 **Thème I. Ondes et signaux (Optique)**  
**TP n°18 Spectrogoniomètre à réseau**

Vendredis 27 mars et 3 avril 2026

Capacité exigibles du programme :

- ✓ Mesurer une longueur d'onde optique à l'aide d'un goniomètre à réseau.
- ✓ Obtenir et analyser quantitativement un spectre à l'aide d'un réseau.
- ✓ Utiliser un viseur à frontale fixe, une lunette autocollimatrice.
- ✓ Utiliser des vis micrométriques et un réticule.
- ✓ Régler et mettre en œuvre une lunette autocollimatrice et un collimateur.

Matériel :













- En 5 groupes :
  - Goniomètre ;
  - Réseau 524 traits/mm ;
  - Miroir plan ;
  - Lampe à vapeur de mercure ;
  - Diverses lampes à vapeur (sodium, ...) .
- Au bureau prof : montage pour observation de la diffraction avec un réseau (sources lumineuses : laser, source de lumière blanche, lampes spectrales, fente réglable, réseaux, lentilles convergentes, écran).


**Travail préparatoire**

- Lire l'énoncé en entier.
- Lire et comprendre le principe de la mesure d'un angle sur un vernier angulaire.
- Visualiser :
  - Vidéo de réglage du goniomètre : <https://www.youtube.com/watch?v=gP0fQieBPQ8> ;
  - Vidéo sur la réalisation d'une mesure : [https://www.youtube.com/watch?v=L8cT\\_YwTXzI&t=64s](https://www.youtube.com/watch?v=L8cT_YwTXzI&t=64s) ;
  - Animation sur l'observation du spectre : <https://openprocessing.org/sketch/557687>

 **Évaluations**

Au cours la 2<sup>e</sup> séance de TP, vous serez évalué.e.s sur :

Réglage du goniomètre.				
Repérage du minimum de déviation.				
Lecture d'un angle sur le vernier angulaire.				

 **Objectif**

À vous de l'écrire !

## I Spectres de raies

## II Le réseau

### II.1 Définition

### II.2 Observation de spectres

#### 👁️ Expérience

☞ À l'aide d'un réseau on cherche à observer le spectre du laser, d'une lampe spectrale (au mercure), et d'une lampe à incandescence.

Q1. Notez vos observations.

☞ On fait tourner le réseau autour d'un axe vertical.

Q2. Que modifie-t-on dans ce cas ? Qu'observez-vous ?

### II.3 Quelques relations utiles

## III Goniomètre

## IV Utilisation du spectrogoniomètre

Objectif final des expériences : mesurer une longueur d'onde inconnue.

Avant toutes choses il est nécessaire de régler convenablement le goniomètre.

### IV.1 Premières observations

#### 👁️ Expérience

☞ Éclairer la fente du collimateur à l'aide de la lampe spectrale au mercure.

☞ Chercher, à l'œil nu puis à la lunette, à travers le réseau, les spectres des différents, et les observer.

#### 📖 Observations

Q3. Noter précisément vos observations : spectres visibles, ordres des couleurs, ...

#### Solution:

- En face de la fente du collimateur, on observe l'image de la fente, de la couleur de la source : on parle de l'ordre  $p = 0$ .
- En tournant la lunette à droite, on observe un premier spectre avec les raies dans l'ordre (violet - bleu - bleu-vert - vert - doublet jaune/orange - rouge), puis un 2<sup>e</sup> spectre identique, puis un troisième,...
- En tournant la lunette à gauche, on observe un premier spectre avec les raies dans l'ordre de droite à gauche (violet - bleu - bleu-vert - vert - doublet jaune/orange - rouge), puis un 2<sup>e</sup> spectre identique, puis un troisième, ... Ces spectres sont symétriques des spectres observés à droite.



