

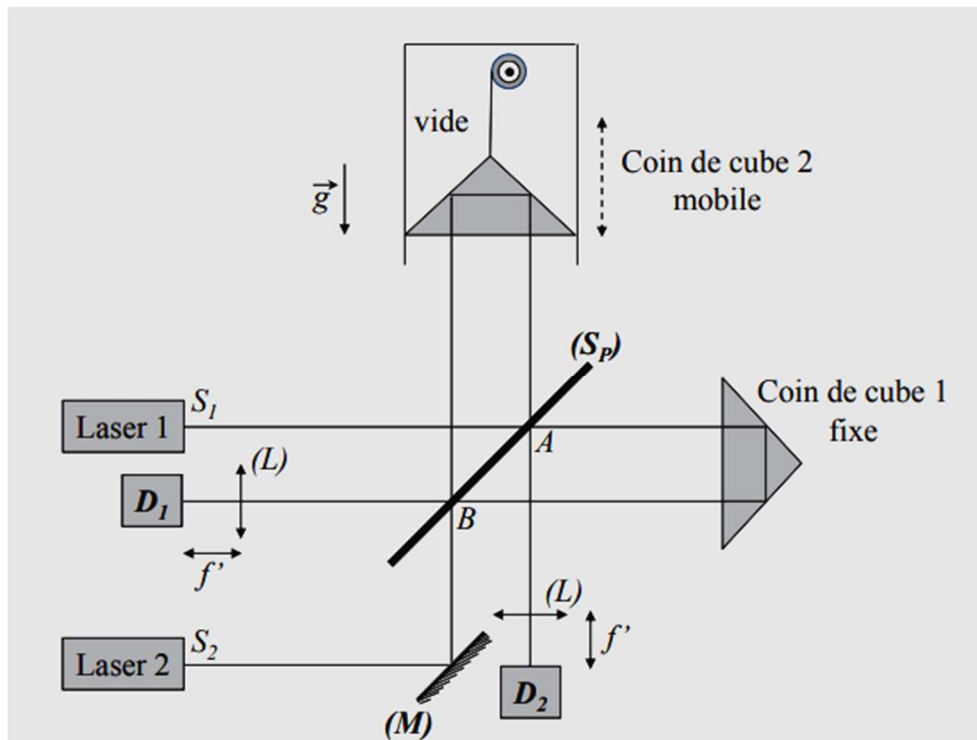
### 1.4.1 Michelson en lame d'air-Exercice 12

Un lambdamètre permet de mesurer rapidement la longueur d'onde d'un laser stabilisé. Il se présente comme un double interféromètre de Michelson qui compare la longueur d'onde inconnue d'un laser stabilisé avec la longueur d'onde connue d'un laser de référence. Le lambdamètre ne nécessite qu'une séparatrice ( $S_p$ ), deux coins de cube identiques et un miroir réglable (M). Tous les angles de réflexion sont égaux à  $\pi/4$ .

Les "coins de cube" sont des réflecteurs qui ont la propriété de renvoyer la lumière dans la même direction que celle de réception. Ils sont en verre d'indice  $n = 1,5$  et les trois angles au sommet font chacun  $90^\circ$ .

Un rayon lumineux tombant sur une des trois faces du coin se réfléchit deux fois successivement et se décale donc faiblement en position pour ressortir parallèlement à sa direction incidente. Le coin de cube 2 est mobile et il se déplace dans une enceinte où le vide est réalisé. Il est suffisamment lourd pour rendre les frottements négligeables lors de la translation. Il est attaché à une poulie d'un moteur pas à pas par l'intermédiaire d'un fil et guidé dans un tube en inox. Les concepteurs ont cherché à se rapprocher le plus de la chute libre.

Les longueurs de cohérence du laser de référence (laser Hélium-Néon émettant à 632,8 nm) et du laser stabilisé de longueur d'onde inconnue (laser CO<sub>2</sub>) sont respectivement de l'ordre de 300 m et 30 km.



1. Le rayon issu du Laser 1 arrive en A sur la lame semi-réfléchissante et l'anneau central de la figure d'interférences est détecté par la photodiode ( $D_1$ ). De même, le rayon issu du Laser 2 arrive en B sur la lame et l'anneau central de la figure d'interférences est détecté sur la photodiode ( $D_2$ ).

