

**College des Sciences et Technologies pour l'Energie et
l'Environnement - STEE**
Campus de la Cote Basque
Licence Physique-Chimie

RAPPORT DE STAGE DE FIN D'ÉTUDE

Labruquère Valentin

**Stage effectué du 1^{er} Avril au 8 Juin 2019 au
Lycée René Cassin, 2 rue de Lassegutte à Bayonne
sous la direction scientifique de Mr Bruyere**

Lycée René CASSIN



Bayonne

"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"

Remerciements

Tout d'abord je tiens à remercier Mr. Véniant, proviseur du lycée René Cassin et toute l'équipe pédagogique de m'avoir accueilli au sein de leur établissement pour mon stage ainsi que toute l'équipe du Laboratoire de Physique-Chimie du lycée pour avoir pris le temps de me fournir le matériel et de me conseiller pour les différentes expériences que j'ai préparées.

Je tiens aussi à remercier plus particulièrement mon tuteur Mr. Bruyère pour m'avoir permis d'assister aux cours qu'il a présenté et aux réunions qu'il a suivi ainsi que d'avoir pris le temps de me conseiller et de me laisser intervenir sur certains d'entre eux.

Sommaire

I) Présentation du stage.....	5
I.1) Le lycée René Cassin.....	5
I.2) Les conditions de stage (présentation des classes+travaux).....	5
II) II) Phase d'observation.....	6
II.1) La méthode d'apprentissage de Mr.Bruyere.....	6
II.2) Description détaillée des classes.....	6
II.2.a) Observation de la classe de Terminale S.....	6
II.2.b) Observation des classes de 1 ^{ère} L.....	16
II.2.c) Observation d'une classe de 2 ^{nde} S&L.....	18
II.3) Organisation professionnelle.....	21
II.4) Analyse de la phase d'observation.....	22
III) III) Présentation du travail effectué.....	23
III.1) Cours de MPS pour une classe de 2 ^{nde}	23
III.1.a) Préparation des séances.....	23
III.1.b) Déroulement des séances.....	27
III.2) Cours pour la classe de Terminale S.....	31
III.2.a) Préparation de la séance.....	31
III.2.b) Déroulement des séances.....	33
III.3) Analyse globale de la mise en pratique.....	33
IV) IV) Conclusion.....	34

Introduction

En tant qu'étudiant en 3ème année de Licence de Physique-Chimie au Collège des Sciences et Technologies pour l'Energie et l'Environnement du Campus de la Cote Basque, j'ai effectué du 1^{er} Avril au 8 Juin 2019 mon stage au sein du Lycée René Cassin à Bayonne.

Ayant pour objectif professionnel de devenir ingénieur dans les domaines de la mécanique et de l'énergie, ce choix peut alors paraître surprenant car faire un stage en lycée semble avoir seulement pour vocation de développer les compétences pédagogiques de l'étudiant afin d'enseigner la physique-chimie.

En toute honnêteté je concède aussi que j'ai fait ce stage en lycée car faisant des tutorats qui m'obligent à rester dans la région, je n'ai pas trouvé ici de stage avec un ingénieur en entreprise pour diverses raisons.

Cependant lorsque nous regardons quelles sont les cinq principales qualités qu'il faut avoir pour devenir ingénieur qui sont :

- Savoir travailler en équipe
- Avoir une facilité à communiquer
- Etre flexible dans son travail (savoir mener plusieurs projets en même temps)
- Avoir de la rigueur
- Etre créatif

Nous remarquons que faire un stage en lycée permet tout de même de travailler sur quatre des cinq qualités essentielles pour devenir ingénieur. En présentant un cours ou un TP à une classe on améliore sa facilité à communiquer, le fait d'avoir plusieurs classes demande une bonne flexibilité car pour chacune il faut suivre un programme différent, de plus la préparation des cours nous oblige à une certaine rigueur pour être conforme au programme des élèves mais laisse place à la créativité car il faut réussir à créer un contenu intéressant pour attirer leur attention.

Par conséquent l'objectif de ce rapport de stage n'est pas seulement de commenter la pédagogie de Mr. Bruyère et d'expliquer en quoi elle m'a permis de présenter un contenu adapté aux élèves grâce à ses conseils. Mais plutôt de voir en quoi le travail que m'a proposé de faire Mr. Bruyère et l'étude de sa manière de présenter un cours et son contenu ainsi que son rôle dans l'établissement m'a permis de développer et d'améliorer certaines compétences qui me seront essentielles pour devenir ingénieur.

Pour mener à bien cet objectif nous allons voir dans une **première partie** dans quelles conditions ce stage a été effectué : cette partie concernera la présentation de l'établissement d'accueil et des classes de Mr. Bruyère.

Puis dans une **deuxième partie** nous allons nous intéresser à la phase d'observation où nous ferons une étude globale de la méthode d'enseignement de Mr. Bruyère et une étude spécifique pour chacune de ses classes.

Enfin la **troisième partie** concernera l'étude des travaux que l'on m'a confié, pour lesquelles on verra quelles sont les difficultés qui ont été rencontrées et quels ont été les résultats obtenus.

La dernière partie tiendra lieu de conclusion générale et de discussion, on reprendra les éléments clés vus précédemment et je donnerais mon sentiment sur ce que ce stage m'a apporté après 8 semaines.

I) PRÉSENTATION DU STAGE

I.1) Le lycée René Cassin

Le lycée René Cassin est un lycée d'enseignement général situé à Bayonne, celui-ci accueille environ 1500 élèves ce qui en fait l'un des plus grand lycée des Pyrénées-Atlantique en terme d'effectif. L'établissement ne possède pas de filière technologique mais propose toutefois après la seconde toutes les séries générales (à savoir S,ES et L) afin de préparer les élèves au baccalauréat S option SVT (l'option SI n'est pas proposée dans le lycée), ES ou L au terme de leur année de Terminale.

Pour l'enseignement supérieur, le lycée propose deux filières de Classe Préparatoire aux Grandes Ecoles (CPGE) :

*La filière classe préparatoire Economique et Commerciale (EC)

*La filière classe préparatoire Physique-Chimie, Science de l'Ingénieur (PCSI)

et une formation de BTS audiovisuel dont les locaux se trouvent à Biarritz.

Par ailleurs le lycée propose de nombreux enseignements facultatifs au cours de la formation des élèves que ce soit dans le domaine linguistique (Allemand,Basque,Chinois,Latin ou Russe) ou dans le domaine artistique (Art plastique,Cinéma audiovisuel,Musique) puis met aussi en place des sections sportives en aviron,rugby et pelote afin que les élèves à fort potentiel puissent concilier leurs études au lycée et leur activité sportive.

I.2) Les conditions de stage (présentation des classes+travaux)

Pour cette année Mr.Bruyère est responsable de deux classes de seconde générale, de deux classes de première littéraire (1^{ère} L) et d'une classe de terminale scientifique (Terminale S).En ce qui concerne les secondes il dispense des cours de Science et Laboratoire (S&L) pour l'une et de Méthodes et Pratiques Scientifiques pour l'autre (MPS),ces cours correspondent à des options que peuvent choisir les collégiens avant la seconde, pour les 1^{ère} L il donne des cours de sciences qui sont un mélange de Physique-Chimie et de Biologie et pour les Terminales S il donne des cours de Physique-Chimie.

Pour ce qui est du niveau scolaire des élèves Mr. Bruyere considère que le niveau global des 1ère et des Terminales dans sa matière est plutôt bon même si certains élèves font parfois preuve de suffisance dans certains contrôles ce qui pourrait leur être préjudiciable au cours de leurs études supérieurs.

D'un point de vue administratif le lycée est en rénovation depuis le 2 Mars 2017, l'objectif est de moderniser les deux principaux bâtiments d'enseignement et de réaménager les espaces intérieurs. En ce qui concerne la physique-chimie, il a été décidé de mettre en place 3 espaces pour les cours de physique-chimie et 7 espaces pour les travaux pratiques (4 pour la physique et 3 pour la chimie).



Illustration 1: Image du lycée René Cassin après travaux (d'après l'entreprise Alpes Contrôles)

II) PHASE D'OBSERVATION

II.1) La méthode d'apprentissage de Mr.Bruyere

La méthode d'apprentissage de Mr.Bruyere est principalement axée sur la discussion avec les élèves. Cette méthode est très utilisée pour les cours avec les 2^{nde} car la matière s'y prête bien du fait qu'il n'y ai pas de programme prédéfini, Mr.Bruyere peut donc utiliser les notions vus par les élèves avec leur professeur de Physique-Chimie pour répondre à un problème posé en suivant une démarche scientifique.

Cette méthode est très intéressante selon moi car elle leur fait revoir leur cours d'une manière différente en effet au lieu de voir une leçon en premier puis de faire un exercice qui se rapporte à ce qu'ils viennent de voir dans la leçon, les élèves vont d'abord faire un exercice, se confronter à un problème puis utiliser la leçon pour y répondre. Pour ma part, je trouve que c'est une bonne idée d'utiliser plusieurs méthodes car tout les élèves ne raisonnent pas de la même façon et certains ont peut être besoin de d'abord se confronter à un problème et chercher une solution plutôt qu'on leur donne une solution pour répondre à un problème.

En ce qui concerne les 1^{ère}L la discussion est aussi très utilisée car ils utilisent très peu de formules l'objectif est donc de les faire parler afin qu'ils s'approprient le langage scientifique qui leur sera indispensable pour le baccalauréat en fin d'année. Toutefois même lorsqu'ils découvrent des formules celles-ci sont illustrées par des expériences simples ce qui les rend plus intuitives, par exemple pour justifier la formule $E = P \times \Delta t$ Mr.Bruyere montre qu'en passant de la position assis à debout on consomme toujours la même énergie par contre on comprend que plus on pousse fort sur le sol (plus on met de puissance) moins on met de temps pour revenir debout, la formule prend alors tout son sens.

On peut néanmoins noter que la discussion est moins présente dans les cours de Terminale S car le programme étant assez conséquent cela laisse peu de place pour d'éventuelles discussion avec les élèves, mais celles-ci peuvent tout de même avoir lieu à partir d'une question type exercice 3 du baccalauréat de Physique-Chimie (c'est à dire un exercice composé d'une seule question avec des documents). Par exemple à la fin du chapitre sur les satellites Mr.Bruyère a demandé aux élèves s'ils pensaient qu'on pouvait mettre en orbite un satellite géostationnaire au dessus de Bayonne, les élèves ont alors réfléchi et se sont rendus compte que c'était impossible car le centre de l'orbite formée par le satellite ne coïncidait pas avec le centre de la Terre (1^{ère} loi de Kepler appliquée au système Terre/satellite).

II.2) Description détaillée des classes

II.2.a) Observation de la classe de Terminale S

Le programme de Terminale S correspond au programme le plus conséquent en effet durant mon stage les élèves ont étudiés :

- Un premier chapitre correspondant à la **synthèse de composés organiques** ; mise en application des mécanismes réactionnels d'addition, de substitution et d'élimination afin de mettre en évidence la sélectivité en chimie organique, ainsi que de l'analyse en chimie (spectre infrarouge, spectre RMN + Chromatographie sur Couche Mince)
- Un deuxième chapitre correspondant à de la **mécanique** ; étude du mouvement d'une particule chargée dans un champs électrique uniforme puis étude du mouvement des satellites
- Un troisième chapitre sur le **temps** ; étude des oscillateurs harmoniques (système masse+ressort et pendule pesant) ainsi que de la relativité restreinte

- Un quatrième chapitre sur les **bilans thermiques** ; étude des transferts thermiques et application du premier principe de la thermodynamique lorsqu'il n'y a que des échanges de chaleur
- Un cinquième chapitre sur l'**informatique** ; étude des signaux analogiques et numériques ainsi que de leur transmission

En ce qui concerne la **synthèse de composés organiques**, les Terminales S ont étudié en TP la synthèse de la phénacétine à partir du 4-aminophénol. Cela s'est fait en 2 étapes, la première correspondait à la synthèse du paracétamol à partir du 4-aminophénol (TP auquel je n'ai pas assisté car il se déroulait avant mon stage) puis une deuxième étape qui consistait à synthétiser de la phénacétine à partir du paracétamol obtenu dont le protocole est présenté ci-dessous.

2) préparation de la phénacétine (après-midi)

- Sécuriser un ballon de 250 cm³ puis l'équiper d'une agitation
- introduire 22 cm³ d'éthanol absolu.
- Ajouter 1,1 g de sodium (déjà pesé et mis à votre disposition) par petites portions en contrôlant la réaction.
- Quand tout le sodium a réagi, introduire l'ensemble du paracétamol préparé.
- équiper le montage d'un réfrigérant et verser par le haut du montage 5 cm³ d'iodoéthane.
- Porter le mélange à reflux pendant 45 minutes.
- Après refroidissement, transformer le montage de façon à pouvoir effectuer une distillation simple (*pas de colonne, juste la tête de colonne au dessus du ballon, puis réfrigérant + recette*) ayant pour but d'éliminer par distillation une grande partie de l'éthanol (environ 15 cm³).
- Refroidir puis ajouter 100 cm³ d'eau glacée.
- Filtrer sur bûchner et laver à l'eau glacée.
- Sécher sur papier filtre.
- Peser.

Texte 1: Protocole pour la synthèse de la phénacétine

La synthèse de ce composé est assez intéressante pour les Terminales car en juin ils doivent passer les ECE (Évaluation des Compétences Expérimentales) qui représentent 4 points sur 20 pour l'épreuve de Physique-Chimie, les 16 autres points correspondent à l'épreuve écrite. D'un point de vue pratique ils ont donc pu revoir le montage de la distillation simple et le montage à reflux qui peuvent leur être demandés lors des ECE.

De plus d'un point de vue théorique ce sujet permet d'aborder les mécanismes réactionnels en chimie et de revoir des notions vues précédemment d'oxydo-réduction et de réaction acide-base car en ajoutant du sodium celui-ci réagit par oxydoréduction avec l'éthanol (réaction totale), on obtient donc CH₃CH₂O⁻ en solution qui réagit avec la fonction alcool du paracétamol et enfin il se produit une substitution nucléophile avec l'iodoéthane qui produit de la phénacétine (voir schémas réactionnels en annexe).

On distille ensuite l'éthanol pour enlever le paracétamol et le 4-aminophénol qui n'ont pas réagi puis on ajoute de l'eau glacée à la solution finale car le paracétamol est beaucoup moins soluble dans l'eau froide que dans l'eau chaude et on filtre sur buchner pour obtenir le produit final.

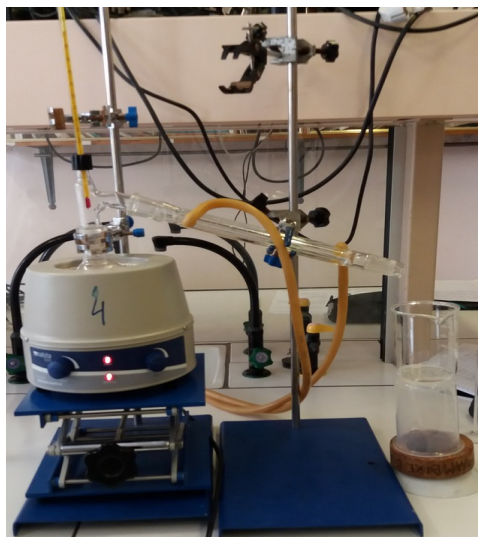


Illustration 2: Montage de distillation simple réalisé par un binôme

Lorsque la synthèse est terminée les élèves ont vérifié que le produit obtenu ne contient plus de 4-aminophénol et de paracétamol à l'aide d'une Chromatographie sur Couche Mince sous lampe UV car ces deux substances et le produit obtenu ne migrent pas à la même hauteur.

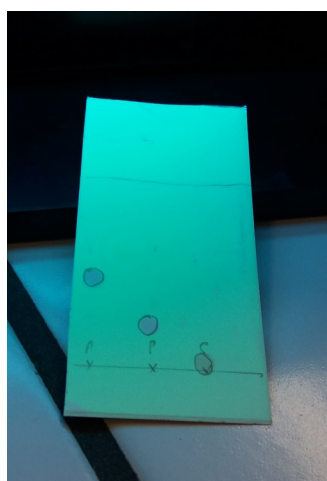


Illustration 3: CCM sous lampe UV du 4-aminophénol, du paracétamol et du produit obtenu (de gauche à droite)

La présence de phénacétine dans le produit final peut se faire à l'aide d'une étude par spectroscopie infrarouge, en effet en comparant le spectre IR du produit obtenu avec le spectre de la phénacétine pure on retrouve que la ressemblance entre les deux spectres est de 87% ce qui prouve qu'il y a de la phénacétine quasiment pure dans le produit, ceci est en adéquation avec la CCM car on ne retrouve pas de 4-aminophénol et de paracétamol dans le produit final.

