

MP n°10 – Spectrométrie optique

Présentation : Pierre RAGUENEAU

Correction : G. AUBERT¹ / K. HELAL²

I Extraits de rapport du jury

Voir compte rendu de montage de Pierre Ragueneau.

II Commentaires généraux et conseils

- * Aucune expérience ne peut être intégralement réalisée en préparation. Une expérience peut être partiellement réalisée en préparation ; le candidat prend alors un (ou quelques points de mesure) devant le jury qu'il intègre à son tableau de résultats et ses courbes.
- * Il faut connaître la précision des appareils de mesure utilisés (spectromètre notamment). Il faut consulter les notices des dispositifs utilisés (par ex : transmittance "constructeur" d'un filtre interférentiel étudié ; pas d'un réseau, ...).
- * Les valeurs tabulées des grandeurs mesurées doivent être inscrites au tableau (longueurs d'onde moyenne d'une raie, écart d'un doublet, ...).
- * Ce montage est centré sur la mesure donc insister sur la précision. On préférera donc utiliser un réseau (ou un prisme) sur un goniomètre plutôt qu'une mesure grossière sur table.
- * Ce montage est l'occasion de montrer son savoir faire expérimental en diversifiant les outils de mesure. On pourra par exemple réfléchir à : interféromètre de Fabry-Pérot ; Cavitité Fabry-Pérot confocale pour étudier le spectre d'un laser, ...
- * Il faut éviter d'utiliser les lissages "presse-bouton" inclus dans un logiciel et dont on ne connaît pas l'algorithme utilisé.

III Commentaires détaillés sur le montage présenté

Le montage présenté traduisait un investissement certain et une recherche de rigueur et d'originalité. L'objectif du montage est bien cerné.

Le tableau était bien présenté mais la présentation laissait parfois la place à de longs blancs pendant les mesures (toujours chercher à décrire ce que l'on fait).

L'échange a permis de montrer un regard critique sur les expériences réalisées.

III.1 Spectroscopie dispersive

III.1.a PVD

Expérience introductive qui convient ; on peut remplacer le PVD par un réseau.

III.1.b Réseaux

L'expérience présentée est peu précise ; finalement peu visuelle car peu lumineuse et les mesures sont relativement longues et fastidieuses. Cette expérience ainsi réalisée a plutôt sa place dans une leçon que dans un montage ; on peut alors élargir la fente source pour rendre l'expérience plus lumineuse (la précision n'est plus alors l'objectif recherché).

Comme indiqué dans les remarques générales : ce montage est centré sur la mesure donc leur précision est un critère de choix important. On préférera donc utiliser un réseau (ou un prisme) sur un goniomètre plutôt qu'une mesure grossière sur table. On peut rendre l'expérience visuelle à l'aide d'une webcam ou caméra fixée sur l'oculaire et une autre mobile pour présenter la lecture du vernier ou les réglages... Préférer des mesures au minimum de déviation car réglage plus rapide.

1. guilhem.aubert@gmail.com

2. karim.helal@free.fr

III.2 Mesure de biréfringence par l'étude d'un spectre cannelé obtenu par un spectromètre commercial

Ce choix d'expérience est original. Il constitue une alternative intéressante à la classique mesure de la constante de Rydberg.

Toutes les mesures avaient été faites en préparation. Il faut ajouter une mesure en direct devant le jury.

Éviter les outils de mesure automatisés (détection de pic) qui ne s'imposent pas.

L'idée de montrer que la différence d'indice dépend du domaine spectral est bonne mais pour gagner en précision et limiter le bruit des mesures il est sans doute préférable de regrouper les mesures en deux groupes, l'un centré sur des petites longueurs d'onde (400 à 500 nm par ex.), l'autre centré sur des grandes longueurs (600 à 700 nm par ex.). Penser à tracer sur chacun de ces domaines la régression linéaire $\frac{1}{\lambda}$ en fonction du numéro k du pic qui donne accès à $\Delta n e$ avec une bonne précision.

III.3 Spectrométrie interférentielle par transformée de Fourier

Ces deux expériences sont redondantes donc choisir l'une des deux.

Comme proposé, il est indispensable d'ajouter un filtre passe-bas bien choisi à la sortie du photo-détecteur pour éliminer « le secteur » du signal de mesure.

III.3.a Doublet du Sodium

Cette expérience était intégralement réalisée en préparation ce qui est proscrit par le jury.

On peut remplacer le doublet de Na ($\delta\lambda \simeq 0,6$ nm) par celui de Hg ($\delta\lambda \simeq 2,1$ nm) ce qui permet de diviser la durée d'acquisition par un facteur 3,5!

Mesurer la vitesse (avec incertitude) du moteur avec les oscillations rapides en supposant qu'on peut mesurer λ_{moy} assez précisément avec un spectromètre à réseau (le faire éventuellement).

Pour déduire $\delta\lambda$ de l'interférogramme acquis, préférer la mesure de l'intervalle entre deux annulations de contraste plutôt que le calcul d'une transformée de Fourier qui est très altéré du fait du bruit important du signal.

III.3.b Mesure de la transmittance d'un filtre interférentiel

Cette expérience a été réalisée en direct.

L'enregistrement a été lancé à partir de la première annulation de contraste mais le sens du moteur n'était pas le bon si bien que le miroir mobile a continué à s'éloigner du contact optique au lieu de s'en rapprocher.

Conseils :

- bien placer le détecteur au centre de la figure d'interférence (foyer image de la lentille d'observation).
- on peut partir d'une situation plutôt contrastée, lancer le moteur pour que le miroir s'éloigne du contact optique (les anneaux "sortent"), et lancer l'acquisition. Lorsque l'on a dépassé l'annulation de contraste, on inverse le sens du moteur (sans arrêter l'enregistrement) et laisse défiler suffisamment longtemps pour atteindre l'autre annulation de contraste (voir plus si profil spectral rectangulaire).
- Pour déduire la bande passante $\delta\lambda$ du filtre à partir de l'interférogramme acquis, préférer la mesure de l'intervalle entre les deux annulations de contraste principales plutôt que le calcul d'une transformée de Fourier qui est très altéré du fait du bruit important du signal.
- l'allure de l'interférogramme renseigne sur le profil de la transmittance (plutôt rectangulaire ou non selon qu'on a réapparition du contraste après la première annulation).