

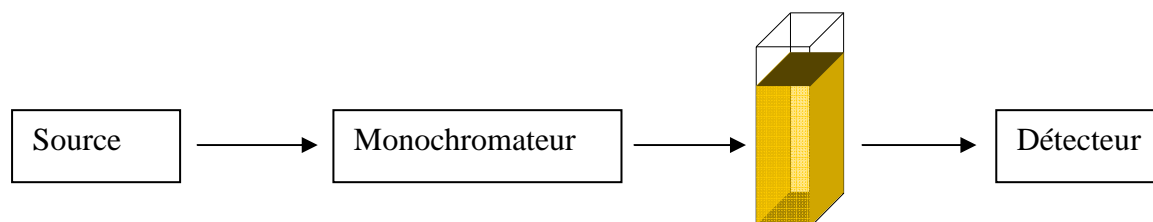
Détermination de l'âge d'un « rhum vieux » par spectrophotométrie

Le *rhum agricole* est une boisson alcoolisée fabriquée à partir de la fermentation puis la distillation du jus de canne à sucre.

Le rhum traditionnel est soit incolore (rhum blanc), soit coloré par vieillissement en fût de chêne pendant plusieurs années (3 à 9 ans).

Il est possible de *frauder* en ajoutant un additif alimentaire à odeur de rhum : le *méthanoate d'éthyle*, et de rajouter du *caramel*.

Le spectrophotomètre est constitué de 3 parties essentielles : la source lumineuse, le monochromateur et le détecteur.



A - Utilisation d'un spectrophotomètre à réseau mobile

Informations relatives au spectrophotomètre

- appareil à lecture directe utilisable de 330 nm à 800 nm
- *source lumineuse* : lampe à filament de tungstène
- *monochromateur à réseau* : $n = 1\,500$ traits/mm
- *détecteur* : photodiode sensible sur l'ensemble du spectre

I – Source lumineuse

- 1) Que signifie *lampe à incandescence tungstène - halogène* ?
- 2) Le filament de la lampe est porté à la température : $T = 2\,854$ K. En appliquant la loi de Wien : $\lambda_m T = 0,002896$, à quelle longueur d'onde λ_m cette lampe émet-elle le plus d'énergie ?
- 3) Dans quel domaine de longueur d'onde se situe λ_m ?
- 4) Peut-on utiliser cette lampe pour travailler à $\lambda = 420$ nm ?

II – Sélection de la longueur d'onde $\lambda = 420$ nm par positionnement précis du réseau

- Lentille L_1 de focale $f'_1 = 50$ mm
- Réseau fixé sur une monture mobile autour d'un axe Δ perpendiculaire au plan de la figure.
- Fente F_2 placée au niveau du foyer image de la lentille L_2 de focale $f'_2 = 50$ mm.
- Lentille L_3 de focale $f'_3 = 5$ mm permettant d'obtenir un fin faisceau parallèle de lumière monochromatique.

