

**PÉRISCOPE, THERMOSCOPE,
KALÉIDOSCOPE, SPECTROSCOPE ... :
UN PANORAMA DE TECHNIQUES
SCOPIQUES**



Etudiants :

Tiphaine CRÉVENAT

Noah FENEUILLE

Elias LE CALVEZ

Tom LHUGUET

Celyan TOSTAIN

Arthur VOEGELÉ

Enseignant-responsable du projet :

David HONORÉ

Cette page est laissée intentionnellement vierge.

Date de remise du rapport : **15/06/2024**

Référence du projet : **STPI/P6/2024 – 012**

Intitulé du projet : **Périscope, Thermoscope, Kaléidoscope, Spectroscope... : un panorama de techniques scopiques**

Type de projet : **Bibliographie, expérimental**

Objectifs du projet : **L'objectif de notre projet est d'étudier et de découvrir différentes techniques scopiques. L'idée est d'une part de se renseigner sur différents outils ou appareils en "scope" afin de les rassembler dans un annuaire et d'expérimenter une partie d'entre eux. Pour cela, nous les avons soit utilisés tel qu'ils existent, soit les avons fabriqués de manière artisanale. Le projet s'est déroulé comme suit : recherche, expérience si nécessaire et fiche de présentation.**

Mots-clefs du projet : **Recherches, expériences, scope**

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce rapport. Leur soutien, leurs conseils et leur expertise ont été essentiels à chaque étape du projet.

Tout d'abord, nous souhaitons remercier notre encadrant Monsieur David HONORÉ, pour ses précieuses orientations, sa disponibilité constante et ses suggestions constructives. Son expérience et son savoir-faire ont été une source d'inspiration et nous ont guidé tout au long de ce travail.

Nous exprimons également notre reconnaissance à Monsieur Pascal WILLIAMS et Monsieur Michaël JOLLY, pour leur aide précieuse et sa disponibilité lors de la fabrication des différents objets scopiques.

Merci à tous pour votre contribution à ce projet collectif.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements.....	4
1. Introduction.....	7
2. Méthodologie / Organisation du travail.....	8
3. Les différentes techniques scopiques étudiées.....	10
3.1 Les différentes techniques étudiées.....	10
3.1.1 Les techniques étudiées de façon expérimentale.....	10
3.1.2 Les techniques traitées de façon analytique.....	11
3.2. La classification des techniques par items.....	11
4. Présentation et analyse d'une fiche.....	13
4.1 Présentation et analyse des catégories présentes dans une fiche.....	13
4.1.1. Histoire.....	13
4.1.2. Principe.....	13
4.1.3. Utilisation.....	13
4.1.4 Étymologie.....	13
4.1.5 Objectifs.....	13
4.1.6 Matériel.....	14
4.1.7 Protocole.....	14
4.1.8 Résultats.....	14
4.1.9. Sources.....	14
4.2. Exemple d'une fiche à travers celle du périscope.....	14
4.2.1 Histoire.....	14
4.2.2. Principe.....	14
4.2.3. Utilisation.....	15
4.2.4. Étymologie.....	15
4.2.5. Objectifs.....	15
4.2.6. Matériel.....	16
4.2.7. Protocole.....	16
4.2.8. Résultats.....	16
4.2.9. Sources.....	24

5. Conclusions et perspectives.....	25
6. Bibliographie.....	26
7. Annexes.....	27
7.1. Tableau récapitulatif.....	27
7.2. Listings des fiches réalisés.....	30
7.2.1 Fiche Caméscope.....	30
7.2.2 Fiche électroscope.....	31
7.2.3. Fiche Endoscope/Fibroscope.....	35
7.2.4 Fiche Kaléidoscope	36
7.2.5. Fiche Magnétoscope.....	41
7.2.6. Fiche Microscope.....	43
7.2.7. Fiche Mirascope.....	45
7.2.8. Fiche Oscilloscope.....	48
7.2.9. Fiche Périscope.....	50
7.2.10. Fiche Radioscope.....	60
7.2.11. Fiche Spectroscope.....	62
7.2.12. Fiche Stéréoscope.....	66
7.2.13. Fiche Stéthoscope.....	68
7.2.14. Fiche Stroboscope.....	71
7.2.15. Fiche Télescope.....	73
7.2.16. Fiche Thermoscope :.....	79

