisines sont les caractéristiques du prisme : <math>b, \ell</math> et <math>\left \frac{dn}{d\lambda}\right .</math></p>	1,5
10-2-5-	<p><math>2 \frac{\ell}{b} = \frac{\cos\left(\frac{A+D_m}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}</math> donc <math>\frac{\ell e}{b f_1} = 1,16258 \cdot 10^{-4}</math>, et <math>\frac{dn}{d\lambda} = 1,03592 \cdot 10^5</math></p> <p>On obtient : <math>(\Delta\lambda)_{lim} = 1,1223 \cdot 10^{-9} \text{ m}</math> et <math>PR = \frac{\lambda}{(\Delta\lambda)_{lim}} = 525.</math></p>	1,5

11-	<p>Historiquement, les premiers réseaux de ce type ont été fabriqués par Fraunhofer en 1819 par enroulement d'un fil de cuivre sur deux tiges parallèles. Cependant, c'est en 1882 que Rowland fabriqua un très bon réseau de 5511 traits/cm sur une longueur de 15 cm environ.</p> <p>Aujourd'hui, on utilise de façon courante des copies de réseaux "originaux", obtenus sur gélatine par contact et qui donnent de très bons résultats. On utilise également des réseaux holographiques, obtenus en imprimant l'intensité diffractée par deux fentes, ce qui donne une transmittance sinusoïdale au réseau.</p>	1,5																																																							
12-1-	<p>La différence de marche entre les rayons diffractés suivant la direction <math>\theta</math> par deux fentes successives :</p> $\delta(M) = O_i H_i - O_{i-1} H_{i-1} = a \sin \theta - a \sin i$ $\Rightarrow \delta = a(\sin \theta - \sin i).$ <p>Avec <math>O_{i-1} O_i = a</math>.</p> 	2																																																							
12-2-	<p>Un maximum d'intensité diffractée à travers le réseau (maxima principaux) est obtenue lorsque <math>\varphi = 2k\pi = \frac{2\pi\delta}{\lambda} \Rightarrow \delta = k\lambda = a(\sin \theta - \sin i)</math>, dans cette situation deux rayons sont déphasés entre eux de <math>2\pi</math>, ou un multiple de <math>2\pi</math>.</p> <p>Cette condition constitue la relation fondamentale des réseaux : on observe des maxima d'intensité dans une direction <math>\theta_k</math> donnée par : <math>\sin \theta_k = k\left(\frac{\lambda}{a}\right) + \sin i</math></p>	1,5																																																							
13-1-	<p>On a <math>k \frac{\lambda}{a} = \sin \theta_k - \sin i \Rightarrow k = \frac{a}{\lambda}(\sin \theta_k - \sin i)</math>.</p> <p>L'ordre <math>k</math> est borné car <math>-1 \leq \sin \theta_k \leq 1</math>, ce qui donne <math>-\frac{a}{\lambda}(1 + \sin i) \leq k \leq \frac{a}{\lambda}(1 - \sin i)</math></p> <p>Pour <math>\lambda_b</math>, <math>\frac{a}{\lambda_b} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{0,410^{-6}} = 5</math> et sous une incidence <math>i = 30^\circ \Rightarrow -7,5 \leq k \leq 2,5</math></p> <p>Pour cette longueur d'onde, les ordres observés sont : -7, -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1 et 2</p> <p>Pour <math>\lambda_r</math>, <math>\frac{a}{\lambda_b} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{0,7 \cdot 10^{-6}} = 2,85</math> et sous une incidence <math>i = 30^\circ \Rightarrow -4,85 \leq k \leq 1,43</math></p> <p>Six ordres sont observés pour cette longueur d'onde : -4, -3, -2, -1, 0 et 1.</p>	1     1																																																							
13-2-	<table border="1"><thead><tr><th>k</th><th>- 7</th><th>- 6</th><th>- 5</th><th>- 4</th><th>- 3</th><th>- 2</th><th>- 1</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th></tr></thead><tbody><tr><td><math>\lambda_b</math> <math>\sin \theta_k</math></td><td>- 0,9</td><td>- 0,7</td><td>- 0,5</td><td>- 0,3</td><td>- 0,1</td><td>0,1</td><td>0,3</td><td>0,5</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr><tr><td><math>\lambda_b</math> <math>\theta_k</math></td><td>-64,1°</td><td>-44,4°</td><td>-30°</td><td>-17,5°</td><td>-5,7°</td><td>5,7°</td><td>17,5°</td><td>30°</td><td>44,4°</td><td>64,1°</td></tr><tr><td><math>\lambda_r</math> <math>\sin \theta_k</math></td><td></td><td></td><td></td><td>- 0,9</td><td>-0,55</td><td>- 0,2</td><td>0,15</td><td>0,5</td><td>0,85</td><td></td></tr><tr><td><math>\lambda_r</math> <math>\theta_k</math></td><td></td><td></td><td></td><td>-64,1°</td><td>-33,4°</td><td>-11,5°</td><td>8,6°</td><td>30°</td><td>58,2°</td><td></td></tr></tbody></table>  <p>Il y a recouvrement à partir des ordres -2 et -3.