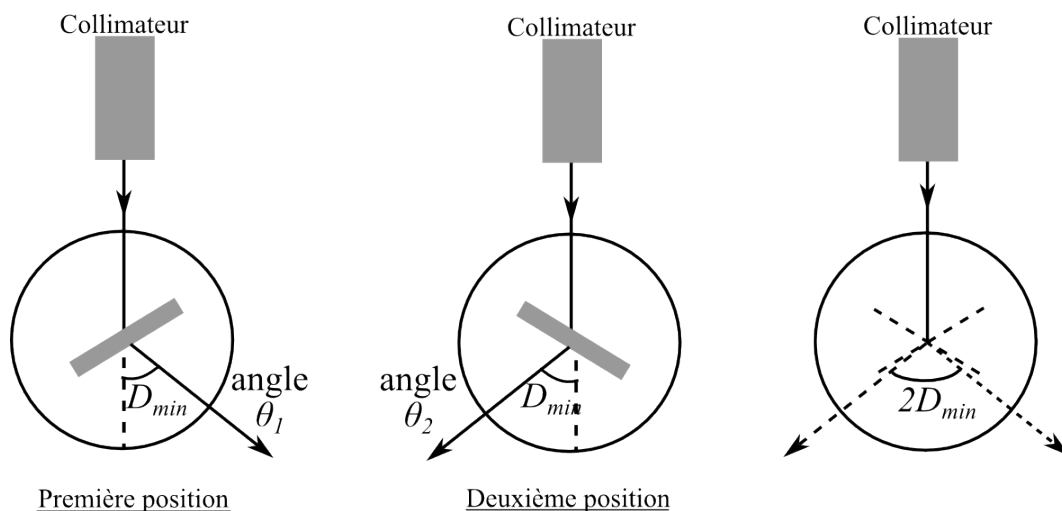
## IV.2 Détermination du minimum de déviation

Présentation de la mesure du minimum de déviation : [https://www.youtube.com/watch?v=L8cT\\_YwTXzI](https://www.youtube.com/watch?v=L8cT_YwTXzI)

Animation permettant de visualiser ce qu'il faut rechercher : <https://openprocessing.org/sketch/557687>

### Expérience : Mesure du minimum de déviation

- ☞ Éclairer la fente du collimateur à l'aide de la lampe spectrale au mercure.
- ☞ Chercher, à l'œil nu, à travers le réseau, le spectre, et l'observer.
- ☞ Puis observer le spectre à travers la lunette autocollimatrice.
- ☞ Repérer la raie verte intense du mercure, à travers la lunette autocollimatrice, tourner la plateforme lentement et toujours dans le même sens : vous allez observer que « le spectre se déplace dans un sens, puis s'arrête et enfin revient dans l'autre sens. » Quand le spectre s'arrête, le réseau est au minimum de déviation.
- ☞ Faire coïncider la raie verte, au minimum de déviation, avec le réticule et noter l'angle  $\theta_1$ .
- ☞ Tourner la plateforme (avec le réseau dessus) pour qu'elle se trouve dans une position symétrique de la position précédente par rapport au faisceau incident.
- ☞ Faire la mesure de l'angle  $\theta_2$  (qui repère le minimum de déviation dans cette 2<sup>ème</sup> position) comme précédemment.



### Mesures

Q4. Noter les mesures des deux angles  $\theta_1$  et  $\theta_2$ .

Q5. En déduire l'angle de déviation minimale  $D_{m,vert}$ , avec  $D_m = \frac{\theta_2 - \theta_1}{2}$

## IV.3 Mesure du pas du réseau

On choisit une lampe spectrale donnant un grand nombre de raies réparties dans tout le spectre visible et de longueurs d'ondes connues : la lampe à mercure.

Lampe	Couleur	$\lambda$ en nm	Intensité
Mercure	rouge	690,7	faible
		623,4	faible
		612,3	très faible
		607,2	très faible
	jaune	579,1-577,0	douplet intense
	vert-jaune	546,1	très intense
	vert	496,0	très faible
	bleu-vert	491,6	faible
	bleu-violet	435,8	intense
violet	407,8	très faible	
	404,7	intense	

## Protocole

Q6. Proposer un protocole utilisant le minimum de déviation pour déterminer le pas du réseau.

**On détaillera précisément les grandeurs modifiées et les grandeurs à mesurer, les mesures à effectuer (comment, avec quoi,...), les formules à utiliser, les calculs à effectuer ... Votre protocole doit être réalisable par quelqu'un qui n'a pas déjà fait le TP !**

### Solution:

- a) Régler le goniomètre,
- b) Placer le réseau sur la plateforme,
- c) Tourner la lunette et repérer une raie, par exemple la raie verte intense.
- d) Rechercher le minimum de déviation de cette raie repérée en tournant le réseau toujours dans le même sens : on voit la raie partir dans un sens, s'arrêter de bouger, puis revenir dans l'autre sens. Placer le trait vertical du réticule sur la raie repérée où « elle s'est arrêtée » .
- e) Lire l'angle  $\theta_2$  sur le vernier.
- f) Refaire la même mesure de l'autre côté, symétrique par rapport au collimateur.  $\triangle$  bien repérer la même raie du même spectre (même ordre). Lire l'angle  $\theta_1$  sur le vernier.
- g) En déduire  $D_m = \frac{\theta_2 - \theta_1}{2}$ .
- h) Refaire de même pour les autres raies visibles.
- i) En appliquant l'expression du minimum de déviation, calculer les différentes valeurs de  $a = \frac{p \times \lambda}{2 \sin(D_m/2)}$  ( $p$  est l'ordre du spectre), et  $\lambda$  les longueurs d'onde des raies repérées.
- j) Calculer moyenne, écart-type, incertitude-type et conclure.
- k) Comparer à la valeur indiquée sur le réseau  $600 \text{ traits / mm} = \frac{1}{a}$ .