1. INTRODUCTION

Depuis le début de notre scolarité, nous sommes confrontés à des outils dont le suffixe est “scope”. Le stéthoscope ou le kaléidoscope à l’école, les microscopes et télescopes au collège ou encore les oscilloscopes au lycée et même à l’Insa. On peut également en rencontrer facilement au cours de notre vie dans différents domaines. Les magnétoscopes et leurs cassettes durant les années 70, les périscopes qui sont utilisés dans les sous-marins, les stroboscopes en boîte de nuit, et nous pourrions en citer d’autres.

Ces outils cependant, n’ont pas les mêmes utilités. Les endoscopes permettent par exemple d’observer dans des cavités peu accessibles alors que les thermoscopes permettent de rendre compte de variations de température. A côté de cela, il y a aussi des objets comme le kaléidoscope qui, a priori, n’ont pas d’utilité pratique.

La question suivante peut alors se poser : pouvons-nous classer ces outils en différentes catégories ? Ont-ils des similitudes ou bien est-ce simplement un suffixe ? C’est à ces questions que notre sujet de projet scientifique répond.

Ce projet, (*réalisé par Tiphaine, Arthur, Celyan, Tom, Elias et Noah*), fait l’étude de ces différents outils scopiques et dresse un annuaire des principaux mots en “scope”. Que ce soit de manière bibliographique et/ou de manière expérimentale, nous avons pu dresser des fiches de présentation complètes qui permettent de se renseigner sur la grande majorité de ces techniques scopiques. Dans ce rapport, nous allons d’abord présenter notre méthode de travail. Ensuite, nous présenterons l’ensemble des outils étudiés puis nous nous pencherons sur la présentation d’une fiche type, qui nous a servi pour tous les objets étudiés. Enfin, nous illustrerons nos propos à l’aide d’une fiche, celle du périscopie.

2. MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

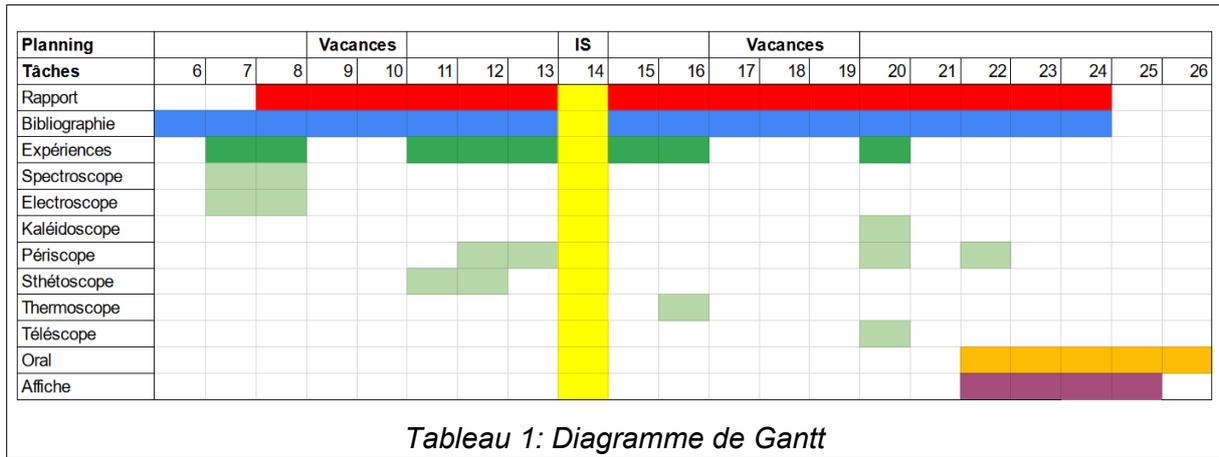
Dans un premier temps, nous nous sommes documentés sur les divers instruments et techniques se terminant par le suffixe « scope » nous permettant ainsi d'établir une liste comprenant une centaine de termes. Grâce aux travaux pratiques réalisés les années précédentes, à notre connaissance de certains de ces objets scientifiques, nous avons pu réduire cette liste en une trentaine d'éléments pertinents à traiter pour notre projet. D'autres techniques qui nous étaient inconnues mais dont le fonctionnement et le domaine d'utilisation nous ont paru intéressants à découvrir ont également été retenues dans l'étude.

