

TP Mesures de longueurs (1)

Objectif Lune

Cette séance de TP a pour premier objectif d'expliquer comment la méthode des parallaxes permet la détermination de la distance Terre-Lune de façon simple et relativement précise.

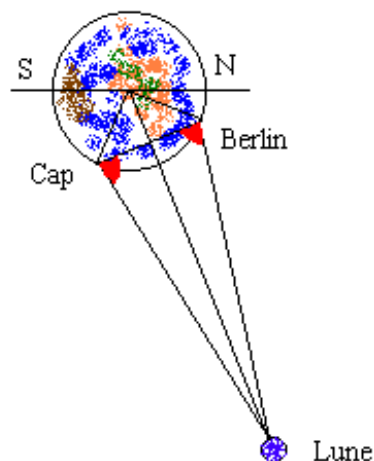
Le second objectif est d'introduire la notion de diamètre apparent, et de montrer que la connaissance du diamètre apparent de la Lune et de la distance Terre-Lune permet la détermination du rayon de la Lune.

Première partie du TP :

La technique de la parallaxe entre deux observateurs est expliquée et appliquée à l'échelle de la salle de classe. L'objet dont on veut déterminer la distance est par exemple une tache située sur un cercle de carton simulant la Lune. Peu importe que les élèves ne soient pas tous situés à la même distance de l'objet, l'important est qu'ils comprennent que la technique de la parallaxe permet effectivement de déterminer cette distance. Pour plus de facilité, on peut disposer plusieurs cercles dans la salle. On se place dans les conditions indiquées sur la fiche n° 2.

On peut ensuite, à l'aide du schéma ci-contre projeté à l'aide d'un transparent, expliquer la détermination historique de cette distance :

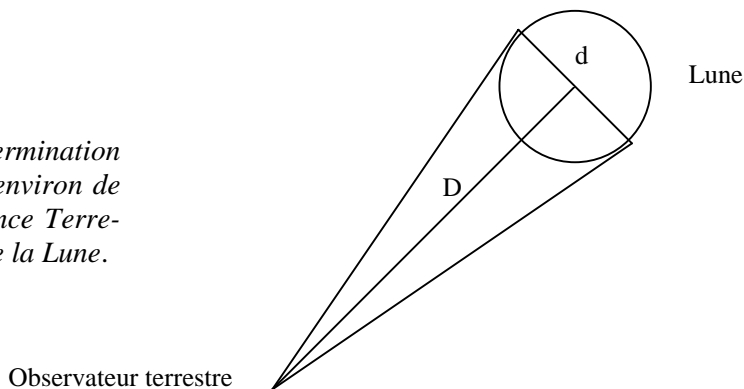
En 1751, Lalande et La Caille choisirent deux lieux d'observation éloignés, Berlin et le cap de Bonne Espérance, situés approximativement sur le même méridien. Ils observèrent la Lune simultanément en déterminant sa direction lors de son passage dans le plan du méridien. Ces observations leur permirent de déterminer les angles indiqués en rouge sur le schéma. Connaissant la distance entre Berlin et le cap de Bonne Espérance, ils calculèrent la distance Terre-Lune.



Deuxième partie du TP :

Des cercles de diamètre 20 cm sont fixés sur les murs de la salle de TP. Les élèves ont à leur disposition des cercles de diamètre 15, 10 et 5 cm. Ils doivent déterminer à quelles distances ils doivent se trouver des grands cercles pour les occulter complètement. Ceci permet d'introduire la notion de diamètre apparent. Voir fiche n°3

On explique ensuite comment la détermination du diamètre apparent de la Lune (environ de $0,5^\circ$), permet, connaissant la distance Terre-Lune D , de calculer le diamètre d de la Lune.



Objectifs d'apprentissage visés durant cette séance :

- agir en suivant un protocole fourni
- exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience
- utiliser quelques notions de géométrie simple.

TP Mesure de longueurs (2)

Arpenter l'espace proche

Les détails de réalisation sont disponibles dans les fiches techniques n° 1 et 2.

L'enjeu de cette séance est de s'approprier le principe de méthodes de visée.

Le but proposé aux élèves est de mesurer, avec pour seul ustensile un double-décimètre, des distances d'objets difficiles d'accès.

Stratégie proposée :

La classe est organisée en binômes. On commence par expliquer la méthode de la parallaxe avec les deux yeux. On trace un trait vertical au tableau et on demande aux élèves d'utiliser cette méthode pour évaluer, depuis leur table, la distance qui les sépare de ce trait. L'expérience à réaliser est schématisée. On fait en sorte qu'au moins deux groupes d'élèves aient la même distance à déterminer. Une mesure grossière de la distance recherchée peut être faite avec un double-mètre.

On compare ensuite les résultats des groupes ayant fait la même mesure avec la mesure au double-mètre.

On se propose ensuite, avec la même méthode de mesurer la distance qui sépare les élèves d'un objet beaucoup plus éloigné : arbre dans la cour, voiture sur le parking...

Les élèves doivent découvrir que la méthode s'avère inefficace, la base du triangle (distance entre les deux yeux) étant beaucoup trop petite par rapport à la distance recherchée.

On introduit alors la méthode de la parallaxe entre deux observateurs, ce qui consiste simplement à élargir la base du triangle. L'expérience est décrite mais non schématisée. La consigne donnée est de faire réaliser préalablement aux élèves le schéma montrant les directions des différentes visées et les distances mesurées.

Le professeur s'assure que la méthode est comprise en vérifiant et en discutant les schémas réalisés.

La mesure de la distance à l'objet éloigné est réalisée par cette méthode. Les résultats peuvent cette fois être comparés pour tous les groupes d'élèves.

On peut compléter la réalisation de ces mesures par la résolution de l'exercice intitulé "parallaxe d'une étoile"

Les objectifs d'apprentissage visés par cette séance sont les suivants :

- Agir en suivant un protocole fourni (texte ou schéma)
- Faire le schéma d'une expérience
- utiliser la relation de proportionnalité
- utiliser quelques notions de géométrie simple
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience

TP Mesure de longueurs (3)

Comment évaluer l'ordre de grandeur d'objets de grande taille ?

L'enjeu de la séance de Travaux Pratiques est de montrer aux élèves qu'il est possible à partir d'une méthode correctement choisie d'avoir accès à un ordre de grandeur d'une grande distance en utilisant un mètre.

Les objectifs d'apprentissage visés par cette séance sont les suivants :

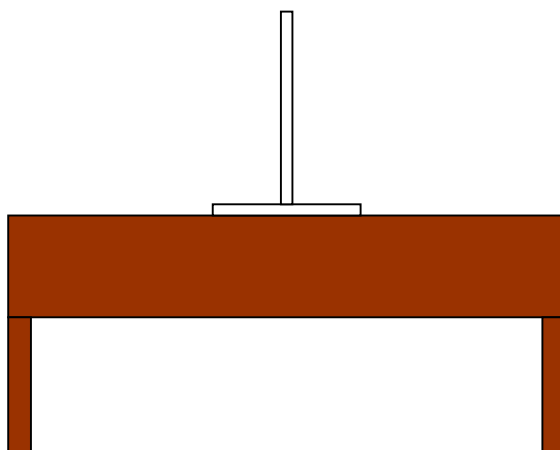
- Agir en suivant un protocole fourni (texte ou schéma)
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience
- Utiliser quelques notions de géométrie simple

Cette séance de Travaux pratiques est en fait constituée de deux parties distinctes, chacune ayant pour enjeu de déterminer une grande distance.

Première partie :

Le but de cette première partie pour les élèves est de déterminer de leur bureau la distance qui les sépare de la paillasse du professeur. Ils utilisent pour cela la méthode de la parallaxe entre deux observateurs.

- Le professeur place un objet sur la paillasse (un support par exemple) et demande aux élèves d'effectuer leurs visées par rapport à cet objet ;
- Chaque binôme effectue leurs visées placés à l'extrémité de leur bureau (extrémité opposée au couloir central);
- Les binômes changent de place deux à deux.



- Chaque binôme compare la valeur déterminée à la valeur mesurée avec un décimètre.

Remarque:

On peut refaire le même travail en faisant effectuer les visées au binôme de part et d'autre de son bureau. Il est ensuite intéressant de montrer que les visées dans ce cas sont beaucoup moins précises.

Deuxième partie:

*Le but de cette deuxième partie est de déterminer le rayon de la Terre par la méthode d'Eratosthène.
Cette deuxième partie fait suite à l'activité C2 réalisée en classe entière.*

Organisation:

- Mise en relation téléphonique des élèves avec ceux d'un autre lycée (situé sur le même méridien);
- Réalisation de la mesure de la longueur de l'ombre d'un bâton par chacun des binômes;
- Prise en compte de la mesure réalisée par les élèves de l'autre lycée;
- Détermination du rayon de la Terre.

TP Mesure des longueurs (4)

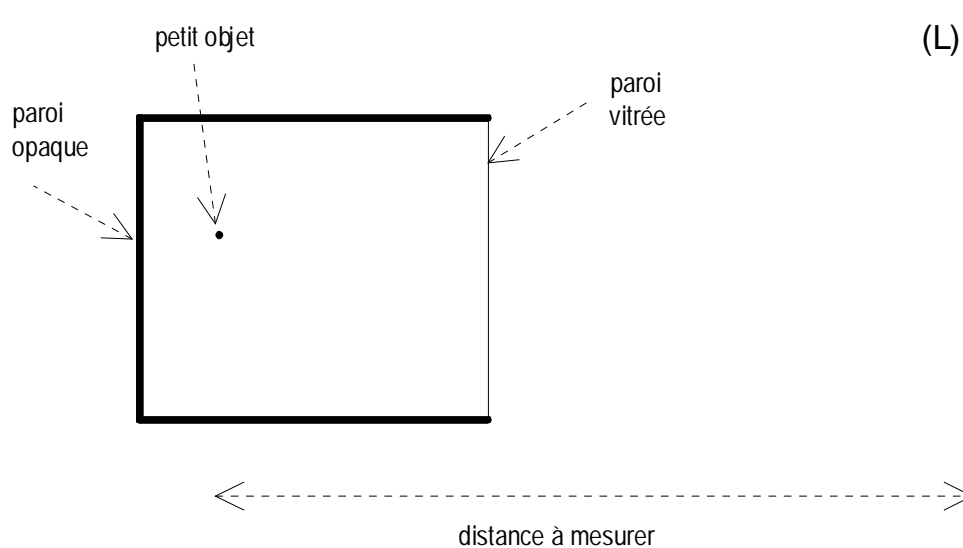
Comment mesurer la distance à laquelle se trouve un objet inaccessible ?

Tous les renseignements pour le professeur sur la méthode de parallaxe sont donnés dans les fiches techniques n°1 et 2.

La situation-problème proposée vise ici à amener les élèves à construire le protocole de la méthode de la parallaxe puis à réaliser et à exploiter les mesures de manière à déterminer la distance à laquelle se situe un objet inaccessible. L'application à la détermination des distances astronomiques est bien sûr l'objectif final.

Situation-problème :

Un petit objet est enfermé dans une boîte fermée comportant une paroi vitrée sur l'une de ses faces. On désire mesurer la distance qui sépare l'objet d'une ligne droite (L) tracée devant la vitrine sans pouvoir pénétrer dans la pièce (figure).



Le travail demandé à chaque groupe est le suivant (groupes de 4 élèves):

Vous devez concevoir une méthode vous permettant de déterminer la distance séparant la ligne (L) de l'objet.

1. Vous rédigerez par écrit le protocole expérimental qui vous paraît le plus simple pour déterminer cette distance en justifiant les méthodes de mesure et de calcul adoptées.
2. Vous effectuerez ensuite les mesures et les calculs et vous donnerez la valeur de la distance cherchée.
3. Vous évalueriez enfin l'incertitude sur le résultat

Vous disposez d'épingles vous permettant de faire des visées à l'œil nu et de repérer les directions correspondantes. Vous pouvez également imaginer toute autre méthode de visée qui vous paraîtraient plus satisfaisantes.

Discussion : comparaison des méthodes utilisées.

Chaque petit groupe expose et justifie à la classe sa méthode, les mesures effectuées, les calculs et le résultat trouvé ainsi que la précision avec laquelle la distance a été calculée. Les différentes méthodes sont comparées et discutées.

Le professeur expose à la fin le principe de la méthode des parallaxes et donne quelques exemples d'application de cette méthode. L'ensemble sera repris et complété au cours de la séance d'exercices qui suivra.

Objectifs d'apprentissage visés durant cette séance :

- Proposer une expérience répondant à un objectif précis
- Décrire une expérience
- Analyser des résultats expérimentaux
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience
- Utiliser la relation de proportionnalité
- Utiliser des notions de géométrie simple

TP Eratosthène (1)

Eratosthène au bout du fil

L'enjeu de cette séance est l'évaluation de l'ordre de grandeur du rayon terrestre

Le but proposé aux élèves est suggéré dans le titre : peut-on mettre en œuvre la méthode imaginée par Eratosthène d'une manière rapide ?

La stratégie adoptée ici se déroule en quatre actes :

- prise de connaissance de la méthode d'Eratosthène par un document écrit et un questionnement,
- mise au point d'un protocole, écrit par le groupe classe pour réaliser des mesures du même type à notre époque,
- réalisation de ces mesures (voir fiche technique n°5),
- exploitation des résultats.

Il peut s'avérer difficile de mener dans la même séance ces quatre actes. Les parties qui nécessitent un effectif réduit sont la mise au point du protocole et sa réalisation. La partie introductive peut être travaillée avec la classe entière lors du cours précédent, l'exploitation des résultats peut être différée lors de la séance suivante en classe entière.

Les objectifs d'apprentissage visés sont les suivants :

- trier des informations
- utiliser la relation de proportionnalité
- utiliser quelques notions de géométrie simple
- proposer une expérience répondant à un objectif précis
- être capable, dans le cadre de travaux collectifs, d'échanger des documents par courrier électronique.
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience

Document proposé pour introduire la méthode d'Eratosthène

Comment les Anciens ont-ils calculé le diamètre de la Terre ?

Premièrement, pour vouloir calculer le diamètre de la Terre, les Anciens devaient savoir qu'elle était ronde. Ils le savaient par les observations de l'ombre circulaire de la Terre lors des éclipses de Lune. Ils le savaient aussi en voyant les navires disparaître à l'horizon.

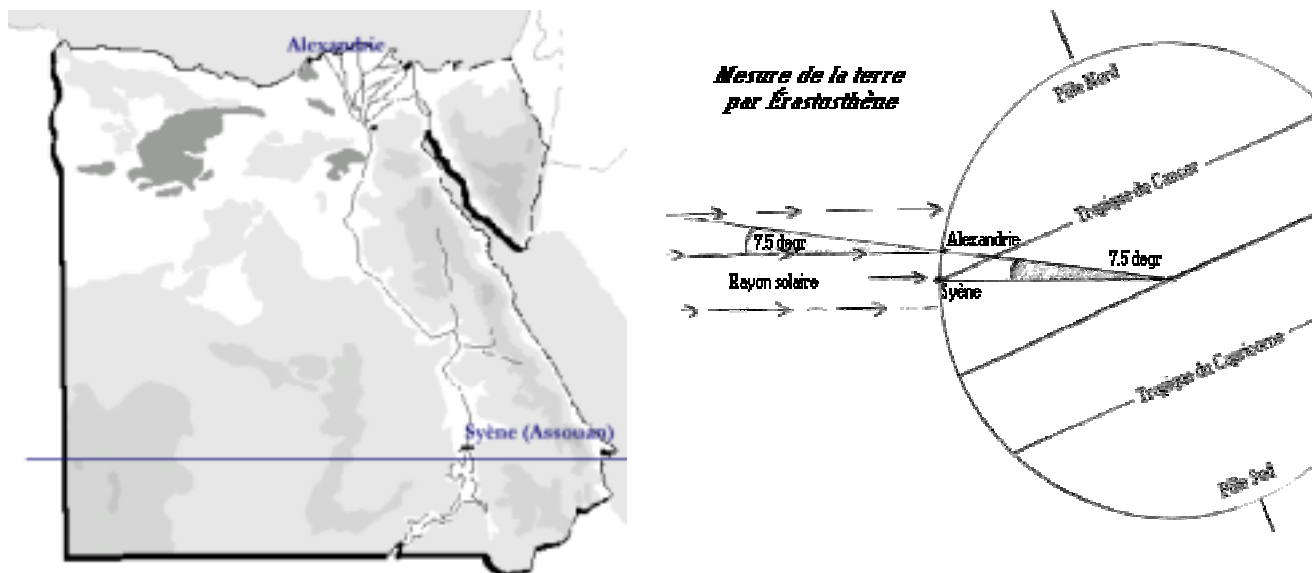
C'est vers 250 ans avant Jésus-Christ que s'effectuèrent les premières tentatives de la mesure du diamètre de la Terre. Un homme du nom d'Eratosthène raisonna ainsi : Syène (actuellement Assouan) était une ville dont la latitude se situait à 23.5 degrés nord, c'est-à-dire sur le tropique du Cancer. Les Anciens savaient que sur les lignes des tropiques le Soleil passe au zénith au moins une fois par année. Cette date, pour le tropique du Cancer, est le 21 juin au solstice d'été. À Syène et à tout endroit ayant une latitude nord de 23.5 degrés (tropique du Cancer), le 21 juin à midi, le Soleil est au zénith, on peut voir sa lumière au fond d'un puits creusé verticalement. Mais à la même date et à la même heure, dans la ville d'Alexandrie située plus au nord (31 degrés latitude nord), on constata que les rayons du Soleil n'atteignaient pas le fond des puits. Les rayons faisaient un angle de 7.5 degrés par rapport à la verticale. Connaissant la distance entre les deux villes (830 kilomètres), on en arriva au raisonnement suivant :

Les rayons du Soleil arrivent sur la Terre tous parallèles entre eux. Si la Terre était plate, les rayons arriveraient aussi bien à la verticale d'Alexandrie qu'à la verticale de Syène. Or on constate une différence de 7.5 degrés.

Une circonférence a 360 degrés, il fallait donc parcourir une distance de 830 kilomètres pour qu'il y ait une différence 7.5 degrés entre la verticale de chaque lieu.

Questions sur le document

- 1-La vue en coupe de la terre suppose que les deux villes Alexandrie et Syène sont situées sur le même méridien, est-ce bien le cas ?
- 2-Quel argument vous paraît justifier que les rayons du soleil arrivant sur une portion de Terre de 830 km sont considérés comme parallèles entre eux ?
- 3-Utiliser les mesures d’Eratosthène pour calculer le rayon de la Terre.



Écriture du protocole par les élèves

Après le travail sur document on propose aux élèves de faire une mesure semblable. L’écriture du protocole va se faire progressivement par le moyen d’un questionnement oral du professeur.

