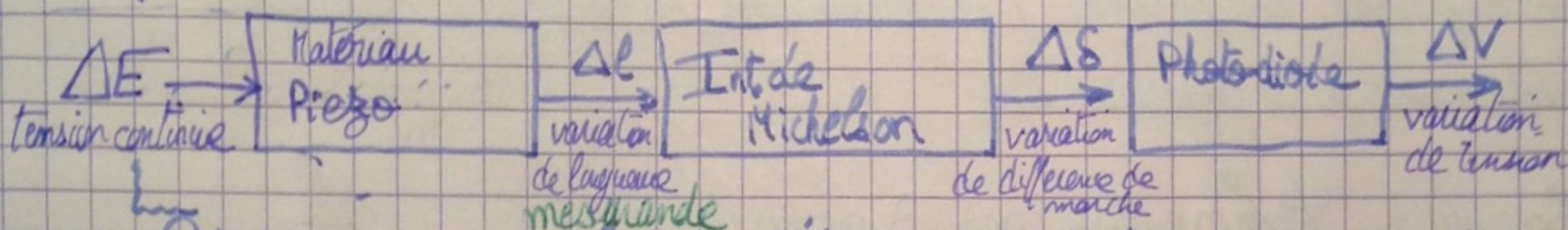


Capteurs de grandeurs mécaniques

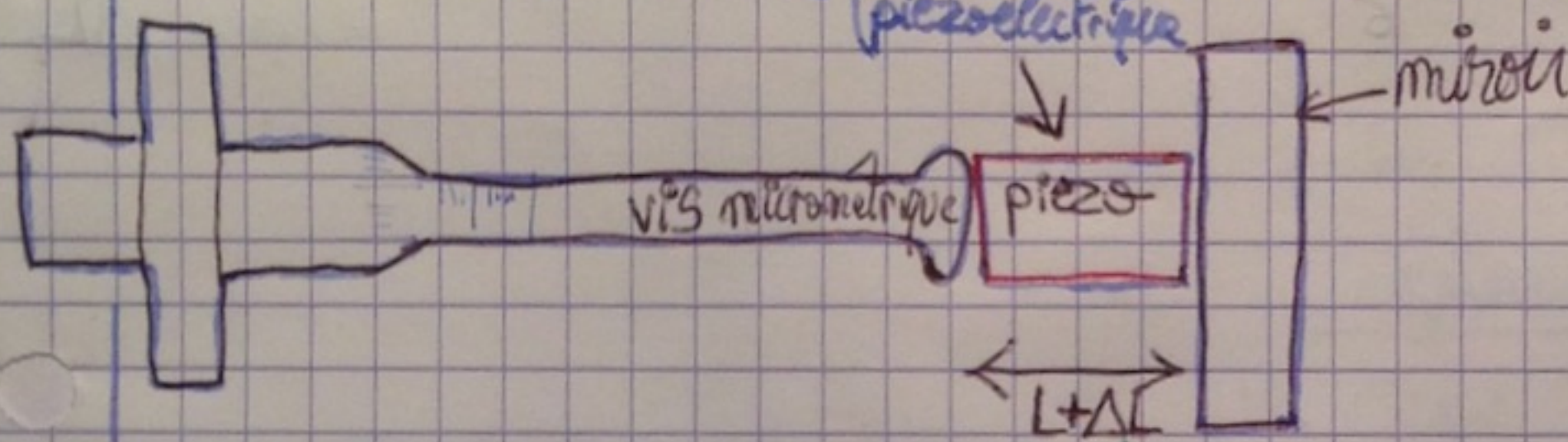
Mesure d'une distance par interférométrie

Objectif: Montrer que l'interféromètre de Michelson associé à une photodiode est un capteur de variations de longueur.



Principe: On stimule un matériau piézoélectrique par une tension continue (ΔE)
 \Rightarrow le matériau va s'allonger.

On a collé le matériau à un des miroirs de Michelson (régli en lame d'air à face parallèles)



Donc, le miroir va bouger, l'épaisseur entre les deux miroirs va varier de ΔL .

Or, on sait que la différence de marche est liée par la relation:

$$\delta = 2e \cos(i) \rightarrow 1$$

\rightarrow dans la suite, on observera les interférences pour $i = 0$

donc $\delta = 2e$

\downarrow
centre de la figure d'interférence

Donc la différence de marche δ va varier de

$$\Delta \delta = 2 \times \Delta L$$

La figure d'interférence = franges d'égalé inclinaison (Haidinger)

position photodiode



On place la photodiode au centre de la figure d'interférence ($i = 0$)

Comme le puzo ou s'allonger, la figure d'interférence va se modifier

$$I(\delta) = 2E_0 \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \times \delta\right) \right)$$

$\delta = 2\Delta L$

$$I(\Delta L) = 2E_0 \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \times 2\Delta L\right) \right)$$

En repérant les passages par maximum, on est capable de remonter facilement à la longueur ΔL .