Ensuite, chacun a été chargé de travailler sur deux techniques en recherchant diverses informations associées à des critères préalablement définis. Ces premières recherches nous ont permis de classer les techniques qui peuvent être traitées de façon théorique, et celles étudiées de façon expérimentale avec des appareils présents dans les laboratoires de physique. De plus, la fabrication de dispositifs a permis la comparaison entre l'observation et le fonctionnement théorique.

Afin de faciliter la répartition des « objets scopiques » à traiter, nous avons mis en place un diagramme de Gantt. Des équipes de deux personnes se sont constituées pour approfondir, d'une part, la bibliographie des techniques et d'autre part réfléchir à la réalisation d'expériences. Chaque semaine, nous faisons donc un récapitulatif des données collectées et de la liste du matériel nécessaire aux expérimentations à effectuer lors des séances suivantes. Cette demande de matériel était ensuite transmise à M. Honoré. Au fur et à mesure, nous notions ce que nous avons collecté sur une fiche pour chaque technique qui était ensuite déposée dans un Google drive. Lorsqu'un sujet était considéré comme traité par un des groupes et que la fiche était complète, ce dernier devait donc en reprendre une autre sur la liste initiale.

Après avoir traité plus d'une dizaine de techniques durant plusieurs semaines, à la demande de M. Honoré nous devions commencer une réflexion sur la manière de les classifier. Nous avons donc créé un tableau Excel afin de visualiser comment regrouper facilement ces instruments par mots clés communs.

La dernière étape de notre projet a été la rédaction du rapport et la préparation de l'oral. Nous nous sommes concertés pour définir comment nous pouvions présenter notre travail rédigé sous forme de fiches. Finalement, nous nous sommes répartis l'écriture pour que chacun puisse expliquer un item d'une fiche ou bien décrire succinctement une technique sur laquelle il avait travaillé.



3. LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES SCOPIQUES ÉTUDIÉES

3.1 Les différentes techniques étudiées

Lors de notre projet, nous avons étudié seize techniques scopiques listées ci-dessous parmi une liste initiale comprenant une centaine de termes. Pour affiner notre sélection, nous nous sommes attardés sur des objets que nous pouvions étudier seulement de manière théorique et des objets sur lesquels nous pouvions aussi mener des expériences. Cette liste a évolué au cours des semaines, puisque des expériences prévues, telles que la réalisation d'un stéréoscope, n'ont pas pu être menées par manque de matériel. Par conséquent, nous avons eu davantage de temps pour nous consacrer à l'étude théorique d'instruments comme le caméscope ou le radioscope.



Figure 1: Liste des outils étudiés durant le projet

3.1.1 Les techniques étudiées de façon expérimentale

Parmi les techniques listées, sept ont pu être fabriquées dans les laboratoires de physique : le kaléidoscope, l'électroscope, le périscopes, le spectroscope, le stéthoscope, le télescope et le thermoscope.

D'une part, l'expérimentation nous a simplement permis l'observation d'un phénomène physique que nous avons pu ensuite expliquer. Nous pouvons citer dans ce cas : le kaléidoscope, l'électroscope, le spectroscope, le stéthoscope, le thermoscope. En effet, l'utilisation de certains objets n'est pas destinée à la mesure et aux calculs de grandeurs physiques mais simplement à l'observation. C'est ce que nous avons remarqué dans l'étude du stéthoscope ou du spectroscope. Nous pouvons également nommer le kaléidoscope, où le résultat observable est déterminé et vérifiable par le calcul en fonction des différents paramètres des miroirs mais où aucune mesure n'est à effectuer. En revanche des mesures auraient pu être effectuées avec des appareils tels que l'électroscope et le thermoscope qui sont des objets qui ont évolué au cours du temps pour donner des mesures précises comme expliqué ci-après. De ce fait, un matériel plus approprié comme des billes chargées pour la mesure de l'électricité statique et l'élaboration d'un protocole strict avec différents béciers gradués auraient été nécessaires pour mesurer des grandeurs avec l'électroscope et le thermoscope.