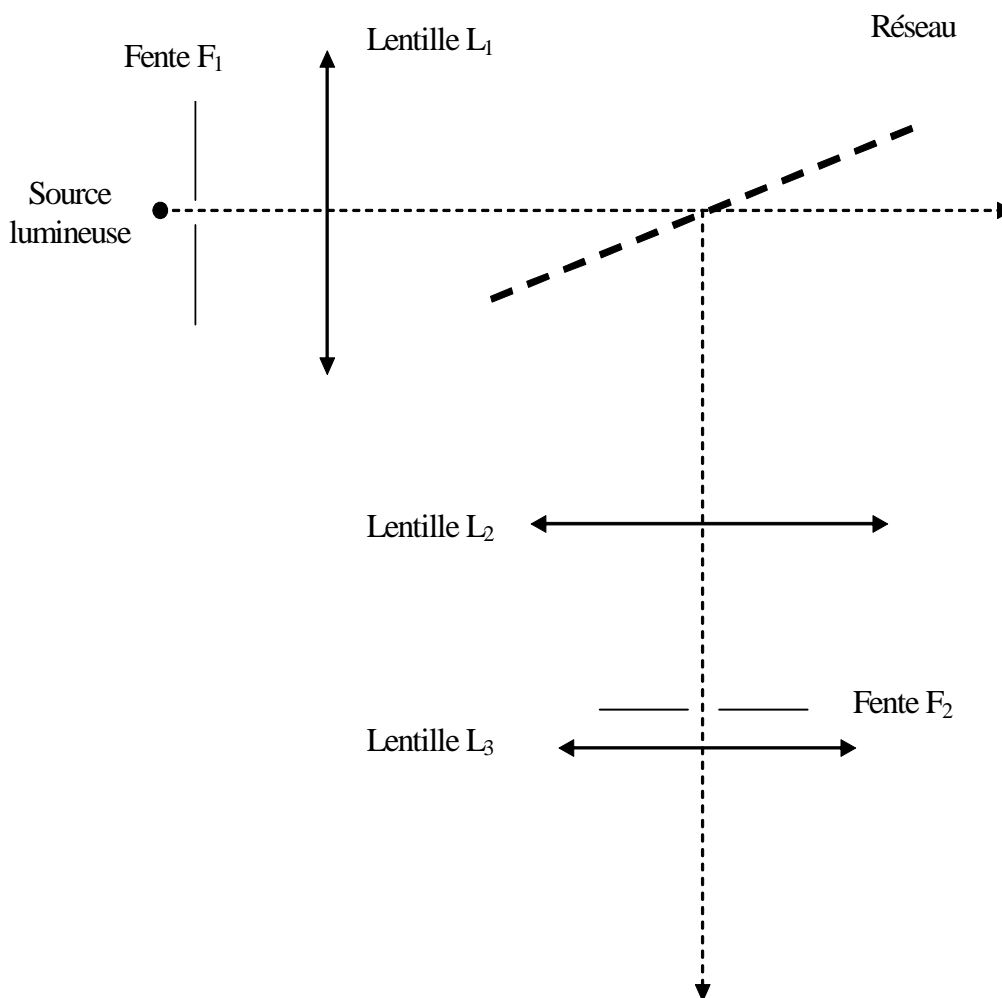
- 1) Où se trouve la fente F_1 par rapport à la lentille L_1 pour que les rayons lumineux forment un faisceau de lumière parallèle après la lentille L_1 ?
- 2) Sur le schéma optique, tracer la marche d'un faisceau lumineux de longueur d'onde : $\lambda = 420$ nm issu de la source, jusqu'à sa traversée de la lentille L_3 .
- 3) Sur le schéma, où placer la cuve à étudier ?

- 4) Noter la normale au réseau et les angles d'incidence et d'émergence i et i' . Indiquer leur sens.
- 5) Montrer que : $i' = (i - 90^\circ)$
- 6) Déterminer l'angle d'incidence i pour que les radiations de longueur d'onde : $\lambda = 420 \text{ nm}$ viennent converger en F_2 dans le spectre d'ordre : $k = -2$
- Rappel** : $\sin(p) - \sin(q) = 2 \cos \frac{(p+q)}{2} \sin \frac{(p-q)}{2}$
- 7) Montrer sur le schéma où convergent les radiations de longueur d'onde : $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$.
- 8) De quel angle α faudrait-il tourner le réseau pour sélectionner la longueur d'onde : $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$?

III – Estimation de la bande passante spectrale du spectrophotomètre

On tient maintenant compte de la largeur de la fente F_2 : $b = 0,5 \text{ mm}$. Soit $(\lambda - \Delta\lambda/2 ; \lambda + \Delta\lambda/2)$ le domaine spectral des radiations passant réellement par la fente F_2 .

- Donner la valeur maximale i'_{max} (ou la valeur minimale i'_{min}) de l'angle d'émergence.
- Trouver la largeur $\Delta\lambda$ du domaine des longueurs d'onde des radiations traversant la fente.