Exemple : Si l'on passe par 3 maximums :

$$\frac{2\Delta L}{\lambda} = 3$$

Donc $\Delta L = \frac{3\lambda}{6}$. En connaissant le λ du laser \rightarrow on trouve ΔL

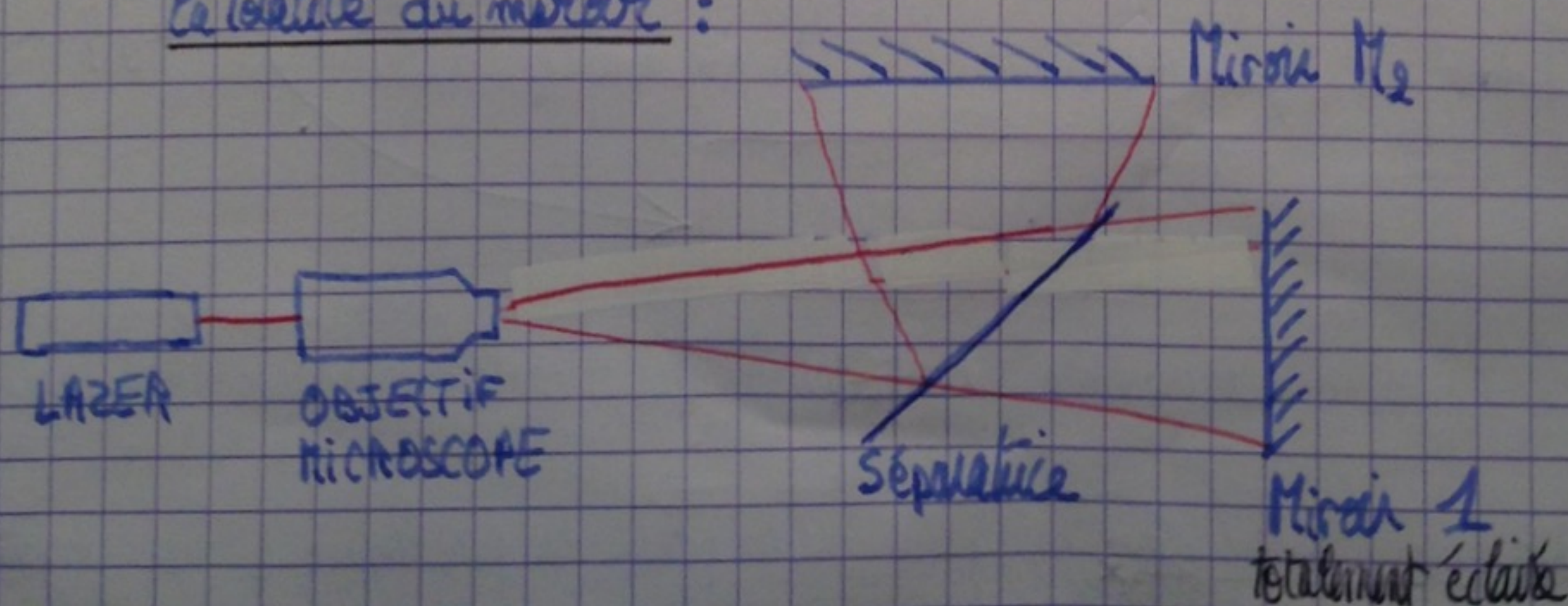
Description détaillée du montage :