D'autre part, la fabrication de techniques nous a permis d'effectuer des mesures pour ensuite les comparer à des calculs théoriques. C'est notamment le cas du périscope et du télescope. Nous avons pu tester ces objets dans plusieurs conditions nous permettant ainsi de valider ou de critiquer le modèle construit.

3.1.2 Les techniques traitées de façon analytique

Les autres techniques scopiques ont été étudiées de manière analytique, c'est-à-dire que les principes physiques ont été étudiés mais nous n'avons pas mené d'expériences. Nous pouvons nommer dans cette catégorie : le caméscope, l'endoscope, le magnétoscope, le microscope, le mirascope, l'oscilloscope, le radioscope, le stéréoscope, le stroboscope. Cela s'explique par le fait que la plupart de ces objets possèdent un fonctionnement complexe, il ne nous a donc pas été possible de réaliser d'expérimentation. Nous aurions pu en revanche chercher à démonter un caméscope pour observer les composants présents mais nous n'en n'avions pas à notre disposition.

Enfin nous aurions pu effectuer des expériences avec des instruments comme l'oscilloscope ou le mirascope présents dans les laboratoires de physique. Cependant, par manque de temps, nous avons préféré découvrir et étudier le fonctionnement d'autres techniques scopiques qui nous étaient inconnues.

3.2. La classification des techniques par items

Au cours de notre projet, nous avons établi une classification de nos différents appareils étudiés suivant quelques critères. Nous avons donc réalisé un tableur Excel (Annexe 1) pour pouvoir ainsi trier de la manière la plus simple possible, les différents objets autour de différentes catégories de techniques se regroupant notamment sur le domaine d'utilisation, l'historique... .

Notre première catégorie reprend une des parties que nous avons détaillées au sein de nos fiches. En effet, nous avons cherché les différents domaines d'utilisation et application de nos objets. Pour cela, il nous a fallu déterminer où cet appareil était utilisé et pourquoi comme par exemple le stéthoscope dont l'utilisation sert à écouter les battements du cœur et ainsi avoir une importante utilisation au sein de la médecine. De plus, nous avons fait aussi la distinction entre les objets du quotidien ou décoratif comme le caméscope et le kaléidoscope et les appareils ayant une importance primordiale dans le monde des sciences et de la recherche comme le télescope ou le microscope.

Dans un deuxième temps nous nous sommes intéressés aux différentes techniques qui ont évolué et donné naissance à des appareils finissant par "mètre". L'exemple le plus important que nous avons pu étudier est celui de thermomètre. Celui-ci est inventé en 1612 en Italie mais l'idée de température remonte belle et bien avant son invention. En effet, nous avons pu découvrir que dès l'antiquité grec, un appareil scientifique nommé thermoscope avait été inventé. Celui-ci mettait en lumière par une variation de hauteur d'eau, un changement de température. C'est ainsi que cet instrument a été perfectionné pour permettre des mesures de données. D'où le changement de nom de thermoscope en thermomètre. On retrouve aussi l'exemple de l'électroscope inventé au 17^{ème} siècle qui permet de visualiser le principe d'induction électromagnétique. Après de nombreuses avancées, l'électroscope est amélioré pour devenir un électromètre permettant de quantifier et mesurer des charges électriques et des différences de potentiels. Nous pouvons donc

remarquer que les premiers appareils créés par l'humanité ont toujours permis en premier lieu d'observer et comprendre le phénomène étudié avant d'inventer de nouvelles techniques pour le mesurer.

De plus, nous avons cherché à placer chronologiquement les différentes techniques scopiques suivant les années ou siècles d'invention. Nous avons constaté que de nombreuses techniques scopiques ont été développées au XIX^{ème} siècle, période durant laquelle de grandes avancées scientifiques sont faites notamment dans les domaines de l'optique, de l'électricité ou de la radioactivité. En effet, par l'approfondissement de l'histoire de ces instruments, nous avons réalisé qu'après chaque grande découverte physique, les scientifiques ont cherché à mettre au point des appareils permettant de visualiser ou de quantifier ces phénomènes. Dans ce contexte, des instruments sont mis au point et permettent de visualiser des phénomènes physiques encore inconnus.