Il doit prendre en compte les points suivants :

- pour faire la mesure il faut deux lieux géographiques,
- comment choisir le lycée de France qui permettra une mesure suffisamment précise (éloignement, situation sur le même méridien ou pas) ?
- à deux latitudes différentes, dont aucune n’est celle du Tropic du Cancer, les rayons du soleil font un angle avec le gnomon placé verticalement sur le sol, comment faire ?
- quelle hauteur minimale donner au gnomon pour avoir une bonne précision ?
- les deux lycées doivent-ils obligatoirement travailler avec des gnomons de même hauteur ?
- les deux lycées doivent-ils faire l’expérience exactement le même jour à la même heure ou bien peut-on s’autoriser quelques jours de décalage (pour avoir du soleil !) sans que cela occasionne d’imprécisions notables ?
- n’y a-t-il pas moyen de travailler avec précision même si on n’est pas placé exactement sur le même méridien que l’autre établissement ? (repérage de l’ombre minimale pour faire une mesure dans les mêmes conditions expérimentales de passage soleil devant son “propre” méridien)...

Une fois le protocole établi, il reste à faire les mesures et à les communiquer à l’autre établissement. On peut imaginer une mesure en temps réel dans la cour du lycée communiquée avec un téléphone portable, ou bien l’utilisation de la messagerie d’internet, ou bien ...le courrier classique !

TP Eratosthène (2)

Comment mesurer le rayon de la Terre ?

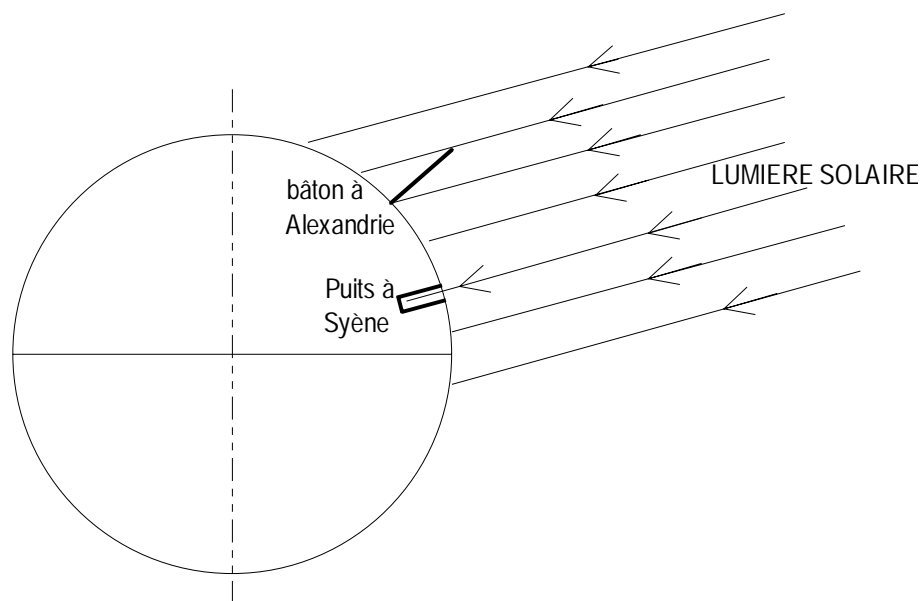
Pour les précisions relatives à la réalisation de l'expérience le professeur peut se référer à la fiche technique n°5

Travail préparatoire (à effectuer à la maison)

(Méthode d'Eratosthène 284-192 av. JC.)

Les élèves disposent du texte ci-dessous donnant le principe de la méthode historique utilisée par Eratosthène pour mesurer le périmètre de la Terre.

La première détermination du rayon de la Terre fut réalisée deux siècles avant notre ère par Eratosthène qui appartenait à l'école d'Alexandrie. Son calcul repose sur une idée simple : Le Soleil est si éloigné de la Terre que sa lumière peut être représentée par des rayons parallèles. Or Eratosthène avait lu qu'à Syène, ville située sur le tropique nord, la lumière tombait verticalement, atteignant le fond des puits à midi, le jour du solstice d'été. Tandis qu'à Alexandrie, ville située plus au nord, cela ne se produisait pas. La lumière arrivait à la même heure en faisant un angle dû, pensait-il, à la courbure de la Terre. Il planta alors à Alexandrie un bâton vertical et mesura l'angle entre le bâton et la direction des rayons solaires (cf. schéma) ; il trouva $1/50^{\text{ème}}$ de cercle. Eratosthène savait également que les caravanes de chameaux partant de Syène mettaient 50 jours pour arriver à Alexandrie en parcourant 100 stades par jour (un stade équivaut à 160m).



Vous montrerez comment il est possible, à partir de ces mesures, de calculer la circonférence de la Terre et vous calculerez la valeur de cette circonférence.

Travail effectué pendant la séance (1h30)

Les résultats obtenus par les élèves sont rapidement comparés, discutés et corrigés par le professeur en début de séance qui s'assure ainsi que ceux qui n'avaient pas su faire le travail préparatoire ont maintenant compris la méthode d'Eratosthène.

Les élèves sont ensuite regroupés par 4. La consigne donnée à chaque groupe est la suivante :

1. En vous inspirant de la méthode d'Eratosthène et en l'adaptant, vous étudierez la possibilité d'effectuer la mesure de la circonférence terrestre (et donc du rayon de la Terre) en travaillant en liaison (par téléphone ou par internet) avec des élèves d'un autre établissement.

(Remarquons simplement, qu'à la différence de la méthode d'Eratosthène, aucune des deux localités servant aux mesures n'est située sur le tropique et que, de toutes façons, les mesures ne seront pas effectuées, le jour du solstice d'été.)

Vous pourrez vous guider par les questions suivantes :

- Comment, en considérant deux verticales en deux lieux différents sur Terre, il est possible de déterminer l'angle que font entre elles ces directions ?
- Comment doit-on choisir le lieu de l'établissement avec lequel on se propose de travailler ?
- Quelles conditions sur le temps doivent être satisfaites pour réaliser cette expérience ?
- Quelles précautions manipulatoires doit-on prendre ?
- Que mesurera-t-on et comment s'y prendra-t-on ?

2 Vous rédigerez sur feuille le protocole opératoire détaillé qui sera communiqué aux élèves de l'établissement qui effectueront la mesure avec vous.

La deuxième classe aura été contactée préalablement et aura fait de son côté le même travail. Ce protocole arrêté après discussion entre les groupes, sera communiqué par courrier électronique à la classe de l'établissement « jumeau ». Dans le même temps, les élèves de cet établissement auront effectué et communiqué de la même façon le même travail. De chaque côté, on comparera les deux protocoles, et après les rectifications nécessaires, discutées par téléphone ou par courrier électronique, on sera prêt pour effectuer de part et d'autre les mesures.

Chaque groupe effectue ensuite les mesures. Les résultats sont échangés avec l'autre classe.

Le travail peut alors être terminé (soit en classe soit à la maison).

3 A partir des résultats des mesures effectuées de part et d'autre, vous déterminerez la valeur du rayon de la Terre.

4 Compte tenu de la méthode employée, vous évalueriez, l'ordre de grandeur de la précision du résultat trouvé.

Objectifs d'apprentissage visés durant cette séance

- Proposer une expérience répondant à un objectif précis
- Décrire une expérience
- Utiliser quelques notions simples de géométrie
- Produire un document
- Échanger ces documents par courrier électronique

TP Franklin

Comment déterminer l'ordre de grandeur de la longueur d'une molécule ?

L'enjeu de la séance consiste à réaliser la mesure d'une longueur très petite par un protocole adapté.

Le but proposé aux élèves est contenu dans la question initiale.

La stratégie proposée se déroule en trois temps :

-étude préliminaire d'un texte destiné à mettre en scène les molécules sur lesquelles on va travailler,
-réalisation d'un protocole par les élèves à partir des consignes données par le professeur (voir fiche technique n°6),

-mise en commun des résultats dans le but de discuter de la validité du modèle de comportement des molécules proposé dans le texte.

Si la classe manipule avec difficulté il est prudent de donner le texte à étudier à la maison pour préparer la séance.

Les objectifs d'apprentissage visés par cette séance sont les suivants :

- trier des informations
- utiliser un vocabulaire scientifique
- Agir en suivant un protocole fourni (texte ou schéma)
- utiliser les puissances de 10
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience
- Analyser des résultats expérimentaux, les confronter à des résultats théoriques
- Déterminer le domaine de validité d'un modèle

Texte adapté du livre de PG de Gennes : *Les Objets fragiles*.

« *L'esprit Benjamin Franklin* »

Examinons ce qui se passe lorsqu'on ajoute à l'eau une petite quantité de « surfactant ». (on peut considérer qu'une molécule d'huile entre dans cette catégorie). Les molécules de surfactant sont des objets assez extraordinaires ; elles sont plutôt petites (un à deux nanomètres de long) et possèdent deux propriétés violemment antagonistes. Une des extrémités de la molécule est fortement hydrophile, nous l'appellerons « tête polaire » de la molécule. Le reste de la molécule est résolument hydrophobe, c'est une chaîne « aliphatique » formée d'atomes de carbone et d'hydrogène. Si je plonge une telle molécule, seule dans l'eau, elle devient très « malheureuse ». Sa chaîne aliphatique ne songe qu'à fuir l'eau qu'elle exècre. Aidée par l'agitation thermique, elle parvient à la surface. La situation, sans être idéale est déjà meilleure. La tête polaire peut rester immergée avec délice dans l'eau. La chaîne hydrophobe peut se sécher à l'air. En se serrant l'une contre l'autre comme les pingouins d'une rookerie, les molécules de surfactant peuvent alors créer une situation presque parfaite : tête dans l'eau, chaîne à l'air presque perpendiculaire à la surface. Les molécules forment une couche bien régulière dont l'épaisseur est égale à une longueur moléculaire. C'est une monocouche...

Depuis les Grecs, on sait qu'un film d'huile, répandu sur la mer, tend à calmer les vagues. Franklin lui fait l'expérience suivante : il va au bord d'un étang (à Clapham près de Londres) et verse, doucement, une goutte d'huile d'olive sur l'étang. L'huile s'étale, la « peau » de l'eau est devenue comme rigide, c'est ce phénomène qui permet à Franklin d'évaluer assez bien la surface du film d'huile, elle est d'environ 100 m² !

Répondre aux questions suivantes :

- 1- En schématisant une molécule d'huile par une tête polaire circulaire accrochée à une chaîne, représenter quelques molécules d'huile disposées à la surface de l'eau conformément à la description qu'en fait l'auteur.
- 2- Partant de ce modèle de représentation, quelle est la hauteur de la flaque d'huile qui recouvre l'étang dans l'expérience de Franklin ? Peut-on la mesurer commodément ?

- 3- Connaissant le volume de la goutte d'huile, Franklin est parvenu à déterminer l'ordre de grandeur de la longueur des molécules d'huile, quel calcul a-t-il fait ?

TP Diffraction

Détermination de l'épaisseur d'un cheveu !

Voir fiche technique n°7

Ce TP permet de montrer aux élèves qu'il est possible de déterminer une grandeur que l'on ne peut pas obtenir de façon directe (ici l'épaisseur est une grandeur trop petite pour être mesurée directement avec un appareil de mesure à savoir un mètre ou un centimètre) en utilisant ce qu'on appelle une courbe d'étalonnage.

L'intérêt de ce travail n'est pas d'expliquer le phénomène de diffraction qui ne sera pas étudié mais simplement de montrer qu'il intervient lorsqu'on intercale sur le trajet du faisceau une ouverture petite ou encore un obstacle. Il permet par la suite de construire une courbe d'étalonnage.

Déroulement de la séance

Après avoir donné les consignes de sécurité relatives à l'utilisation d'un faisceau laser, le professeur montre la disposition du matériel pour obtenir une figure de diffraction. La limite du rayon lumineux est ainsi mise en évidence.

Dans un second temps les élèves travaillent en binômes à leur table où est installé un matériel semblable. Ils manipulent des fentes de largeurs différentes et connues. La consigne donnée est d'identifier un paramètre intervenant dans la figure de diffraction..

On doit parvenir après une discussion avec le groupe classe à la conclusion : la largeur de la tache centrale dépend de la largeur de la fente.

Les élèves sont ensuite conviés à faire l'expérience de la diffraction par un fil très fin, ils doivent constater la similitude des observations.

On passe ensuite à une étude quantitative dans le but d'obtenir une courbe d'étalonnage permettant la mesure de l'épaisseur d'un cheveu.

Les élèves effectuent les opérations suivantes :

- mesure de la largeur de la tache centrale de diffraction L pour plusieurs fentes de largeur différente a ,
- construction d'un tableau destiné à noter les résultats,
- tracé de la courbe $L = f(a)$,
- mesure de la largeur de la tache centrale obtenue par la diffraction du faisceau laser par un cheveu,
- détermination de l'épaisseur du cheveu par la courbe d'étalonnage.

Les objectifs d'apprentissage visés par cette séance sont :

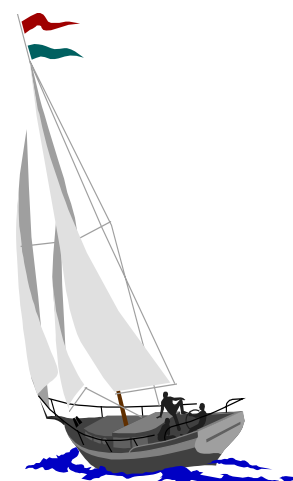
- Respecter les consignes : protection des personnes,
- Formuler une hypothèse sur un paramètre pouvant jouer un rôle dans un phénomène,
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience,
- construire un graphique à la main et savoir l'utiliser

TP Sonar

Où se trouve le fond ?

Ce TP permet d'expliquer le principe du sonar marin. Il met en œuvre l'oscilloscope, que les élèves n'ont peut-être jamais eu l'occasion de manipuler. C'est donc essentiellement autour de l'utilisation de cet appareil, en particulier du fonctionnement de la base de temps, que l'enseignant mène la séance.

L'oscilloscope est ainsi présenté comme un dispositif permettant de mesurer, entre autre, des distances.



Travail préliminaire à la séance :

L'étude de l'oscilloscope a été faite au collège. Quelques exercices ont permis de revoir l'utilisation de la base de temps (réglage, mesure...)

Déroulement de la séance :

La discussion s'engage dans un premier temps autour de l'expérience suivante :

Un microphone A est relié à l'une des voies d'un oscilloscope à mémoire. Un bruit sec est émis devant le micro. On observe l'oscillogramme : le signal sonore est transformé en tension.

Un deuxième microphone B, éloigné d'une distance d de A, est relié à l'autre voie de l'oscilloscope. On émet à nouveau un bruit sec devant A : le son, qui se propage à vitesse constante connue, a mis un certain temps pour arriver de A à B.

La mesure de la durée entre les deux signaux permet donc de déduire la distance d entre les deux micros.

Dans un deuxième temps, les élèves utilisent les transducteurs électroacoustiques . Le signal observé à l'oscilloscope est présenté comme associé à la salve d'US. Les élèves reproduisent tout d'abord l'expérience réalisée avec un signal sonore.

Des écrans différents sont ensuite utilisés pour montrer la réflexion des US.

On demande dans un dernier temps à l'élève de proposer une expérience simulant l'utilisation d'un sonar pour évaluer la profondeur d'un fond marin (position de l'écran réflecteur, positionnement les transducteurs), de faire le schéma de l'expérience, de la réaliser et de faire la mesure de la distance entre le « bateau » et « le fond marin ».

Les objectifs d'apprentissage visés durant cette séance sont :

- agir en suivant un protocole fourni
- proposer une expérience répondant à un objectif précis
- faire le schéma d'une expérience
- exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience.

Remarque :

De nombreux robots, comme ceux qui permettent le nettoyage du sol (usines, métro, aéroports...) se dirigent grâce à des transducteurs électroacoustiques qui leur permettent d'évaluer les distances.

Dans le bâtiment, les mesures peuvent être faites à l'aide de ce dispositif (les peintres et les tapissiers évaluent ainsi les dimensions d'une pièce).

TP Spectroscopie

Réalisation de spectres d'émission et d'absorption au moyen d'un spectroscopie à prisme

Objectif

- Apprendre à distinguer différents types de lumières
- Observer des spectres d'émission et d'absorption de tous types

La réalisation du TP fait appel aux fiches techniques N° 8 et 9

Déroulement des activités

Les élèves travaillent par deux. Ils ont à leur disposition un spectroscopie à prisme (voir fiche technique) et une source de lumière blanche constituées par une lampe à filament de tungstène, un alternostat (ou un dispositif réglable permettant de faire varier la température du filament), un miroir orientable permettant d'éclairer la fente du spectroscopie avec la lumière du soleil, un tube fluorescent (ou une lampe fluorescente) une bougie, différents filtres et solutions colorés. Par ailleurs des lampes spectrales sont disponibles dans la salle (lampes à vapeur de sodium, de mercure, d'hydrogène, de néon etc.).

Observation de spectre d'émission

La consigne est la suivante :

1. Vous devez observer, comparer et décrire avec précision les spectres d'émission de lumière donnés par le spectroscopie lorsque vous éclairez sa fente par la lumière solaire ou par la lumière produite par une source (lampe à incandescence, bougie, tube fluorescent, lampe à vapeur de mercure, de sodium, d'hydrogène, de néon etc.).
2. Proposez alors une interprétation des phénomènes observés en vous aidant du texte suivant, écrit par Albert Einstein à propos des travaux de Newton sur la lumière.

Voici une description d'une des expériences de Newton telle qu'il la décrit lui-même :

« En l'an 1666 (époque à laquelle je me suis appliqué à polir des verres optiques de formes différentes de la forme sphérique), je me suis procuré un prisme triangulaire en verre pour faire des expériences sur les fameux phénomènes de couleurs. Après avoir fait l'obscurité dans la chambre et percé un trou dans le volet pour laisser pénétrer une quantité convenable de lumière solaire, j'ai placé mon prisme devant l'ouverture afin que la lumière soit réfractée sur le mur opposé. Ce fut d'abord un divertissement très plaisant de contempler les couleurs vives et intenses ainsi produites... lesquelles couleurs ne sont pas nouvellement créées, mais seulement rendues visibles par leur séparation car si elles sont de nouveau complètement mélangées et fondues ensemble, elle composeront la couleur qu'elles avaient avant la séparation.

La décomposition de la lumière blanche du soleil en un grand nombre de lumières colorées est un phénomène observé depuis l'antiquité dans l'arc-en-ciel. Un bord de l'arc-en-ciel est toujours rouge et l'autre toujours violet ; entre eux se trouvent rangées toutes les autres couleurs. L'explication que Newton donne de ce phénomène est celle-ci : chaque couleur est déjà contenue dans la lumière blanche. Elles traversent toutes ensemble l'espace interplanétaire et l'atmosphère et produisent l'effet de lumière blanche. Celle-ci est, pour ainsi dire, un mélange de corpuscules d'espèces différentes, qui correspondent à des couleurs différentes. Dans le cas de l'expérience de Newton, le prisme les sépare dans l'espace (...) Chaque couleur sera, par conséquent, réfractée

le long d'un chemin différent et séparée des autres quand la lumière quitte le prisme. Dans le cas de l'arc-en-ciel, les gouttes d'eau jouent le rôle de prisme. »

Albert Einstein & Léopold Infeld,
L'évolution des idées en physique,
Flammarion Champs, pp 93-95.

