

Nom :

Lycée :

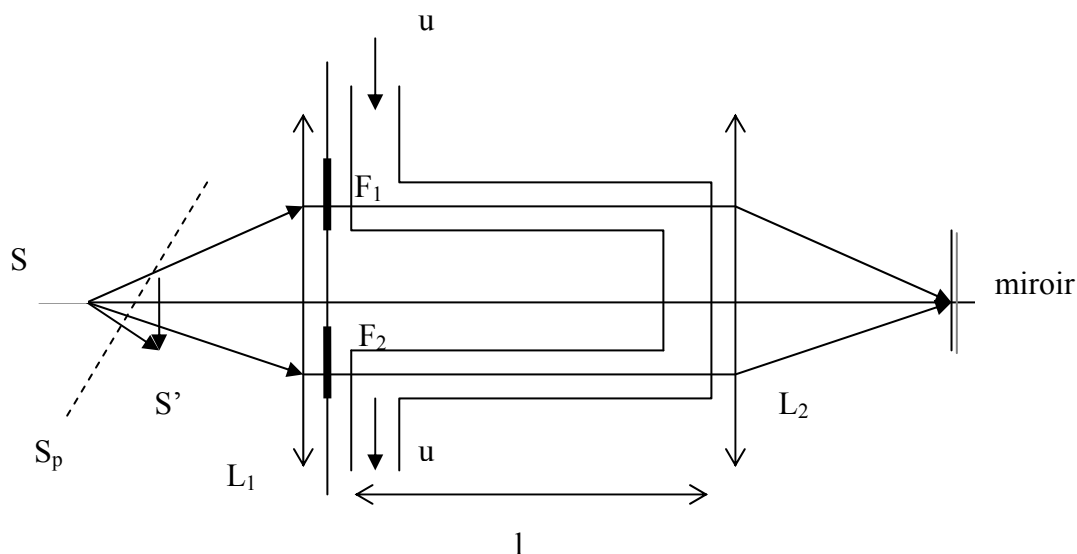
**Problème 1 : Expérience de Fizeau.**

En 1851 le physicien français Fizeau imagine une expérience destinée à mettre en évidence la loi de composition des vitesses appliquée à la lumière. A cet effet il réalise une expérience dans laquelle la lumière parcourt deux trajets de même longueur dans un liquide transparent, de telle sorte que le liquide circule en sens opposé sur les deux trajets lumineux étudiés.

Une source ponctuelle  $S$  éclaire deux fentes d'Young  $F_1$  et  $F_2$  placées devant une canalisation coudée. Ce tube, fermé par des fenêtres transparentes, contient un liquide d'indice  $n$  qu'une pompe permet d'animer d'une vitesse  $u \ll c$  par rapport au laboratoire. On considère le référentiel du laboratoire comme galiléen. Par rapport au liquide, la lumière se propage à la vitesse  $c/n$ .

La source ponctuelle  $S$  est placée au foyer objet d'une lentille  $L_1$ . Les fentes d'Young sont donc éclairées en lumière parallèle. Le faisceau issu de la fente  $F_1$  (resp.  $F_2$ ) parcourt le tube supérieur (resp. inférieur) rempli de liquide, de longueur  $l$ , puis est focalisé sur un miroir placé dans le plan focal de la lentille  $L_2$ . Celui-ci renvoie le faisceau dans le tube inférieur (resp. supérieur). Les 2 faisceaux ainsi renvoyés repassent par les fentes et la lentille  $L_1$ , et interfèrent en  $S$ .

Les deux trajets suivis par la lumière sont identiques pour des vibrations qui passent les fentes  $F_1$  ou  $F_2$ .



Dans la pratique, on utilise la réflexion sur une lame semi réfléchissante  $S_p$ , inclinée à  $45^\circ$  par rapport à la direction des rayons lumineux placée entre la source  $S$  et la lentille  $L_1$ . L'image géométrique de  $S$  dans le dispositif se trouve en  $S'$ . Cette lame permet de faire interférer les rayons lumineux dans une zone d'espace où l'on peut mettre un capteur d'enregistrement des franges.