Par la suite, nous avons tout simplement choisi de classer nos techniques scopiques suivant le fait d'être toujours utilisées aujourd'hui ou non et ainsi de comprendre pourquoi elles ne sont plus utilisées. Nous avons remarqué que la plupart des appareils étudiés sont toujours utilisés mais ont été modifiés et améliorés au cours du temps. En revanche, pour ceux étant aujourd'hui plus utilisés, deux cas de figures distincts sont à prendre en compte. En premier lieu, comme exposé dans le deuxième critère, certaines techniques ont été améliorées pour pouvoir quantifier le phénomène observé. Nous retrouvons aussi d'autres appareils comme le magnétoscope dont l'utilisation a été totalement réduite par l'arrivée d'une autre technologie bien plus pratique, fiable et efficace.

En dernière classification, nous avons choisi de relier les différentes techniques scopiques à la possibilité de les fabriquer ou de faire des expériences pour comprendre et visualiser leur différentes caractéristiques. (Le temps de projet étant court nous n'avons pas pu tout expérimenter).

4. PRÉSENTATION ET ANALYSE D'UNE FICHE

4.1 Présentation et analyse des catégories présentes dans une fiche

Lors de la rédaction des fiches, nous nous sommes imposés neuf axes de recherches qui nous paru pertinents à traiter pour l'ensemble des objets. Certains paragraphes comme le matériel ou les résultats ne sont pas présents dans les fiches puisque certains ont été simplement étudiés de façon analytique.

4.1.1. *Histoire*

Cette partie permet de situer chronologiquement les différentes inventions et ainsi de pouvoir les relier aux autres inventions et courants qui s'y rattachent. Elle avait aussi pour objectif de comparer et de dresser une certaine chronologie pour l'ensemble des objets étudiés.

4.1.2. *Principe*

Le paragraphe "Principe" a pour but de détailler simplement le fonctionnement de l'appareil et la manière de l'utiliser. Elle permet aussi de donner les premiers éléments physiques, optiques pour faciliter la compréhension de l'appareil.

4.1.3. *Utilisation*

Cette partie a pour objectif simple de répondre à deux questions: "A quoi sert concrètement cet objet ?" et " Pour quelle utilisation et quel problème à résoudre cet objet a-t-il été inventé ?". Elle retrace ainsi l'ensemble des domaines, des applications possibles pour l'appareil scopique concerné.

4.1.4 *Étymologie*

L'étymologie permet de comprendre l'objectif de notre objet à partir du sens étymologique du mot. Celui-ci finissant automatiquement par le suffixe scope, qui vient du grec, " Skopein " qui signifie " examiner ", il fallait ainsi déterminer le sens du noyau du mot pour en définir tout son sens.

4.1.5 *Objectifs*

La section objectif retrace les objectifs que nous nous sommes imposés en cas de fabrication ou d'expériences portés sur un appareil scopique et de calculs scientifiques sur celui-ci.

4.1.6 Matériel

Cette partie a pour objectif de proposer une liste du matériel nécessaire à la fabrication de l'objet expérimentalement.

4.1.7 Protocole

Nous dressons un protocole expérimental pour suivre étape par étape la fabrication de l'appareil.

4.1.8 Résultats

Cette partie permet d'avoir un aperçu de la manière dont on fait fonctionner l'objet fabriqué. Cela permet également de se rendre compte si l'objet répond aux attentes voulues.

Ici, on donne une explication générale de ce que permet d'observer l'objet et de son fonctionnement.

Cette section permet de vérifier la fiabilité de l'objet fabriqué. Dans un premier temps, nous réalisons les calculs théoriques permettant d'estimer les résultats qui devraient être obtenus de manière expérimentale. Nous effectuons les mesures puis les comparons aux mesures pratiques.