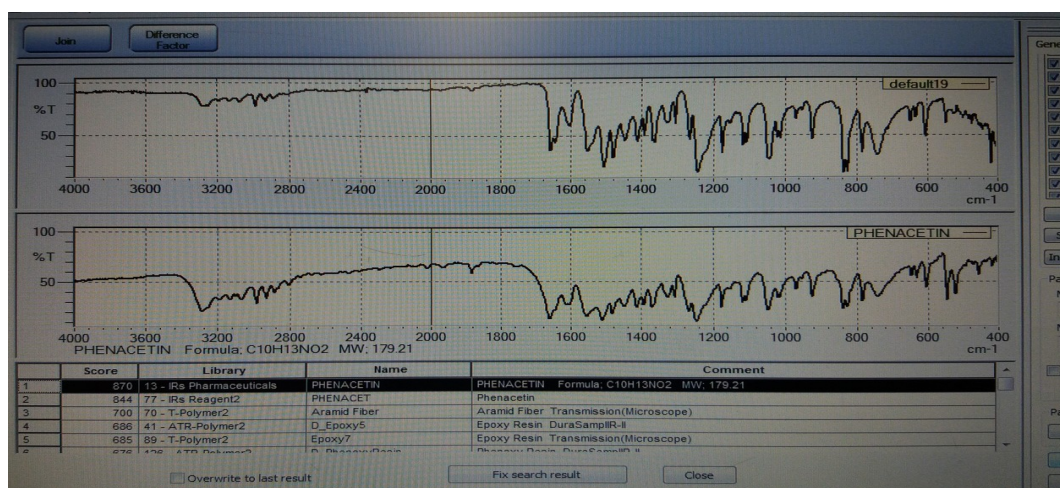


Illustration 4: Comparaison des spectres IR du produit obtenu (en haut) et de la phénacétine pure (en bas)

Dans l'ensemble ce TP a plutôt bien été réalisé par les élèves et les résultats de chaque binôme m'ont paru assez concluants même si certains n'ont pas obtenus des résultats de la CCM aussi nets que ceux présentés sur l'illustration 3. Ceci est peut être dû à une mauvaise distillation de l'éthanol qui serait resté en solution ce qui expliquerait qu'il reste des traces de paracétamol dans le produit brut, rappelons aussi que le paracétamol utilisé est le paracétamol synthétisé par les élèves une semaine auparavant par conséquent tous ne sont pas partis avec la même « pureté » en paracétamol on peut alors imaginer que certains dont le paracétamol n'a pas bien été synthétisé retrouvent du 4-aminophénol dans leur produit brut.

Par ailleurs les élèves ont dû faire un compte rendu de ce TP pour vérifier que celui-ci a bien été compris, le contenu était accompagné d'une étude plus approfondie des spectres IR et RMN dans laquelle ils devaient différencier les spectres du 4-aminophénol et du paracétamol (mise en évidence de la liaison $C=O_{amide}$ présente dans le paracétamol mais pas dans le 4-aminophénol) ainsi que la mise en évidence de d'autres fonctions caractéristiques tel que la fonction O-H, la liaison N-H_{amine} etc.

Pour l'étude des spectres RMN le travail était similaire à celui avec les spectres IR car ils devaient associer à trois spectres le spectre du 4-aminophénol, du paracétamol et de la phénacétine. Dans ce cas la discussion sur les protons équivalents suffisait car d'après les formules développées de ces composés on remarque que le 4-aminophénol va émettre 4 signaux le paracétamol va en émettre 5 et la phénacétine 6.

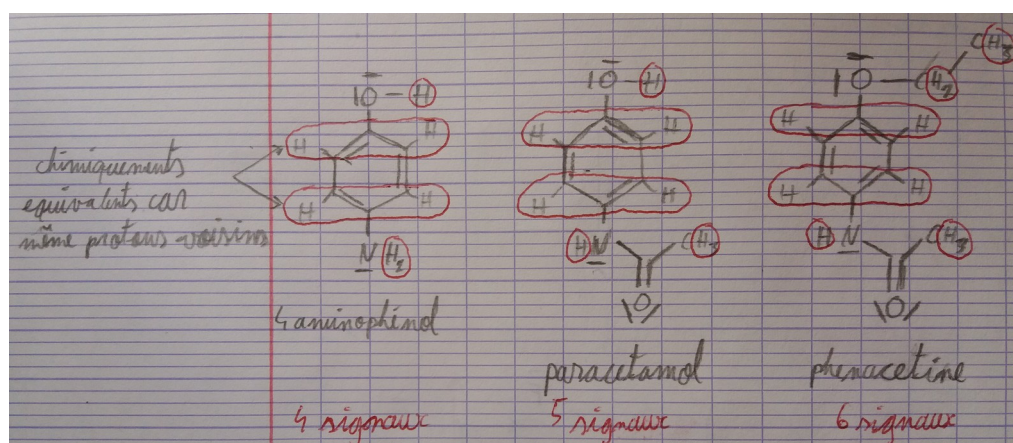


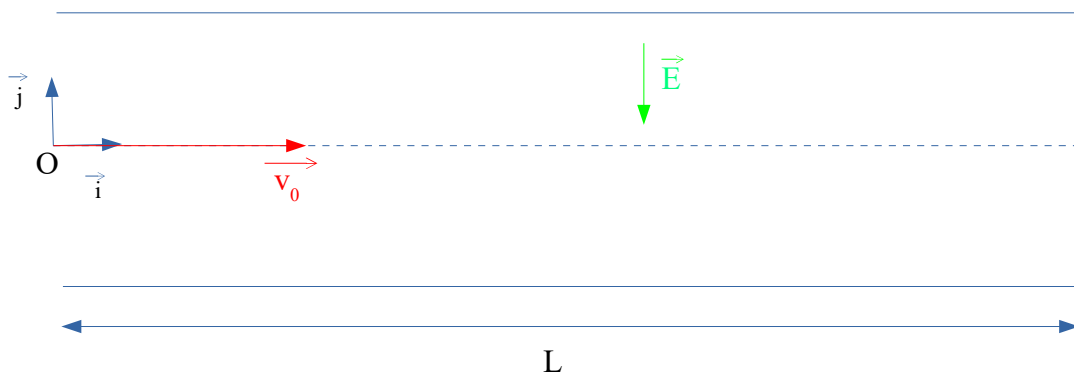
Illustration 5: Formules développées et représentation des protons équivalents du 4-aminophénol, paracétamol et de la phénacétine

Remarque : Une étude plus approfondie des protons voisins aurait permis de commenter la multiplicité des signaux sur le spectre RMN (compétence que doivent maîtriser les élèves en Terminale S)

Le deuxième chapitre concernait la **mécanique** et a pour objectif d'appliquer le Principe Fondamental de la Dynamique à un cas différents de celui vu en début d'année (mouvement d'un corps soumis uniquement à son poids dans un champ gravitationnel constant pour un référentiel terrestre supposé galiléen).

Pour cela les élèves ont étudié un cas similaire qui est le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme toujours dans un référentiel terrestre supposé galiléen. Je pense que l'on peut qualifier ce cas de similaire car le mode opératoire de résolution est le même : par application du Principe Fondamental de la Dynamique on en déduit l'accélération de la particule puis par intégration on en déduit la vitesse et les équations horaires. Il ne reste plus qu'à éliminer le temps et on retrouve l'équation de la trajectoire.

Mr. Bruyère a alors proposé aux élèves d'étudier ce problème à partir d'un exercice type bac pour lequel à partir du mouvement d'un électron on en déduit le rapport $\frac{e}{m}$ avec e correspondant à la charge élémentaire et m correspondant à la masse de l'électron. Cet exercice peut se modéliser par le schéma suivant :



L : Longueur des plaques ($L=9\text{ cm}$)

v_0 : Vitesse initiale de l'électron ($v_0=2,4 \cdot 10^7\text{ m/s}$)

E : Champ électrique exercé entre les deux plaques ($E=1,6 \cdot 10^4\text{ N/C}$)

On suppose qu'à $t=0\text{ s}$ l'électron repéré par un point M se trouve en O avec une vitesse v_0 .

Le référentiel d'étude (ici terrestre) est supposé galiléen

Sachant qu'il n'y a que la force électrique qui s'exerce sur l'électron on peut appliquer le Principe fondamental de la dynamique : $\vec{F} = -e \cdot \vec{E} = m \cdot \vec{a}$ avec $\vec{E} = -E \cdot \vec{j}$

$$\text{d'où, } \vec{a} = 0 \cdot \vec{i} + \frac{Ee}{m} \cdot \vec{j}$$

ce qui amène après intégration en prenant en compte les conditions initiales à :

$$\vec{v} = v_0 \cdot \vec{i} + \frac{eE}{m} t \cdot \vec{j} \quad \text{puis} \quad \vec{OM} = v_0 t \cdot \vec{i} + \frac{Ee}{2m} t^2 \cdot \vec{j} \quad (\text{de la forme } \vec{OM} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j})$$

en posant $t = \frac{x}{v_0}$ et en reportant dans l'expression de y on obtient :

$$y = \frac{eE}{2mv_0^2} \cdot x^2 \quad (\text{il s'agit de l'expression d'une parabole})$$

or expérimentalement on trouve que pour $x=L=9\text{ cm}$ on a $y=y_L=2\text{ cm}$

$$\text{d'où, } \frac{e}{m} = \frac{2v_0^2 y_L}{EL^2} = \frac{2 \times (2,4 \times 10^7)^2 \times 0,02}{1,6 \times 10^4 \times 0,09^2} = 1,8 \times 10^{11} \text{ C/kg}$$

Ce résultat est très important car il nous permet en ayant la connaissance de la charge élémentaire de calculer la masse de l'électron. C'est pourquoi Mr. Bruyère a présenté aux élèves le principe de l'expérience de Millikan qui a été le premier à démontrer la quantification de la charge électrique et par conséquent à en donner une valeur approchée.

Une semaine plus tard Mr. Bruyère a donné aux Terminales un contrôle sur ce sujet (voir annexe) toutefois le problème portait plus sur une étude énergétique que sur une étude dynamique, les élèves étant parti sur une étude dynamique ont donc trouvé que le contrôle était trop long pour seulement 1h. De plus ce contrôle nécessitait de connaître l'expression du travail d'une force qui est une notion qui a été vu en début d'année et la plupart des élèves l'avait oublié toutefois aucun élève n'a demandé l'expression alors que Mr. Bruyère avait précisé avant le contrôle que s'ils n'arrivaient pas à répondre à une question il pouvait les aider. Un peu avant la fin du contrôle il s'est rendu compte en passant dans les rangs que peu d'entre eux connaissaient l'expression du travail d'une force et il a fini par écrire la formule au tableau.

Pour ma part, j'ai fait le contrôle en même temps que les élèves et j'ai trouvé qu'une heure suffisait pour le faire car je l'avais fini en 30-40 minutes à peu près et il n'y a que la question 2.2. où je m'étais trompé car j'ai été perturbé de trouver un pic à environ 0,19 keV qui est aussi une des énergies de transition du cuivre alors que pour qu'il y ai du cuivre il aurait fallu que toutes les énergies de transition soient représentées par des pics sur le graphique.

La deuxième partie de ce chapitre de mécanique est consacrée à l'étude des satellites, à la fin de ce cours les élèves doivent connaître les trois lois de Kepler qui peuvent leurs être demandé au bac :

Loi 1 : Dans le référentiel héliocentrique, la trajectoire du centre d'une planète est une ellipse dont le Soleil occupe l'un des foyers

Loi 2 : Le segment de droite reliant le Soleil à la planète balaie des aires égales pendant des durées égales

Loi 3 : Pour toutes les planètes du système solaire, le rapport du carré de la période de révolution sur le cube du demi-grand axe de l'ellipse décrite est le même :

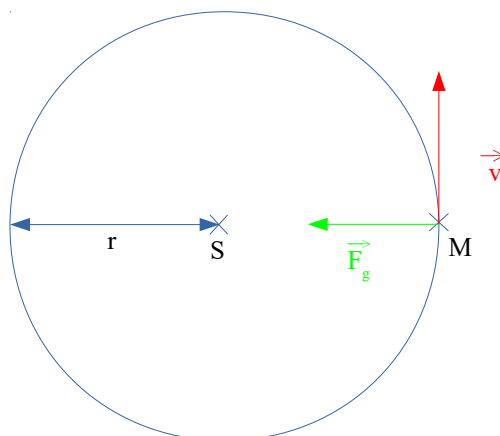
$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante}$$

Avec,

T: Période de révolution de la planète

a: demi-grand axe de l'ellipse

Par ailleurs les élèves doivent aussi être capable de redémontrer la troisième loi de Kepler dans le cas d'un mouvement circulaire par application du Principe Fondamental de la Dynamique dont voici la démonstration pour un mouvement autour du soleil (S) de masse M d'un satellite (M) de masse m :



Point d'application : centre de masse du satellite (M)

Référentiel : héliocentrique supposé galiléen

Repère : Frenet $(\vec{n}, \vec{t})$

Bilan des Forces : Force de gravitation, $\vec{F}_g$

Donc d'après le Principe fondamental de la dynamique on a :

$$\frac{GMm}{r^2} \vec{n} = m \left(\frac{v^2}{r} \vec{n} + \frac{dv}{dt} \vec{t} \right)$$

En projection suivant $\vec{t}$:

$$\frac{dv}{dt} = 0 \quad \text{d'où } v = \text{constante on en déduit que le mouvement est nécessairement uniforme}$$

En projection suivant $\vec{n}$:

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad \text{on en déduit } v^2 = \left(\frac{GM}{r} \right)$$

or on sait que $v = \frac{2\pi r}{T}$ soit $v^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$

$$\frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = \text{constante}$$

On retrouve donc bien la troisième loi de Kepler dans le cas d'un mouvement circulaire ($a=r$).

Le troisième chapitre traitait de la mesure du **temps**, afin d'introduire ce chapitre Mr. Bruyère a donc proposé aux élèves un TP autour de l'utilisation de l'oscillateur mécanique masse+ressort, l'objectif était de trouver la valeur de la constante de raideur d'un ressort et de vérifier expérimentalement certaines formules telles que :

$$F_R = k|x| \quad \text{et} \quad T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{avec,}$$

F_R : Force de rappel du ressort (en N)

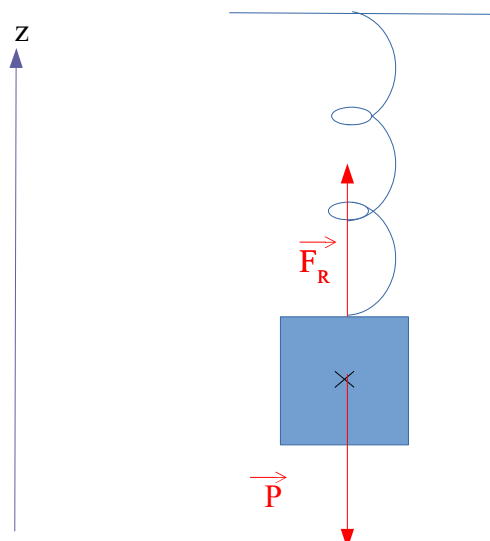
k : Constante de raideur du ressort (en N/m)

x : Allongement du ressort (en m)

T_0 : Période propre du système masse+ressort (en s)

m : masse de la masse (en kg)

Pour retrouver la première formule, les élèves ont fait une étude statique du problème système masse+ressort vertical représenté par le schéma ci-dessous :



Le poids est appliqué au centre des masses de la masse et la force de rappel est appliquée au point de contact entre le ressort et la masse.

En supposant que le référentiel terrestre est galiléen on peut alors appliquer le Principe Fondamental de la statique au système masse+ressort :

$$\vec{P} + \vec{F}_R = \vec{0} \text{ donc en projetant suivant l'axe } O_Z: -mg + k|x| = 0$$

$$\text{soit, } |x| = \frac{g}{k} \times m$$

g et k étant constants on obtient une équation linéaire reliant l'allongement du ressort à la masse de la masse.