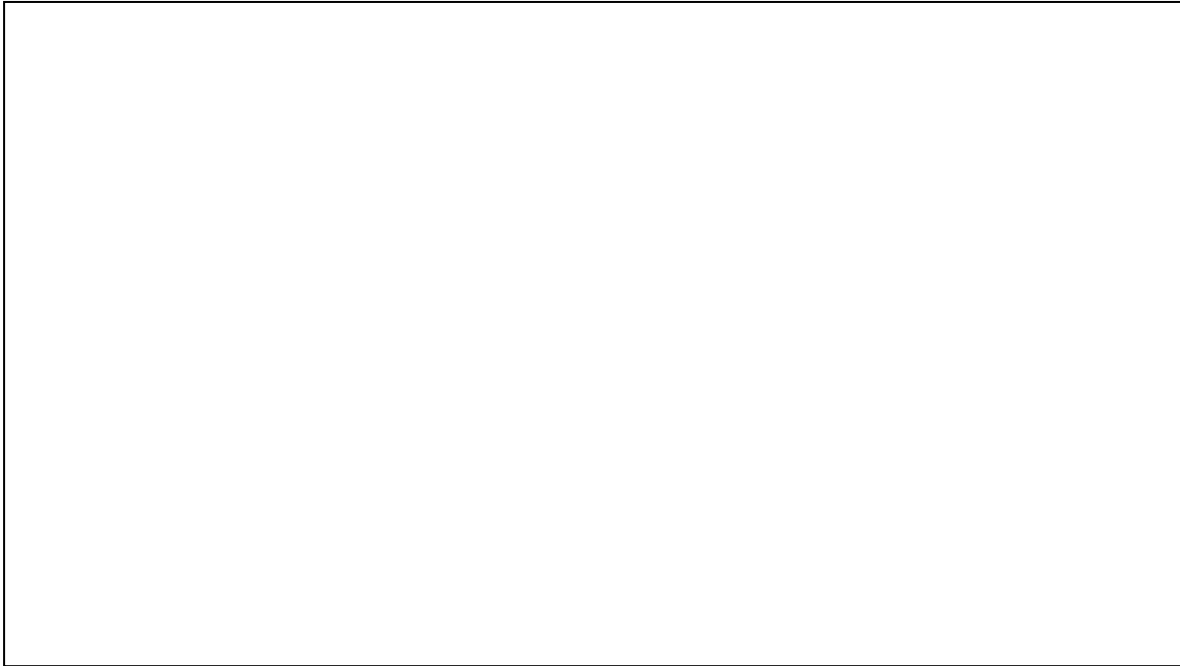
En absence de circulation du fluide, l'ordre d'interférence zéro se trouve en  $S'$ .

On fait circuler le liquide comme l'indique le schéma.

On donne  $n = 1,33$  ;  $l = 1,5\text{m}$  ;  $u = 7\text{ m/s}$  ;  $\lambda = 540\text{ nm}$

1°) Calcul classique

- a) Calculer la différence  $\Delta t$  des temps de parcours de la lumière sur ces deux trajets entre  $S$  et  $S'$  en adoptant la loi classique de composition des vitesses.



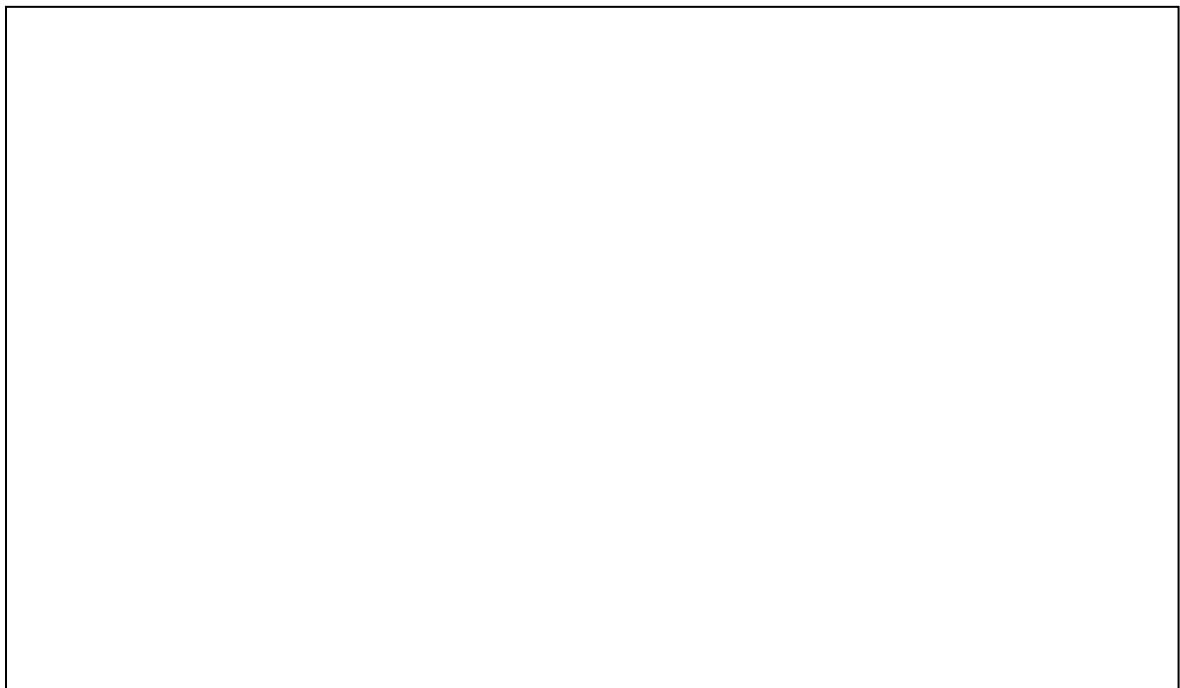
b) Calculer l'ordre d'interférence  $p$  (défini comme le rapport de la différence de marche entre les 2 parcours et de la longueur d'onde) au point  $S'$ .