## Expérience

 Mettre en œuvre le protocole, après l'avoir soumis à l'enseignante.

## Mesures et conclusion

Q7. Noter les mesures.

Q8. En déduire la valeur moyenne, l'écart-type et l'incertitude-type du pas du réseau.

Q9. Conclure sur la valeur du pas du réseau, sous la forme habituelle :  $a = \dots$ ;  $u(a) = \dots$  (avec le bon nombre de chiffres significatifs et les unités!).

### Solution:

```

1 theta2 = np.array([81+9/60, 81+2/60, 79.5+25/60, 78+8/60, 76+10/60, 75,
2   74.5+29/60, 73.5+19/60])*np.pi/180
3 theta1 = np.array([109+18/60, 109+28/60, 110+25/60, 112+26/60,
4   114+15/60, 115+20/60, 115+28/60, 116.5+1/60])*np.pi/180
5 Lambda = np.array([404.7, 407.8, 435.8, 491.6, 546.1, 577, 579.1,
6   623.4])*10**-9
7
8 p = 1
9 Dm = abs(theta2-theta1)/2
10 a = Lambda/(2*np.sin(Dm/2))
11
12 a_moy = np.mean(a) # valeur moyenne
13 s_a = np.std(a, ddof = 1) # écart-type
14 u_a = s_a/np.sqrt(len(a)) # incertitude-type

```

a=1.6523831283257416e-06 u(a)=4.4426813662614666e-09

Résultat de l'expérience :  $a = 1652,4 \times 10^{-9} \text{ m}; u_a = 4,4 \times 10^{-9} \text{ m}$

Comparaison :  $\frac{1}{a} = 606.10^3 \text{ m}^{-1} = 605 \text{ traits/mm}$

## IV.4 Mesure d'une longueur d'onde inconnue

On souhaite mesurer une longueur d'onde inconnue (doublet jaune du sodium, raie rouge du Cadmium, ...)

### Protocole

Q10. Proposer un protocole détaillé permettant de mesurer la longueur d'onde inconnue.

#### Solution:

- Repérer la raie inconnue, et l'ordre du spectre dont elle fait partie  $p$ .
- Mesurer le minimum de déviation comme décrit précédemment.
- Utiliser la relation du minimum de déviation :  $\lambda = \frac{2 \sin(D_m/2)a}{p}$  pour en déduire la valeur de  $\lambda$ .
- Comparer avec la valeur tabulée.

### Expérience

☞ Mettre en œuvre le protocole, après l'avoir soumis à l'enseignante.

### Mesures et conclusion

Q11. Noter les mesures effectuées.

Q12. Les exploiter pour en déduire la valeur de  $\lambda$ .

**Solution:** Par exemple, avec la lampe au Cadmium. On observe une raie turquoise.

$\theta_1 = 51,5^\circ + 20'$  et  $\theta_2 = 15,5 + 20'$

$\lambda_{\text{turquoise}} = 511 \text{ nm}$  pour une valeur tabulée à 508 nm.

Q13. En utilisant une simulation Monte-Carlo, déterminer l'incertitude-type sur la longueur d'onde.  
Pour la simulation Monte-Carlo, :

- évaluer la demie-largeur  $\Delta\theta$  de l'intervalle des angles mesurés au sein duquel on est « certain » de trouver la valeur ;
- simuler un grand nombre d'expériences :
  - avec une distribution rectangulaire : `np.random.uniform(th-Delta_th,th+Delta_th,N)` pour les angles  $\theta_1$  et  $\theta_2$  ;
  - avec distribution gaussienne `np.random.normal(a-u_a,a+u_a,N)` pour le pas du réseau (on choisit une distribution gaussienne, car on a connaît son incertitude-type) ;
- en déduire un tableau de  $N$  valeurs de  $\lambda$ .

Q14. Conclure sur la valeur de la longueur d'onde inconnue et son incertitude-type.

Q15. Comparer à la valeur tabulée, en calculant un écart normalisé.

## Ce qu'il faut retenir

Résumez, à la fin de votre compte-rendu les points suivants :

- utilisation d'une lunette autocollimatrice ;
- réalisation d'un faisceau de lumière parallèle à l'aide d'un collimateur ;
- réglage d'un goniomètre ;
- mesure d'une longueur d'onde à l'aide d'un goniomètre à réseau ;
- la lecture d'un angle à l'aide d'un vernier angulaire.