Les élèves ont alors pu relever l'allongement du ressort (écart entre le centre des masses de la masse et la longueur à vide du ressort) en fonction de différentes masses et tracer un graphique $|x| = f(m)$ avec un coefficient directeur que l'on nommera a .

on peut alors en déduire $k = g/a$.

Dans une deuxième partie du TP les élèves devaient vérifier la formule $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, pour cela la méthode est semblable à la méthode utilisée précédemment, on peut réécrire l'expression :

$$T_0^2 = \frac{4\pi^2}{k} \times m$$

On peut alors relever la période d'oscillation (durée qu'il faut attendre pour que le système masse+ressort fasse un aller-retour) pour différentes masses. Par soucis de précision les élèves ont relevé plusieurs périodes avec leur chronomètre et ils ont chaque fois divisé le temps qu'ils obtenaient sur leur chronomètre par le nombre de période écoulées.

Ensuite ils ont tracé la courbe $T_0^2 = f(m)$ et ont obtenu une droite. Ils ont alors pu comparer le coefficient directeur de cette droite au coefficient directeur théorique de $\frac{4\pi^2}{k}$.

Pour des manipulations correctement faites les deux résultats doivent être quasiment égaux ce qui valide la relation.

Le deuxième oscillateur étudié par les élèves est le pendule simple, là encore l'analyse est similaire au système masse+ressort, les élèves devaient retrouver expérimentalement la relation :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

T_0 : Période propre du pendule pesant (en s)

l : longueur séparant le centre des masses du pendule à l'extrémité où il est accroché (en m)

g : intensité de pesanteur (en m/s^2)

$$\text{en la transformant en } T_0^2 = \frac{4\pi^2}{g} \times l$$

Expérimentalement la courbe $T_0^2 = f(l)$ obtenue est donc une droite de coefficient directeur valant à peu de chose près $\frac{4\pi^2}{g}$.

Par ailleurs les élèves ont aussi pu mesurer la hauteur du lycée avec ce système car Mr. Bruyère avait accroché un pendule en haut du lycée qui descendait jusqu'au rez-de-chaussée par conséquent en mesurant la période d'oscillation du pendule les élèves pouvaient en déduire la longueur du pendule et donc la hauteur du lycée. En faisant l'expérience avec un binôme nous avons trouvé :

$$5 T_0 = 35,54 \text{ s} \text{ d'où } T_0 = 7,108 \text{ s}$$

$$\text{on en déduit, } l = \frac{g T_0^2}{4\pi^2} = \frac{9,81 \times 7,108^2}{4\pi^2} = 12,6 \text{ m}$$

Enfin ce chapitre sur le temps se terminait par une introduction à la relativité restreinte dans laquelle les élèves ont découvert que le temps ne s'écoulait pas de la même manière dans tous les référentiels galiléens, ce qui va en contradiction avec la mécanique classique dite «Newtonienne».

Personnellement je trouve que cette notion est très compliquée à appréhender pour des élèves de Terminale S car ils viennent à peine de voir la mécanique newtonienne en début d'année et on leur apprend en fin d'année que tout ce qu'ils ont appris n'est pas forcément rigoureusement juste. Selon moi, pour bien comprendre la relativité restreinte il faudrait un peu plus de temps de manière à ce que la mécanique classique soit parfaitement assimilée. Il me semble que la nouvelle réforme des lycées va plus ou moins dans ce sens car la relativité restreinte n'est plus au programme ce qui permet aux élèves de voir d'autres domaines de la physique au lycée qui jusque là n'étaient pas abordés comme par exemple l'électricité qui à mon sens est plus accessible et que les élèves reverront s'ils poursuivent la physique dans leurs études supérieures.

Pour en revenir au sujet, les élèves doivent maîtriser les notions de durée propre et de durée mesurée sachant que la durée propre est définie comme la durée séparant deux événements dans le référentiel propre et le référentiel propre est défini comme le référentiel pour lequel les événements se produisent au même lieu de l'espace. La relation reliant ces deux grandeurs est donnée par la formule :

$$\Delta t = \gamma \tau \quad \text{avec} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Δt : temps mesuré (durée qui s'écoule pour un référentiel qui voit les événements se produire à des endroits différents de l'espace)

τ : temps propre

γ : facteur de Lorentz

v : vitesse du système étudié

c : célérité de la lumière

L'application directe de ce phénomène qu'a choisi Mr. Bruyère est la détection des muons à la surface de la Terre. En effet on sait qu'au repos les muons ont une durée de vie de $\tau = 2,2 \mu s$, sachant que les muons sont produits à environ 10 km d'altitude et ont une vitesse dans le référentiel terrestre de $v = 0,998c$, justifier que l'on puisse détecter des muons sur la surface terrestre.

$$\Delta t = \gamma \tau = \frac{\tau}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{2,2}{\sqrt{1 - 0,998^2}} = 34,8 \mu s$$

donc dans le référentiel terrestre le muon a une durée de vie de 34,8 μs , on en déduit que dans le référentiel terrestre ils parcourent une distance :

$$d = v \times \Delta t = 0,998 \times 3,00 \times 10^8 \times 34,8 \times 10^{-6} = 10,4 \text{ km}$$

La distance parcourue par le muon est supérieure à 10 km donc on détecte des muons sur la surface terrestre.

Le quatrième chapitre traitait des **bilans thermiques** et permettait d'introduire les notions d'énergie interne et de transferts thermique. Le premier principe de la thermodynamique y est abordé dans un cas simple (pas de travail), on a alors pu définir la chaleur échangée par un système comme la variation de son énergie interne : $\Delta U = Q$

Par ailleurs Mr. Bruyère a fait remarqué aux élèves à travers quelques expériences (par exemple en faisant chauffer de l'eau) qu'en apportant de la chaleur à un système sa température augmente et à l'inverse lorsque le système cède de la chaleur sa température diminue, on a donc pu en déduire la formule $Q = m \times C_p \times \Delta T$ (on retrouve bien que Q dépend de ΔT)

avec,

m: masse du système (en kg)

C_p : capacité thermique massique du système (en J/kg/K)

ΔT : variation de température du système (en K)

De plus les élèves doivent aussi connaître les différents types de transferts thermiques existant dans la nature, à savoir la conduction, la convection et le rayonnement et être capable de les caractériser :

Conduction : Transfert thermique par contact sans déplacement macroscopique de matière

Convection : Transfert thermique avec déplacement macroscopique de matière

Rayonnement : Transfert thermique par émission ou absorption d'une onde électromagnétique

Ainsi que savoir calculer un flux thermique à travers la surface d'une paroi (qui peut se définir comme la quantité de chaleur traversant la paroi par unité de temps) :

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

Φ : flux thermique (en J/s ou W)

Q : quantité de chaleur traversant la surface (en J)

Δt : durée du transfert (en s)

Toutefois on peut aussi définir ce flux comme :

$$\Phi = \frac{|\Delta T|}{R_{th}} \quad \text{avec} \quad R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$$

ΔT : écart de température entre les deux faces de la paroi (en K)

R_{th} : résistance thermique de la paroi (en K/W)

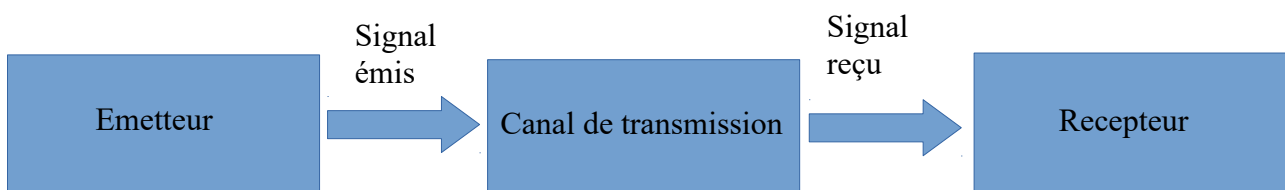
e : épaisseur de la paroi (en m)

λ : conductivité thermique du matériau (en W/m/K)

S : surface à travers laquelle le transfert se fait (en m²)

On peut noter que les formules nécessaires au calcul du flux ne sont pas exigibles au bac mais les élèves doivent être capable de les manipuler et de savoir à quoi correspond chaque grandeur.

Enfin le dernier chapitre sur l' **informatique** aborde les difficultés rencontrées lors de la transmission de l'information pour lequel les élèves doivent maîtriser la chaîne de l'information que l'on peut par exemple représenter par le schéma ci-dessous :



Support physique : air, fibre optique...

Nature du signal : onde électromagnétique, signal électrique...

Type de transmission : libre ou guidée

De plus les élèves doivent aussi savoir faire la différence entre un signal analogique (qui varie de manière continue au cours du temps) et un signal numérique (qui varie de manière discontinue au cours du temps) afin d'être capable de numériser un signal analogique comme dans le schéma ci-dessous :

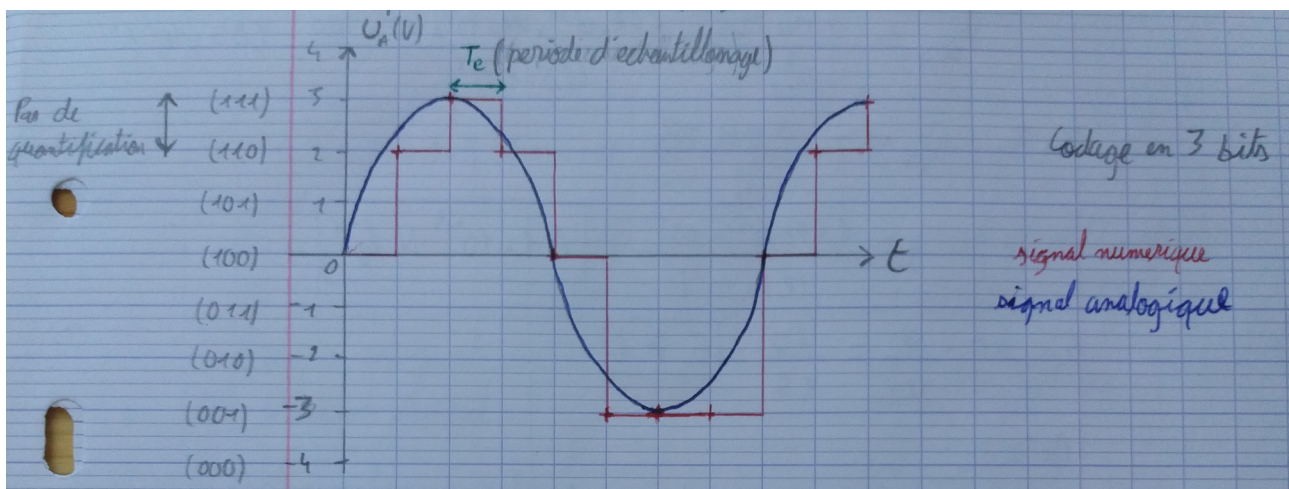


Illustration 6: Graphique représentant la conversion d'un signal analogique en signal numérique

Remarque : Sur le schéma la période d'échantillonnage (durée pendant laquelle la valeur de la tension est bloquée) a été choisie aléatoirement et vaut un carreau. Le codage est fait sur 3 bits, il y a donc $2^3=8$ valeurs possibles de tensions ce qui explique le pas de quantification de 1V entre -4V et 3V. La valeur de la tension prise à une date t lors de cette numérisation est la valeur inférieure la plus proche de la tension analogique.

La notion de débit binaire est aussi à connaître pour le bac : $D = \frac{N}{\Delta t}$

D : débit binaire (en bits/s)

N : nombre de bits

Δt : durée de transmission de l'information (en s)

Ainsi que le nombre de bits dans un octet, à savoir 8 bits=1 octet

On peut ajouter que dans ce chapitre il y a, à mon sens, assez peu de nouvelles formules à connaître car la plupart se réfèrent à une étude des ondes que les élèves ont déjà fait plus tôt dans l'année (par exemple trouver la fréquence d'échantillonnage à partir de la période d'échantillonnage ou alors lors de la transmission du signal préciser si les interférences peuvent être constructives ou destructives...)

II.2.b) Observation des classes de 1^{ère} L

Durant mon stage les 1^{ère} L avaient à étudier deux chapitres qui étaient l'un sur la **vision** et l'autre sur l'**énergie**

Lorsque j'ai débuté mon stage le chapitre sur la vision était presque terminé, de fait les cours auxquels j'ai assisté dans ce chapitre étaient surtout basés sur des exercices type bac. Par ailleurs, je pense qu'il est important de préciser que pour les 1^{ère} L les cours de Physique-Chimie et de SVT sont regroupés dans la même matière appelée Sciences. De plus, pour le baccalauréat de Sciences que les élèves passeront en juin l'examen sera composé d'un exercice de Physique-Chimie, d'un exercice de SVT et d'un exercice mélangeant les deux matières, c'est pourquoi certains exercices que Mr. Bruyère a traité utilisent des notions de SVT.

En ce sens je trouve le travail de Mr Bruyère en 1^{ère} L n'est pas si évident qu'on pourrait le penser car en plus de la physique-chimie cette matière lui demande d'avoir une certaine culture scientifique en SVT car il n'est pas rare que les élèves posent des questions sur des sujets plus orientés sur la SVT et par conséquent Mr. Bruyère se doit de donner un début de réponse à la question qui pourra être complétée par la professeur de SVT si l'élève souhaite plus de détails.

En ce qui concerne le contenu, les exercices sont des études de documents qui font appels à des notions vu au cours de l'année, entre autre pour la **vision** les élèves se doivent de maîtriser la synthèse additive et soustractive des couleurs

SYNTHÈSE ADDITIVE DES COULEURS :

rouge + vert = jaune

rouge + bleu = magenta

bleu + vert = cyan

rouge + bleu + vert = blanc

SYNTHÈSE SOUSTRACTIVE DES COULEURS :

cyan + jaune = vert

jaune + magenta = rouge

magenta + cyan = bleu

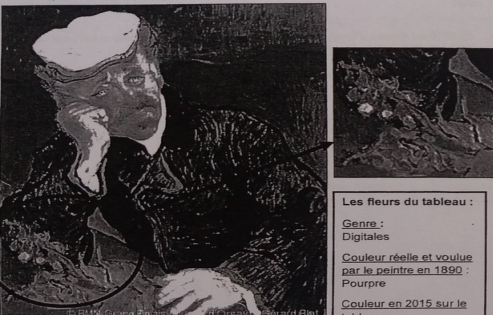
cyan + magenta + jaune = noir

Pour illustrer ce propos voici un exercice que Mr. Bruyère a donné aux premières qui utilise ces connaissances :

PARTIE 1 : REPRÉSENTATION VISUELLE (8 POINTS)

Vous faites partie du club « Art et sciences » de votre lycée qui vient d'organiser une sortie au musée d'Orsay à Paris. Au retour de cette visite, le professeur encadrant le club propose les données suivantes sur l'un des tableaux que vous avez admirés.

Document 1 : « Le docteur Paul Gachet » huile sur toile de Vincent Van Gogh 1890. (Paris, Musée d'Orsay).



Les fleurs du tableau :
 Genre : Digitales
 Couleur réelle et voulue par le peintre en 1890 : Pourpre
 Couleur en 2015 sur le tableau : Bleu clair

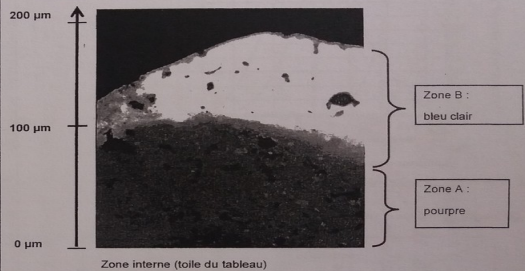
Source : d'après <http://www.musee-orsay.fr>

Pour composer certaines couleurs, Van Gogh utilisait la laque de géranième de couleur rouge orangé. Cette laque contient notamment de l'éosine qui est un colorant organique rouge orangé de synthèse, inventé au XIX^e siècle. L'éosine combinée à des sels d'alun précipite pour donner un pigment rouge orangé qui manque de stabilité à la lumière.