4.1.9. Sources

Cette dernière partie permet de recenser toutes les sources utilisés pour la réalisation de la fiche

4.2. Exemple d'une fiche à travers celle du périscope

Nous allons dans cette partie présenter un exemple d'une fiche qui représente le mieux notre travail au cours de notre projet.

Le Périscope : appareil optique permettant entre autres de "voir sans être vu".

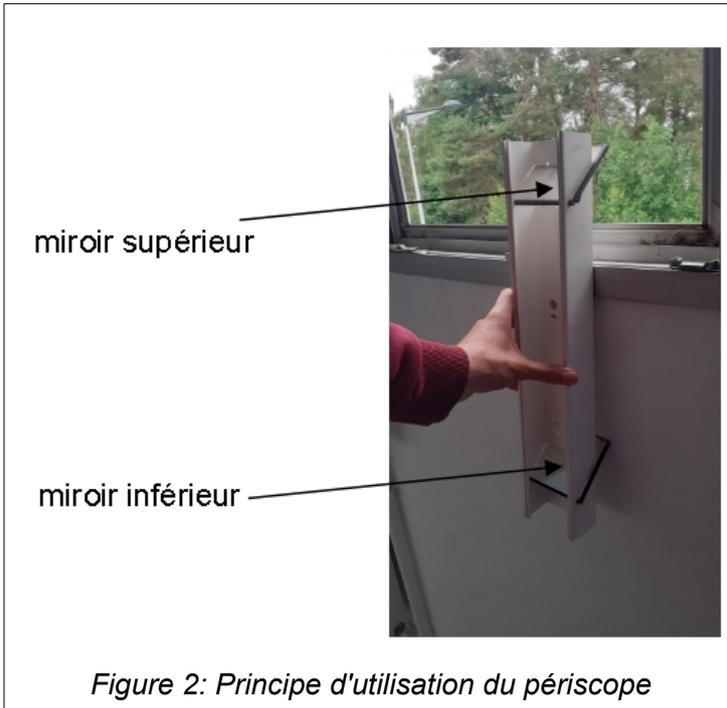
4.2.1 Histoire

Ce système optique fut proposé au milieu du XIX^{ème} siècle et est mis au point sur un sous-marin pour la première fois en 1888 par René Daveluy et Louis-Hippolyte Violette. On peut tout de même mentionner que Gutenberg, l'inventeur de l'imprimerie, en aurait fabriqué un au XV^{ème} siècle. **[1]**

4.2.2. Principe

Le système est composé d'un tube. L'opérateur place ce tube à la verticale entre lui et sa cible. Les rayons entrent parallèlement dans le tube par un trou dans le côté de la partie supérieure. Les rayons sont réfléchis sur un miroir placé à 45° et descendent dans le tube. Un deuxième miroir en bas du tube réfléchit les rayons sur l'œil de

l'observateur. Avant et après les miroirs, les rayons lumineux sont parallèles, mais décalés de la longueur du tube.



On peut voir les deux miroirs parallèles et inclinés à 45° . L'observateur se place face au miroir inférieur et ajuste le périscopie pour que le miroir supérieur soit face à l'objet observé

4.2.3. Utilisation

Le périscopie est célèbre pour son utilisation à bord des sous-marins. Mais il fut aussi utilisé dans les tranchées au cours de la Première Guerre mondiale. Il permet ainsi au sous-marin d'observer la mer sans avoir à quitter son immersion, ce qui découvrirait sa position ; au cours de la Première Guerre mondiale, il permettait à l'opérateur d'observer le no man's land sans avoir à exposer sa tête aux tireurs ennemis.

4.2.4. Étymologie

peri signifie autour et *scope* désigne un instrument de visualisation.

