

## Mesure d'une longueur d'onde avec le Michelson

par Pierre PRIÉ  
Attaché de Laboratoire  
Lycée Descartes - 37010 Tours

---

L'expérience montre qu'il est très difficile (voire impossible) de mesurer la longueur d'onde de la raie jaune du sodium avec l'interféromètre de Michelson si on ne dispose pas d'un moteur réducteur. En ajoutant un palmer, on y arrive très bien avec une précision tout à fait acceptable (meilleure que 5 %).

### 1. DIFFICULTÉ DE LA MESURE

Quand les élèves ont projeté les anneaux et qu'on leur demande de mesurer la longueur d'onde moyenne du doublet du sodium  $\lambda_m$ , en faisant défiler cinquante anneaux, par exemple, deux grandes difficultés surgissent :

- il leur est presque impossible de les faire défiler lentement et donc d'en compter exactement 50,
- en supposant qu'ils y arrivent en en laissant «filer» quelques-uns, ils s'aperçoivent que la vis qui permet de translater le miroir mobile a tourné d'environ une division et demie.

Le calcul donne alors  $\lambda_m = \frac{2 \cdot x}{N} = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2}}{50} = 6 \cdot 10^{-4}$  mm, soit 600 nm, ce qui à première vue est un excellent résultat (1,8 % puisque  $\lambda_m = 589,3$  nm).

Mais si on s'aventurait dans une évaluation des incertitudes, on devrait attribuer au mieux à ce résultat une précision de 20 ou 30 %.

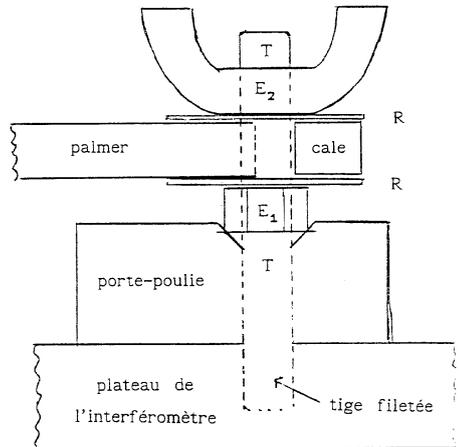
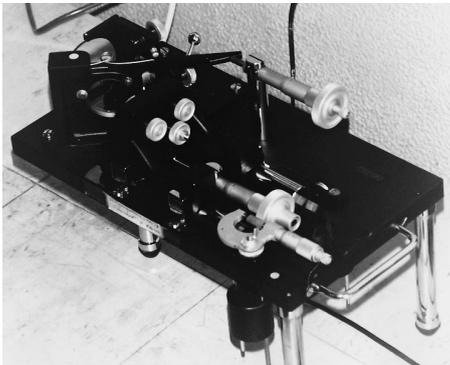
## 2. ADJONCTION D'UN PALMER

### a - Principe

On peut nettement améliorer cette mesure en utilisant un palmer qui aura pour but principal de démultiplier la rotation de la vis de translation (V) du miroir mobile.

Pour cela, il suffit d'enfiler à force sur l'axe du palmer (P) un bout de tuyau en caoutchouc (C) et de le faire embrayer sur le gros bouton moleté (M) de la vis (V), comme indiqué sur la photo. Pour fixer le palmer, remplacer la vis de fixation du support de la poulie (sur laquelle passe un des deux fils de rappel du chariot porteur du miroir mobile), par une tige filetée (T) et un écrou ( $E_1$ ) (voir schéma). Le palmer (P) est tenu entre deux rondelles (R) par un écrou ( $E_2$ ) de telle sorte que son axe soit bien parallèle à l'axe de la vis (V) de l'interféromètre et frotte bien sur son bouton moleté (M). En utilisant un écrou papillon, on peut facilement «débrayer» le palmer de façon à pouvoir tourner normalement la vis (V) de translation du miroir.

Entre les deux rondelles, on peut mettre une entretoise de même épaisseur que le palmer, du côté opposé à ce dernier, afin que le palmer soit mieux tenu. (On peut encore faire une encoche semi-cylindrique à la lime dans le palmer là où il est en contact avec la tige filetée (T)).





***b - Méthode de mesure***

- Mettre le palmer à peu près à zéro.
- «Embrayer» le palmer sur le bouton moleté de la vis.
- Tourner le palmer dans le sens trigonométrique jusqu'à ce que le tambour de la vis soit sur une division entière  $V_1$ . Noter alors cette valeur  $V_1$  ainsi que la valeur  $P_1$  indiquée par le palmer.

- Toujours en tournant le palmer dans le sens trigonométrique, faire défiler  $N = 50$  anneaux. La vis est alors sur la position  $V_2$ . Noter la nouvelle valeur  $P_2$  du palmer.
- Continuer à tourner le palmer dans le même sens jusqu'à ce que la vis  $V$  ait fait un tour au total. Noter la valeur  $V_3$  qu'elle indique ainsi que la valeur  $P_3$  du palmer.

Le miroir mobile s'est déplacé de :

$$x = V_1 - V_2 = \frac{(V_1 - V_3)(P_2 - P_1)}{P_3 - P_1}$$

d'où la longueur d'onde  $\lambda_m = \frac{2x}{N}$ .

### ***c - Incertitudes***

En prenant la même incertitude  $\Delta V$  sur  $V_1$  et  $V_2$  et la même incertitude  $\Delta P$  sur  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$ , un calcul classique d'incertitude donne :

$$\frac{\Delta\lambda_m}{\lambda_m} \leq \frac{2\Delta V}{V_1 - V_3} + \frac{2\Delta P}{P_2 - P_1} + \frac{\Delta N}{N}$$

On peut a priori évaluer les incertitudes :  $\Delta N = 0,5$  ;  
 $\Delta V = 1/5$  division =  $0,2 \cdot 10^{-2}$  mm ;  $\Delta P = 1/2$  division =  $0,5 \cdot 10^{-2}$  mm.  
 $V_1 - V_3$  valant 0,5 mm et  $P_2 - P_1$  étant de l'ordre de 0,15 mm, le calcul donne  $\Delta\lambda_m/\lambda_m \leq 8,5$  %.

L'expérience montre que les élèves obtiennent en général des résultats meilleurs et trouvent la longueur d'onde à mieux que 5 %.

Dans l'expression ci-dessus, le terme  $2\Delta P / (P_2 - P_1)$  vaut 6,7 % et est donc le moins précis. On peut le diminuer en utilisant une loupe pour lire les divisions du palmer, ce qui permet de prendre 1/4 de division pour  $\Delta P$ . La précision vaut alors 5,2 %.

Si de plus on compte cent anneaux, on trouve  $\Delta\lambda_m/\lambda_m \leq 2,6$  %.

*N.B.* : il est important qu'au cours de la mesure le palmer tourne toujours bien dans le même sens (le caoutchouc est alors toujours «déformé» dans le même sens) et qu'il ne patine pas.