Sources : d'après « La chimie et l'art » édition EDP sciences et <http://www.vangoghmuseum.nl>

Document 2 : analyses en 2015 de la couche de peinture prélevée au niveau des fleurs sur le tableau « Le docteur Paul Gachet » de Vincent Van Gogh.

Document 2a : observation microscopique d'une coupe transversale de la couche de peinture au niveau des fleurs



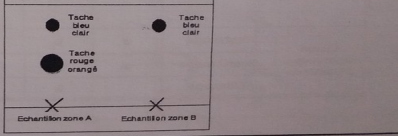
Épaisseur de la couche de peinture

Zone externe (surface du tableau)

Zone interne (toile du tableau)

Source : d'après un document du centre de recherche et de restauration des musées de France ("L'éosine de Van Gogh").

Document 2b : résultat d'une chromatographie sur couche mince des échantillons prélevés dans la couche de peinture.

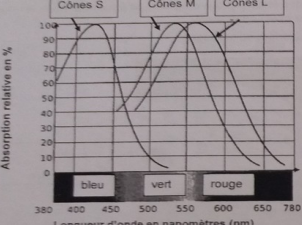


Échantillon zone A

Échantillon zone B

Document 3 :

Document 3a : spectre d'absorption des photorécepteurs chez l'Homme.



Qualité de la vision

Cônes S

Cônes M

Cônes L

Absorption relative en %

Longueur d'onde en nanomètres (nm)

Source : d'après <http://www.svf-monde.org>

Document 3b : cônes et vision des couleurs

		Cônes sensibles à la longueur d'onde		
		430 nm	540 nm	590 nm
Vision anormale : Daltonisme	Protanope	•	•	
	Deutéranope	•		•
	Tritanope		•	•
	Vision normale		•	•

COMMENTAIRE RÉDIGÉ :

Le professeur responsable du club « Art et sciences » propose l'énigme suivante qu'il faut résoudre dans le cadre d'un concours :

- En 1890 les membres de la famille du Dr Paul Gachet voyaient les fleurs pourpres. Par contre, certains daltoniens de leur entourage, qualifiés de protanopes, les voyaient bleu clair.
- En 2015 au musée d'Orsay, les visiteurs ayant une vision normale et les protanopes voient les fleurs de la même façon, bleu clair.

Pourquoi cette différence de perception du tableau au cours du temps ?

Motivé(e) par les places de cinéma à gagner, vous décidez de résoudre l'énigme. Rédigez pour cela le texte adressé au jury de ce concours.

Vous développerez votre argumentation en vous appuyant sur les documents et vos connaissances (qui intègrent entre autres les connaissances acquises dans différents champs disciplinaires).

Probleme 1 :

On sait que pour une personne ayant une vision normale les fleurs du tableau de Van Gogh étaient vues en 1890 de couleur pourpre (rouge + bleu)

Or d'après le document 3b on remarque que les protanopes ne possèdent pas de cônes (photorécepteurs de la vision des couleurs) sensibles à la longueur d'onde de 590 nm.

De plus le document 3 nous apprend que la longueur d'onde de 590 nm correspond à la couleur rouge donc les protanopes ne voient pas le rouge.

Ceci explique qu'en 1890 les protanopes voyaient les fleurs du tableau de Van Gogh bleues claires

Problème 2 :

D'après le document 1 on remarque que l'éosine qui est responsable du pigment rouge-orangé manque de stabilité à la lumière. De plus la chromatographie sur couche mince du document 2 montre que l'échantillon prélevé sur la zone externe (très exposée à la lumière) ne contient plus que le pigment bleu clair alors que l'échantillon prélevé dans la zone interne (peu exposé à la lumière) contient le même pigment bleu clair car les taches migrent à la même hauteur et le pigment rouge orangé.

On peut donc en conclure que si tout le monde voit les fleurs bleues claires sur le tableau en 2015 c'est parce que l'éosine responsable en 1890 de la couleur rouge-orangée s'est dégradée à la lumière en une teinte bleue claire.

Le deuxième chapitre étudié par les élèves avait pour thème l'**énergie** et ici la principale difficulté pour les élèves était d'apprendre la formule reliant l'énergie à la puissance exigible au bac :

$$E = P \times \Delta t$$

E : énergie (en J)

P : puissance (en W)

Δt : durée (en s)

Les meilleurs d'entre eux ont alors remarqué que de cette formule on pouvait aussi en déduire deux autres formules, à savoir :

$$P = \frac{E}{\Delta t} \quad \text{ou encore} \quad \Delta t = \frac{E}{P} \quad \text{!!!!!!}$$

Pour les autres il fallait donc se résoudre à apprendre trois formules.

De plus, les élèves doivent aussi être capables de connaître des unités qui ne sont pas celles du système international comme le kWh qui est un équivalent du Joule en effet :

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 1000 \times 3600 \text{ W} \cdot \text{s} = 3\,600\,000 \text{ J}$$

En chimie, les élèves doivent maîtriser la réaction de combustion par le dioxygène et savoir qu'en plus de libérer de l'énergie cette réaction produit du dioxyde de carbone et de l'eau. Cette étude permet aussi de sensibiliser les élèves aux problèmes scientifiques actuels comme le réchauffement climatique dû à la production de dioxyde de carbone. Il ne me semble pas que savoir équilibrer une équation de combustion est exigible pour le bac par contre ils doivent savoir vérifier si une équation de combustion est équilibrée.

En physique les sujets abordés sont les réactions nucléaires tels que la fission et la fusion, là aussi les élèves ne sont pas censés savoir les équilibrer mais plutôt savoir vérifier qu'elles sont équilibrées. Les définitions de fusion et fission doivent aussi être connues.

II.2.c) Observation d'une classe de 2^{nde} S&L

En ce qui concerne la classe de seconde que j'ai pu observer, Mr. Bruyère donne des cours de science et laboratoire, l'avantage de cette matière est qu'elle permet d'aborder différemment la physique-chimie à partir d'un problème posé.

En l'occurrence ici, l'objet de l'étude est de mesurer la quantité de matière d'acide restant lors d'une réaction d'estérification en considérant la réaction :



Équation que Mr. Bruyère a expliqué aux élèves comme: «Lorsqu'une molécule d'acide éthanoïque rencontre une molécule d'éthanol elles peuvent réagir ensemble pour former une molécule d'éthanoate d'éthyle et une molécule d'eau». Je trouve que cette façon de formuler l'équation est plus claire pour les élèves car elle leur permet de mieux visualiser ce qu'il se passe et de donner du sens à ces symboles.

Ensuite Mr. Bruyère a rappelé la notion de mole vue en cours de physique-chimie en expliquant que l'on peut faire le même raisonnement mais au lieu de prendre en compte une molécule chaque fois on prend en compte un «paquet de molécules» ou mole. D'où la question, quel serait les volumes d'éthanol et d'acide éthanoïque à prélever sachant que Mr. Bruyère souhaite faire réagir 0,35 mol des deux composés.

Données Acide éthanoïque : $M = 60 \text{ g/mol}$ $\rho = 1,05 \text{ g/mL}$
 Éthanol : $M = 46 \text{ g/mol}$ $\rho = 0,789 \text{ g/mL}$

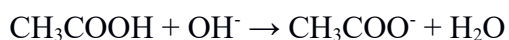
Les élèves ont donc retrouvé sachant que $n = \frac{m}{M}$ et $\rho = \frac{m}{V}$, $V = \frac{m}{\rho} = \frac{n \times M}{\rho}$

$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 20 \text{ mL}$

$V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 20,4 \text{ mL}$

Les volumes à introduire étant connus les élèves ont donc pu les prélever avec la verrerie adaptée soit, la pompe de pipetage pour l'acide éthanoïque et la burette pour l'éthanol, puis mettre en place un montage à reflux qu'ils ont déjà appris à monter en TP de chimie afin d'accélérer la réaction sans perdre de réactifs ou de produits.

Ici le principal problème est d'être capable d'expliquer à des secondes comment déterminer expérimentalement la quantité de matière d'un acide et c'est là que j'ai trouvé le raisonnement de Mr. Bruyère intéressant car personnellement si j'avais été à sa place je me serai dit que ce serait impossible car il faudrait parler des réactions acide-base lors du titrage qui ne sont pas du tout de leur niveau car ceci est abordé en Terminale S. En effet pour contourner ce problème Mr. Bruyère s'est juste contenté de dire aux élèves qu'il existe une autre réaction entre la soude et l'acide éthanoïque :



Cette réaction étant totale on en déduit que lorsque tout les ions OH^- ont réagit alors toutes les molécules d'acide éthanoïque auront aussi réagi, il vient :

$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{OH}^-)$ à l'équivalence

$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = C(\text{OH}^-) \times V_{\text{eq}}$

Or les élèves savent que lorsque qu'une solution contient beaucoup plus de CH_3COOH que de OH^- la solution est acide et lorsqu'elle contient beaucoup plus de OH^- que de CH_3COOH la solution est basique. Par conséquent dans ce cas, s'ils arrivent à trouver pour quel volume de soude versée on passe d'un pH acide à un pH basique alors ils peuvent en déduire $n(\text{CH}_3\text{COOH})$. Mr. Bruyère a donc su adapter son discours au niveau des secondes pour qu'ils comprennent l'intérêt du titrage par la soude dans ce cas.

Remarque : Plus la précision sur V_{eq} est importante plus la précision sur $n(\text{CH}_3\text{COOH})$ le sera aussi par conséquent on comprend qu'il est nécessaire d'utiliser de la verrerie de précision lorsqu'on verse la soude ceci justifie l'utilisation de la burette graduée

Afin que la méthode soit bien comprise et les manipulations correctement faites lors du dosage de l'acide éthanóique dans le milieu réactionnel, Mr. Bruyère a proposé lors d'une première séance de doser avec de la soude une solution d'acide éthanóique dont la concentration est déjà connue par suivi ph-métrique.

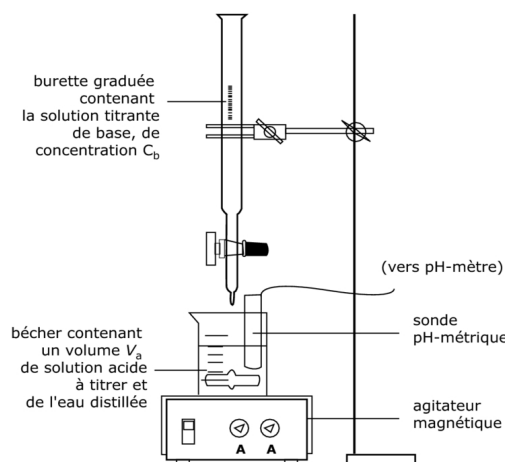


Illustration 7: Schéma du dosage de l'acide éthanóique par la soude avec suivi ph-métrique

Lors de cette séance les élèves ont prélevé avec une pipette jaugée un volume $V_A = 10,0$ mL d'acide éthanóique à une concentration $C_A = 1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L puis ont versé dans une burette graduée de la soude à une concentration $C_B = 1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L. Ensuite ils ont appris à calibrer le ph-mètre grâce à des solutions tampons pH=4 et pH=7 et après avoir placé l'agitateur magnétique dans le bécher contenant l'acide éthanóique ils ont versé petit à petit la soude. Le suivi ph-métrique leur a permis de tracer la courbe $\text{pH} = f(V_B)$ et d'en déduire V_{eq} lors du saut de pH qu'ils ont tous plus ou moins trouvé à 10 mL.

Les élèves auraient même pu anticiper ce résultat car à l'équivalence :

$$C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{eq}$$

$$V_{eq} = \frac{C_A \times V_A}{C_B} = V_A = 10 \text{ mL} \quad \text{car } C_A = C_B$$

Après avoir compris la méthode du dosage par titrage, les élèves ont alors pu récupérer la solution contenant le milieu réactionnel afin de doser la quantité d'acide restant. Toutefois Mr. Bruyère a fait remarquer qu'on avait introduit 0,35 mol d'acide éthanóique cependant il est à noter que s'il reste par exemple 0,10 mol d'acide après la réaction l'équivalence aurait lieu pour :

$$V_{eq} = n(\text{CH}_3\text{COOH}) / C(\text{OH}^-) = 0,1 / (1,0 \cdot 10^{-2}) = 10 \text{ L}$$

En sachant qu'une burette fait 25 mL il faudrait alors vider 400 burettes pour atteindre l'équivalence !!!

C'est pourquoi Mr. Bruyère a proposé aux élèves de diluer la solution qu'ils avaient obtenue mille fois afin d'obtenir un volume équivalent qui fasse à peu près une burette (pour 0,10 mol d'acide restant on obtient $V_{eq} = 10$ mL). Pour cela, les élèves ont donc réalisé deux dilutions qui consistaient à prendre 10 mL du milieu réactionnel avec une pipette jaugée pour les transférer dans une fiole jaugée de 100 mL puis de compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge (dilué 10 fois), ensuite de récupérer 10 mL de la solution diluée afin de diluer la solution 100 fois puis de prendre encore 10 mL de la solution diluée 100 fois et de les mettre dans un becher on obtient $1/1000^{\text{ème}}$ du milieu réactionnel.

Au cours de ces manipulations j'ai donc pu aider les élèves à utiliser correctement la verrerie en les conseillant par exemple d'avoir les yeux au niveau du trait de jauge lorsqu'ils prélevaient les solutions, j'ai aussi remarqué que certains élèves vidaient toute la pipette jaugée je leur ai donc dit qu'il fallait faire attention car sur les fioles jaugées qu'ils utilisaient il y avait deux traits de jauge par conséquent s'il voulaient verser 10 mL il fallait juste verser dans le bécher le liquide contenu entre ces deux traits etc.

Après réalisation de la dilution, les élèves ont donc fait leur dosage avec les 10 mL de la solution diluée 1000 fois et ont à peu près tous trouvé qu'il fallait verser plus ou moins une burette pour atteindre l'équivalence, Mr. Bruyère a donc proposé de prélever pour un deuxième dosage plus précis seulement 5 mL pour avoir un volume équivalent atteint pour une burette qui sera autour de la moitié du volume équivalent trouvé lors du prélèvement de 10 mL. En prenant les valeurs trouvées par un binôme j'ai noté un volume équivalent qui vaut 12 mL.

$$n_{\text{acide}} = 2000 \times n_{\text{acide dilué}} = 2 \times 1000 \times C(\text{NaOH}) \times V_{\text{eq}} = 2000 \times 1,0 \times 10^{-2} \times 12 \times 10^{-3} = 0,24 \text{ mol}$$

D'après les calculs les élèves ont déduit qu'il restait 0,24 mol d'acide éthanóique dans le milieu réactionnel ce qui confirme bien que la réaction d'estérification n'est pas totale.

Remarque : le rendement de la réaction est donc de $R = n(\text{ester})/n(\text{max}) = (0,35 - 0,24)/0,35 = 0,31$

Or dans la littérature on peut voir que dans le cas des réactions d'estérification avec un alcool primaire comme l'éthanol le rendement est de 67 % ; l'écart entre le résultat théorique et le résultat expérimental est assez grand je me demande donc s'il n'y a pas eu un problème de manipulation par le binôme pour lequel j'ai pris les valeurs qui peut par exemple venir d'une erreur de manipulation lors de la dilution.

II.3) Organisation professionnelle

En sachant que je ne souhaitais pas faire enseignant Mr. Bruyère m'a proposé de participer à de nombreuses réunions durant mon stage dont une certaine partie traitée de la nouvelle réforme du lycée. En effet l'année prochaine les professeurs de Physique-Chimie pourront dispenser ;

Pour les Secondes :

3h/semaine de Physique-Chimie en Enseignement commun (obligatoire pour les élèves)

1h30/semaine de Sciences Numériques et Technologiques ou SNT (obligatoire pour les élèves)

1h30/semaine de Sciences de Laboratoire (optionnel pour les élèves)

1h30/semaine de Sciences de l'Ingénieur (optionnel pour les élèves)

Pour les Premières :

2h/semaine d'enseignement scientifiques (obligatoire pour les élèves)

4h/semaine de Physique-Chimie (optionnel pour les élèves)

4h/semaine de Numériques et Sciences Informatiques ou NSI (optionnel pour les élèves)

Pour le programme de Terminale il reste inchangé pour le moment car les élèves qui le suivront auront été en 1ère Scientifique (conformément à l'ancien programme).