</p>	k	- 7	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	$\lambda_b$ $\sin \theta_k$	- 0,9	- 0,7	- 0,5	- 0,3	- 0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	$\lambda_b$ $\theta_k$	-64,1°	-44,4°	-30°	-17,5°	-5,7°	5,7°	17,5°	30°	44,4°	64,1°	$\lambda_r$ $\sin \theta_k$				- 0,9	-0,55	- 0,2	0,15	0,5	0,85		$\lambda_r$ $\theta_k$				-64,1°	-33,4°	-11,5°	8,6°	30°	58,2°		1,5       0,5
k	- 7	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2																																															
$\lambda_b$ $\sin \theta_k$	- 0,9	- 0,7	- 0,5	- 0,3	- 0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9																																															
$\lambda_b$ $\theta_k$	-64,1°	-44,4°	-30°	-17,5°	-5,7°	5,7°	17,5°	30°	44,4°	64,1°																																															
$\lambda_r$ $\sin \theta_k$				- 0,9	-0,55	- 0,2	0,15	0,5	0,85																																																
$\lambda_r$ $\theta_k$				-64,1°	-33,4°	-11,5°	8,6°	30°	58,2°																																																



14-1-	$\sin \theta_k = \sin i + \frac{k\lambda}{a}$ , pour $k$ , $\lambda$ et $a$ donnés, $\cos \theta_k d\theta_k = \cos i di$ donc $dD = d\theta_k - di = di \left( \frac{\cos i}{\cos \theta_k} - 1 \right) = 0$ si $\cos i = \cos \theta_k \Rightarrow i = \theta_k$ , cette condition est impossible si $k \neq 0$ , ce qui impose à choisir $i = -\theta_k \Rightarrow i_m = -\theta_{km}$ .	1,5
14-2-	A la déviation minimale, $D_m = \theta_{km} - i_m = 2\theta_{km} = -2i_m$ La relation fondamentale du réseau s'écrit : $2 \sin \left( \frac{D_m}{2} \right) = \frac{k\lambda}{a}$ .	1
14-3-	A l'ordre 1, $2 \sin \left( \frac{D_m}{2} \right) = \frac{\lambda}{a} \Rightarrow i_m = -\frac{D_m}{2} = -\arcsin \left( \frac{\lambda}{2a} \right)$ $\lambda = 0,5893 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ et $a = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m} \Rightarrow i_m = -8,47^\circ$ .	1,5
15-1-	Sous incidence normale $i = 0$ , la relation fondamentale du réseau s'écrit : $\sin \theta_k = \frac{k\lambda}{a}$ et $\sin(\theta_k + d\theta_k) = \sin \theta_k + d\theta_k \cos \theta_k = \frac{k(\lambda + d\lambda)}{a}$ . D'où la dispersion angulaire : $D_a = \frac{d\theta_k}{d\lambda} = \frac{k}{a \cos \theta_k}$ .	1,5
15-2-	Il s'agit d'une diffraction à l'infini ; $\tan(d\theta_k) = \frac{dX_k}{f_2} \approx d\theta_k$ ; autour d'un angle $\theta_k$ , la variation angulaire $d\theta_k$ est faible $\Rightarrow$ $\frac{dX_k}{d\lambda} = \frac{k f_2}{a \cos \theta_k}$ : dispersion linéaire du réseau.	1,5
15-3-	A l'ordre 1 ( $k=1$ ), $\frac{dX_1}{d\lambda} = \frac{f_2}{a \cos \theta_1}$ Sous incidence normale ( $i=0$ ), à l'ordre 1 la relation fondamentale du réseau s'écrit : $\sin \theta_1 = \frac{\lambda}{a} = \frac{0,5893}{2} = 0,2946$ donc $\cos \theta_1 = \sqrt{1 - \sin^2 \theta_1} = 0,9556$ et $\frac{dX_1}{d\lambda} = \frac{10^3}{2 \cdot 10^3 \cdot 0,9556} = 0,5232 \text{ mm nm}^{-1}$	1,5
16-1-	$e' = e \frac{f_2}{f_1} = 40 \cdot 10^{-6} \frac{100}{20} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 0,2 \text{ mm}$	1
16-2-	$\frac{dX_1}{d\lambda} = \frac{f_2}{a \cos \theta_1} \Rightarrow dX_1 = \frac{f_2}{a \cos \theta_1} d\lambda \Rightarrow \Delta X_1 \approx \frac{f_2}{a \cos \theta_1} \Delta \lambda$ Pour le doublet de sodium $\cos \theta_1 = \sqrt{1 - \sin^2 \theta_1} = \sqrt{1 - \left( \frac{\lambda_0}{a} \right)^2} = \sqrt{1 - \left( \frac{0,5893}{2} \right)^2} = 0,9556$ $\Delta X_{Na} = \frac{10^3}{2 \cdot 10^3 \cdot 0,9556} \cdot 0,6 \cdot 10^{-6} = 0,3134 \text{ mm} > e'$ donc le doublet du Sodium est séparé.	1  1