3. Dans le cas de la lumière produite par un filament chauffé (lampe à incandescence), vous examinerez et vous décrirez les modifications du spectre d'émission qui résultent d'une diminution de la température du filament.

Observation de spectres d'absorption

Dans toute cette partie, le spectroscopie est éclairé en lumière blanche (solaire ou artificielle).

4. Vous intercalerez entre la source et l'entrée du spectroscopie, différentes substances transparentes colorées (filtres ou solutions colorées).
Vous devez observer, comparer et décrire avec précision les spectres donnés dans chaque cas par le spectroscopie (spectres d'absorption).

Constitution du spectroscopie

5. Ouvrez le spectroscopie. Examinez son contenu (les composants et leurs dispositions respectives) et en donner un schéma clair. Proposez des hypothèses sur le rôle de chacun des composants qui le constituent.

Objectifs d'apprentissage visés durant cette séance

- Analyser des résultats expérimentaux, les confronter à des résultats théoriques
- Respecter les consignes
- Faire le schéma d'une expérience
- Proposer une hypothèse sur un paramètre pouvant jouer un rôle sur un phénomène

TP Réfraction (1)

Que fait la lumière quand elle change de milieu ?

Le but de ce TP est de montrer que le passage de la lumière de l'air (milieu 1) à un autre milieu transparent (milieu 2) provoque en général un changement de direction de propagation de cette lumière. La relation existant entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction est donnée sous la forme $\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n$, n étant appelé indice du milieu 2. Les conditions d'une bonne mesure

sont données par l'enseignant, et les élèves déterminent les indices de réfraction de l'eau et du Plexiglas ; ils constatent que, pour une incidence donnée, l'angle de réfraction dépend du milieu, et qu'ainsi l'indice de réfraction dépend du milieu. C'est aussi l'occasion d'introduire quelques notions sur la précision des mesures.

Cette étude se fait en lumière monochromatique.

Première partie du TP :

Une expérience met en évidence le phénomène de réfraction à la surface de séparation de l'air et de l'eau par exemple. On peut aussi noter la présence d'une réflexion partielle. Le vocabulaire (rayon incident, rayon réfracté, angle d'incidence, angle de réfraction) est explicité dès le début de la séance. Le dispositif comportant une lanterne munie d'un cache permettant d'isoler un fin faisceau de lumière, un disque gradué, un hémicylindre en Plexiglas et une cuve hémicylindrique est présenté.

Deuxième partie du TP :

On demande aux différents binômes de réaliser les expériences suivantes :

- éclairer l'hémicylindre en Plexiglas en lumière rouge, sous un angle d'incidence de $35,0^\circ$, de manière à faire se réfracter la lumière sur sa surface plane, le rayon incident allant de l'air vers le Plexiglas,
- mesurer l'angle de réfraction associé,
- en déduire une valeur de l'indice de réfraction du Plexiglas avec trois chiffres en tout,
- reporter les valeurs obtenues par tous les binômes dans le tableau ci-dessous :

groupe n°	1	2	3	4	5	6	7	8
valeur de n								

- recommencer les mêmes manipulations à l'aide de la cuve hémicylindrique remplie d'eau.

L'utilisation de la calculatrice permet d'obtenir rapidement la valeur moyenne m et l'écart type σ de ces deux séries de mesures indépendantes. On obtient ainsi, avec une très grande probabilité, les encadrements des indices de l'eau et du Plexiglas, compris dans l'intervalle $[m - \sigma, m + \sigma]$

Remarque : cette affirmation n'a de sens que parce que l'échantillon comporte 8 valeurs. C'est la loi de Student qui est utilisée ici de manière approchée. Pour plus d'informations, voir le texte d'orientation disponible à l'adresse : <http://www.educnet.education.fr/phy/igen/erreurs.htm#signet3>

Objectifs d'apprentissage visés durant cette séance :

- Agir en suivant un protocole fourni
- Faire l'étude statistique d'une série de mesures indépendantes en utilisant une calculatrice

TP Réfraction (2)

L'enjeu de ce TP est de permettre l'appropriation des lois de la réfraction et du phénomène de dispersion à travers un questionnement qui mobilise à la fois les connaissances toutes récentes des deux cours précédents et la manipulation d'un matériel qui n'est pas familier.

Explications et questionnement préliminaires présentant le but du TP aux élèves :

Les données bibliographiques fournissent les renseignements suivants au sujet de la valeur de l'indice de réfraction d'un verre appelé « flint »

$$n_1 (470 \text{ nm}) = 1,680$$

$$n_2 (732 \text{ nm}) = 1,596$$

Quelles sont les couleurs des deux radiations visibles de longueurs d'onde $\lambda = 470 \text{ nm}$ et 732 nm ?

Les prismes utilisés au lycée sont faits de matériaux semblables dont l'indice de réfraction est une fonction décroissante de la longueur d'onde de la lumière qui les traverse .

Le but des manipulations que vous devez réaliser est de mesurer les deux indices extrêmes n_1 et n_2 pour un prisme de la collection du lycée.

Le déroulement de la séance comporte trois phases :

-on explique tout d'abord aux élèves le but du TP

-la détermination de l'indice n_2 est faite dans l'esprit de l'appropriation des lois ; on reste donc très présent pour guider l'élève et l'aider à surmonter ses difficultés (réalisation expérimentale, position du prisme, repérage sur le schéma des angles d'incidence et de réfraction...)

-quand on estime que la première partie est comprise on laisse les élèves beaucoup plus libres pour gérer la mesure de n_1 .

Il peut se faire que tous les élèves ne terminent pas tous les calculs sur place mais l'enjeu expérimental est l'appropriation des lois, on peut estimer que la première partie de cette séance remplit cette fonction pour tous.

Travail à réaliser :

- Détermination de l'indice n_2 (732) :

Eclairer l'une des faces du prisme avec un faisceau laser en faisant en sorte qu'il ressorte par une autre face. Le trajet de la lumière devra être rasant pour permettre de visualiser la trace du faisceau lumineux sur une feuille posée sur la table ; repérer soigneusement sur la feuille l'empreinte du prisme, la direction du faisceau incident, la direction du faisceau émergent.

Exploiter le document de manière à calculer l'indice $n_2(732)$ de ce prisme.

- Détermination de l'indice n_1 :

Le laboratoire ne dispose pas de lumière laser de longueur d'onde 470 nm. La seule source contenant cette radiation est la lanterne de lumière blanche présente sur vos tables. Il vous est demandé d'utiliser cette lanterne et le prisme pour déterminer le plus grand indice de réfraction de ce prisme.

- Mettre au point une expérience qui réponde à cet objectif,
- soumettre au professeur votre projet de travail,
- faire un compte-rendu comportant des schémas soignés des expériences réalisées et une réponse à la question posée en réfléchissant au nombre de chiffres qu'il paraît raisonnable de conserver pour la valeur de n_1 déterminée.

Objectifs d'apprentissage visés par cette séance :

- proposer une expérience répondant à un objectif précis
- faire le schéma d'une expérience
- utiliser le matériel de laboratoire
- exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience
- décrire une expérience, un phénomène
- utiliser un vocabulaire scientifique
- rédiger une argumentation en utilisant à bon escient les conjonctions car, donc, si...alors, etc...

TP Réfraction (3)

But de la séance de Travaux Pratiques :

La séance se déroule en deux parties

- réaliser une série de mesures de couples de valeurs (i_1, i_2) ;
- confronter ces résultats expérimentaux aux lois proposées par les savants sur la réfraction (lois introduites au cours de l'activité C3 par exemple).

Matériel :

Dispositif comportant une lanterne munie d'un cache permettant d'isoler un fin pinceau de lumière

Un disque gradué

Un hémicylindre en plexiglas ;

Une calculatrice ou un ordinateur muni d'un logiciel tableur-grapheur.

Première partie du TP :

Chaque groupe réalise une série de mesures de couples de valeurs (i_1, i_2) à l'aide du dispositif décrit plus haut.

Le dispositif ainsi que le vocabulaire relatif au phénomène de réfraction lors du passage d'un milieu à un autre aura été étudié en classe entière.

Deuxième partie du TP :

A partir de sa série de mesure, chacun des groupe confronte ses résultats à une ou plusieurs lois (selon le temps imparti). Il utilise pour cela une calculatrice, un ordinateur ou à défaut de l'un des deux du papier millimétré.

Objectifs d'apprentissage visés durant cette séance :

- Agir en suivant un protocole fourni
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience
- Analyser des résultats expérimentaux, les confronter à des résultats théoriques
- Utiliser les technologies de l'information et de la communication

TP Spectroscopie

Où on en voit de toutes les couleurs

Le but de ce TP est double :

- *réinvestir les connaissances mises en place au cours précédent par l'observation et l'interprétation de spectres.*
- *étudier expérimentalement l'influence de la température sur le spectre d'une lampe à incandescence.*

Première partie du TP :

A l'aide d'un réseau, présenté comme un dispositif dispersif d'utilisation pratique, les élèves étudient l'influence de la température sur le spectre de la lumière émise par un filament incandescent (cf. fiche n° 8).

Ils répondent aux questions suivantes :

1. Rappeler l'effet observé lorsqu'un conducteur est parcouru par un courant.
2. Comment varie la lumière émise par le filament lorsque l'intensité du courant augmente ?
3. Comment varie le spectre de la lumière émise par le filament lorsque l'intensité du courant augmente ?
4. Ecrire une phrase faisant la synthèse des réponses aux questions précédentes.

Les étoiles ont des couleurs. Parmi elles, certaines sont plutôt rouges, d'autres plutôt bleutées.

5. Quelles sont celles qui ont la température de surface la plus élevée ? la moins élevée ?
6. Que penser des affirmations suivantes : « l'orangé est une couleur chaude, le bleu et le vert sont des couleurs froides » ? Y a-t-il concordance avec le spectre observé lorsqu'on élève la température d'un corps ?

Deuxième partie du TP :

Un cours texte donnant le principe de fonctionnement d'une lampe fluorescente est donné aux élèves :
Les tubes fluorescents contiennent de la vapeur monoatomique à basse pression. Le tube apparaît blanc car l'intérieur est revêtu d'une poudre blanche.

La décharge dans la vapeur monoatomique à basse pression engendre un rayonnement intense dans l'ultra-violet accompagné d'un peu de rayonnement visible. Si l'on revêt l'intérieur du tube de poudres fluorescentes, des rayonnements visibles sont réémis par le revêtement. Ces rayonnements varient avec la composition des poudres.

Remarque : *si l'on dispose d'une lampe émettant de la lumière noire, on peut présenter ici l'expérience « colorée » décrite dans la fiche n°10.*

Plusieurs lampes fluorescentes sont disposées sur la paillasse du professeur. Parmi elles (cf. fiche 10) :

- *un tube donnant un spectre continu avec apparition des raies du mercure*
- *un tube donnant un spectre discontinu*
- *une lampe fluocompacte donnant un spectre discontinu*

Dans un premier temps, on demande aux élèves d'observer et de comparer les lumières émises par les différentes lampes (la projection sur un écran permet une comparaison facile).

Dans un deuxième temps, les élèves observent les spectres des lumières émises par ces lampes à l'aide de spectroscopes à prismes à vision directe ou de spectroscopes à réseau assez dispersifs.

Les élèves ont à leur disposition les spectres d'émission de quelques atomes, dont le mercure.

Ils répondent aux questions suivantes :

1. Décrire l'allure générale des spectres obtenus.

2. Il est indiqué dans le texte qu'un tube fluorescent contient de la vapeur monoatomique. Le spectre d'émission de cet atome peut parfois apparaître. Dans quel spectre voit-on un spectre d'émission atomique ? De quel atome s'agit-il ? Justifier la réponse.

Objectifs d'apprentissage visés durant cette séance :

- agir en suivant un protocole fourni
- utiliser un vocabulaire scientifique
- trier des informations
- rédiger une argumentation

TP Spectre d'une étoile

Comment utiliser la lumière reçue d'une étoile

pour déterminer certaines de ses caractéristiques ?

(température, éléments constituant son atmosphère etc.)

Le but de l'activité est de montrer, sur l'exemple de la lumière solaire, quelques utilisations pratiques de l'analyse spectrale qui permettent de connaître un peu mieux les étoiles.

Les élèves travaillent en petits groupes de 4. Le professeur donne les **lois de Kirchoff** relatives à l'émission ou à l'absorption de lumière par la matière :

1. Un gaz à pression élevée, un liquide ou un solide, s'ils sont chauffés, émettent un rayonnement dit thermique dont le spectre est continu et contient toutes les longueurs d'onde.
2. Un gaz chaud, à basse pression, émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde bien spécifiques : le spectre de ce gaz présente des raies d'émission
3. Un gaz froid, à basse pression, s'il est situé entre l'observateur et une source de rayonnement continu, absorbe à certaines longueurs d'onde, produisant ainsi des raies (ou bandes) d'absorption dans le spectre continu. Ces longueurs d'onde sont celles qu'il émettrait s'il était chaud

Il distribue et commente ensuite le texte et les énoncés suivants ainsi que les documents correspondants :

Problème N° 1 : A quelle catégorie d'étoiles appartient le Soleil ?

Informations concernant la lumière émise par les étoiles : Le rayonnement émis par la surface des étoiles est assimilable, en première approximation, au rayonnement d'un corps à température élevée. Le spectre de ce rayonnement est généralement centré dans le visible et s'étend parfois dans l'ultra violet. Le Soleil et les étoiles émettent un spectre continu : on en déduit que les étoiles, en surface, sont constituées de gaz; leurs températures sont en effet trop élevées pour pouvoir être solides ou liquides.

Le spectre du Soleil et des étoiles présentent aussi des raies d'absorption, qui caractérisent les éléments chimiques présents dans leurs atmosphères

Le document 1 représente les raies ou les bandes d'absorption présentes dans le spectre de la lumière solaire reçue sur Terre (Cliché Hale Observatories). Les longueurs d'ondes sont données en nanomètre. Les principales raies d'absorption (les plus intenses) sont désignées par des lettres ou des repères placés sous le spectre.

Description des documents-outils utilisés dans ce TP :

Le document 2 est un tableau des principales raies spectrales, situées dans le domaine du visible, pour certains des atomes les plus utilisés en astrophysique.

Le document 3 représente une classification spectrale des étoiles due au physicien allemand J. Fraunhofer (1814). La partie supérieure du document représente des spectres caractéristiques de la classification. Celle-ci est commentée dans le tableau de la partie inférieure

Le document 4 représente un diagramme permettant de catégoriser les étoiles en fonction de leur température et de leur luminosité (diagramme de Hertzsprung-Russel). L'échelle de température est donnée en abscisse en référence aux catégories de Fraunhofer. L'échelle de luminosité est donnée en ordonnée en référence à celle du Soleil.

Questions :

- Identifiez les principaux éléments responsables des principales raies d'absorptions présentes dans le spectre de la lumière solaire.
- Dans quelle catégorie de Fraunhofer se trouve le Soleil ?
- Placez le Soleil dans le diagramme de Hertzsprung-Russell et dites à quelle catégorie d'étoiles il appartient (naines blanches, séquence principale, géantes ou supergéantes.)

Rédigez une réponse argumentée à ces questions.

Problème 2 : Y a-t-il une anomalie dans le spectre analysé ?

La bande (B) située à l'extrémité du rouge du spectre du soleil (document 2) correspond à une absorption par le dioxygène moléculaire. Y aurait-il du dioxygène à la surface du Soleil ? Mais comment une telle molécule pourrait-elle exister à cette température ? Comment pouvez-vous interpréter la présence de cette bande d'absorption ?

Rédigez une réponse argumentée à ces questions.

Commentaires à destination du professeur

Problème 1. Le spectre contient les raies H_{α} , H_{β} , H_{γ} , H_{δ} de l'hydrogène, les raies très intenses (H et K) de l'ion Calcium ainsi que la raie h. On y trouve également quelques raies du fer (630, 527 = E, 438 440 442, 404 406 407) ainsi que de nombreuses raies fines métalliques (bbb = Mg, DD = Na, Ca, etc.) Ces caractéristiques correspondent au type G de la classification de Fraunhofer. Nous voyons dans le diagramme de Hertzsprung-Russell que ces étoiles ont une température de surface voisine de 6000 K. Trois catégories d'étoiles sont en théorie possibles : les naines de la séquence principale, les géantes et les supergéantes. Seule la première contient des étoiles dont la luminosité est 1 (celle du Soleil). Le Soleil est donc une naine de la série principale.

Problème 2. La lumière solaire traverse l'atmosphère terrestre avant d'être reçue sur Terre. Cela explique les raies d'absorption B situées dans le rouge et dues au dioxygène atmosphérique.

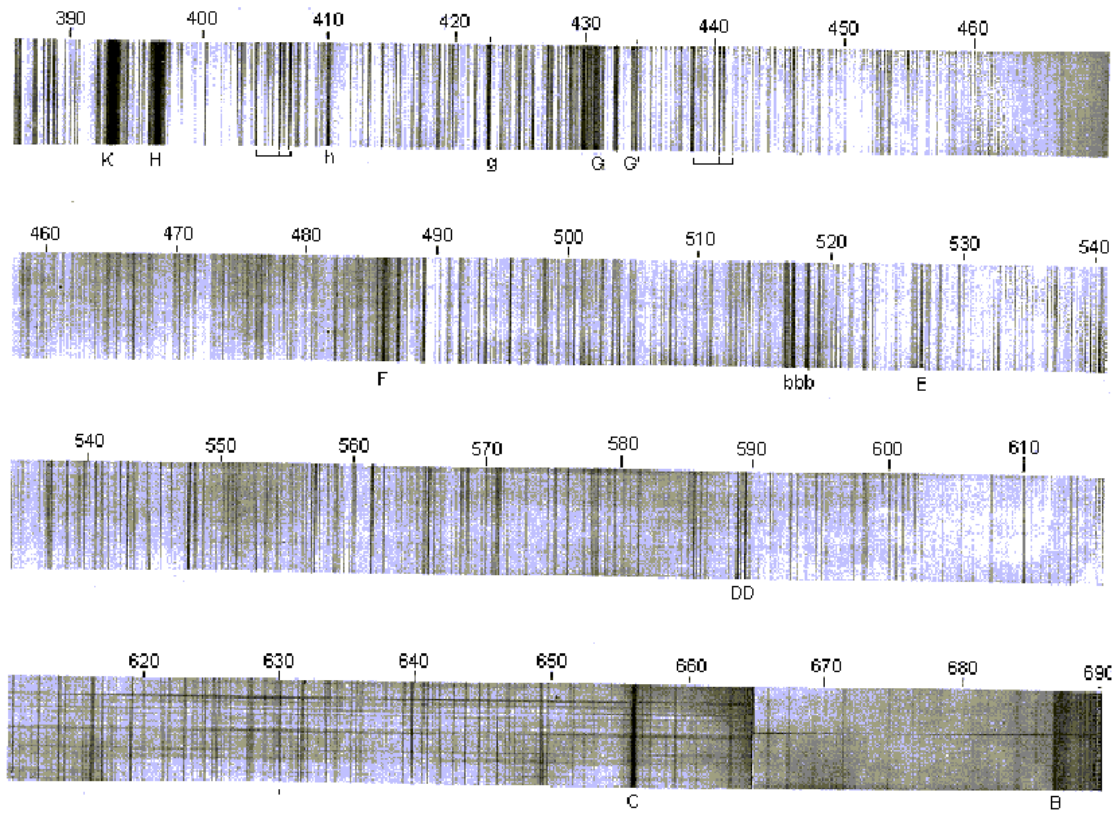
Exercice: confirmation des résultats précédents par l'analyse de la « couleur » de la lumière émise. Cf. Fiche exercice sur la détermination de la température du Soleil.