Il y a beaucoup de choses à dire sur ce nouveau programme qui divise les enseignants car par exemple il oblige certains professeurs de Physique-Chimie à donner des cours de SNT et de NSI qui n'existaient pas avant la réforme. Ces professeurs ont donc suivi une formation cette année pour pouvoir enseigner cette matière l'année prochaine (c'est le cas de Mr. Bruyère). Toutefois en fin d'année Mr. Bruyère a changé d'avis et a décidé qu'il ne voulait plus enseigner cette matière ce qui a entre autre donné lieu à des réunions plutôt animées.

Il explique ce choix par le fait qu'après avoir suivi la formation il ne pense pas « avoir le profil pour enseigner cette matière » et par conséquent « ne voit ce qu'il pourrait apporter à cette matière » qui selon lui n'est pas adaptée à un professeur de Physique-Chimie. Pour ma part je me suis intéressé au sujet pour me former ma propre opinion et sur le site du Ministère de l'éducation et de la jeunesse j'ai retrouvé un bulletin officiel sur l'option NSI en première générale qui parle justement du projet que les élèves doivent faire dans cette matière :

« il convient de laisser le choix du thème du projet aux élèves eux-mêmes, il peut s'agir d'un approfondissement théorique des concepts étudiés en commun, d'une application à d'autres disciplines telle qu'une simulation d'expériences, d'un travail sur des données socio-économiques, d'un développement d'un logiciel de lexicographie d'un projet autour d'un objet connecté ou d'un robot... »

Après avoir lu cet article, je rejoins plutôt l'avis de Mr. Bruyère car par exemple si un groupe choisi de faire son projet autour d'un travail sur des données socio-économiques je vois mal dans quelle mesure un professeur de Physique-Chimie pourra aider des élèves car je pense que les compétences nécessaires à la bonne réalisation du projet relèvent plus de l'informatique (à savoir le traitement de données) et une certaine connaissance des Sciences Economiques et Sociales.

En somme, actuellement je pense que ceci pourrait plus relever des compétences d'un professeur de Mathématiques que d'un professeur de Physique-Chimie.

Un autre problème soulevé lors des réunions concerne le contenu des cours de physique-chimie, en effet certains professeurs trouvent qu'une partie des programmes relève plus des compétences d'un professeur de SVT que d'un professeur de Physique-Chimie. Un des exemples les plus controversés selon moi concerne la partie traitant de l'histoire et l'âge de la Terre dans le programme d'enseignement scientifique en 1ère générale qui stipule qu'à la fin du cours les élèves doivent savoir qu' :

« Au cours de l'histoire des sciences, plusieurs arguments ont été utilisés pour aboutir à la connaissance actuelle de l'âge de la Terre: temps de refroidissement, empilements sédimentaires, évolution biologique, radioactivité. »

(d'après un bulletin officiel de l'éducation nationale au sujet du programme d'enseignement scientifique en première générale).

En lisant ceci je comprends mieux la réaction des professeurs de physique-chimie car je ne vois pas très bien en quoi un professeur de physique-chimie serait mieux qualifié qu'un professeur de SVT pour parler d'empilement sédimentaire et d'évolution biologique. Ce propos reste cependant à nuancer car l'étude du temps de refroidissement et de la radioactivité me paraissent cohérent dans le cadre de la physique-chimie. De plus, j'ai choisi cet exemple car c'est celui qui me semble le plus discutable et après avoir entendu les arguments d'autres professeurs en réunion j'en viens à la conclusion qu'il y a tout de même une grande partie des programmes qui peut être étudié dans le cadre de la physique-chimie.

II.4) Analyse de la phase d'observation

Au cours de cette phase d'observation j'ai pu analyser en profondeur la communication de Mr. Bruyère qui comme nous l'avons remarqué n'était pas la même suivant les cours : une communication plus axée sur la rigueur scientifique et le contenu pour les Terminales S alors que pour les Premières L celle-ci avait plus pour vocation d'apporter une culture scientifique globale afin de mieux comprendre le monde qui nous entoure.

Après avoir passé huit semaines avec Mr. Bruyère, je me suis rendu compte que son travail ne s'arrêtait pas seulement à être professeur car j'ai remarqué qu'il était aussi responsable des olympiades de Physique et de Chimie au lycée Cassin dont l'organisation a été évoquée lors d'une réunion. Son avis a aussi souvent été demandé par le proviseur par exemple pour la taille des rideaux occultants dans les nouvelles salles de TP d'optique car jugés peut-être trop petits et donc laissant

passer trop de lumière, Mr. Bruyère a donc expliqué que pour lui ça ne posait pas de problèmes pour des TP niveau lycée mais que cela pourrait être gênant lors des TP des classes PCSI (en particulier pour l'utilisation des interféromètres de Michelson).

III) PRÉSENTATION DU TRAVAIL EFFECTUÉ

III.1) Cours de MPS pour une classe de 2^{nde}

III.1.a) Préparation des séances

Les cours de MPS (Méthodes et Pratiques Scientifiques) sont une option que peuvent choisir les élèves en seconde qui a pour objectif de les initier à la méthode scientifique afin de répondre aux problématiques de la société moderne. Les sujets de cette option étant assez libres Mr. Bruyère m'a donc proposé de faire les 3 derniers cours de 1h30 chacun, qu'il lui restait.

Après réflexion nous avons choisi que le sujet que j'aborderai serait en relation avec l'optique car actuellement l'optique est enseignée au lycée pour les classes de première S or l'année prochaine à cause de la nouvelle réforme celle-ci ne sera plus enseignée en première mais en seconde ce qui a pour conséquence que ces élèves n'auront pas de cours d'optique au lycée.

Le sujet étant défini, il faut maintenant trouver l'objectif de ce cours, Mr Bruyère m'a donc proposé que l'objectif serait qu'à la fin des séances les élèves fabriquent une lunette astronomique. Pour ma part je pense c'est une très bonne idée car cet objectif est directement en lien avec les compétences que doivent acquérir les élèves et est en lien avec l'actualité scientifique.

En effet le 10 avril 2019 a été prise la première photo d'un trou noir, cet événement a été largement médiatisé il n'est donc pas impossible que les élèves en ai entendu parlé et pour avoir une idée de comment la photo a été récupérée il est indispensable d'avoir des notions d'optique.

Plus largement mon objectif est avant tout de montrer aux élèves que même s'il ne s'en rendent pas compte la physique est très présente dans leur quotidien c'est pourquoi en plus de la lunette astronomique qui n'est pas forcément un instrument que les élèves rencontrent souvent j'ai aussi décidé de leur présenter comment fonctionne un vidéoprojecteur au cinéma car je pense que c'est un endroit où ils vont souvent mais ne savent pas forcément quelles sont les mécanismes qui permettent d'obtenir une image aussi grande sur un écran.

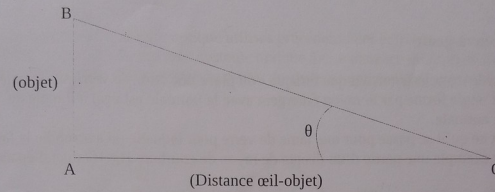
Afin que l'approche de l'optique soit la plus intuitive possible j'ai décidé d'expliquer les lois de l'optique à partir des lois de la réfraction qui sont abordées en seconde. L'objectif de la première séance était donc de vérifier les acquis en parlant des notions de rayon incident, rayon réfracté, angle d'incidence, angle de réfraction ainsi que de l'application de la loi de Snell-Descartes. De plus Mr. Bruyère m'a aussi conseillé de définir la notion d'angle pour cette première séance qui par ailleurs est une notion essentielle à la compréhension du fonctionnement de la lunette astronomique.

Pour cela j'ai divisé ma première séance en deux études, la première correspondait à la mise en évidence des éclipses solaires sur Terre qui permettait d'aborder la notion d'angles tout en restant en lien avec l'astronomie et donc le sujet qui traite de la lunette astronomique. La deuxième était une étude plus théorique qui consistait à montrer que lorsqu'un rayon traverse une lame à faces parallèles, le rayon émergent et le rayon incident sont parallèles entre eux. Cette dernière étude permettait d'anticiper la deuxième séance en montrant que la lentille correspond à une lame à faces parallèles pour laquelle les faces ont été courbées.

I. Notion d'angle

Comme nous l'avons vu dans le préambule pour déterminer la taille à laquelle on voit un objet, il faut bien évidemment prendre en compte la taille de l'objet mais aussi la distance à laquelle cet objet se trouve de notre œil (on peut prendre l'exemple des étoiles qui malgré qu'elles soient très grandes semblent minuscules dans le ciel car elles se trouvent très loin de nous). C'est pourquoi nous allons introduire la notion d'angle qui prend en compte ces deux paramètres.

Pour commencer essayons de trouver une relation reliant l'angle θ sous lequel on voit l'objet à la distance OA représentant la distance entre notre œil et l'objet et la distance AB représentant la taille de l'objet.



Application à l'éclipse solaire :

* Calculer l'angle sous lequel on voit le soleil depuis la Terre sachant que
diamètre du Soleil = 1 392 684 km

distance Terre-Soleil = 150 000 000 km

* Calculer l'angle sous lequel on voit la Lune depuis la Terre sachant que

distance Terre-Lune = 384 400 km

rayon de la Lune = 1736 km

Comparer les angles sous lesquels on voit les deux astres et justifier que l'on voit bien des éclipses solaires sur Terre.

Illustration 8: Premier document donné aux élèves traitant de la notion d'angle

Supplément: Si un objet se trouvant à 1m de notre œil est vu sous le même angle que le soleil (toujours à l'œil nu), quel est la taille de cet objet ?

II. Rappels sur la réfraction

Un élève regarde un objet situé au point O à travers une lame de verre d'épaisseur $e=5\text{cm}$ d'indice de réfraction $n_1=1,5$ séparé du milieu extérieur (air) d'indice de réfraction $n_0=1$.

On considère un rayon partant de O avec un angle de 30° .

Calculer l'angle formé avec la normale et le rayon émergent après traversée de la lame à face parallèle.

En déduire par construction où se trouve l'objet pour l'élève. Commenter.

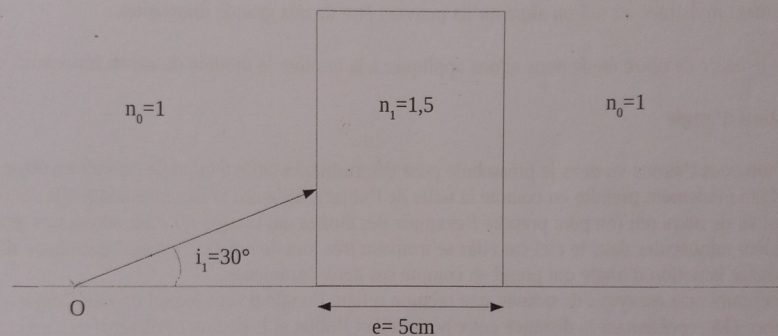


Illustration 9: Deuxième document donné aux élèves traitant de la réfraction

Pour la deuxième séance, j'ai choisi d'introduire les concepts clés de l'optique géométrique à savoir la lentille mince, les foyers image et objet, le centre optique etc.

L'objectif premier était que les élèves retrouvent toutes ces propriétés à partir des lois de Snell-Descartes, car je voulais leur montrer que tout ce qu'on voit en optique ne découle que de lois sur la réflexion et la réfraction qu'ils connaissent déjà. Pour cela, j'avais choisi de reprendre l'exemple de la lame à faces parallèles et d'«arrondir» un des côtés puis de faire tracer certains rayons particuliers pour mettre en évidence des points particuliers qui sont le foyer image, objet et le centre optique.

Néanmoins je me suis rendu compte que ce genre d'exercice allait être compliqué à réaliser après la première séance car les élèves avaient déjà mis beaucoup de temps pour par exemple trouver le premier angle de réfraction à partir des lois de Snell-Descartes dans le cas de la lame à faces parallèles. De plus l'exercice que j'allais leur proposer était plus compliqué, cette fois-ci, la normale au niveau de la partie « arrondie » n'était plus parallèle à l'axe optique mais il fallait la trouver en prolongeant le rayon du cercle qu'ils ont utilisé pour construire le nouveau système optique.

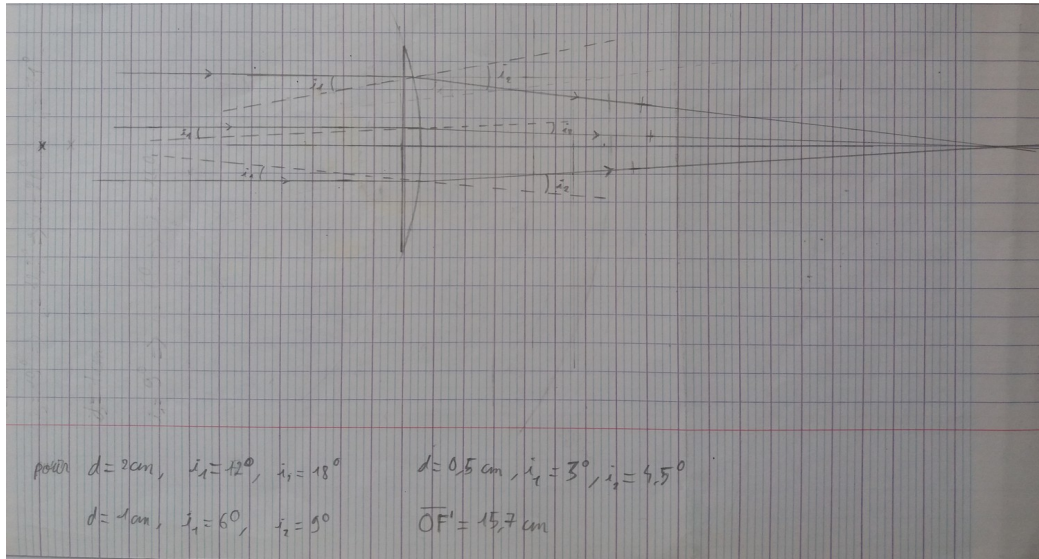


Illustration 10: Détermination par construction du foyer image d'une lentille convergente

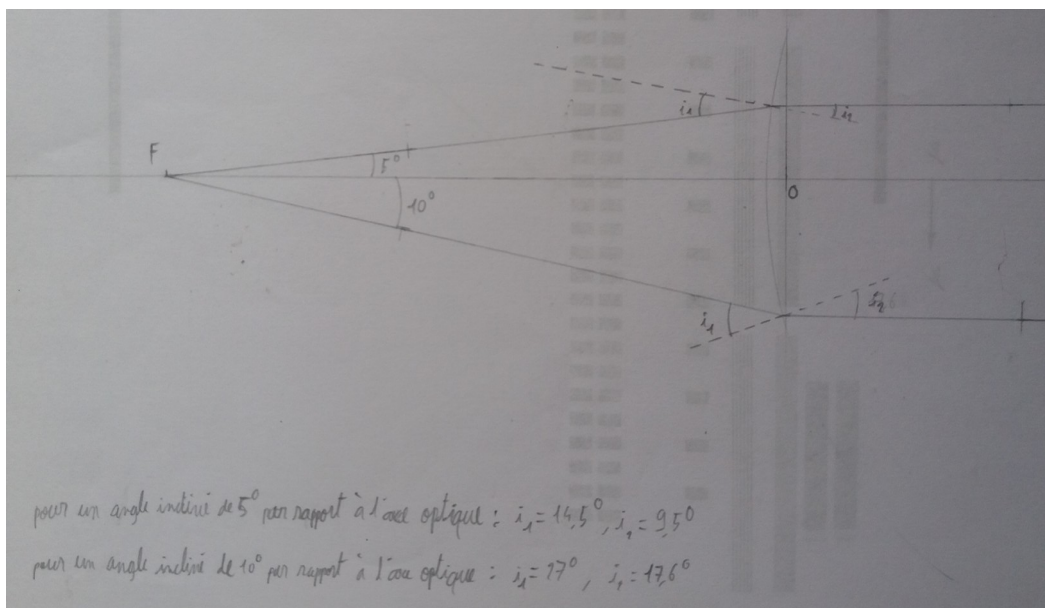


Illustration 11: Détermination par construction du foyer objet d'une lentille convergente

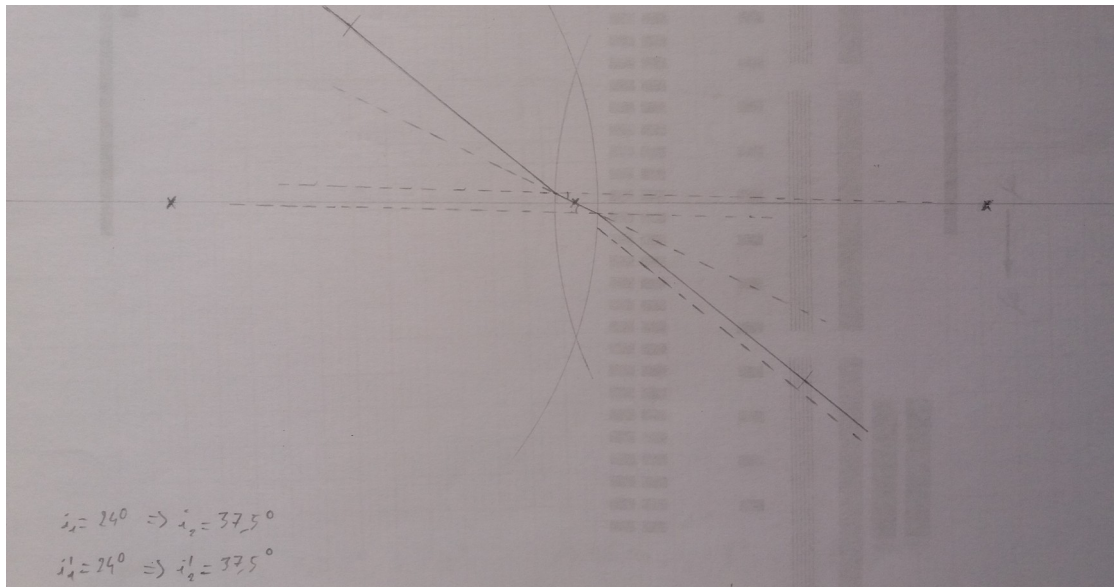


Illustration 12: Construction d'un rayon passant par le centre optique

Sur les conseils de Mr.Bruyère, j'ai donc décidé de plutôt faire retrouver expérimentalement les propriétés de l'optique géométrique grâce à des LASER et des lentilles (je détaillerai cela dans la partie consacrée aux déroulement des séances).