\rightarrow La source que nous utilisons est un laser LMD 650-32J

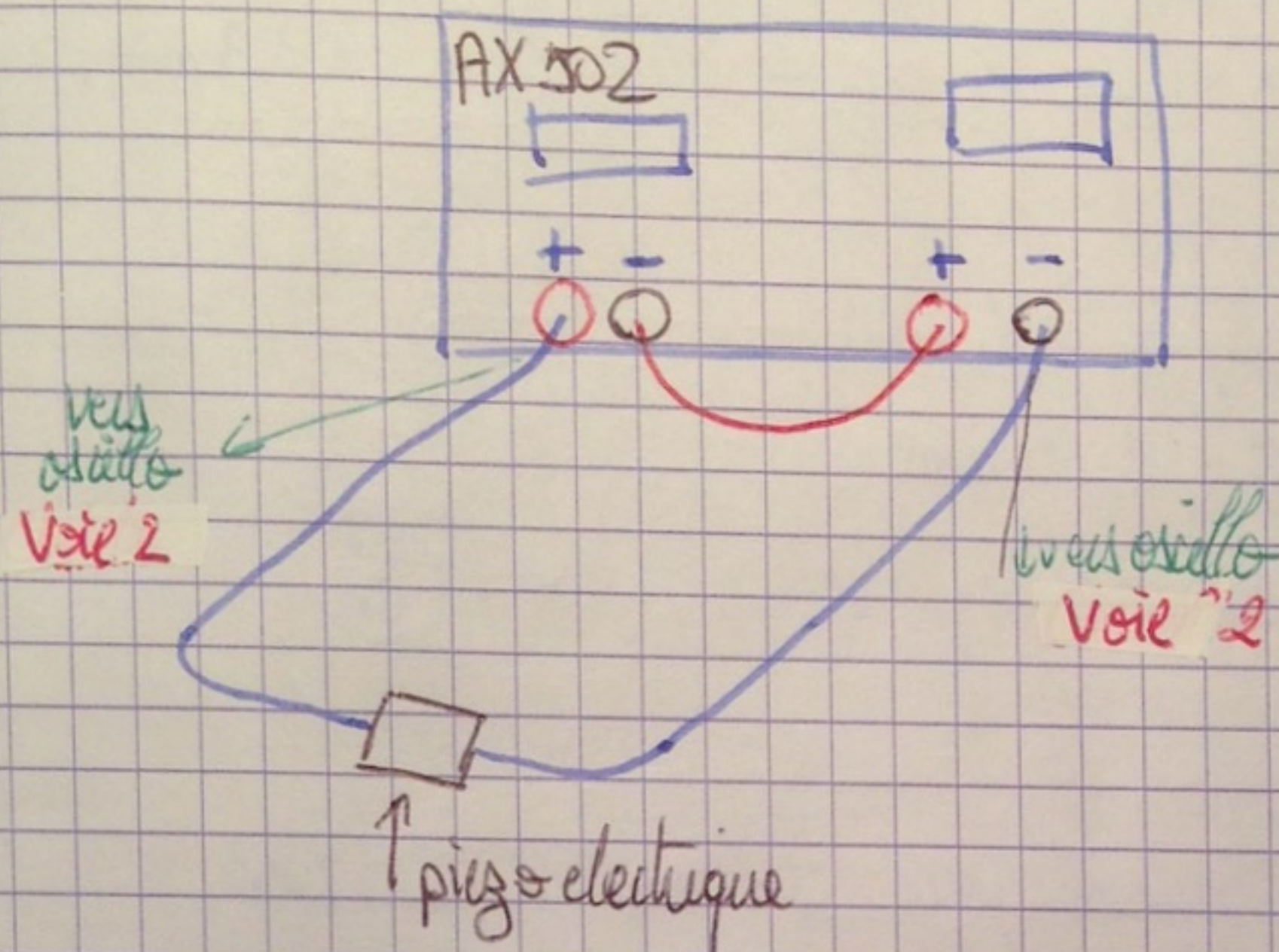
Comme le laser est caractérisé par une grande longueur de cohérence spatiale, il y aura des interférences partout. On est pas obligé de regarder les interférences à l'infini. \rightarrow interférences non localisées

\rightarrow Pour que la figure d'interférence soit la plus grande possible, il faut placer un objectif de microscope après le laser pour éclairer

la totalité du miroir :



→ Pour alimenter le piezo électrique, on utilise 2 générateurs [0-30V] en série pour avoir une plage $\Delta E = 60V$.



→ On place le piezo contre un miroir. Comme sur la figure de la première page. Il faut soulever les contrepoids pour pouvoir tourner la vis sans faire bouger le miroir.