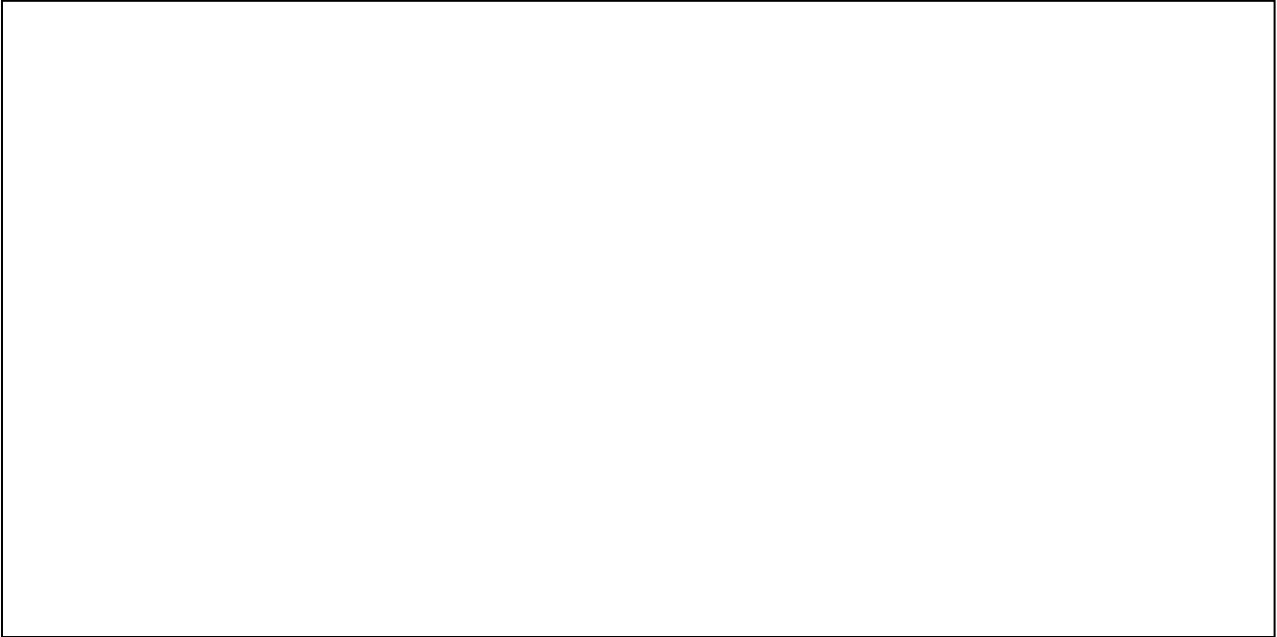
c) L'expérience a donné  $p = 0,1$  ; le résultat obtenu est-il conforme à la valeur expérimentale ?

2°) Si on adopte une loi de composition des vitesses de la forme :  $v = \frac{v' + v_e}{1 + v'v_e/c^2}$  où  $v_e$

représente la vitesse d'entraînement et  $v'$  la *vitesse relative*, quelle nouvelle valeur  $p'$  obtient-on en  $S'$  pour l'ordre d'interférence ?

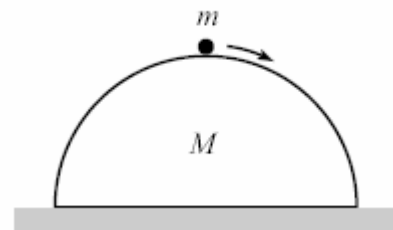
3°) Calculer le rapport  $(p' - p)/p$ . Comment pensez-vous qu'il faille interpréter les résultats précédents ? *L'expérience de Fizeau a été réalisée en 1851, savez-vous quelles sont les hypothèses formulées à l'époque pour justifier l'écart entre la valeur théorique classique et le résultat expérimental ?*





**Problème 2 : décollage sur un igloo mobile**

Un point matériel de masse  $m$  repose au sommet d'une demi sphère de masse  $M$ , de rayon  $R$ . Tous les contacts sont sans frottements, la demi-sphère est donc également mobile. Une petite perturbation entraîne le glissement de  $m$ . On se place dans le cas  $m=M$  pour simplifier les calculs.



A quel angle  $\theta$  (mesuré depuis le sommet) le point matériel perd-il contact avec la demi-sphère ?