Par ailleurs, j'avais aussi pour objectif de faire découvrir aux élèves le principe de fonctionnement du vidéoprojecteur au cinéma et de la loupe en traçant les différents rayons particuliers que l'on vient de mettre en évidence.

En ce qui concerne la dernière séance je tiens à préciser qu'elle n'a pas eu lieu car Mr.Bruyère m'a appris quelques jours avant qu'il ne pourrait pas être présent, je n'ai donc pas pu donner le cours seul. Toutefois j'avais quand même préparé cette séance c'est pourquoi il me semble important de préciser ce que j'allais faire.

Cette séance était surtout centrée sur la manipulation car lors des deux premières séances j'ai fait beaucoup de théorie, en effet les élèves n'avaient jamais fait d'optique mais comme me l'a dit Mr.Bruyère, il ne faut pas oublier l'objectif de ces séances qui est de faire fabriquer aux élèves une lunette astronomique, c'est pourquoi j'avais choisi de présenter ma dernière séance sous la forme d'un compte-rendu (voir annexe).



Illustration 13: Modélisation du principe du projecteur sur banc optique



Illustration 14: Modélisation du principe de la loupe avec un objet situé au foyer objet de la lentille

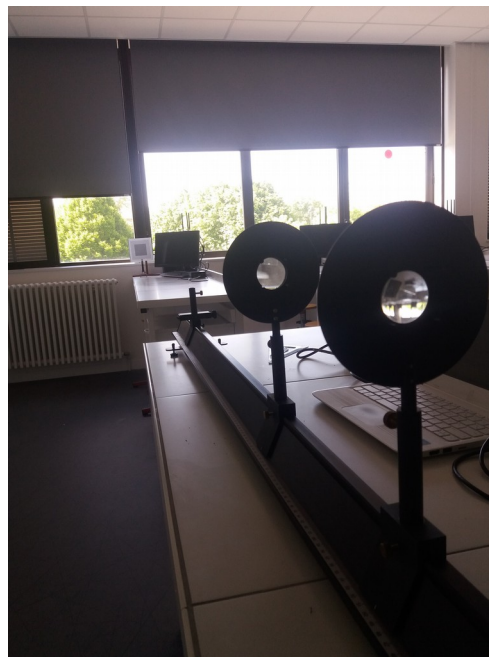


Illustration 15: Modélisation du principe de la lunette astronomique sur banc optique

III.1.b) Déroulement des séances

Lors de la première séance avec les secondes Mr. Bruyere a commencé par lire aux élèves un texte de Galilée traitant de la lunette astronomique pour donner une approche historique du sujet l'idée étant de leur montrer que l'élaboration de la lunette astronomique a complètement bouleversé la connaissance du monde que l'on avait à l'époque (17ème siècle) avec par exemple la découverte des taches solaires ou de satellites orbitant autour d'autres planètes que la Terre (Io, Europe, Ganymède, Callisto autour de Jupiter) par ce même Galilée qui ont poussé certains scientifiques à remettre en cause le géocentrisme.

Après l'introduction de Mr. Bruyere, j'ai donc pris la parole pour expliquer aux élèves que lorsqu'on étudie des systèmes optiques comme la lunette astronomique il est important de considérer la lumière comme des rayons lumineux. Pour mieux comprendre ce concept on peut dire qu'un rayon lumineux se comporte comme un LASER.

De plus, j'ai aussi abordé la notion d'angle en expliquant aux élèves que le fait de seulement prendre en compte la taille d'un objet ne suffit pas en optique pour dire si on le voit plus ou moins grand car par exemple les étoiles dans le ciel sont très grandes pourtant quand on les regarde on ne voit qu'un point lumineux. Il faut donc prendre en compte la taille d'un objet et la distance à laquelle celui-ci se trouve de nous que l'on peut associer à un angle. D'après le schéma du document les élèves ont alors pu retrouver la formule qu'il avait vu au collège :

$$\tan(\theta) = \frac{\text{longueur du coté opposé}}{\text{longueur du coté adjacent}} = \frac{AB}{AO}$$

Remarque : Dans les cas que nous avons étudié (sphere) on peut préciser que le point A correspond au centre de l'objet étudié de manière à obtenir un triangle rectangle, en toute rigueur pour calculer l'angle sous lequel on voit un objet il faut multiplier θ par deux. La longueur AB ne correspondra donc pas au diamètre de l'objet mais à son rayon.

Pour le Soleil on obtient alors :

$$R_{\text{soleil}} = \frac{D_{\text{soleil}}}{2} = \frac{1\,392\,684}{2} = 696\,342 \text{ km}$$

$$\theta_{\text{soleil}} = 2\theta = 2 \times \arctan\left(\frac{R_{\text{soleil}}}{D}\right) = 2 \times \arctan\left(\frac{696\,342}{150\,000\,000}\right) = 0,53^\circ$$

Pour la Lune on obtient :

$$\theta_{\text{lune}} = 2\theta = 2 \times \arctan\left(\frac{R_{\text{lune}}}{D}\right) = 2 \times \arctan\left(\frac{1736}{384\,400}\right) = 0,52^\circ$$

Après calcul les élèves ont alors remarqué que sur Terre $\theta_{\text{soleil}} \approx \theta_{\text{lune}}$ ce qui explique que l'on voit des éclipses sur Terre malgré que les deux astres possèdent des tailles différentes.

Toujours en travaillant sur les angles et avec les conseils de Mr Bruyère j'ai proposé aux élèves de calculer quelle serait le diamètre d'une pièce de monnaie que l'on placerait à 1m de notre oeil qui serait vue sous le même angle que le soleil. Le travail reste à peu près le même sauf que cette fois-ci les élèves doivent trouver une longueur au lieu de trouver un angle on peut alors écrire :

$$D_{\text{pièce}} = 2 \times AB = 2 \times OA \times \tan\left(\frac{\theta_{\text{soleil}}}{2}\right) = 2 \times 1 \times \tan\left(\frac{0,53^\circ}{2}\right) = 9 \times 10^{-3} \text{ m} = 9 \text{ mm}$$

Ensuite nous sommes passés sur la deuxième partie de la séance qui traitait de la réfraction j'ai donc commencé par des rappels sur ce que les élèves avaient déjà vu pour vérifier leurs acquis tout d'abord je leur ai demandé s'ils se rappelaient de la loi de Snell-Descartes puis je leur ai rappelé la méthode pour connaître l'angle de réfraction d'un rayon lumineux :

Etape 1 : Tracer la normale (perpendiculaire) à la surface séparant les deux milieux pour repérer l'angle d'incidence qui correspond à l'angle entre le rayon incident et la normale

Etape 2 : Utiliser la loi de Snell-Descartes et isoler l'angle de réfraction

$$n_1 \times \sin(i) = n_2 \times \sin(r)$$

$$\sin(r) = \frac{n_1}{n_2} \times \sin(i)$$

$$r = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \times \sin(i)\right)$$

Etape 3 : Tracer le rayon réfracté grâce à l'angle r trouvé qui correspond à l'angle formé entre la normale et le rayon réfracté

A partir des lois de Snell-Descartes et des propriétés sur les angles alternes-internes on a alors obtenu pour l'étude de la lame à faces parallèles la figure ci-dessous :

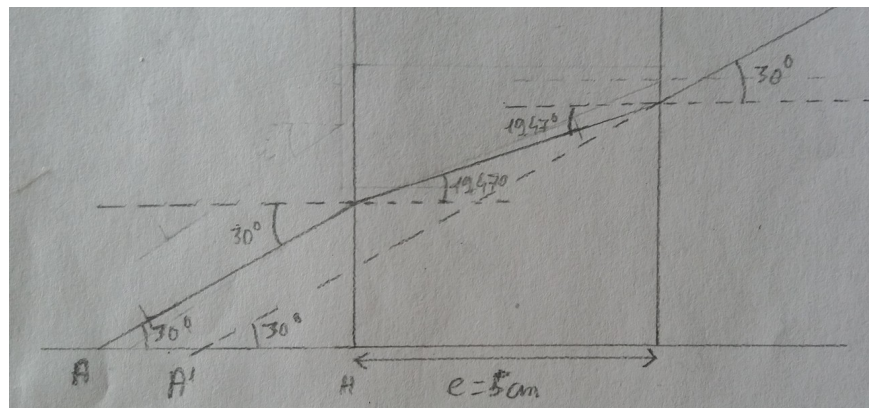


Illustration 16: étude de la lame à faces parallèles pour un angle d'incidence de 30°

Par cette étude les élèves ont donc retrouvé que pour un angle d'incidence de 30° , l'angle émergent est aussi de 30° par conséquent on ne peut pas utiliser ce système pour « grossir » un objet car à travers ce système optique l'angle sous lequel on voit l'objet est le même qu'à l'œil nu.

(On peut noter qu'à travers ce système optique l'image A' ne se trouve pas à la même position que l'objet A mais je n'ai pas eu le temps d'en parler aux élèves)

La semaine suivante j'ai donc pu mettre en place le dispositif qui permettait aux élèves de retrouver les rayons particuliers que nous utiliserons en optique :

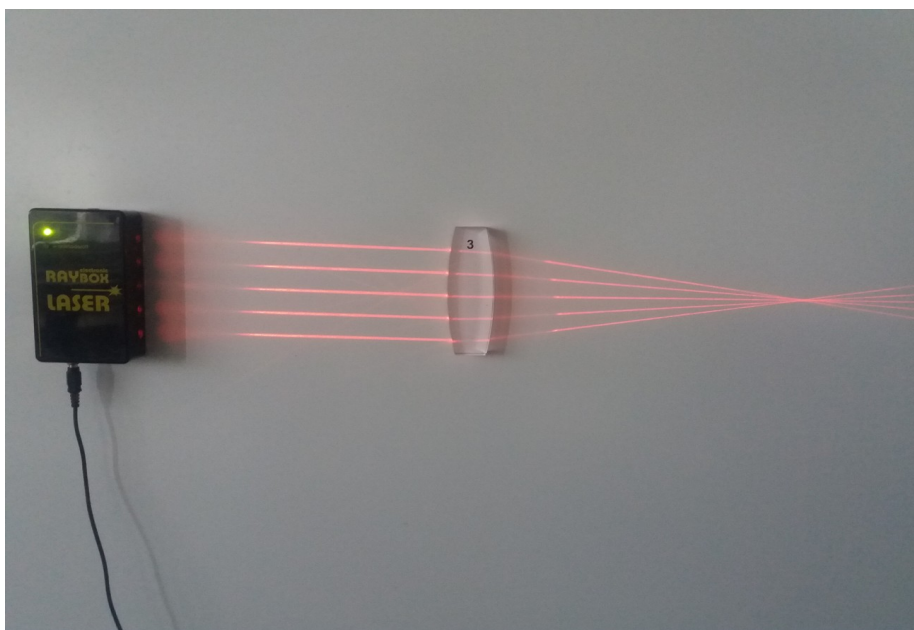


Illustration 17: Mise en évidence expérimentale du foyer image

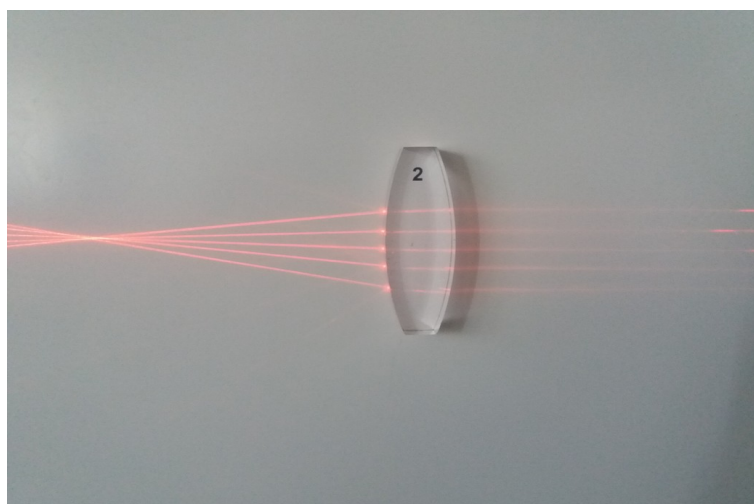


Illustration 18: Mise en évidence expérimentale du foyer objet



Illustration 19: Détermination expérimentale des propriétés des rayons passant par le centre optique

Avec le premier dispositif les élèves ont pu remarquer que tout les rayons qui partent parallèlement à l'axe optique sont déviés après le système optique et semblent tous converger vers un seul point; en toute rigueur tout les rayons ne passent pas exactement par le même point car je leur ai aussi montré l'expérience avec un système optique pour lequel le rayon de courbure est plus petit et on voyait clairement que tout les rayons ne se croisaient pas au même endroit.

Par conséquent on peut en déduire que pour des systèmes optiques dont le rayon de courbure est très grand par rapport à son épaisseur (système que l'on appellera lentille mince), tout les rayons arrivant parallèlement au dispositif par rapport à l'axe optique se croisent en un point appelé foyer image.

De la même manière on a pu trouver avec le deuxième dispositif que tout les rayons passant par le symétrique du foyer image (que l'on appellera foyer objet) par rapport à la lentille ressortaient parallèle à l'axe optique.

Avec le troisième dispositif, les élèves ont remarqué que tout les rayons passant par le centre optique de la lentille ne sont pas déviés. J'ai eu plus de difficulté à leur faire trouver cette propriété car avec le matériel que j'avais à disposition celle-ci était moins évidente que les autres: il aurait fallu des lentilles avec des épaisseurs plus petites pour avoir un meilleur résultat. Je leur ai donc proposé de regarder les lentilles utilisées en optique disposées sur leur paillasse et on pouvait vérifier que leur épaisseur était très petite.

Enfin je leur ai aussi présenté la notion de distance focale qui correspond à la distance séparant le centre optique du foyer image. Il me semblait aussi important de leur parler de la vergence (en δ) très utilisée en optique qui correspond à l'inverse de la distance focale (en m).