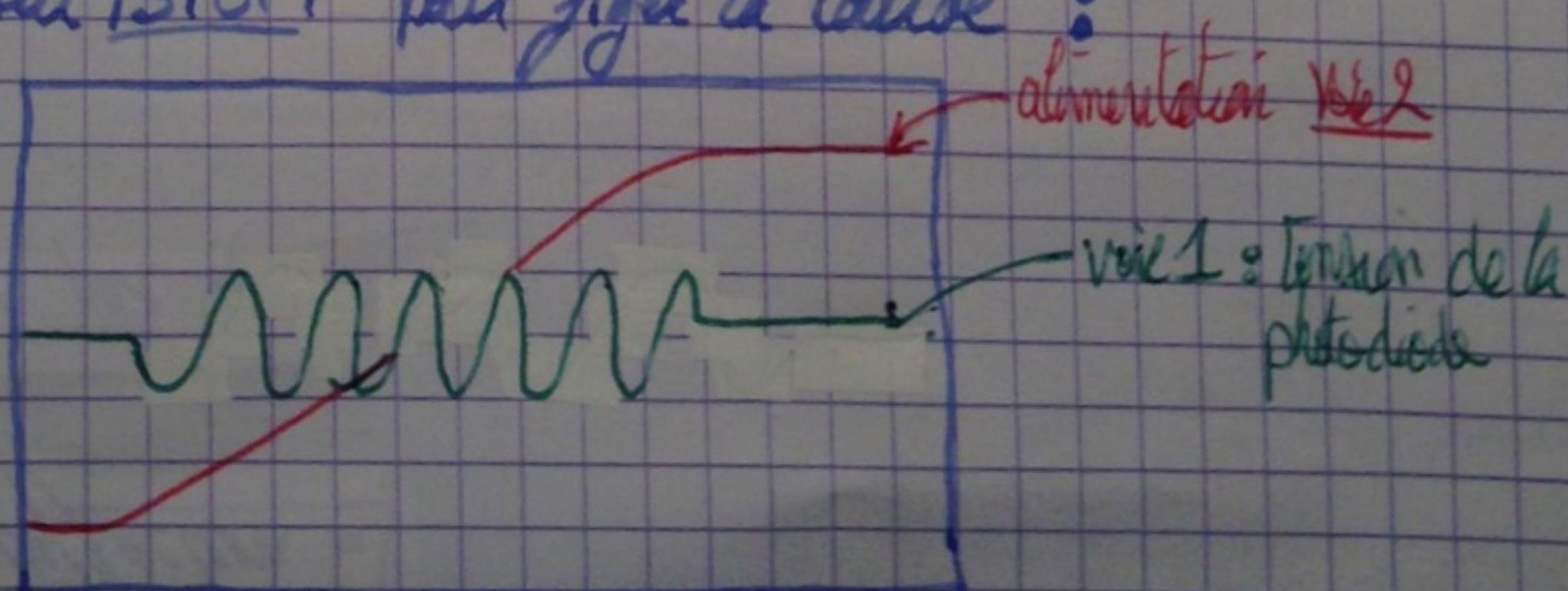
→ On place la photodiode (alimentée en $\pm 15V$) au centre de la figure d'interférence. La sortie est reliée à un oscilloscope.

On peut aussi connecter le générateur de tension à l'oscilloscope.

→ Faire attention à ce que le gain de la photodiode soit au maximum.

Mesure :

- On appuie sur [Run/STOP] de l'oscillo
- On passe de 0 à 60V : $\Delta E = 60V$ (rapidement mais pas trop...)
- On appuie sur [STOP] pour figer la courbe :



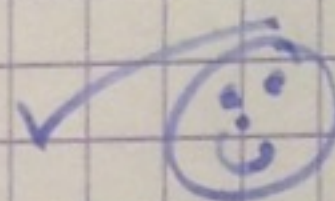
- On passe par 10 maximums en $51,6 \text{ V} = \Delta E$

$$\Delta L = \frac{10 \times \lambda}{2} = 3250 \text{ nm} \quad \lambda = 650 \text{ nm}$$

- $K = \frac{\Delta L}{\Delta E} = 62,98 \frac{\text{nm}}{\text{V}} \rightarrow$ Le pizzo s'est élargi de 63 nm par V

- Incertitude: $u(\Delta E) = 2 \text{ V} \times \sqrt{2}$
 $u(K) = 3,60 \text{ nm}$

- valeur constructeur $K_c = 60 \text{ nm/V}$

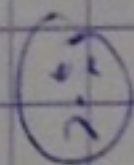


Remarque: Il est possible que le jeu de l'air n'ait pas de Sticksen mais un montage équivalent avec des miroirs.

- La caractéristique des pizzo n'est pas linéaire \rightarrow hystérésis.
 si je diminue ΔE , je ne retrouve pas la même chose que si j'augmente.

- Attention au temps de réaction du pizzo et de la photodiode.

- L'inconvénient de la manip est que l'on repère des maximums. On a une résolution de $\lambda = 650 \text{ nm}$.



On pourrait sûrement faire mieux en mesurant la phase

dans le cosinus: $\frac{\Delta \varphi}{2\pi} = \left[\frac{2e}{\lambda} \right] + \frac{E}{2\pi} \rightarrow$ phase à prendre en compte
 \rightarrow partie entière, mesurée par repérage des maximums