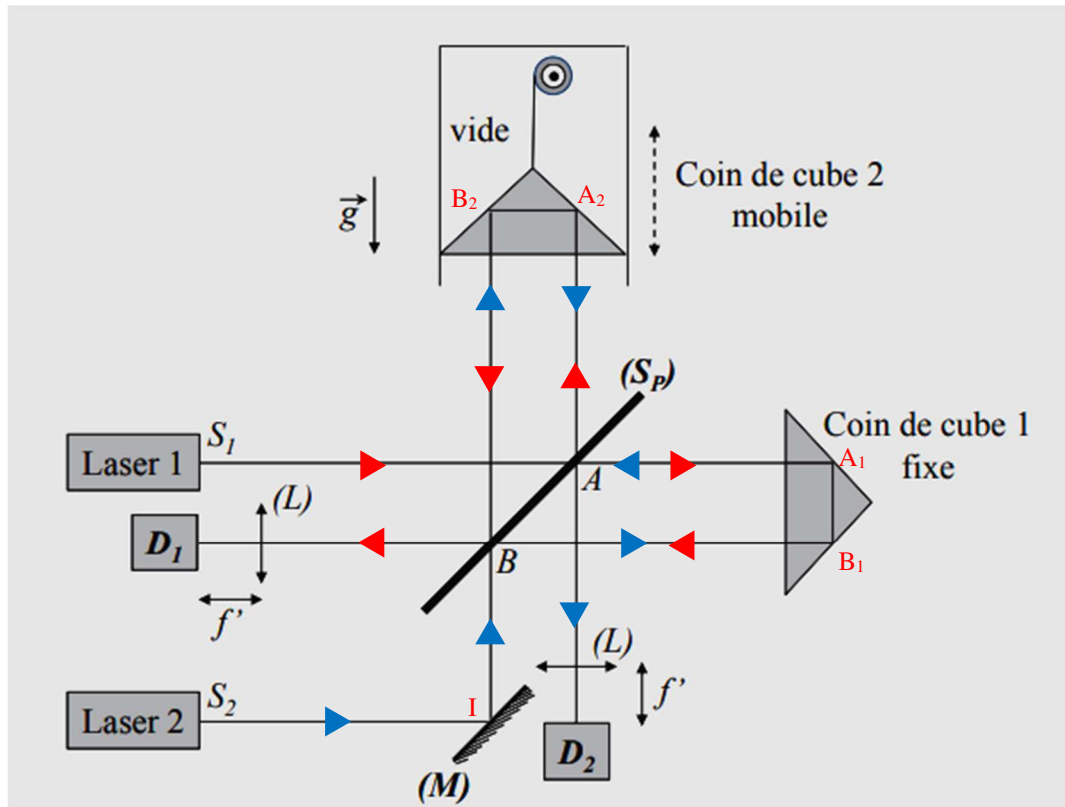
Comparer les différences de marche pour le Laser 1 et le Laser 2 respectivement aux centres ( $D_1$ ) et ( $D_2$ ) des deux figures d'interférences.

2. Le Laser 1 est le laser de référence de longueur d'onde  $\lambda_1 = 632,8$  nm. Le Laser 2 est un laser CO<sub>2</sub> stabilisé dont la longueur d'onde  $\lambda_2$  est à mesurer. Lors de la chute du coin de cube 2, un compteur relié aux deux photodiodes évalue à  $p_1 = 3160556$  le nombre de scintillements détectés par ( $D_1$ ), et dans le même temps,  $p_2 = 188679$  scintillements sont détectés par ( $D_2$ ). Évaluer  $\lambda_2$ .

3. Calculer la hauteur de chute  $e$  du coin de cube mobile. Comparer à la longueur de cohérence des lasers et commenter.

4. Déterminer la durée de la chute supposée libre du coin de cube. Commenter.

### 1.4.1 Michelson en lame d'air-Exercice 12



$$\begin{aligned} 1\text{-}\delta_1(D_1) &= (S_1D_1)_2 - (S_1D_1)_1 \\ &= S_1A + AA_2 + A_2B_2 + B_2B + BD_1 - S_1A - AA_1 - A_1B_1 - B_1B - BD_1 \\ &= AA_2 + B_2B - AA_1 - B_1B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_2(D_2) &= (S_2 D_2)_2 - (S_2 D_2)_1 \\ &= S_2 I + IB + BB_2 + B_2 A_2 + A_2 A + AD_2 - S_2 I - IB - BB_1 - B_1 A_1 - A_1 A - AD_2 \\ &= BB_2 + A_2 A - BB_1 - A_1 A\end{aligned}$$

On constate que :  $\delta_1(D_1) = \delta_2(D_2)$

2-On en déduit :  $p_1\lambda_1 = p_2\lambda_2$     Donc :  $\lambda_2 = \frac{p_1}{p_2}\lambda_1$     A.N :  $\lambda_2 = 10,6 \mu\text{m}$

3-On suppose qu'à  $t = 0$ , on a :  $AA_2 = AA_1$  et  $BB_2 = BB_1$

Ensuite, à t quelconque :  $AA_2 = AA_1 - e$  et  $BB_2 = BB_1 - e$

Donc :  $\delta_1(D_1) = \delta_2(D_2) = -2e$

On a enfin :  $-p_1\lambda_1 = -p_2\lambda_2 = -2e$  D'où :  $e = \frac{1}{2}p_1\lambda_1$  A.N : 1 m

Le déplacement  $e$  est très petit devant les longueurs de cohérence. Il n'y a pas de risque de brouillage.

4-Pour la chute libre du coin 2 :  $e = \frac{1}{2}gt^2$

La durée de chute est donc :  $t = \sqrt{\frac{2e}{g}}$  A.N : t = 0,4 s