Objectifs d'apprentissage visés par ce TP :

- Analyser des résultats expérimentaux, les confronter à des résultats théoriques
- Trier des informations.
- Utiliser un vocabulaire scientifique
- Rédiger une argumentation

Document 1

Spectre de la lumière solaire (raies et bandes d'absorption)



Document 2

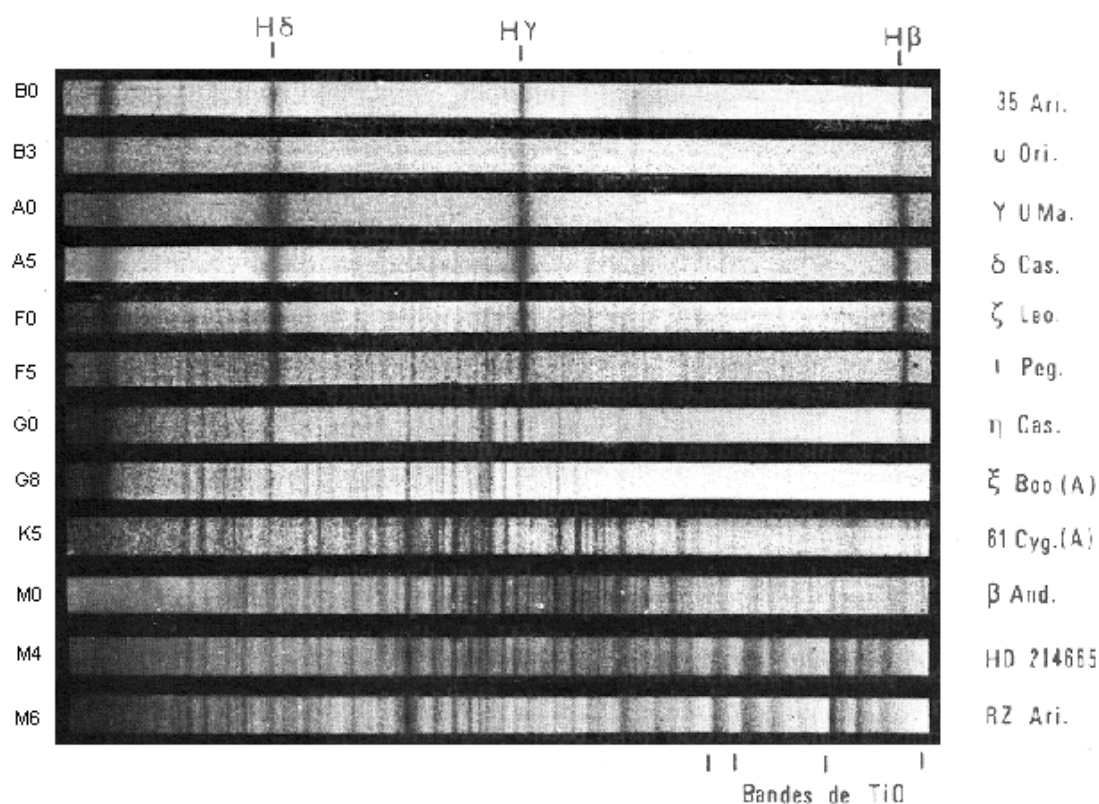
Tableau de quelques raies spectrales utiles situées dans le domaine visible : classement par longueurs d'ondes croissantes.

λ (nm)	couleur	élément	λ (nm)	couleur	élément
388.9	U. Violet	** He	515.3	Vert	* Cu
393.4	U. Violet	** Ca	516.7	Vert	Mg
396.8	U. Violet	* Ca	516.8	Vert	Fe
403.1	Violet	** Mn	517.2	Vert	Mg
404.0	Violet	Fe	518.4	Vert	** Mg
404.4	Violet	* K	521.8	Vert	* Cu
404.6	Violet	Hg	527.0	Vert	Fe
404.7	Violet	K	540.0	Vert	Ne
406.0	Violet	Fe	546.1	Vert	* Hg
407.6	Violet	Fe	553.5	Vert	** Ba
407.8	Violet	* Sr	567.9	Vert	** N
409.9	Violet	* N	570.0	Vert	** Cu
410.2	Violet	H δ	577.8	Jaune	* Ba
410.9	Violet	* N	578.2	Jaune	K
420.0	Violet	N	580.2	Jaune	K
422.7	Violet	** Ca	583.2	Jaune	K
424.0	Violet	N	583.2	Jaune	Ne
425.4	Indigo	** Cr	585.0	Orange	* He
427.5	Indigo	* Cr	585.2	Orange	* Ne
429.0	Indigo	* Cr	585.7	Orange	Ca
430.8	Indigo	Fe	587.6	Orange	* He
434.0	Indigo	H χ	588.9	Orange	** Na
435.8	Indigo	* Hg	589.5	Orange	* Na
437.6	Indigo	Fe	610.3	Orange	* Li
440.0	Indigo	Fe	612.2	Orange	Ca
442.7	Indigo	Fe	616.2	Orange	Ca
444.0	Indigo	N	630.0	Orange	Fe
445.5	Indigo	Ca	640.2	Orange	** Ne
447.1	Indigo	He	640.8	Rouge	** Sr
455.4	Indigo	** Ba	643.9	Rouge	Ca
455.5	Indigo	* Cs	646.2	Rouge	Ca
460.7	Indigo	** Sr	656.3	Rouge	H α
465.0	Indigo	N	667.8	Rouge	He
468.0	Bleu	Zn	670.8	Rouge	** Li
468.5	Bleu	He	671.8	Rouge	Ca
472.2	Bleu	Zn	691.1	Rouge	K
481.0	Bleu	Zn	693.9	Rouge	** K
486.1	Bleu	H β	706.5	Inf Rouge	He
492.2	Vert	He	714.8	Inf Rouge	Ca
493.4	Vert	Ba	732.6	Inf Rouge	Ca
497.0	Vert	* Li	766.5	Inf Rouge	** K
500.0	Vert	He	769.9	Inf Rouge	* K
500.0	Vert	N	852.1	Inf Rouge	** Cs
501.6	Vert	He	894.3	Inf Rouge	Cs
510.5	Vert	* Cu			

** raie très intense
* raie intense

Document 3

Classification des étoiles selon Fraunhofer



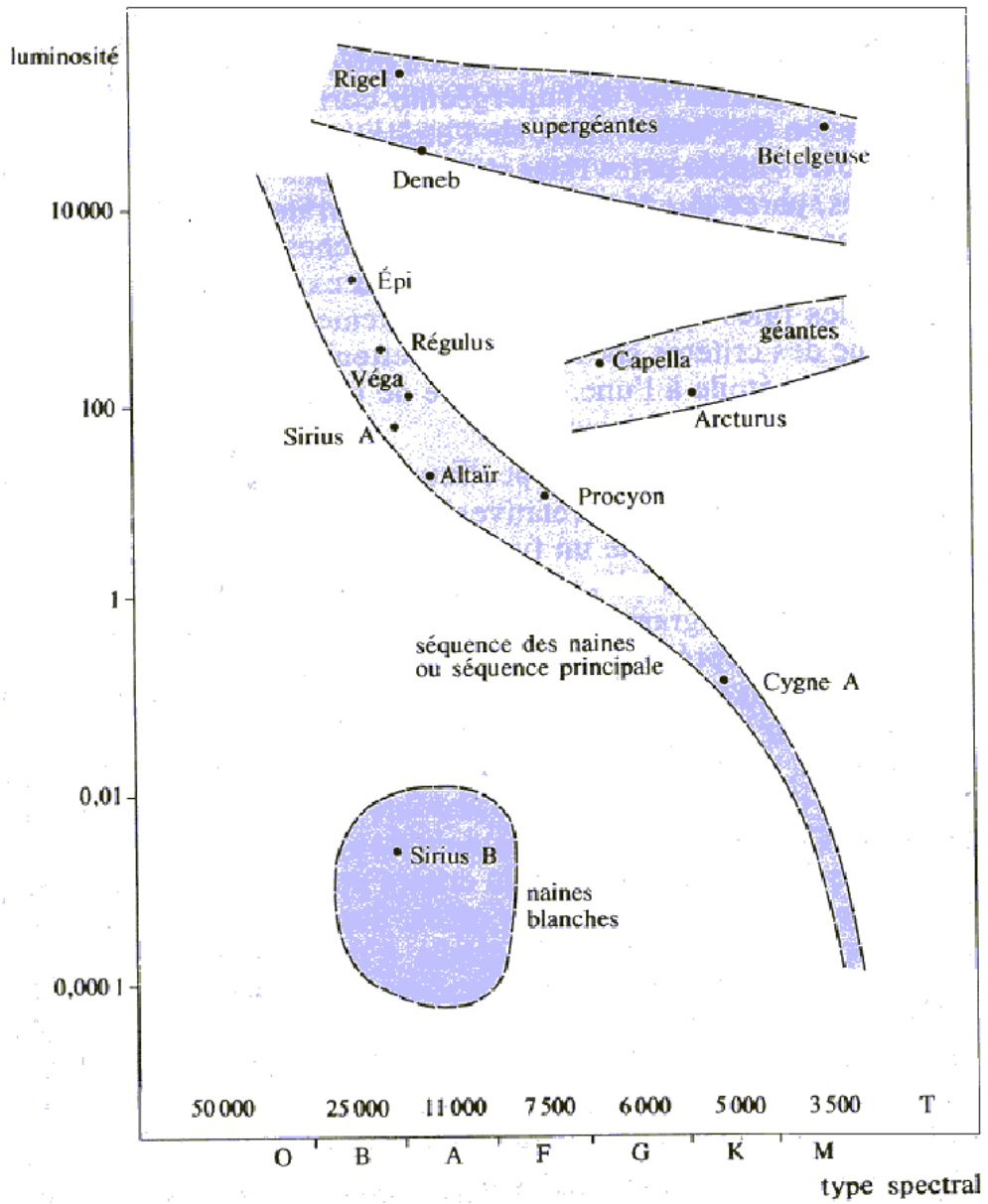
Classement des étoiles en sept « type spectraux »

D'après « l'univers des étoiles » L.Botinelli et J.L. Berthier

Type de l'étoile	Analyse spectrale
O	Présence de raies caractéristiques de l'hélium neutre et ionisé et de l'hydrogène
B	Les raies de l'hydrogène sont également présentes mais plus intenses que dans le type O. De nouvelles raies caractéristiques de l'hélium neutre apparaissent, de même qu'une raie de l'ion Mg^+ (ex B0 B3)
A	Dominé par les raies de l'hydrogène qui atteignent leur maximum d'intensité. les raies de l'hélium ont disparu. Celles du calcium ionisé apparaissent. (ex. A0 A5)
F	Les raies de l'hydrogène sont encore intenses et certaines raies fines de métaux apparaissent. (ex F0 F5)
G	Les raies du calcium dominant à la limite du violet. On perçoit encore quelques raies de l'hydrogène. Celles du fer se sont nettement renforcées. On note la présence de très nombreuses raies fines de métaux. (ex. G0 G8)
K	Les raies de l'hydrogène ont pratiquement disparu. Les raies métalliques sont plus nombreuses et plus intenses. (ex. K5)
M	Les raies du calcium atomique et ionisé sont intenses. On note également des bandes de raies caractéristiques de la présence de groupements moléculaires TiO. (ex. M0 M4 M6)

Document 4

Classification des étoiles : diagramme de Hertzsprung-Russel



TP Evalué

Cette séance de TP va permettre de vérifier l'acquisition par les élèves de quelques savoir-faire expérimentaux. Le groupe de TP est divisé en deux sous-groupes. Pendant environ 35 minutes, les élèves du premier sous-groupe manipulent de façon individuelle, tandis que les élèves du second sous-groupe font un travail sur feuille (étude de documents ou résolution d'exercices en liaison avec l'astrophysique). Ce travail sur feuille peut être ou non évalué.

Lorsque le temps imparti est écoulé, les élèves changent de sous-groupe. Ainsi tous auront manipulé et été évalués durant la séance.

L'exemple présenté ci-dessous présente :

- la fiche donnée à l'élève
- une grille de suivi permettant l'évaluation de plusieurs élèves à la fois.

Conseils généraux :

Lors de cette évaluation, les élèves choisissent ce dont ils ont besoin dans le matériel mis à leur disposition et organisent leur étude expérimentale.

L'élève appelle le professeur quand il juge pouvoir le faire. Le professeur note alors l'élève avec la grille de suivi préparée avant la séance. Seule l'évaluation expérimentale de la question 2.b se fait sans appel, le professeur observe si la méthode utilisée est correcte.

Si l'élève est en difficulté, le professeur donne une aide ; les points correspondants à cette partie ne sont alors pas accordés à l'élève.

Cette organisation et cette façon de procéder doivent être expliquées à la classe, si possible avant le jour du TP évalué.

La liste du matériel fournie à l'élève donne deux filtres colorés et des solutions colorées. Il est souhaitable que ces filtres et ces solutions ne soient pas les mêmes pour tous les élèves.

On peut fabriquer de nombreux filtres à l'aide de morceaux de plastique transparents.

Il est préférable que les élèves aient à étudier des filtres franchement polychromatiques. En effet, le matériel dont ils disposent en TP ne leur pas d'obtenir une bonne dispersion de la lumière blanche : ils obtiennent la plupart du temps un faisceau de lumière blanche irisée sur les côtés. L'utilisation d'un filtre de qualité moyenne montre alors un faisceau d'une même couleur, que les élèves risquent de confondre avec une radiation monochromatique. Afin d'éviter d'induire cette réponse erronée, il vaut mieux utiliser un mauvais filtre, montrant plusieurs couleurs après passage dans le prisme (Rappelons que l'objectif de cette partie est de vérifier que l'élève sait utiliser un prisme pour décomposer la lumière, et connaît la technique permettant d'identifier une radiation monochromatique).

De la même façon, on peut utiliser de nombreuses solutions colorées :

- permanganate de potassium
- chlorure de nickel
- chlorure de cuivre
- chlorure de cobalt

- *solution de chlorophylle*
- *fluorescéine*
- *indicateurs colorés...*

Lumières...

Vous disposez du matériel suivant :

- une lanterne munie d'une lampe à incandescence
- des fentes
- deux filtres colorés
- des systèmes dispersifs (prismes, réseaux, spectroscopes à vision directe)
- des cuves
- des solutions colorées

Une lampe à halogène est placée sur la paillasse du professeur.

Réalisez le travail ci-dessous en appelant le professeur lorsque cette consigne est donnée.

Travail à réaliser :

1. Utilisation d'un prisme.

1.a. Dispersion de la lumière blanche.

Placer sur une feuille blanche le dispositif qui permet d'obtenir le spectre de la lumière blanche.

Appeler le professeur

Repérer sur la feuille le faisceau incident de lumière blanche, la trace du prisme et les limites du spectre en précisant les couleurs.

1.b. Etude de quelques filtres.

Quelle expérience peut-on réaliser pour savoir si les filtres sont monochromatiques ?

Appeler le professeur

Faire les expériences pour les deux filtres dont vous disposez et compléter le tableau ci-dessous :

Couleur du filtre	Le filtre est-il monochromatique ?

2. Utilisation d'un spectroscope à vision directe

2.a. Spectre d'émission d'une lampe à halogène.

Dessiner et décrire le spectre obtenu. S'agit-il d'une lampe à incandescence ou d'une lampe à décharge dans un gaz ? Justifier votre réponse.

2.b. Spectres d'absorption de solutions colorées.

Observer le spectre d'une lumière blanche passant à travers diverses solutions et compléter le tableau ci-dessous :

Solutions	Couleur de la solution	Radiations absorbées par la solution

Solution S_1		
Solution S_2		
Solution S_3		

Grille de suivi

Chaque croix vaut 0,5 point. Le professeur barre les croix en cas d'erreur.

Les réponses évaluées durant la séance sont en bleu, celles évaluées après la séance sont en rouge.

Noms	6 i o v e 1											
Questions												
1.a. Choix du matériel : lanterne + fente + prisme	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *
1.a. Disposition du prisme	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *
1.a. Faisceau dispersé relativement large	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *
1.a. Clarté et soin du schéma rendu	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *
1.b. Positionnement des filtres sur le dispositif précédent	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *
1.b. Conclusion	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *
2.a. Dessin du spectre	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2.a. Description du spectre (choix des mots)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2.a. Type de source	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2.a. Justification	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2.b. Disposition des solutions	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2.b. Tableau complété	* **	* **	* **	* **	* **	* **	* **	* **	* **	* **	* **	* **
Total												

Exercices sur la partie 1

De l'atome aux galaxies

Remarque : de nombreux exercices figurant dans les activités des diverses progressions peuvent être exploités.

I Echelle de longueurs

Classement d'objets selon leur taille

- a) Les objets suivants sont assimilables à des sphères de diamètre d :
- cellule humaine
 - Terre
 - noyau de l'atome d'hydrogène
 - Lune
 - atome d'hydrogène
- b) Classer ces objets par taille croissante, en indiquant pour chacun d'entre eux son diamètre, pris parmi les valeurs suivantes :
- $2,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
 - $3,5 \cdot 10^6 \text{ m}$
 - $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
 - $1,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 - $1,3 \cdot 10^7 \text{ m}$

Le vide interstellaire

Le milieu interstellaire a une masse volumique qui vaut en moyenne $3 \times 10^{-21} \text{ kg.m}^{-3}$. Quelle est la masse de matière contenue dans un volume correspondant à un cube de 100 km de côté ?

Savoir utiliser l'année de lumière

1-Calculer la distance de ces astres en a.l.

Astres	étoile la plus proche Proxima du Centaure	étoile polaire	galaxie la plus proche : grand nuage de Magellan	galaxie d'Andromède
Distance à la Terre en milliards de km	$4,2 \cdot 10^4$	$4,3 \cdot 10^6$	$1,7 \cdot 10^9$	$2,0 \cdot 10^{10}$
en a.l.				