4.2.5. Objectifs

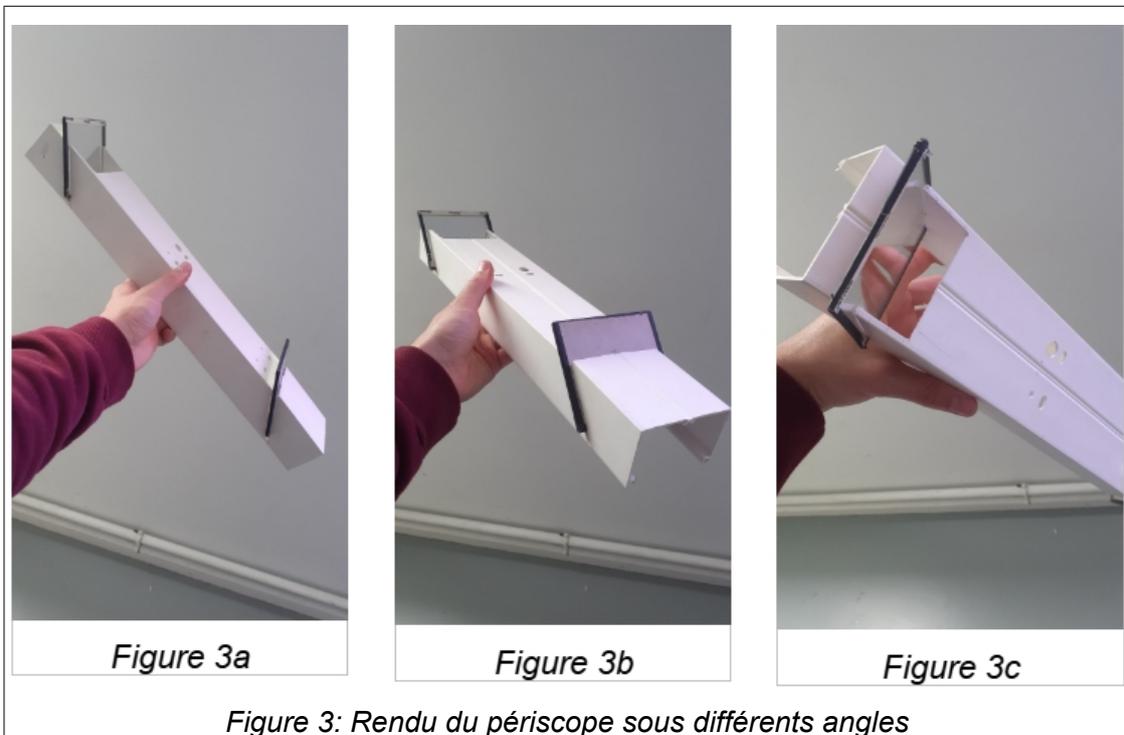
- fabriquer un périscopie fonctionnel à partir de 2 miroirs et d'une armature rigide.
- calculer les dimensions du champ de vision théoriquement observable à une certaine distance (cours d'optique géométrique [2]) et le comparer au champ de vision mesuré en pratique.

4.2.6. **Matériel**

- 2 miroirs plans
- une armature rigide
- une scie égoïne, une meuleuse et une lime

4.2.7. **Protocole**

- Scier 2 fentes à 45° dans l'armature rigide
- Percer un rectangle au fond du "U" que représente la section de l'armature choisie. Le rectangle devra faire face à la fente de la partie supérieure du périscope
- Insérer les 2 miroirs dans les fentes



4.2.8. **Résultats**

Observations :

L'objet optique ciblé est bien visible dans le périscope, mais le champ de vision semble limité. Mais afin de préciser ces observations, nous allons chercher la zone observable par le périscope à une distance fixée. Nous allons la déterminer de façon théorique, grâce aux calculs et au cours d'optique géométrique [2]; puis comparerons nos résultats à ceux des mesures expérimentales.