Toutes ces notions ont permis d'introduire le fonctionnement du vidéoprojecteur au cinéma (voir annexe), en effet en appliquant ces règles au point B de la pellicule, on découvre la position où il faut placer un écran pour avoir une image nette. De plus j'ai fait remarqué aux élèves que l'image obtenue sur l'écran est à l'envers (on parle d'image renversée) et qu'elle est plus petite que l'objet (on parle d'image réduite).

Malheureusement je n'ai pas eu le temps lors de cette séance de faire manipuler les élèves sur banc optique et d'introduire le principe de fonctionnement de la loupe que j'avais prévu de faire.

III).2) Cours pour la classe de Terminale S

III.2.a) Préparation de la séance

En ce qui concerne les Terminales S mon intervention s'est concentrée sur la présentation et la correction d'un exercice type-bac autour de l'utilisation des drones. Le sujet de l'exercice est composé de deux parties :

- Une première partie concernant une étude sur la transmission de l'information entre le drone et le téléphone portable
- Une deuxième partie concernant une étude dynamique du mouvement du drone

Les drones de loisirs à quatre hélices sont des véhicules aériens de faible dimension. Ils sont vendus au grand public comme un jeu pour l'intérieur ou l'extérieur.



Drone AR Parrot ®

Partie 1 : Connexion WiFi

De nombreux drones sont pilotés depuis un téléphone portable à l'aide d'une connexion WiFi. Un réseau WiFi permet une communication par ondes électromagnétiques entre différents appareils. Les connexions WiFi peuvent se faire suivant plusieurs protocoles de communication dont le protocole standard IEEE 802.11g dont les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Standard	IEEE 802.11g
Débit théorique maximal	54 Mbits/s
Fréquence des ondes électromagnétiques	2,4 GHz
Puissance d'émission maximale autorisée en France	100 mW
Distance de fonctionnement	Intérieur 20 m ; Extérieur 50 m
Modélisation de l'atténuation du signal à 2,4 GHz en fonction de la distance	$A = 40 + 20 \times \log(d)$ A : atténuation en décibel (dB) d : distance en mètres entre l'émetteur et le récepteur.

Données

Vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le vide et dans l'air : $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Définition de l'atténuation d'un signal

L'atténuation A d'un canal de transmission est définie par :

$$A = 10 \times \log\left(\frac{P_e}{P_r}\right)$$

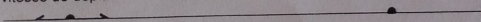
A : atténuation en décibel (dB)

P_e : puissance d'émission en watt (W)

P_r : puissance reçue en watt (W)

Effet Doppler

Lorsque l'émetteur d'une onde se déplace par rapport au récepteur, le décalage Doppler est donné par la relation $f_R - f_E = \pm \frac{v}{c} \cdot f_E$ dans le cas où la vitesse de déplacement est faible par rapport à la vitesse de propagation des ondes. Le signe est fonction du sens de déplacement de l'émetteur par rapport au récepteur.
 f_R est la fréquence reçue par le récepteur
 f_E est la fréquence émise par l'émetteur
 c est la vitesse de propagation des ondes
 v est la vitesse de déplacement de l'émetteur

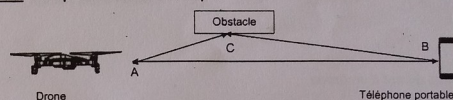


Les chemins multiples

« Les phénomènes de réflexion et de diffraction sont utiles pour capter le signal à un endroit où l'émetteur n'est pas visible : on dit qu'on est en condition de Non Line Of Sight (NLOS), c'est-à-dire que l'on n'a pas une ligne de vision directe. Mais les réflexions et diffractions peuvent également être nuisibles lorsqu'elles font apparaître de multiples chemins possibles entre l'émetteur et le récepteur. »

D'après WiFi professionnel : La norme 802.11, le déploiement, la sécurité Aurélien Geron

Schéma : exemple de chemins multiples



Les signaux transmis en WiFi se dégradent avec la distance et avec les obstacles, ce qui limite la portée et le débit de la liaison.

L'objectif de cette partie est de mettre en évidence quelques phénomènes physiques qui influencent la qualité de la transmission des informations en WiFi.

1.1. Transmission d'informations avec le protocole standard IEEE 802.11g

Un drone est piloté à l'aide d'un téléphone portable. Il est équipé d'une webcam de résolution 1280×720 pixels filmant à 30 images par seconde. Le codage de chaque image est de 24 bits par pixel. Il envoie ses informations au téléphone portable via le réseau WiFi.

1.1.a. Identifier les éléments de la chaîne de transmission des images.

Lorsque le drone s'éloigne du téléphone, le signal électromagnétique reçu par celui-ci s'affaiblit.

1.1.b. Calculer l'atténuation du signal lorsque le drone se situe à 10 m du téléphone portable.

1.1.c. En déduire la puissance maximale que peut recevoir le téléphone lorsqu'il est situé à 10 m du drone.

1.1.d. Le débit théorique maximal de la connexion WiFi permet-il de visualiser la vidéo en direct sur le téléphone portable ?

1.2. Les problèmes de transmission en WiFi

On aborde les problèmes de transmission entre le drone et le téléphone portable lorsque le drone se déplace à une vitesse de croisière de l'ordre de 3 m.s^{-1} .

1.2.a. Comparer la fréquence de l'onde radio émise par le drone à la fréquence de l'onde reçue par le téléphone portable lorsque le drone s'éloigne. Estimer la variation relative de la fréquence.

1.2.b. Calculer la longueur d'onde des signaux émis en WiFi.

1.2.c. Un tronç d'arbre placé sur le trajet des ondes WiFi est-il susceptible de diffracter ces ondes ? Justifier.

1.2.d. La superposition d'ondes ayant parcouru des chemins différents peut provoquer des interférences. À quelle condition obtient-on des interférences destructives ? Dans ce cas, quelle sera la conséquence sur la valeur de la puissance reçue ?

1.2.e. n_1 et n_2 représentent respectivement les durées du trajet de l'onde A-C-B et A-B entre le drone et le téléphone. On définit la durée $\Delta t = n_1 - n_2$. Parmi les 5 valeurs de Δt suivantes, indiquer celle(s) qui conduit (conduisent) à des interférences destructives. Justifier votre réponse.

$T/2$, T , $k \cdot T$, $k \cdot T + T/2$, $k \cdot T/2$ k est un entier naturel

Partie 2 : Étude dynamique du vol d'un drone

Dans cette partie, on étudie le mouvement du drone dépourvu de webcam dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le drone étudié, de masse 110 g, est assimilé à un point matériel noté G.

Donnée :

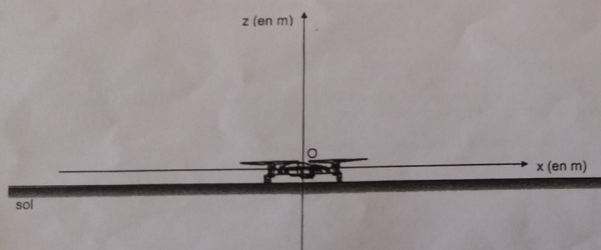
Le champ de pesanteur terrestre est considéré uniforme ; la valeur de son intensité g vaut $9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

2.1. Estimation de la valeur de la force de poussée

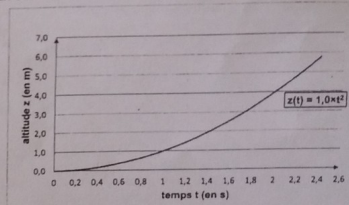
Un film du décollage vertical a été réalisé afin de déterminer la force de poussée exercée sur le drone.

Le schéma ci-dessous représente la position du drone à l'instant initial. Le point O est l'origine du repère.

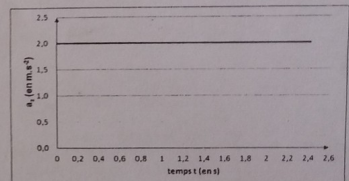
Le schéma ci-dessous est tracé sans souci d'échelle.



L'exploitation du film a permis d'obtenir l'évolution dans le temps des grandeurs $z(t)$ et $a_z(t)$, respectivement coordonnées suivant l'axe vertical du vecteur position et du vecteur accélération du drone, et les deux courbes ci-dessous modélisant l'évolution de ces grandeurs.



Courbe 1 : Évolution temporelle de l'altitude du drone par rapport au sol.



Courbe 2 : Évolution temporelle de l'accélération verticale du drone lors du décollage.

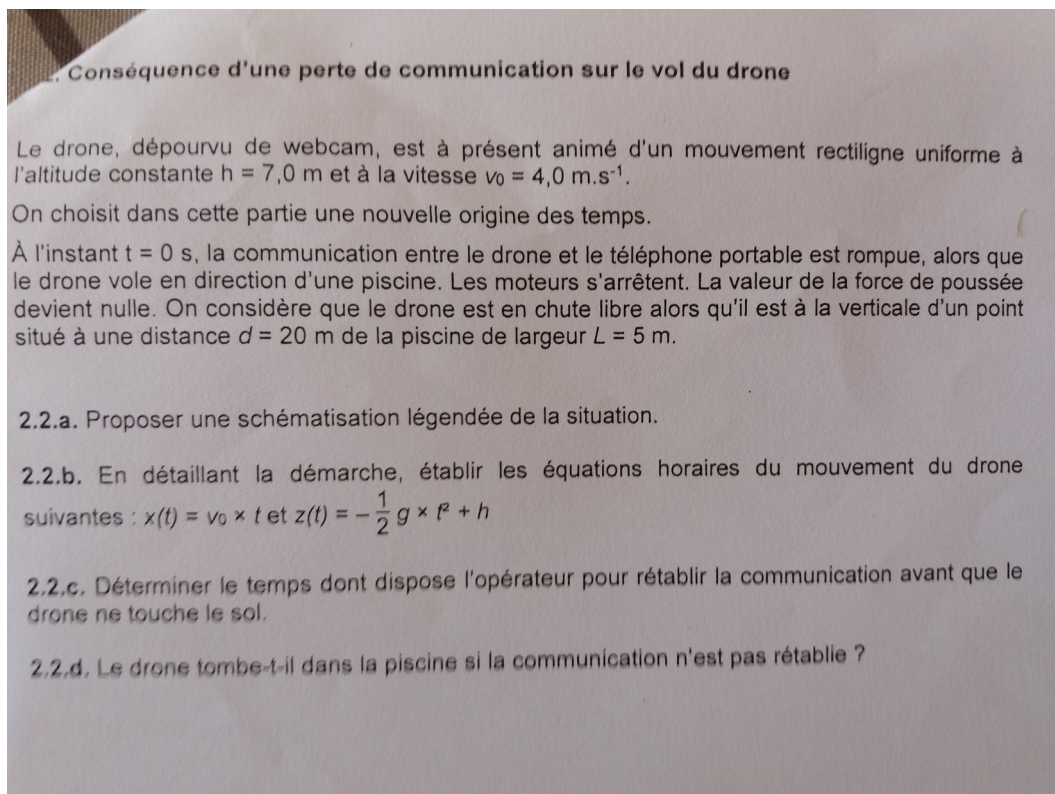
2.1.a. À partir de ces courbes, établir l'expression $v_z(t)$ de la coordonnée suivant l'axe vertical (Oz) du vecteur vitesse du drone.

On suppose que seuls le poids $\vec{P}$ et la force de poussée $\vec{F}$ agissent sur le drone lors de la phase de décollage vertical.

2.1.b. Comparer qualitativement les valeurs des forces $\vec{P}$ et $\vec{F}$ lors du décollage. Justifier votre réponse.

2.1.c. Calculer la valeur de la force de poussée lors du décollage.

2.1.d. On souhaite fixer une webcam de masse m_w sur ce drone. Quelle serait, en théorie, la masse maximale de cette webcam au-delà de laquelle le décollage ne serait plus possible ?



III.2.b) Déroulement des séances

J'ai présenté cet exercice aux deux demi-groupes de Terminale et chaque séance durait deux heures. Ces séances se sont assez bien passées, j'ai essayé de présenter la correction de la manière la plus claire en utilisant des notations et un vocabulaire qu'ils ont vu dans l'année pour cela je me suis inspiré de leur livre et de mes cours de Terminale S. Par exemple je ne disais pas que j'appliquais le « Principe Fondamental de la Dynamique » mais la « Deuxième loi de Newton », ou encore avant d'appliquer la Deuxième loi de Newton je précisais le système, le référentiel, le repère, et le bilan des forces.

J'ai aussi essayé d'utiliser des analogies avec la vie quotidienne pour que les résultats physiques leurs soient plus évidents, par exemple pour expliquer que la fréquence reçue est inférieure à la fréquence émise lorsque qu'un émetteur s'éloigne d'un récepteur je leur ai parlé de la Formule 1 car on entend bien dans ce cas que la fréquence auditive perçue est plus grave que la fréquence que l'on entend quand on est dans la voiture on retrouve donc la propriété énoncée plus tôt.

Par ailleurs j'ai essayé de les faire participer en leur demandant s'ils se rappelaient dans quel cas on obtenait de la diffraction (question 1.2.c) ou alors s'il savait de quoi était composée une chaîne de transmission (question 1.1.a). Une des difficultés que j'ai rencontrées a été surtout sur les intégrales car les élèves ont l'habitude de dire « primitive », de plus celles-ci ne sont vues en maths qu'à la fin de l'année par conséquent même les intégrales les plus faciles n'étaient pas forcément évidentes pour eux.

J'ai aussi essayé de leur donner des petites astuces pour le bac comme l'analyse dimensionnelle que j'utilise moi-même très souvent à la fin d'un calcul pour vérifier l'homogénéité d'une équation ce qui permet d'éviter les erreurs d'étourderies.

III.3) Analyse globale de la mise en pratique

En somme, mon sentiment sur cette mise en pratique est assez mitigé car je suis satisfait du travail que j'ai présenté aux Terminale S, néanmoins je ne peux pas en dire autant de mon travail pour les Secondes car comme me l'a dit Mr. Bruyère je passais beaucoup trop de temps sur certaines questions

ce qui me retardais dans mon objectif de fin de séance, c'est une chose à laquelle je veillerais à l'avenir : bien définir les objectifs pour être sûr de les remplir en temps voulu.

IV) CONCLUSION

A l'issu de ce stage je peux donc conclure que les objectifs cités en introduction ont été rempli car j'ai pu améliorer ma communication lors de mes présentations orales et ma rigueur scientifique avec la préparation d'un exercice type bac pour les Terminales S.

J'ai aussi pu développer ma créativité lors de la préparation d'expériences pour les Secondes et mieux compris le fonctionnement d'un établissement en interne grâce aux différentes réunions que j'ai pu suivre et aux recherches personnels que j'ai faites.

De plus, j'ai pu étudier et m'inspirer de l'organisation de Mr.Bruyère dans son travail afin de mener plusieurs projets en même temps (ici on parlera de la capacité à préparer et faire des cours pour plusieurs classes).

ANNEXES

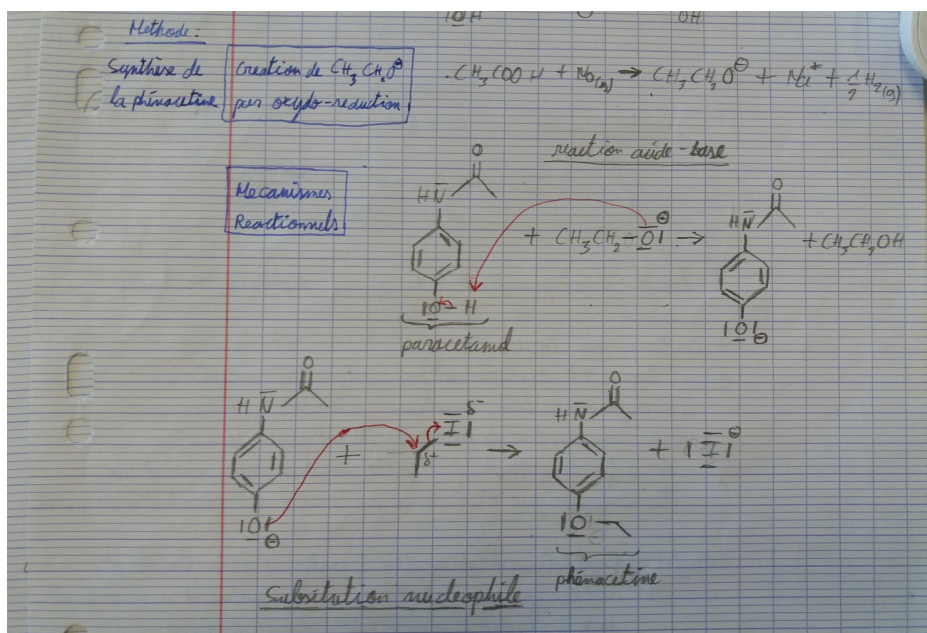


Illustration 20: Schéma réactionnel de la synthèse de la phénacétine à partir du paracétamol

Bac S Nouvelle Calédonie Novembre 2016
EXERCICE II – UN ACCÉLÉRATEUR AU SERVICE DE L'ART (6 points)

Depuis décembre 1987, un accélérateur de particules baptisé AGLAE est installé au centre de recherche et de restauration des musées de France.