2-La lumière émise par les astres lointains n'est pas reçue instantanément par l'observateur. Calculer le temps que met la lumière pour parcourir les distances suivantes et utiliser le résultat pour exprimer la distance en « temps-lumière »

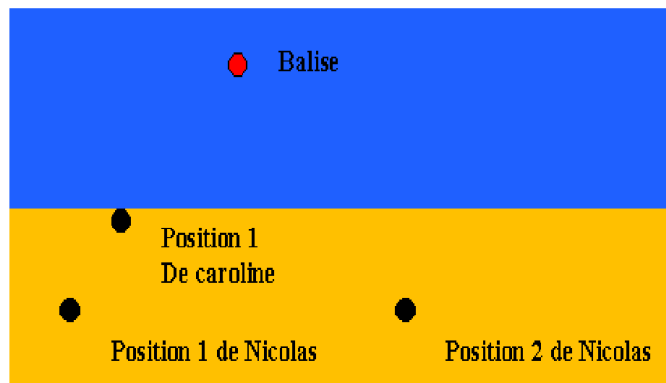
DISTANCE	SOLEIL-TERRE	SOLEIL-JUPITER	SOLEIL-PLUTON	TERRE-LUNE
Distance exprimée en « temps-lumière »				

II Mesures de distances

A la plage

Nicolas et Caroline se demandent à quelle distance du rivage se trouve une balise de signalisation qu'ils voient au loin. Ils décident d'utiliser une méthode de visée. Nicolas affirme tout d'abord que, par expérience, il sait que l'envergure de son pas est d'environ un mètre. Caroline se place au bord de l'eau et Nicolas s'éloigne d'elle de deux pas en ayant soin de se déplacer perpendiculairement au rivage. Il marche ensuite parallèlement au rivage jusqu'à ce qu'il parvienne à aligner la balise avec la silhouette de Caroline qui est restée immobile. Ils marquent au sol la position dans laquelle ils se trouvent lors de cette première visée. Nicolas avance de dix pas parallèlement au bord de l'eau, et repère sa nouvelle position sur le sable, puis il demande à Caroline de marcher en suivant le bord de l'eau jusqu'à ce qu'elle se trouve dans l'alignement de la balise. Nicolas refait alors en sens inverse le trajet de Caroline, il compte neuf pas entre les deux positions qu'elle a occupées.

1-A l'aide des renseignements donnés dans le texte, compléter la figure ci-dessous et l'utiliser pour déterminer la distance recherchée.



2-Peut-on s'attendre à une détermination plus précise ou moins précise de la distance si Nicolas utilise la même méthode en parcourant cinq pas ?

A la piscine

Estimer la largeur d'une piscine avec un double-décimètre peut prendre beaucoup de temps à moins qu'on soit astucieux !

Demander à un ami de mesurer la distance p entre vos deux pupilles,

Placer sur l'un des bords de la piscine une canette bien fraîche de votre boisson préférée.

Se placer bien en face de la canette sur l'autre bord, le bras tendu, le double-décimètre tenu horizontalement dans la main.

Demander à votre collaborateur de mesurer la distance d entre la règle ainsi placée et vos yeux.

Viser, avec l'œil gauche, la canette placée sur le bord opposé de manière à aligner le zéro de la règle sur cet objet. Sans bouger la règle, viser ensuite la même canette avec l'œil droit, lire la graduation l sur laquelle se fait cette visée.

1-Faire un schéma montrant les relevés de distances qui ont été faits et faire apparaître la largeur L recherchée.

2-Si les mesures effectuées sont : $p = 7,0$ cm ; $d = 65$ cm ; $l = 6,5$ cm. Déterminer la largeur L de la piscine en conservant un nombre de chiffres compatibles avec la précision des données.

Renseignements sur la Lune

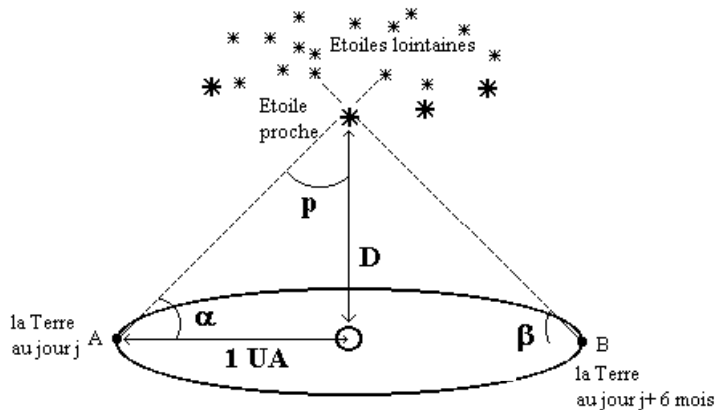
1. Julien veut déterminer le diamètre apparent de la Lune. Il découpe une rondelle de carton de 1,0 cm de rayon et constate qu'il doit s'éloigner de 2,3 m pour occulter la Lune un soir de pleine Lune. Déterminer le diamètre apparent de la Lune.
2. Sachant que le diamètre de la Lune est $\frac{1}{4}$ de celui de la Terre, déterminer la distance Terre – Lune.

Parallaxe d'une étoile

(D'après le site Internet "Les ateliers de Nancy", académie Orléans-Tours).

La parallaxe p d'une étoile proche est repérée entre deux positions diamétralement opposées de la Terre par rapport au Soleil. Le triangle formé par les points A, B et l'étoile proche a pour angle au sommet la valeur $2 \times p$.

Sur le schéma les angles α et β sont sensiblement égaux du fait que la trajectoire de la Terre autour du soleil est quasiment circulaire .



On dit qu'un astre est à une distance du soleil de 1 parsec si son angle de parallaxe p est de 1 seconde d'arc

- 1-Sur le schéma on note l'indication « 1 UA » pour la distance Terre-Soleil. Que signifie cette abréviation ? Quelle est la valeur de cette distance en km ?
- 2-Calculer en km la distance D d'un astre au soleil qui correspond à 1 parsec. Peut-on assimiler la distance de l'astre au soleil et la distance de l'astre à la terre ?
- 3-En 1838 l'astronome Bessel mesure la première parallaxe stellaire à l'observatoire de Koenigsberg. Il obtient une parallaxe de $0.3''$ pour l'étoile 61 du cygne. Calculer, en parsec la distance de cette étoile à la terre.

Principe du sonar

Un bateau est équipé d'un sonar afin de déterminer le relief des fonds sous-marins. Il se déplace en ligne droite en explorant le fond avant le point A, puis de A en B, puis après le point B.

Le sonar émet des salves d'ultrasons et mesure la durée t entre l'émission de la salve et la réception de son écho.

Les ultrasons se propagent dans l'eau à la vitesse constante $V = 1,5 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$.

Le relevé des valeurs de t obtenues est indiqué sur le graphique n°1 ci-dessous.

1°) Quelle relation lie la distance d entre le fond marin et la coque du bateau, la durée t et la vitesse V de propagation des ondes sonores ou ultrasonores dans l'eau ?

2°) Utiliser cette relation pour tracer l'allure du fond marin exploré en précisant verticalement les distances entre la coque et le fond du bateau en mètres. Faire ce tracé sur le dernier schéma n°2.

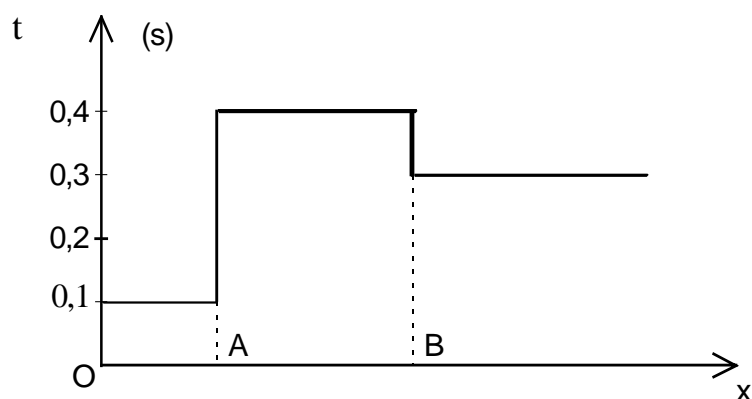
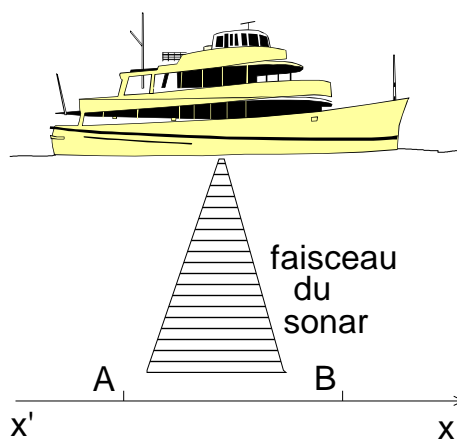


Schéma n°1

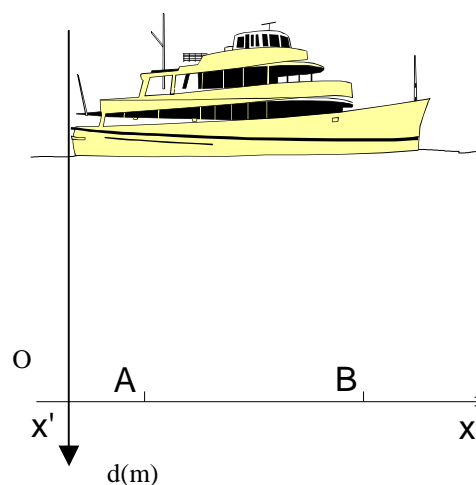


Schéma n°2

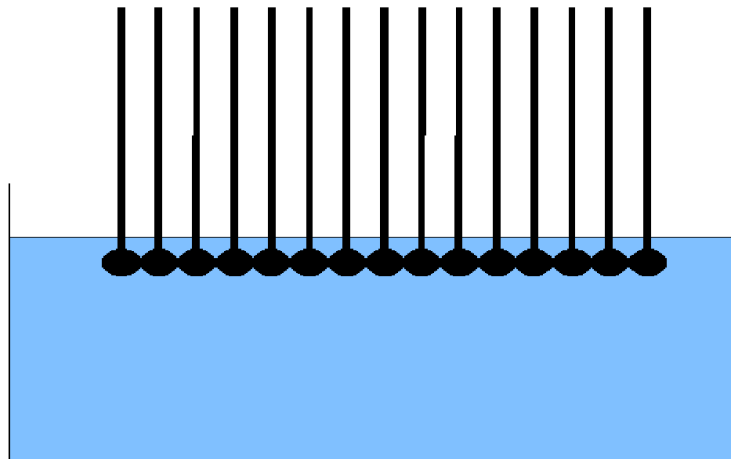
III Des expériences historiques

L'expérience de Benjamin Franklin.

1. Remplir d'eau une bassine assez grande (40 cm environ de diamètre ou de côté). Déposer une petite goutte d'huile à la surface de l'eau. Qu'observe-t-on ?
2. L'assemblage des atomes dans la molécule d'huile est tel qu'elle peut être représentée par le schéma suivant :



On peut supposer que la pellicule d'huile formée à la surface de l'eau est constituée par une seule épaisseur de molécules d'huile, dressées verticalement les unes contre les autres, comme l'indique le dessin ci-dessous :

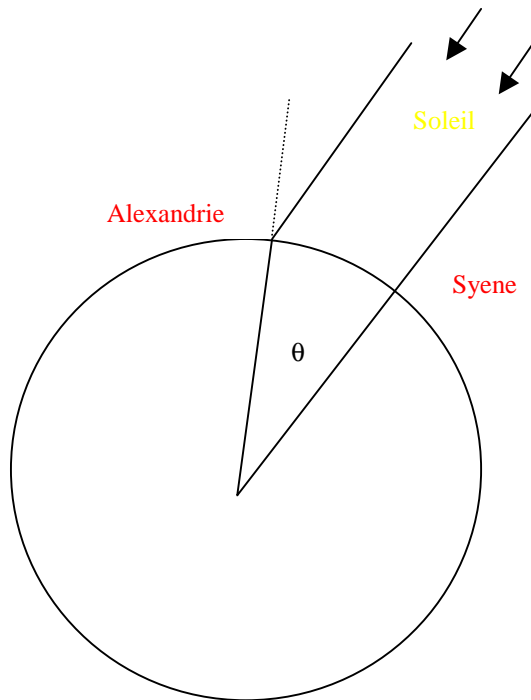


En déduire ce que représente l'épaisseur de la pellicule d'huile.

3. En 1774, Benjamin Franklin a versé sur la surface d'un étang une cuillerée d'huile, soit environ 2 cm^3 . Il constata que celle-ci sur une surface d'environ 2000 m^2 . Calculer l'ordre de grandeur de la taille d'une molécule d'huile.

Les rayons du Soleil nous arrivent-ils parallèles entre eux ?

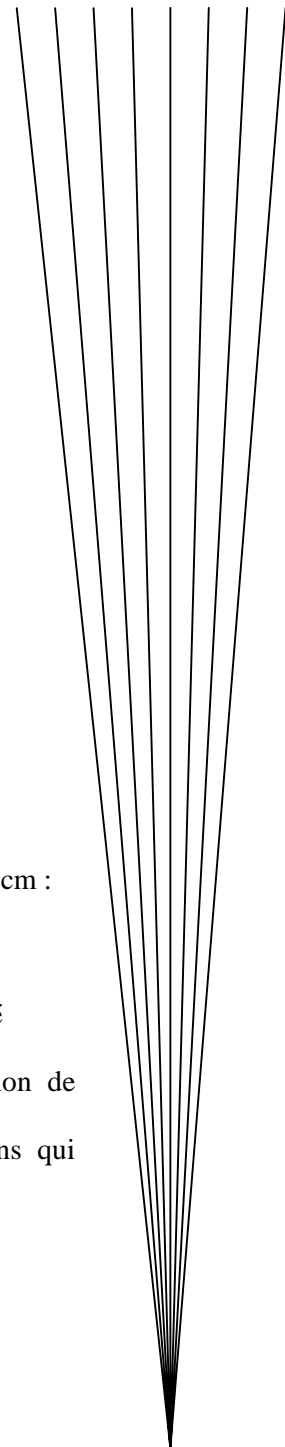
Eratosthène, philosophe grec ayant vécu deux siècles avant Jésus Christ, fut le premier à évaluer de façon exacte la longueur de la circonférence de la Terre. Il supposa que le Soleil était assez éloigné de la Terre pour que ses rayons frappent la surface terrestre en faisceaux pratiquement parallèles ; le schéma qu'il traça (fig.1), lui permit alors de conclure que la Terre était une sphère de rayon voisin de 6500 km ; cette estimation est remarquablement proche de la valeur moyenne adoptée actuellement (6378 km).



On cherche à vérifier si le raisonnement d'Eratosthène «si le Soleil est très éloigné de la Terre, ses rayons frappent la surface terrestre en faisceaux pratiquement parallèles » est correct.

On schématise une série de rayons lumineux partant d'une source S.

- Tracer sur le schéma ci-contre deux cercles de même diamètre égal à 1 cm :
 - le centre du premier cercle étant situé à 2,5 cm de la source ;
 - le centre du deuxième cercle étant situé à 25 cm de la source.
- Tracer en couleur sur le deuxième cercle la portion de périmètre touché par deux rayons lumineux successifs.
- Tracer en couleur également sur le premier cercle la même portion de périmètre.
- Que peut-on en conclure quant à la direction des différents rayons qui arrivent
- sur les portions de périmètre de chacun des cercles.
- Le raisonnement d'Eratosthène est-il judicieux ? Pourquoi ?



Eratosthène, l'arpenteur de la Terre.

Source S

La première détermination du rayon de la Terre fut réalisée par Eratosthène (III^{ème} et II^{ème} siècle avant JC) qui appartenait à l'école d'Alexandrie.

Eratosthène avait appris qu'à Syène (proche de l'actuel Assouan), les rayons tombaient verticalement au fond d'un puits le jour du solstice d'été. Plus au Nord, à Alexandrie, les rayons du Soleil faisaient un angle non nul avec la verticale.

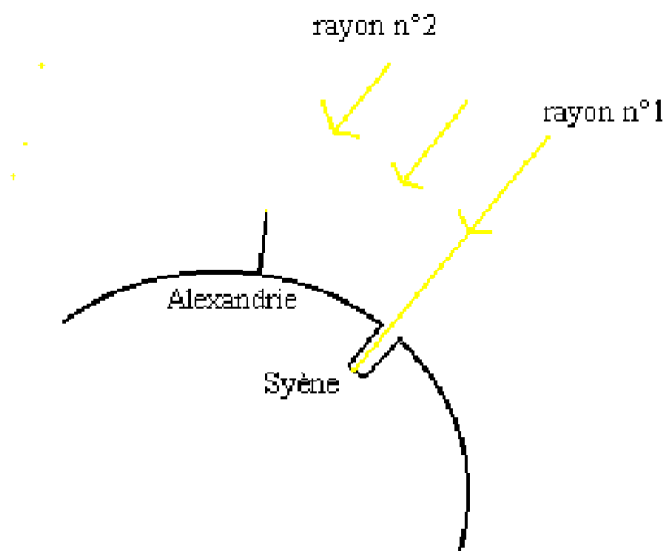
Il interpréta cette observation de la façon suivante :

- il supposa que le Soleil était très éloigné de la Terre ; dans ces conditions, les rayons parvenant en n'importe quel point de la surface sont parallèles.
- il attribua la différence observée entre Syène et Alexandrie comme un effet de la rotondité de la Terre.

Il planta alors à Alexandrie un bâton vertical, et mesura l'angle entre le bâton et les rayons du Soleil ; il trouva $1/50^{\text{ème}}$ de cercle.

Eratosthène savait également que les caravanes de chameaux partant de Syène mettaient 50 jours pour arriver

à Alexandrie en parcourant 100 stades par jour (le stade équivaut à 160 m).



Ces éléments étaient suffisants pour calculer le rayon de la Terre. Détaillons ses calculs.

1. Les directions des droites obtenues en prolongeant le bâton et le rayon n°1 se coupent en un point particulier. Quel est ce point ? Pourquoi ?
2. Compléter le trajet du rayon n°2, et indiquer sur le schéma l'angle mesuré par Eratosthène.
3. Evaluer la distance entre Syène et Alexandrie.
4. Dédire des résultats précédents la valeur du rayon de la Terre obtenue par Eratosthène.

IV Exercices expérimentaux

Remarque : Les questions repérées par un trait rouge sont des questions à caractère expérimental.

Exercices autour de la mesure

1. Comment faire pour déterminer l'ordre de grandeur de l'épaisseur de la feuille sur laquelle vous écrivez ?

2. A l'aide d'un double décimètre, mesurez les dimensions d'une feuille de votre classeur. Déterminez à l'aide de votre calculatrice la surface de cette feuille. Quel est le résultat indiqué par votre calculatrice ?

Quel résultat retenez-vous pour rester en accord avec la précision de vos mesures ?

3.a. Pour mesurer la distance Terre-Lune, on utilise un laser à impulsions. Une impulsion lumineuse est émise de la Terre et se propage jusqu'à la Lune vers un grand réflecteur. Une partie du faisceau lumineux est alors renvoyée vers la station émettrice. La durée écoulée entre l'émission et la réception du signal est de 2,56 s. En déduire la distance entre la Terre et la Lune.