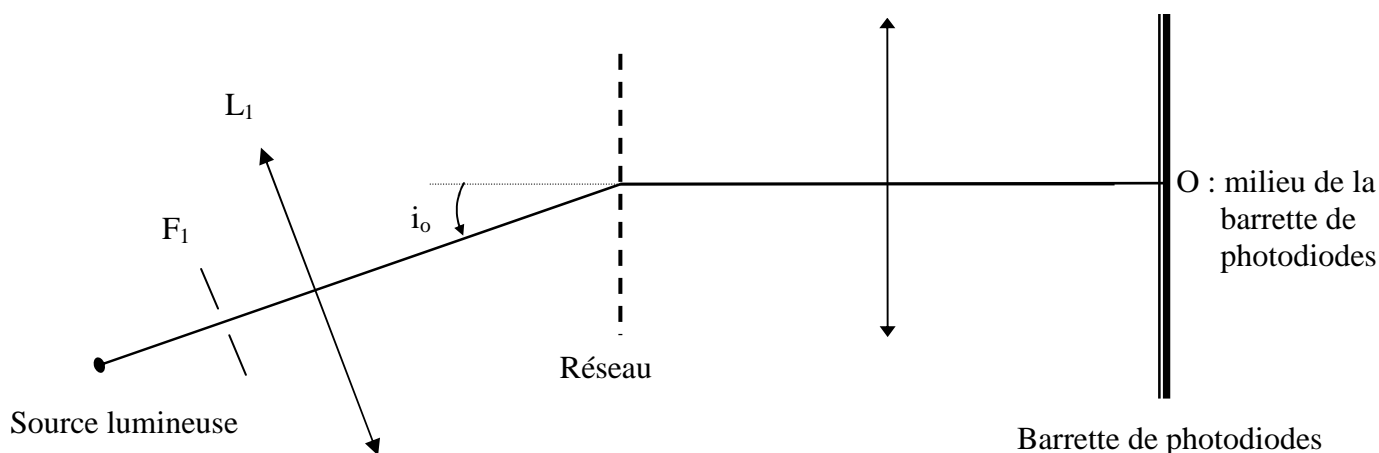
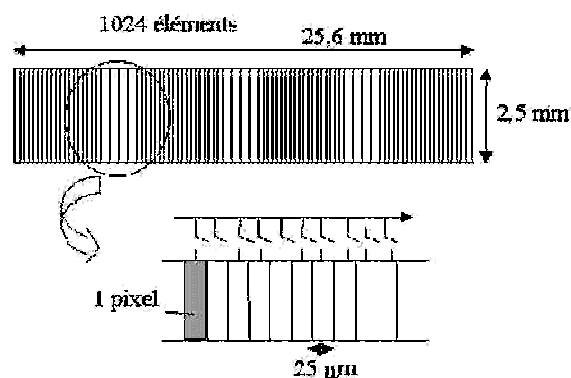
Les rayons incidents et émergents sont perpendiculaires.

B - Utilisation d'un spectrophotomètre à barrette de photodiodes

Dans un système équipé d'un détecteur à barrette de diodes, il n'existe aucune pièce mobile. L'ensemble des éléments optiques depuis la source lumineuse jusqu'au détecteur, est fixe.

Informations relatives au spectrophotomètre

- appareil à lecture directe utilisable de 330 nm à 800 nm
- **source lumineuse** : lampe à filament de tungstène
- **monochromateur à réseau** : $n = 1\,000$ traits/mm
- **détecteur** : barrette de photodiodes
- lentille L_1 de focale $f'_1 = 50$ mm
- lentille L_2 de focale $f'_2 = 50$ mm



- 1) Le spectre normal d'ordre $k = -1$ correspondant à la radiation de longueur d'onde : $\lambda_0 = 550$ nm se forme en O, foyer image de la lentille L_2 .
 - Quelle est la valeur de l'angle d'incidence i_0 du faisceau incident sur le réseau ?
- 2) Montrer sur le schéma où converge le spectre d'ordre -1 correspondant à la longueur d'onde : $\lambda = 420$ nm (point A).
- 3) Déterminer : $x = OA$
- 4) La taille des pixels est : $p = 25$ μm . Quel est le numéro N du pixel correspondant à OA ?
- 5) Estimation de la bande passante spectrale du spectrophotomètre
 - La taille des pixels est : $p = 25$ μm . Déterminer la bande passante $\Delta\lambda$ de l'appareil, c'est-à-dire la plus petite variation $\Delta\lambda$ qui peut être appréciée.
- 6) Avantages des spectrophotomètres à barrettes de diodes
 - Quel est l'intérêt de ce spectromètre à barrettes de diodes par rapport au spectromètre à réseau mobile ?