Dans cet exercice, on s'intéresse dans un premier temps à l'accélérateur de particules AGLAE et dans un deuxième temps à son utilisation pour identifier les pigments recouvrant les œuvres.

Données :

- $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$;
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- masse du proton : $m = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$;
- intensité du champ de pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;
- charge du proton : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$;
- constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$;
- constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;
- domaine de longueurs d'onde des rayons X : de 10^{-11} à 10^{-8} m .

Analyse d'une œuvre par PIXE d'après : www.cnrs.fr

Principe simplifié de l'accélérateur de particules
Dans l'accélérateur AGLAE, une tension électrique $U = 2 \text{ MV}$ est appliquée entre deux armatures A et B séparées par une distance $d = 4 \text{ m}$. Cette tension génère un champ électrique $\vec{E}$ uniforme de valeur $E = \frac{U}{d}$.

Lorsque des protons pénètrent (à vitesse pratiquement nulle) dans ce champ, ils sont soumis à la force électrique et sont accélérés.

La méthode PIXE
La méthode PIXE (Particle Induced X-ray Emission ou émission de rayons X induite par des particules chargées) est la principale méthode utilisée pour étudier la composition des matériaux. Lorsqu'un proton du faisceau d'AGLAE bombarde un atome de l'objet à étudier, cet atome peut passer dans un état excité et émet alors des rayons X pour libérer son excès d'énergie. Chaque élément chimique peut être identifié par des valeurs d'énergie de rayons X émis qui lui sont propres.

Pour ne pas endommager les œuvres, le faisceau de protons doit respecter certaines conditions. D'une part, l'énergie cinétique de chaque proton doit être comprise entre 1,4 et 4 MeV. D'autre part, le nombre de protons frappant la cible chaque seconde doit être adapté au matériau étudié. Ainsi, l'intensité du courant de protons ne doit pas dépasser quelques centaines de picoampères pour les matériaux fragiles tels que le papier, mais peut atteindre 50 nanoampères pour les métaux.

1. L'accélérateur de particules

1.1. Donner l'expression de la force électrique $\vec{F}$ s'exerçant sur un proton dans l'accélérateur et calculer sa valeur.

1.2. Peut-on négliger le poids du proton devant la force électrique qu'il subit dans l'accélérateur ? Justifier par un calcul.

1.3. La variation de l'énergie cinétique d'un proton est égale au travail de la force électrique qui s'exerce sur lui durant son parcours dans l'accélérateur. Montrer qu'une tension électrique de 2 MV permet à chaque proton d'atteindre une énergie cinétique adaptée à l'étude de la composition des matériaux pour la méthode PIXE.

1.4. Calculer la valeur de la vitesse atteinte par le proton à la sortie de l'accélérateur. Indiquer s'il est pertinent d'utiliser le cadre de la mécanique classique pour cette étude.

1.5. Évaluer l'ordre de grandeur du nombre de protons nécessaires pour l'étude d'un métal par la méthode PIXE en sachant qu'AGLAE fonctionne quelques minutes (un courant de 1 A correspond à un débit de charge de 1 C.s⁻¹). Comparer ce nombre au nombre de protons contenus dans une mole de protons.

2. Étude d'une œuvre
Un homme portant une tunique est représenté sur l'une des stèles funéraires conservées au musée du Louvre. On a réalisé un spectre PIXE sur un échantillon de l'œuvre pour déterminer la composition du pigment utilisé pour peindre cette tunique.

Spectre PIXE sur un échantillon PIXE

Diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'élément cuivre

2.1. Dans le cas du strontium, les rayonnements émis lors des désexcitations sont-ils bien des rayons X ? Justifier.

2.2. Le pigment utilisé pour peindre la tunique contient-il l'élément cuivre ? Justifier la réponse.

Illustration 21: Contrôle Terminale S sur particule chargée dans un champ électrique uniforme

III) Applications au vidéoprojecteur au cinéma et à la loupe

1) Le vidéoprojecteur au cinéma

Le rôle du vidéoprojecteur au cinéma est de projeter la pellicule d'un film sur un écran grâce à une lentille, pour cela on représente notre problème par le schéma ci-dessous :

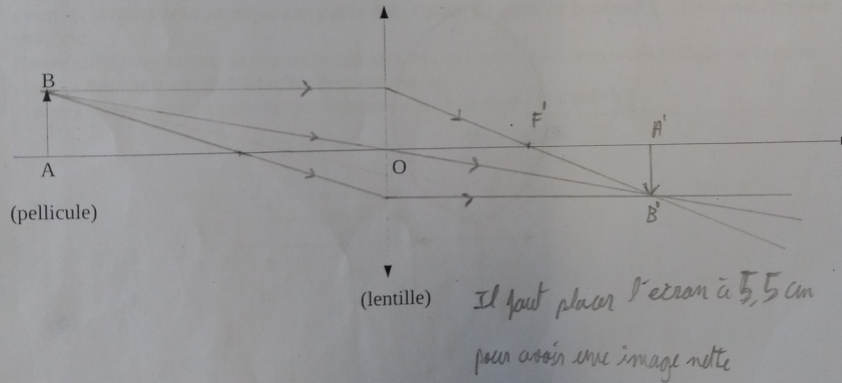
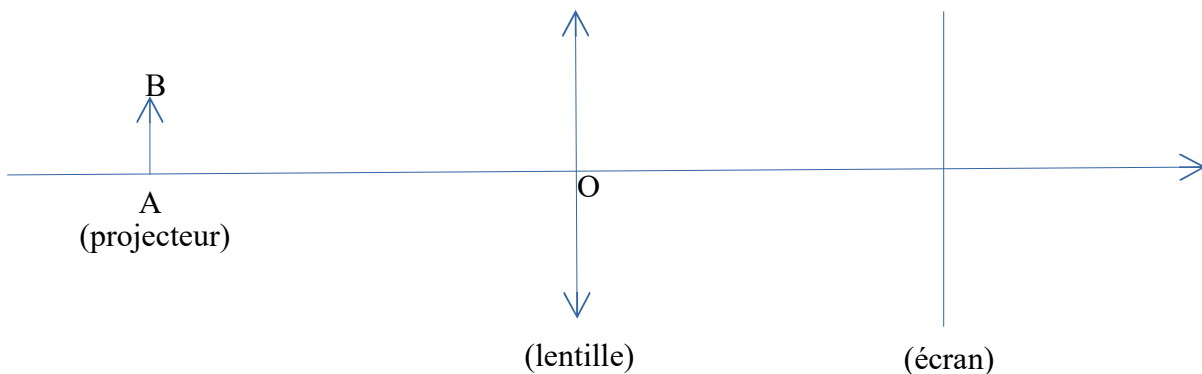


Illustration 22: Schéma du fonctionnement d'un vidéoprojecteur au cinéma

COMPTE RENDU SECONDE MPS

On considère le montage ci-dessous :



Etude de la lentille à 15 cm du projecteur :

On place une lentille de distance focale $f' = 100$ mm à 15 cm du projecteur :

En faisant varier la position de l'écran sur le banc optique, trouver la position pour laquelle l'image sur l'écran est nette.

L'image est-elle droite ou renversée ? **Image renversée**

L'image est-elle réduite ou agrandie ? **Image agrandie**

Etude de la lentille à 30 cm du projecteur :

Placer maintenant la lentille à 30 cm du vidéoprojecteur :

Trouver sur le banc optique quel est la position pour laquelle l'image formée sur l'écran est nette

L'image est-elle droite ou renversée ? **Image renversée**

L'image est-elle réduite ou agrandie ? **Image reduite**

Relever la distance d de l'écran sur le banc optique (représentant la distance projecteur-écran) pour laquelle l'image formée est nette

$d=46\text{ cm}$

En déduire la distance OA' séparant la lentille de l'écran

$OA'=46-30=16\text{ cm}$

Calculer le rapport OA'/OA (sachant que OA représente la distance projecteur-lentille):

$$\frac{OA'}{OA} = \frac{16}{30} = 0,53$$

Démonstration expérimentale de la relation $\frac{OA'}{OA} = \frac{A'B'}{AB}$:

Mesurer la taille de l'image $A'B'$ sur l'écran

$A'B' = 1,75\text{ cm}$

Sachant que $AB=3,4\text{ cm}$ calculer $A'B'/AB$:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{1,75}{3,4} = 0,51$$

Comparer les résultats obtenus pour les deux rapports et valider la relation $\frac{OA'}{OA} = \frac{A'B'}{AB}$:

$0,51 \approx 0,53$ donc aux incertitudes de précision on peut valider $\frac{OA'}{OA} = \frac{A'B'}{AB}$

Application au projecteur au cinéma :

Dans un cinéma l'écran est placé à 50 m de la lentille (OA'), on veut une image de la même taille que l'écran soit 10 m ($A'B'$) et le projecteur mesure 16 mm (AB). En utilisant la relation trouvée précédemment en déduire à quelle distance il faut placer la lentille de la pellicule (OA) pour avoir une image nette sur l'écran ? PENSER A EXPRIMER AB EN MÈTRE !!!!

$$OA = \frac{OA' \times A'B'}{AB} = \frac{50 \times 0,016}{10} = 0,08\text{ m} = 8\text{ cm}$$

Donc pour obtenir une image nette sur l'écran du cinéma il faut placer la lentille à 8 cm du projecteur

Étude de la loupe :

Éteindre le projecteur et placer la lentille à 100 mm sur le banc optique puis tourner l'écran afin de placer le quadrillage contre la lentille. Regarder l'écran à travers la lentille tout en éloignant l'écran.

L'image formée dans l'œil est-elle droite ou renversée ? **Image droite**

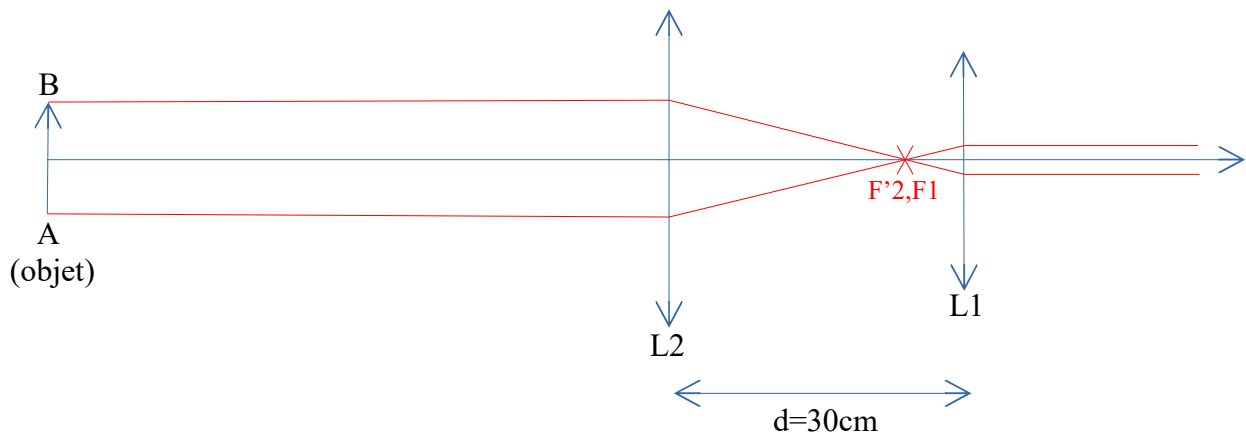
L'image formée dans l'œil est-elle réduite ou agrandie ? **Image agrandie**

Quelle est environ la distance $d_{\max}$ séparant la lentille de l'écran pour laquelle l'image est la plus grande tout en restant nette ? Comparer cette distance à la distance focale de la lentille.

$d_{\max} \approx 10\text{ cm}$ or sur le dispositif on relève $f' = 100\text{ mm} = 10\text{ cm}$ on remarque donc que pour une loupe l'image que l'on voit dans notre œil est la plus grande lorsque l'objet se trouve au foyer objet.

Étude de la lunette astronomique :

On place maintenant sur le banc optique une lentille (L_1) de distance focale $f'_1 = 50\text{ mm}$ (208) avec une lentille (L_2) de distance focale $f'_2 = 250\text{ mm}$ (48) et on regarde à travers L_2 un objet situé très loin. Les deux lentilles sont séparées d'une distance $d = f'_1 + f'_2 = 30\text{ cm}$. L'objet étant situé très loin on va supposer que tous les rayons partant de cet objet sont parallèles à l'axe optique. On obtient le montage suivant :



L'image formée dans l'œil est-elle droite ou renversée ? **Image renversée**

L'image formée dans l'œil est-elle réduite ou agrandie ? **Image agrandie**

Dans ce dispositif où se trouvent le foyer image de L2 et le foyer objet de L1? Justifier que les rayons partant de A et de B restent parallèles à l'axe optique après le dispositif.

Le foyer image de L2 et le foyer objet de L1 sont confondus

Sachant que le grossissement peut être défini comme $G = f'_2 / f'_1$, calculer le grossissement de cette lunette astronomique. $G = \frac{f'_2}{f'_1} = \frac{250}{50} = 5$

Donc le grossissement de cette lunette astronomique est de 5x

Résumé

J'ai effectué mon stage de huit semaines au lycée René Cassin à Bayonne avec Mr.Bruyère. Malgré que je ne souhaite pas devenir enseignant j'ai fait ce stage en lycée car je n'ai pas trouvé d'ingénieur souhaitant me prendre dans la région (par exemple le responsable d'une entreprise à Anglet était d'accord pour me prendre mais après plusieurs semaines ils sont revenus sur leur décision car le directeur général de Bordeaux ne souhaitait pas de stagiaire ce qui m'a fait perdre du temps dans les recherches de stage). Par ailleurs j'ai aussi demandé à être pris en laboratoire de recherche à l'ISA-BTP mais ils m'ont répondu trop tard.

Néanmoins je remercie Mr.Bruyère d'avoir aussi pris en compte le fait que je ne souhaite pas enseigner plus tard car le travail qu'il m'a proposé était assez ouvert : pour les Secondes la seule contrainte était de faire de l'optique, j'ai donc pu passer du temps en laboratoire pour monter des expériences (fabrication de lunettes astronomiques sur banc optique avec différents grossissements) au cours desquelles j'ai rencontré des difficultés que j'ai dû surmonter et donc développer ma créativité.

De plus, j'ai assisté à beaucoup de réunions ce qui m'a permis de mieux comprendre le fonctionnement d'une entreprise en interne d'un point de vue organisationnel et j'ai présenté un exercice type Baccalauréat aux Terminales S : j'ai alors pu développer ma communication devant un large public et ma rigueur scientifique.

Abstract

I have done my eight week internship in René Cassin highschool in Bayonne with Mr.Bruyère. Despite I don't wish to become a teacher, I have done this internship in highschool because I haven't found an engineer wishing to take me in the region (for instance the convenor of a company in Anglet agreed but after several weeks they change their mind because the general manager of Bordeaux didn't wish a trainee thus I wasted time in internship searches).Furthermore I also have asked to be taken in research laboratory in ISA-BTP but they replied me too late.

Nevertheless I thank Mr.Bruyere took account of the fact that I don't wish to teach in the future because the work he proposed me was open enough: for highschool first graders the only constraint was to do optic, so I spent time in laboratory for created experiments (making of astronomical instruments on optical bunch with several magnification) in which I found difficulties that I have overcome and so I developed my creativity.

Moreover, I have attended lot of meetings this has permitted me to better understand the functioning of a company internally with an organizational point of view and I presented an exercise similar to an exercise of Baccalauréat for Scientific third grade students : so I have developed my communication in front of a wide audience and my scientific rigour.