3.b. Un soir où la Lune est pratiquement pleine, occulrez-la exactement en utilisant une pièce de 5F. Quelles mesures devez-vous faire pour avoir un ordre de grandeur du rayon de la Lune ? Faire ces mesures, et évaluer l'ordre de grandeur du rayon lunaire.

4. Demandez à un camarade de mesurer votre taille. Comment pouvez-vous déduire de cette valeur et de la mesure d'ombres la hauteur de l'arbre (du poteau de volley, de basket....) qui se trouve dans la cour ? Faites ces mesures un jour où le Soleil brille.

NB : on suppose le Soleil suffisamment éloigné pour admettre que les rayons qui nous parviennent sont parallèles entre eux.

Les messages de la lumière

Remarque : Outre les exercices classiques utilisant les lois de la réfraction, de nombreux exercices figurant dans les activités des diverses progressions peuvent être exploités.

Des spectres différents.

Associer le spectre obtenu à chaque situation :

Spectre continu allant du rouge au vert.	Corps chauffé vers 30
Spectre de raies	Corps chauffé vers 5
Spectre continu allant du rouge au violet	Décharge électrique dans une vapeur d'atomes

Conclusion :

Lorsqu'on élève la d'un corps, on obtient un spectre .
Plus on élève

cette , plus son s'enrichit vers les couleurs .

Dans certaines conditions expérimentales (réactions chimiques ou décharges électriques), le spectre d'un

atome est constitué de . Ce spectre est de l'élément.

Lumière des étoiles

La couleur d'une étoile dépend de sa température de surface : bleue pour 20000°C, rouge pour 5000°C. Et si la température de l'étoile est 40000°C ou 2000°C, verra-t-on quelque chose ? L'étoile émettra-t-elle un rayonnement ?

Quels éléments chimiques dans la couronne de l'étoile Rigel ?

D'après les documents internet de François Noblet (académie d'Orléans-Tours)

Dans cet exercice on cherche à déterminer les éléments chimiques présents dans la photosphère de l'étoile RIGEL grâce à l'étude du spectre de cette étoile.

Le document attenant propose 3 photographies : le spectre de Rigel a été tronqué en trois parties pour permettre une lecture plus aisée.

La partie supérieure de chacune des trois photos montre le spectre de l'étoile Rigel.

La partie inférieure montre le spectre d'émission de l'argon dont les longueurs d'ondes connues vont permettre l'étalonnage du spectre de Rigel

1°) Le spectre de Rigel présenté sur les photographies qui suivent comporte-t-il des raies d'émission ou d'absorption ?

2°) Sachant qu'il y a proportionnalité entre les distances mesurées entre deux raies et les écarts entre les deux longueurs d'onde correspondantes, déterminer les longueurs d'ondes de chacune des 27 raies repérables sur ces photos.

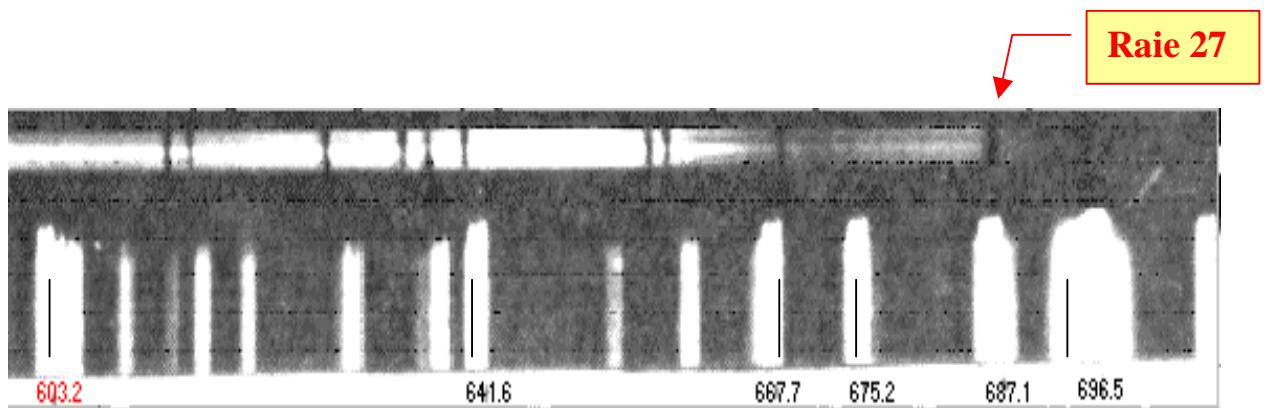
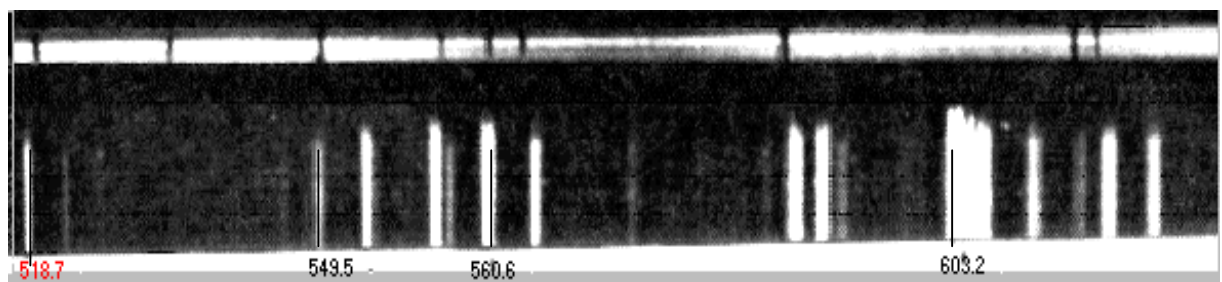
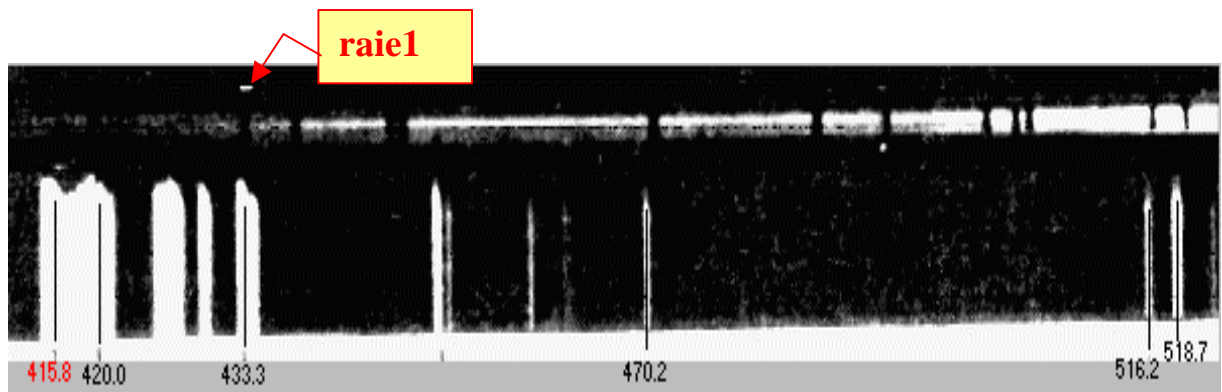
3°) Identifier les éléments présents dans la photosphère de l'étoile Rigel à partir du tableau de données

raie n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
λ (nm)														

raie n°	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
λ (nm)													

Quelques données de longueurs d'ondes de raies des spectres d'émission de quelques atomes ou ions :

Atome ou ion	longueurs d'onde (nm)					
H	656.3	486.1	410.3	434.0	397.1	
He ⁺	728.1	706.5	667.8	587.6	504.8	501.6
	492.5	471.3	447.1	414.4	404.6	388.9
He ²⁺	468.6	164.1	30.3			
Mg ⁺	518.4	517.3	516.7	383.2		
Mg ²⁺	448.1	280.3	279.5			



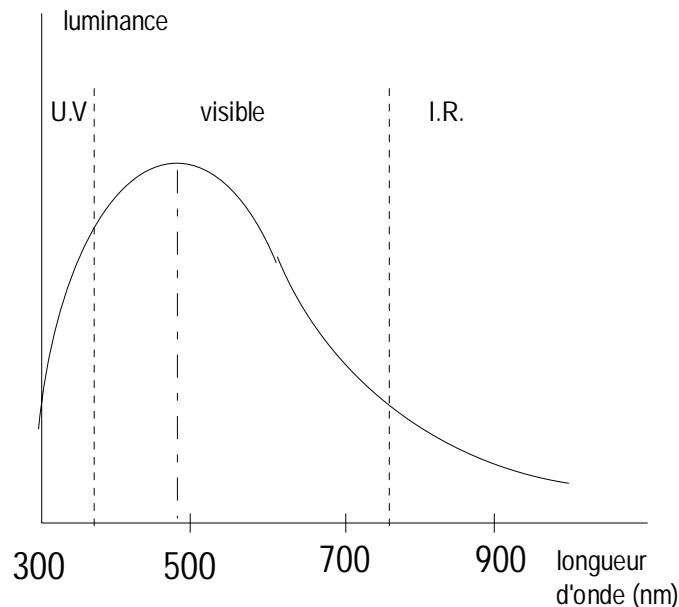
Détermination de la température de surface du Soleil

Plus un corps est chaud plus il émet de lumière dans les courtes longueurs d'ondes. Ainsi, un métal peu chauffé émet dans le rouge ; il émet de plus en plus dans le bleu lorsque sa température s'élève, la lumière étant alors perçue de plus en plus blanche. La loi de Wien rend compte de ce phénomène. Elle le modélise par la relation :

$$\lambda_m \cdot T = 2900 \mu\text{m} \cdot \text{K}$$

dans laquelle λ_m représente la longueur d'onde qui correspond au rayonnement le plus intense dans le spectre continu.

Le spectre continu de la lumière solaire présente un maximum d'intensité lumineuse dans le vert comme le montre la courbe ci-dessous :



Munis de ces renseignements, calculez la valeur approximative de la température de surface du Soleil. Cette valeur est-elle compatible avec celle que vous avez trouvée lors de l'analyse du spectre de raies d'absorption ?

Commentaires

Le maximum de luminance se situe dans le vert à environ 480 nm. L'application de la loi de Wien donne environ $T = 6000 \text{ K}$ ce qui confirme l'analyse des raies du spectre.

Fiche n°1

Parallaxe entre les deux yeux

Matériel :

Une règle graduée, fixée horizontalement sur un support à hauteur des yeux.

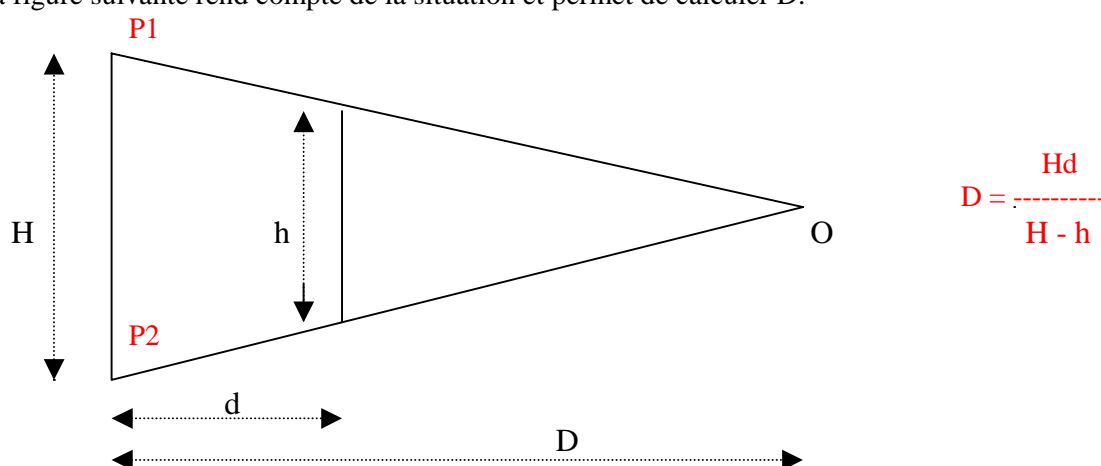
Principe :

L'observateur cherche à déterminer la distance D à laquelle se trouve un objet.

Il reste immobile à une distance d de la règle, ferme son œil droit et vise avec l'œil gauche un point précis de l'objet en l'alignant avec le zéro de la règle; Il change ensuite d'œil et repère la graduation h de la règle qui se trouve dans l'alignement.



La distance H entre les deux pupilles $P1$ et $P2$ doit être déterminée avec le plus de précision possible. La figure suivante rend compte de la situation et permet de calculer D .



Si l'on choisit un objet O lointain, les droites $OP1$ et $OP2$ sont quasiment parallèles, auquel cas $H \cong h$: c'est une façon de mesurer H .

Limites d'utilisation de la méthode

L'expression de D montre que la précision obtenue dépend d'une bonne mesure de H et h , qui sont des quantités voisines dont il faut faire la différence. La méthode en pratique est limitée de ce fait à des objets relativement proches (quelques mètres) pour lesquels la différence $H-h$ est la plus grande.

Fiche n° 2

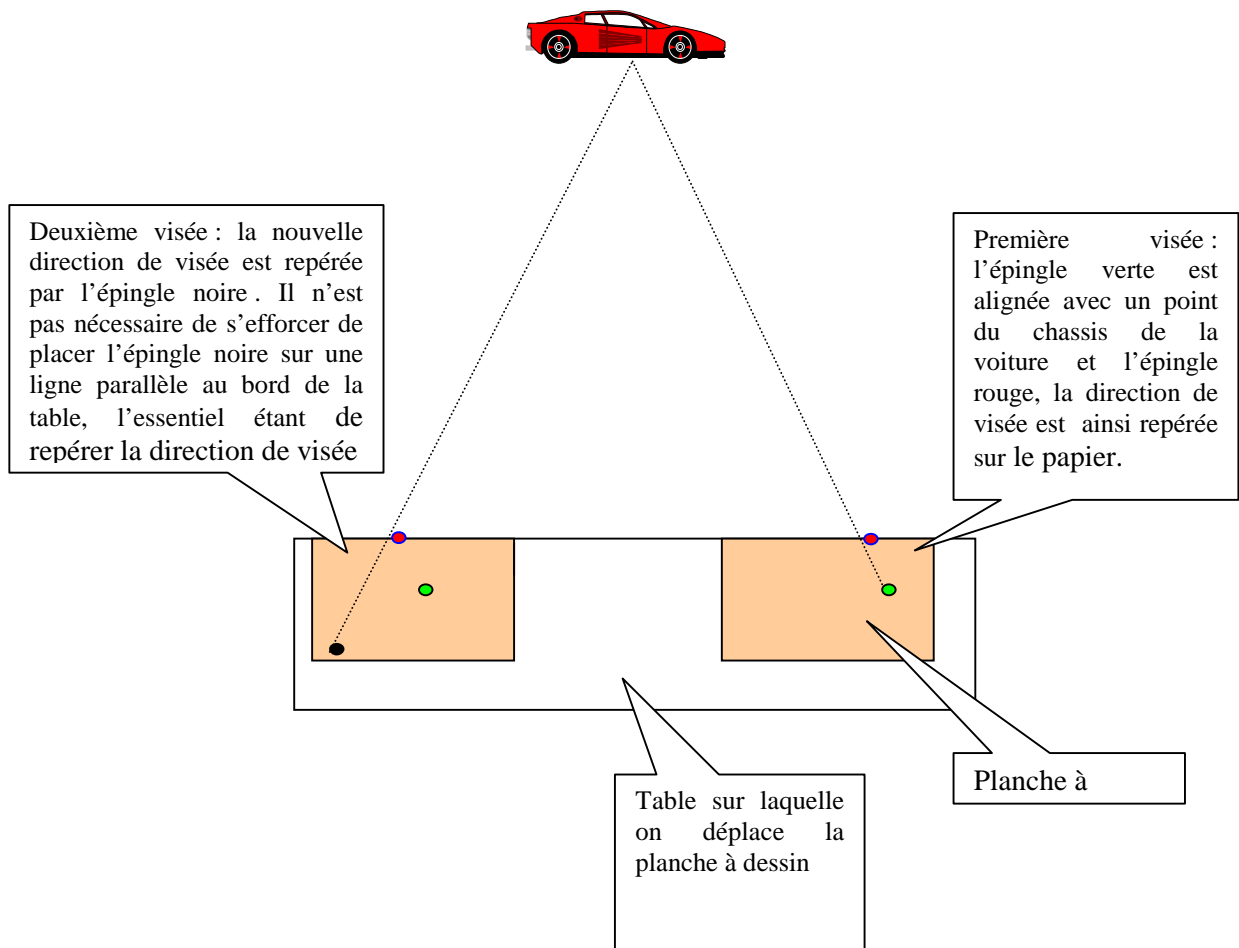
Parallaxe entre deux observateurs

Matériel :

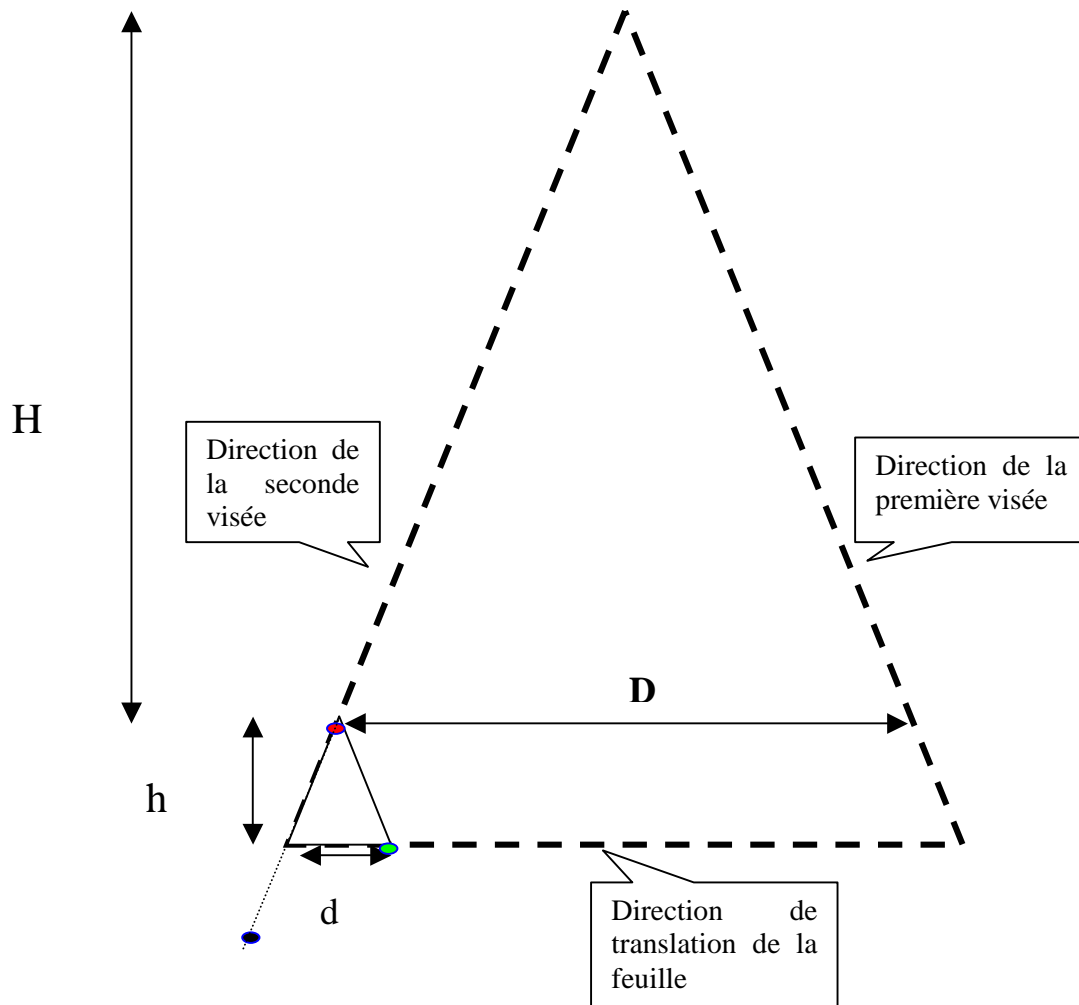
une table ou plusieurs tables dans le même alignement,
une planche à dessin,
une feuille de papier ,
trois épingles de couleurs différentes,
une règle graduée au mm
un double-mètre.

Principe de la mesure d'une distance

On cherche à évaluer la distance à laquelle se trouve une voiture que l'on peut observer depuis la salle de classe. On place une épingle (rouge sur le schéma) sur une feuille placée sur la planche à dessin. L'ensemble est posé sur la table. On effectue la première visée (à droite sur le schéma). On déplace alors la planche d'une distance D , repérée sur le bord de la table. Puis on effectue une seconde visée comme l'indique le schéma ci-dessous :



La distance de la voiture au bord de la table est repérée par H sur le schéma. On trace, sur la feuille punaisée sur la planche, le petit triangle dont les trois côtés sont parallèles aux directions indiquées sur le schéma ci-dessous. On mesure la hauteur h de ce triangle et la distance d. La longueur H est donnée par la relation : $H=hD/d$



Quelques ordres de grandeur :

Il est nécessaire d'adapter la longueur du déplacement D à l'ordre de grandeur de la distance à évaluer. Une distance D de 1 à 2 mètres permet de déterminer avec une assez bonne précision des distances H allant de 4 à 5 mètres ; au delà il est préférable d'élargir la base du triangle.

Remarque : pour des distances de l'ordre de l'année lumière, la base du triangle choisie en astronomie est le grand axe de l'écliptique, c'est à partir de ce choix qu'est défini le parsec.

Fiche n° 2 bis

Parallaxe entre deux observateurs

Matériel :

- une feuille de papier ,
- des épingles, ou 2 réticules constitués d'une petite plaque de plexiglass sur laquelle on a tracé un trait vertical (cf. figure ci-dessous)

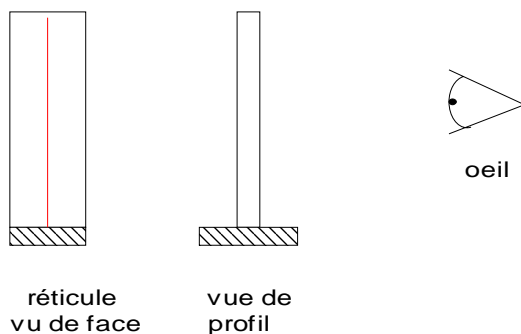
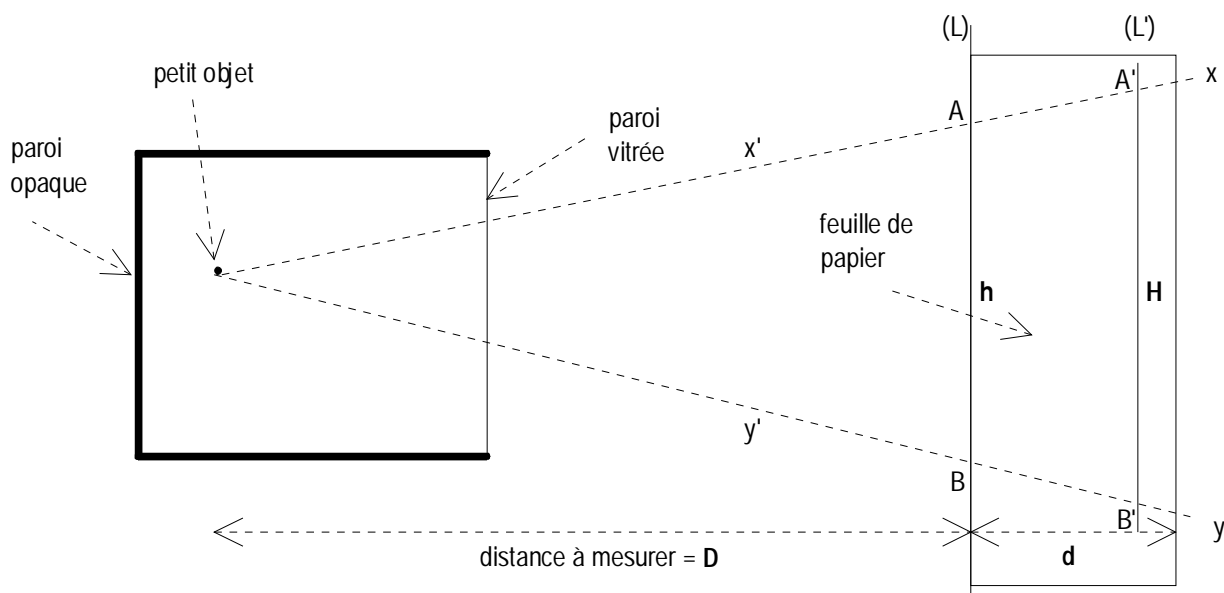


table en bois, planche à dessin ou plaque de polystyrène dans lesquelles on peut fixer les épingles
 une règle de 60 cm minimum graduée au demi-mm
 un double-mètre.

Principe de la mesure d'une distance

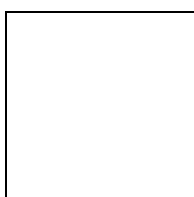
On cherche à évaluer la distance à laquelle se trouve un objet inaccessible (placé dans une vitrine par exemple). On fixe une feuille de papier sur la table par exemple le long de la ligne L. On trace une droite L' parallèle à L

On effectue 2 visées à l'aide d'épingles ou des réticules de manière à repérer les directions x'x et y'y
 On repère alors les points A A' B et B' (figure ci-dessous).

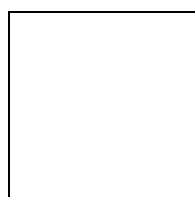


On pose $AB = h$ et $A'B' = H$

On peut alors écrire :



et donc



Fiche n°3

Diamètre apparent

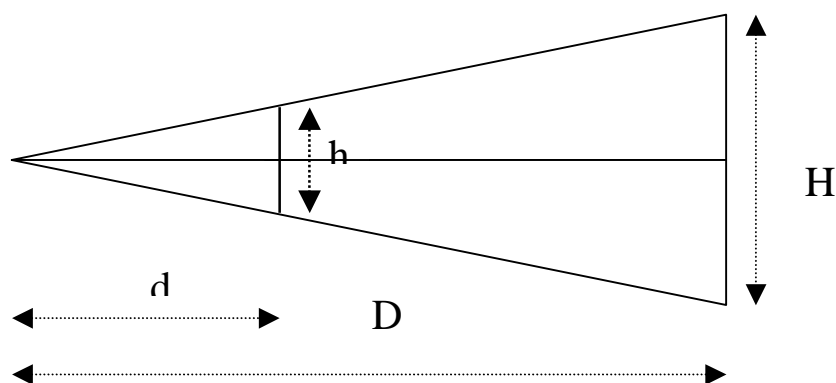
Matériel
Un double décimètre



Principe

Il s'agit de la technique employée par les peintres lorsqu'ils réalisent un dessin. Lorsqu'ils tendent le bras, ils voient leur pouce suivant un certain diamètre apparent. En superposant leur pouce aux différents objets qu'ils veulent représenter, ils ont les proportions relatives des objets entre eux.

Si l'on veut déterminer une longueur précise, par exemple la distance D à laquelle se trouve un bâtiment, il faut connaître les trois autres longueurs qui interviennent :



h représente la hauteur du pouce (ou d'une portion de crayon) et d la distance du pouce aux yeux. Pour obtenir la distance à laquelle se trouve un immeuble par exemple, il est indispensable d'avoir l'ordre de grandeur d'une hauteur qui se situe au niveau de cet immeuble. On peut prendre par exemple la hauteur 2m50 entre deux étages, en déduire H , puis D .

Fiche n°4

Maquette pour la méthode d'Eratosthène

Matériel :

Une lanterne munie d'un condenseur

Une sphère de polystyrène de 30 cm de diamètre, constituée de 2 demi-sphères creuses séparables (en vente dans les magasins de fournitures pour art et décoration)

Deux fines baguettes d'environ 25 cm.

Un carton circulaire de diamètre légèrement inférieur à celui de la sphère.

Une caméra-vidéo (nécessaire si l'expérience est faite en classe entière)

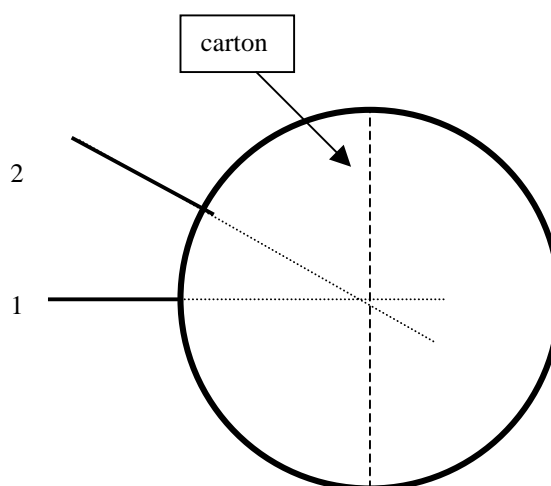
Préparation de la « Terre » :

Le carton permet d'être sûr que les baguettes passent par le centre de la sphère, et sont donc bien perpendiculaires à la surface de la sphère.

Faire un petit trou au centre du carton et fixer ce carton sur l'une des demi-sphères. Placer les deux bâchettes en transperçant la demi-sphère en 2 endroits distants de 6 à 8 cm, de façon à ce qu'elles émergent de quelques cm.

Dispositif :

Lanterne munie
d'un condenseur



La lanterne et la sphère sont éloignées d'une dizaine de mètres (les rayons arrivant sur la sphère sont ainsi pratiquement parallèles entre eux, et la surface de sphère éclairée est relativement importante).

La sphère est orientée de façon à ce que les 2 baguettes soient dans le même plan vertical.

La baguette n°1 est placée de façon à ce qu'aucune ombre n'apparaisse sur la sphère. Elle représente la verticale du lieu à Syène. La baguette n°2 représente le bâton planté par Eratosthène à Alexandrie.

Mesures :

On mesure alors :

l'ombre O de la baguette n°2 sur la sphère.

La hauteur h de la baguette n°2

La distance d entre les 2 baguettes

La valeur de $\tan\alpha = O/h$ permet d'obtenir α exprimé en radians. On en déduit le rayon de la sphère par la relation $R = d/\alpha$.

Fiche n°5

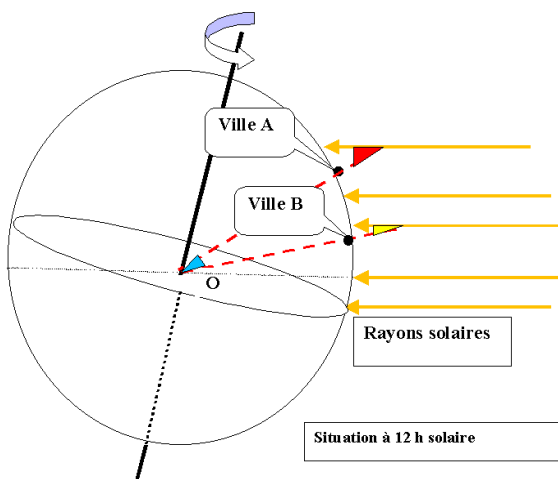
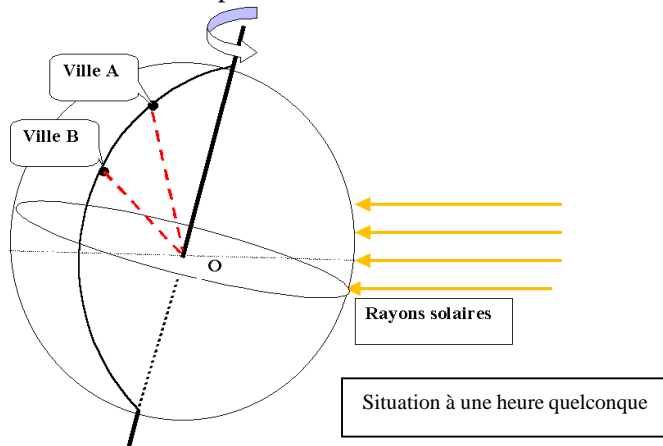
Matériel :

Un bâton ou poteau (gnomon) de 1 à deux mètres (de forme cylindrique de préférence) maintenu rigidement dans une position verticale,
 un fil à plomb ou un niveau pour repérer la verticalité du gnomon,
 un sol plan,
 une belle journée ensoleillée !

Principe de la mesure :

Pour avoir une précision suffisante, il faut disposer de deux lieux géographiques dont la latitude diffère de plusieurs degrés (500 km au moins). Les figures ci-dessous représentent les deux lieux géographiques placés sur le même méridien, à une heure quelconque, puis, à 12 h (heure solaire).

À 12 h solaire , on mesure la longueur de l'ombre portée d'un bâton placé verticalement sur le sol terrestre dans chacune des villes. Les deux ombres ne sont dans le plan du méridien qu'à cette heure. Il est donc souhaitable de respecter cette contrainte horaire si on souhaite obtenir un résultat correct.



On voit que l'angle α à déterminer est celui qui est repéré au centre de la sphère terrestre (en bleu). Cet angle est la différence entre les deux angles mesurés aux deux latitudes différentes grâce à la mesure de l'ombre d'un gnomon placé verticalement sur le sol.

Si les deux lieux géographiques sont distants de d , on déduit le rayon terrestre de la valeur de α par la relation : $d = \alpha \times R$.

Dans le cas où les deux lycées qui font les mesures ne sont pas sur le même méridien, on peut travailler de deux manières différentes :

- soit on dispose d'une table de longitudes qui permet de connaître le décalage horaire précis entre les deux lieux et on répercute ce décalage entre les deux mesures.
- soit on repère l'ombre du bâton au moment où le soleil se trouve le plus haut dans le ciel. Ce qui revient à repérer l'ombre la plus courte en chacun des lieux.

Quelle que soit la méthode envisagée dans cette situation, il faut prendre soin de déterminer la distance d , non pas de ville à ville, mais sur le méridien passant par l'une des villes, la position de l'autre ville étant projetée sur ce même méridien.

Il est prudent de présenter la démarche aux élèves comme une estimation de l'ordre de grandeur du rayon terrestre. Le résultat peut être exprimé sous la forme $R = 7.10^3$ km. En effet, bien que les distances puissent être mesurées au millimètre, il faut savoir que l'ombre projetée est entourée d'une zone de pénombre qui rend la détermination peu aisée. L'incertitude de mesure tient essentiellement à cette difficulté de repérage.

Fiche n°6

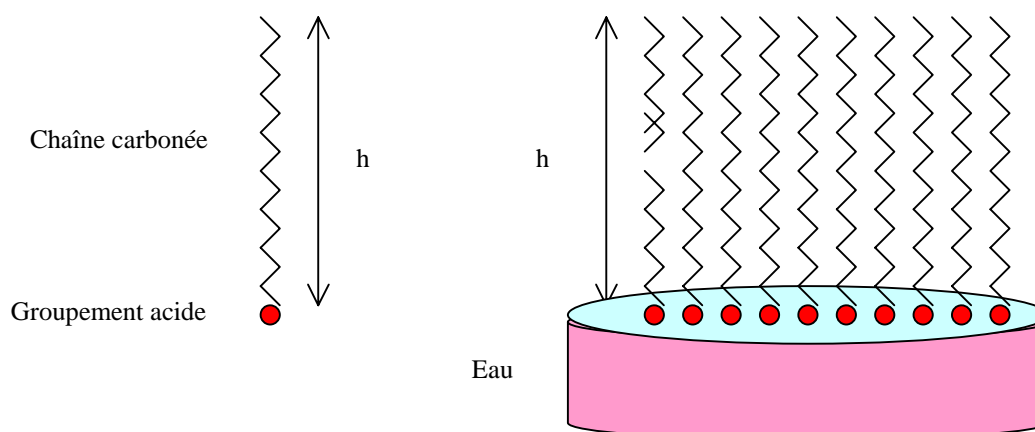
Expérience de Franklin

Matériel :

un cristallisoir (ou une bassine) d'au moins 30 cm de diamètre
un fil de métal de 0,25 mm de diamètre
une règle
du talc
de l'acide palmitique (ou oléique)

Principe de la méthode :

On cherche à évaluer l'ordre de grandeur de la taille d'une molécule.
L'acide palmitique ($C_{15}H_{31}COOH$) est une molécule organique, insoluble dans l'eau, composée d'une chaîne carbonée hydrophobe et d'un groupement acide hydrophile.



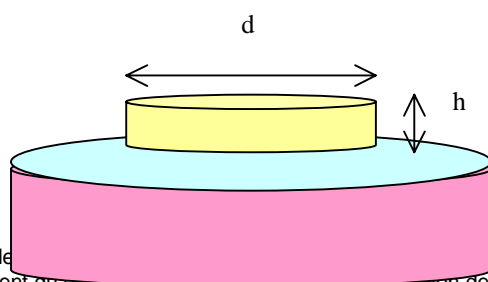
On lâche une goutte d'acide palmitique sur de l'eau dont la surface est parsemée de particules de talc. En s'étalant la goutte repousse les particules. On observe un disque d'acide palmitique à la surface de l'eau. Les molécules déposées sur l'eau restent en surface et se positionnent les unes contre les autres, la partie hydrophile dans l'eau et l'autre hors de l'eau.

Protocole opératoire

Nettoyer le cristallisoir avec un détergent. Remplir complètement le cristallisoir d'eau. (l'eau doit affleurer).

Tremper le fil de métal, sur 5 cm environ, dans l'acide palmitique.

Laisser tomber une goutte dans l'eau en approchant le plus près possible le fil de la surface



Précautions importantes

Le cristallisateur doit être lavé avec un détergent à chaque manipulation.

La surface de l'eau doit être parfaitement propre.

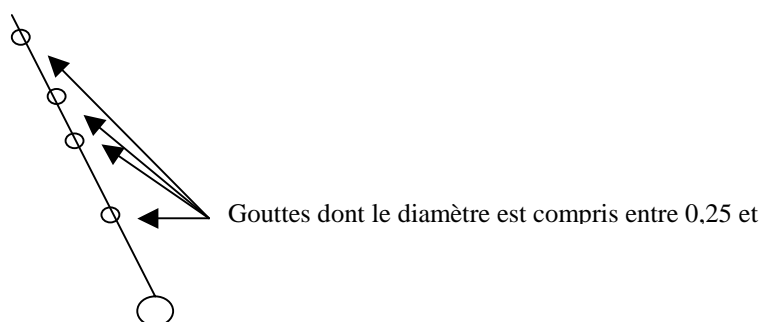
Le talc doit être éparpillé à la surface de l'eau et ne doit pas être trop abondant (saupoudrer le talc en se tenant à plus de 50 cm de la bassine, avec un tamis ou un filtre plastique à café).

Technique avec dilution.

Afin d'obtenir une tache de dimension suffisamment petite pour pouvoir être observée dans une cuvette, il faut limiter la quantité d'huile déposée : on peut la diluer dans un solvant comme l'hexane, qui s'évapore lorsque le mélange est déposé à la surface de l'eau tiède (environ 40 °C). On préparera un flacon de solution d'huile d'olive diluée au 1/500^{ème} en volume dans le solvant et un autre flacon de solution diluée au 1/1000^{ème}. On détermine d'abord le volume d'une goutte : pour cela, on remplit la pipette d'un volume connu d'une solution, on laisse couler en comptant le nombre de gouttes obtenues. Ensuite, très près de l'eau et au centre de la cuvette on dépose **une** goutte d'une solution et on mesure la surface de la tache d'huile. De là on détermine l'épaisseur de la tache. Après nettoyage soigneux de la cuvette au détergent, on recommence avec la seconde solution. L'épaisseur obtenue ne doit pas dépendre de la dilution initiale de l'huile.

Technique sans dilution.

On peut se passer de diluer l'huile si l'on forme des gouttes suffisamment petites pour qu'en s'étalant elles ne couvrent pas la totalité de la surface du cristallisateur. Pour cela on peut procéder de la manière suivante : on trempe dans l'huile un fil de métal de 0,25 mm de diamètre; des petites gouttes se forment et glissent le long du fil. On élimine les premières gouttes qui sont en fait l'addition de plusieurs gouttes accumulées au bas du fil et qui de ce fait ont un volume trop grand. Les gouttes suivantes ont un diamètre convenable.



Calculs

Il n'est pas possible de déterminer exactement la taille de la molécule d'acide palmitique et ce pour plusieurs raisons:

Il est difficile d'évaluer le diamètre de la goutte d'acide que l'on fait tomber. On peut faire évaluer à l'élève l'ordre de grandeur de ce diamètre au moyen d'une règle ou lui donner l'encadrement.

Il n'est pas évidemment que la couche d'acide soit monomoléculaire.

La couche d'acide n'étant pas rigoureusement un disque, il est difficile d'en mesurer précisément sa surface. On estime que la surface est un disque en première approximation.

L'intérêt de cette méthode est plutôt de montrer que l'on a la possibilité d'accéder à l'ordre de grandeur de la taille d'une molécule en utilisant simplement une règle.

Volume de la goutte : $V = \frac{4}{3} \pi r^3$, r étant le rayon estimé ou mesuré de la goutte versée.

Taille de la molécule : $h = V/\pi (d/2)^2$, d étant le diamètre du disque d'acide palmitique à la surface de l'eau.

Valeur maximale de la longueur de la molécule (sans tenir compte des angles des liaisons) : $3,3 \cdot 10^{-9}$ m

Valeur de la longueur de la molécule (en tenant compte des angles des liaisons) : $2,7 \cdot 10^{-9}$ m

Fiche n°7

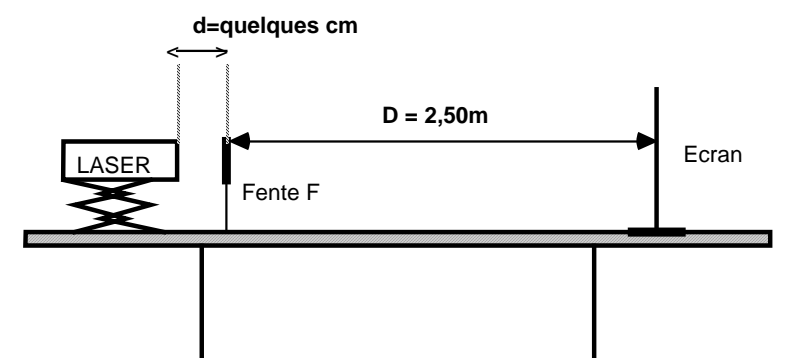
Utilisation du phénomène de diffraction

pour la mesure de l'épaisseur d'un cheveu Courbe d'étalonnage

Matériel :

un LASER posé sur un support réglable
un écran blanc
un support de fentes
une série d'au moins 6 fentes de largeurs connues (0,04 - 0,05 - 0,10 - 0,12 - 0,28 - 0,40 mm)
un cadre de diapositive pour pouvoir accrocher le cheveu
un mètre gradué au mm.
un double décimètre
du papier millimétré
du scotch

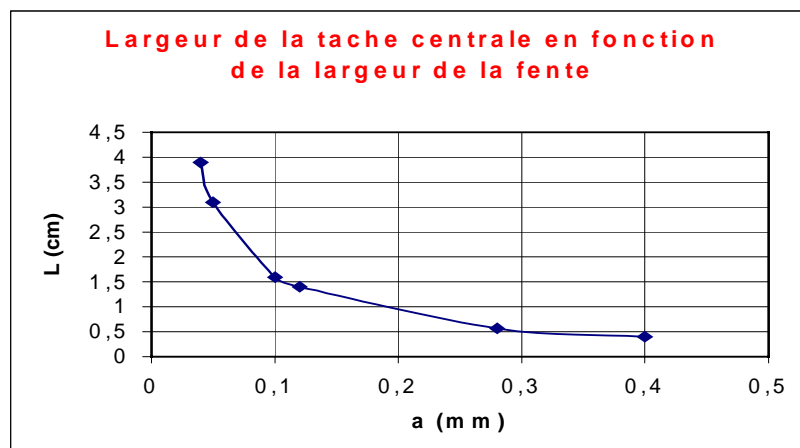
Montage



Exemple de résultats

a(mm)	0,04	0,05	0,10	0,12	0,28	0,40
L(cm)	3,9	3,1	1,6	1,5	0,57	0,40

Exemple de courbe d'étalonnage



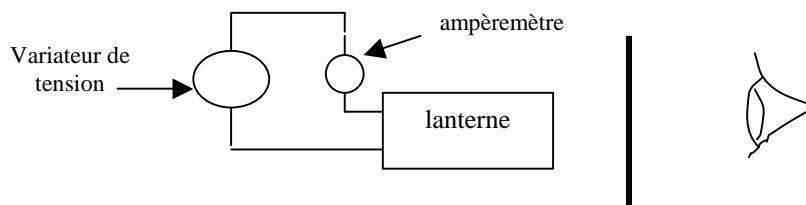
Fiche n°8

Spectre et température

Matériel :

lanterne avec lampe à incandescence ou lampes de voiture (feux de position)
variateur de tension
réseau

Schéma du dispositif :



Principe :

On fait varier doucement l'intensité du courant depuis une valeur nulle. L'observation directe du filament montre que la couleur du filament passe du rouge à l'orange, au jaune puis au blanc. La lumière émise par le filament incandescent dépend donc de l'intensité du courant qui le traverse, donc de la température du filament. On recommence l'expérience, mais en observant le filament à l'aide d'un réseau, en se plaçant légèrement de côté. On constate que lorsque la température du filament augmente, l'intensité lumineuse augmente et le spectre s'enrichit vers le bleu.

Fiche n° 9

Spectroscope à prismes

Matériel :

F : fente fine réglable ou réalisée au moyen de deux lames de rasoir collées sur un rhodoïd.

L et L' sont deux lentilles **cylindriques** convergentes de distances focales 15 à 20 cm. (compte tenu de la géométrie du problème, on obtient, en effet, de meilleurs résultats avec des lentilles cylindriques qu'avec des lentilles sphériques)

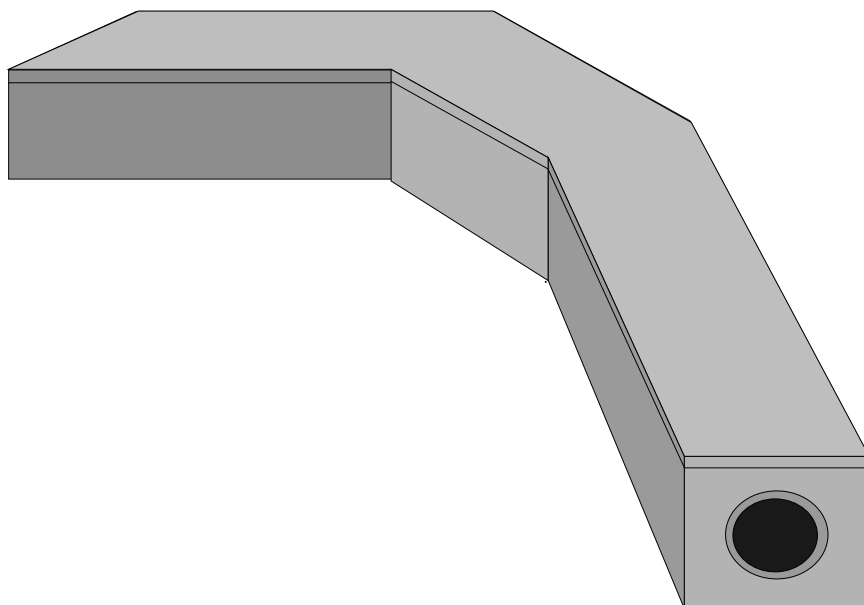
O est une lentille convergente sphérique de distance focale 10 cm.

P et P' sont deux prismes de verre d'angle 60° et de 4 à 5 cm de côtés.

E est un écran diffusant (verre dépoli ou feuille de papier calque)

Principe du montage de l'appareil

Les composants sont montés à l'intérieur d'un caisson (figure ci-dessous) réalisé en carton, en bois ou en matière plastique. Les angles correspondent à la déviation minimale de chacun des prismes. Dans notre cas ($n = 1,5$ et $A = 60^\circ$) cette déviation est pour chaque prisme égale à 37° soit au total 74° .



Le couvercle du caisson est amovible ce qui permet aux élèves d'observer la constitution du spectroscope.

A l'intérieur, les composants sont montés de manière amovible selon le schéma donné à la page suivante.

La distance de montage de la lentille cylindrique L à la fente est égale à sa distance focale de manière à avoir à la sortie un faisceau de lumière parallèle tombant sur le prisme P

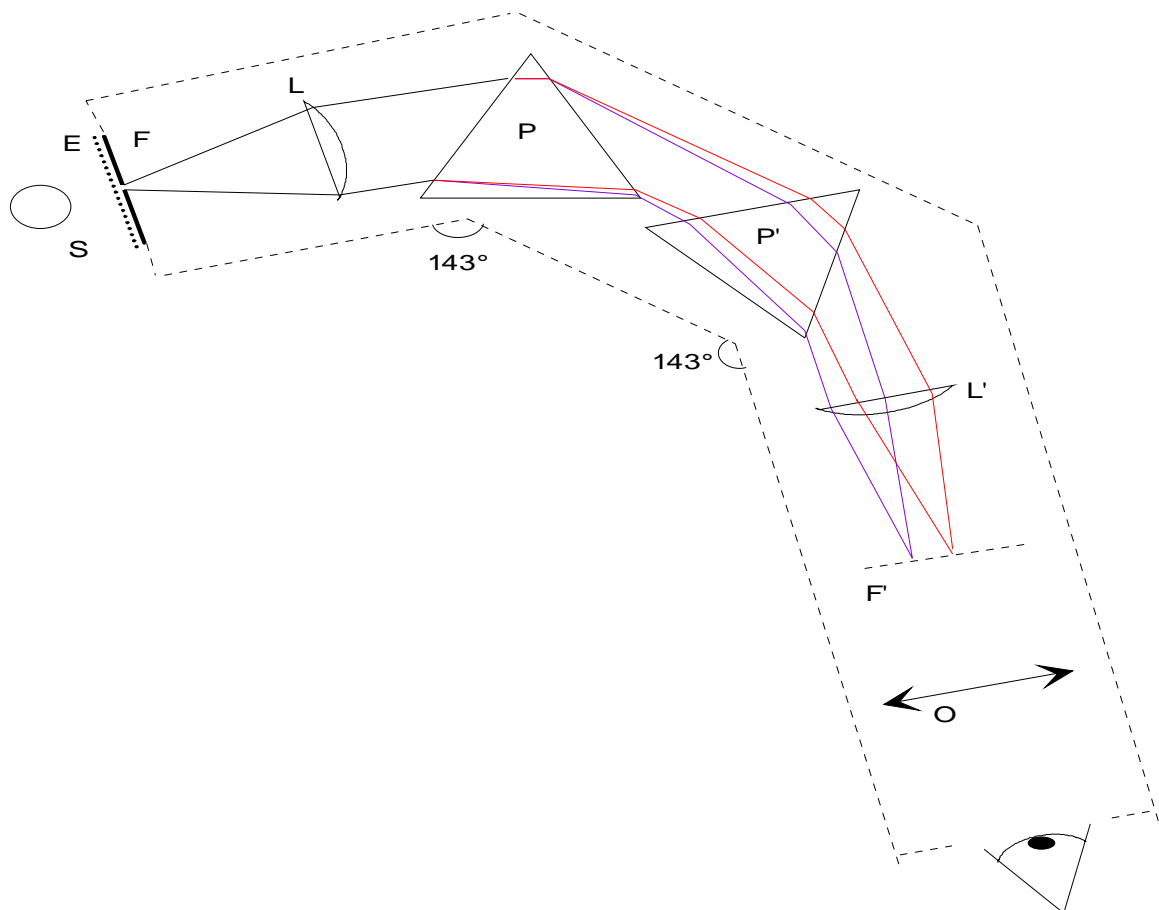
Les prismes sont réglés au minimum de déviation.

L'usage de deux prismes permet une meilleure dispersion de la lumière et donc l'obtention de spectres plus étalés. On montre, en effet, que le phénomène de dispersion est d'autant plus important que la base du prisme utilisé est grande. Dans la pratique, et pour des raisons d'économie, on préfère utiliser un train de deux à trois prismes.

Le spectre est constitué par les images F' de la fente. Il est observé dans le plan focal de L' .
 La lentille sphérique O , servant d'oculaire, est montée à une distance de F' égale à sa distance focale de manière à donner du spectre une image virtuelle agrandie située loin en avant de l'œil. Cela permet une observation agrandie du spectre sans accommodation et sans avoir à tenir compte du punctum proximum de l'œil de l'observateur. (Pour régler la position de l'oculaire, il est préférable d'observer un spectre non continu; la netteté est alors faite sur les raies d'émission ou d'absorption).

L'écran diffusant est utile pour obtenir un spectre à partir d'une source trop localisée (lampe à iode) ou de lumière parallèle comme la lumière solaire. Dans ce dernier cas, l'écran diffusant sera éclairé au moyen d'un miroir convenablement orienté. L'écran peut être éventuellement retiré lorsque la source est suffisamment diffusante (lampe à incandescence dépolie, lampes spectrales à décharges dans un gaz).

L'obtention de spectres d'absorption suppose l'utilisation d'une source de lumière blanche aussi riche que possible notamment dans le violet (la plupart des lampes à incandescence conviennent). Le milieu absorbant est intercalé entre la source et l'écran diffusant.



Le rôle des prismes peut être mis en évidence en les retirant et en plaçant dans le coffre un miroir permettant de réfléchir la lumière parallèle issue de L vers la lentille L' . On observe alors dans l'oculaire l'image de la fente F donnée par les deux lentilles L et L' .

Fiche n°10

Lampes

Les deux sources de lumière :

1. Les sources à incandescence

Une source à incandescence transforme l'énergie électrique en énergie lumineuse. Le courant électrique, traversant le filament de tungstène, porte celui-ci à une température élevée. Le filament devient alors incandescent et émet de la lumière.

Parmi ces sources, on trouve

les lampes à incandescence classiques

les lampes à halogène. Elles fonctionnent sur le même principe que les précédentes. La présence des halogènes ajoutés au gaz inerte de l'ampoule permet la régénération du filament de tungstène.

2. Les sources à décharge

La lumière est produite par une décharge électrique dans une ampoule renfermant une ou plusieurs vapeurs métalliques (mercure, sodium), un ou plusieurs gaz rares et parfois des composés chimiques de nature variée.

Parmi ces sources, on trouve

les lampes spectrales

les lampes à halogénures métalliques

les lampes à fluorescence. Ces lampes contiennent de la vapeur de mercure à basse pression. La décharge dans cette vapeur de mercure engendre un rayonnement intense dans l'ultra-violet. Une couche de poudres fluorescentes est appliquée sur la face interne de la lampe. Ces poudres, excitées par le rayonnement UV émis dans le tube, émettent à leur tour un rayonnement dans le visible.

Une expérience « colorée » :

Certains tubes fluorescents sont équipés d'un verre filtrant (verre de Wood) qui réduit considérablement le rayonnement dans le domaine du visible. Seules les longueurs d'onde comprises entre 300 et 425 nm sont émises. Ce rayonnement a la propriété d'exciter les matériaux fluorescents. Ce rayonnement est appelé lumière noire.

Si on éclaire avec de la lumière noire une série de lampes fluorescents éteintes, on voit que ces lampes émettent de la lumière. En choisissant des lampes différentes, on voit bien apparaître des lumières différentes émises par des poudres différentes.

Température de couleur

Chaque lumière émise peut être caractérisée par une grandeur TC que l'on appelle la température de couleur. Une teinte chaude correspond à une température inférieure à 3300 K, une teinte neutre à une température comprise entre 3300 et 5500 K, une teinte froide à une température supérieure à 5500 K.

Quelques exemples de spectres :

lampes à incandescence (TC entre 2600 et 3000 K) : spectres continus.

lampes fluocompactes (TC entre 2700 et 4000 K) : on obtient en général un spectre de bandes.

tubes fluorescents (TC entre 2600 et 7300 K). Selon les poudres, on peut avoir des spectres très variés.

Il est possible d'obtenir un spectre continu, sur lequel on voit alors se superposer les raies d'émission du mercure. D'autres tubes donnent des spectres de bandes très variés. Il faut noter que les renseignements sur la température de couleur sont généralement indiqués par le nom donné à la lumière émise. Par exemple, il existe une couleur « rose de France de luxe » qui correspond à une TC de 3600 K. Une autre, appelée « blanc froid », a une température de couleur de 7250 K.