Figure 4a : Périscope placé en position d'observation

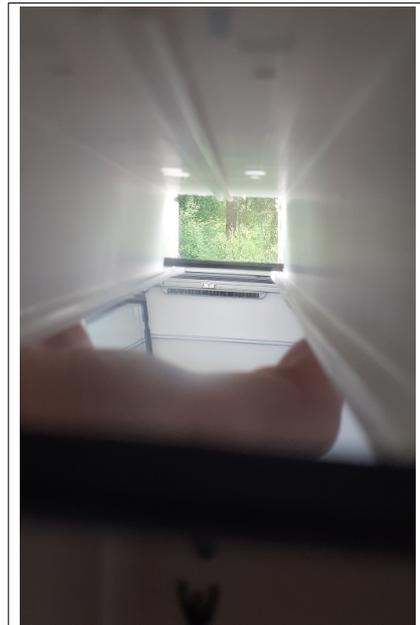


Figure 4b : Champ de vision du périscope en observation

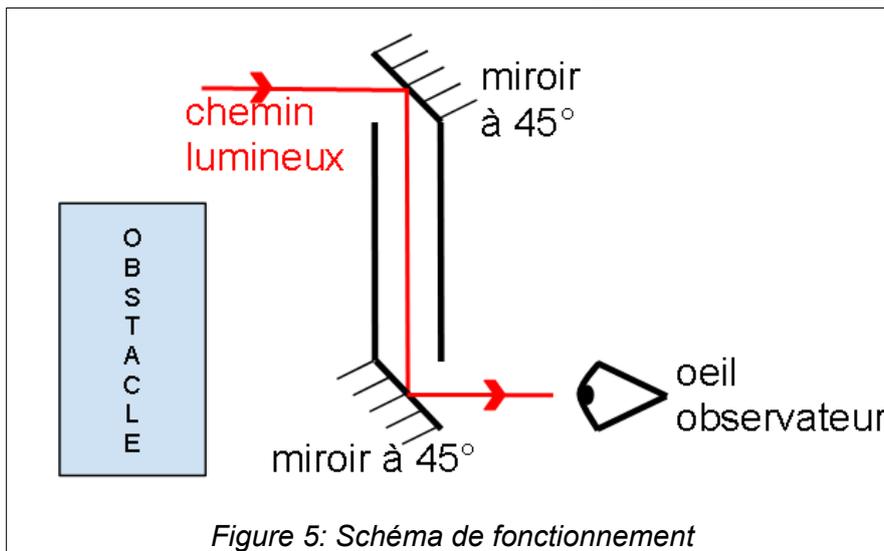


Figure 5: Schéma de fonctionnement

Explications :

Pour un objet ponctuel :

Les rayons lumineux émis par l'objet observé sont parallèles entre eux. Ils entrent dans le périscope de cette façon, et viennent se réfléchir sur le miroir supérieur. L'angle de 45° de ce miroir permet de réfléchir tous ces rayons dans le tube, parallèlement aux armatures de celui-ci et toujours parallèlement entre eux.

En bas du tube vertical, les rayons émis par l'objet observé viennent rencontrer le miroir inférieur, lui aussi à 45°, qui réfléchit tous les rayons reçus, vers l'œil de l'observateur placé juste en face. Les rayons arrivant parallèlement, ils se retrouvent donc à nouveau réfléchis parallèlement par le miroir. Ils arrivent donc sur l'œil de l'observateur de cette manière,

comme les rayons qui nous arrivent classiquement quand on observe un objet.

Le périscopie a donc permis à l'observateur de regarder l'objet comme si ses yeux avaient été décalés vers le haut d'une hauteur W_1W_2 , correspondant à la distance séparant les deux miroirs

Estimation des dimensions du champ de vision :

Nous cherchons donc dans un premier temps à déterminer par le calcul les dimensions du champ de vision que l'on aurait avec le périscopie, en se plaçant à une distance de 250 cm d'un écran vertical.

Dans notre cas, il s'agit de la distance séparant le périscopie du tableau blanc d'une salle de cours. Le tableau blanc des salles de cours présentant l'avantage d'être une surface plane, verticale et pouvant être marquée avec les feutres pour cerner le champ de vision.

Lors de nos calculs, nous considérerons que la géométrie de notre périscopie est semblable à celle du périscopie étudié lors d'un exercice d'optique géométrique [2]. Nous verrons dans nos résultats si cette approximation était pertinente.

Nous avons fabriqué un périscopie avec des miroirs de 9 cm de longueur, de 7,5 cm de côté, et pour une distance entre les deux centres des miroirs de 35cm, qu'on notera W_1W_2 .

Mais les dimensions des miroirs réellement exploitables, du fait des limites imposées par l'armature en plastique, sont plus petites : $L = 7,5$ cm , $D = 5$ cm

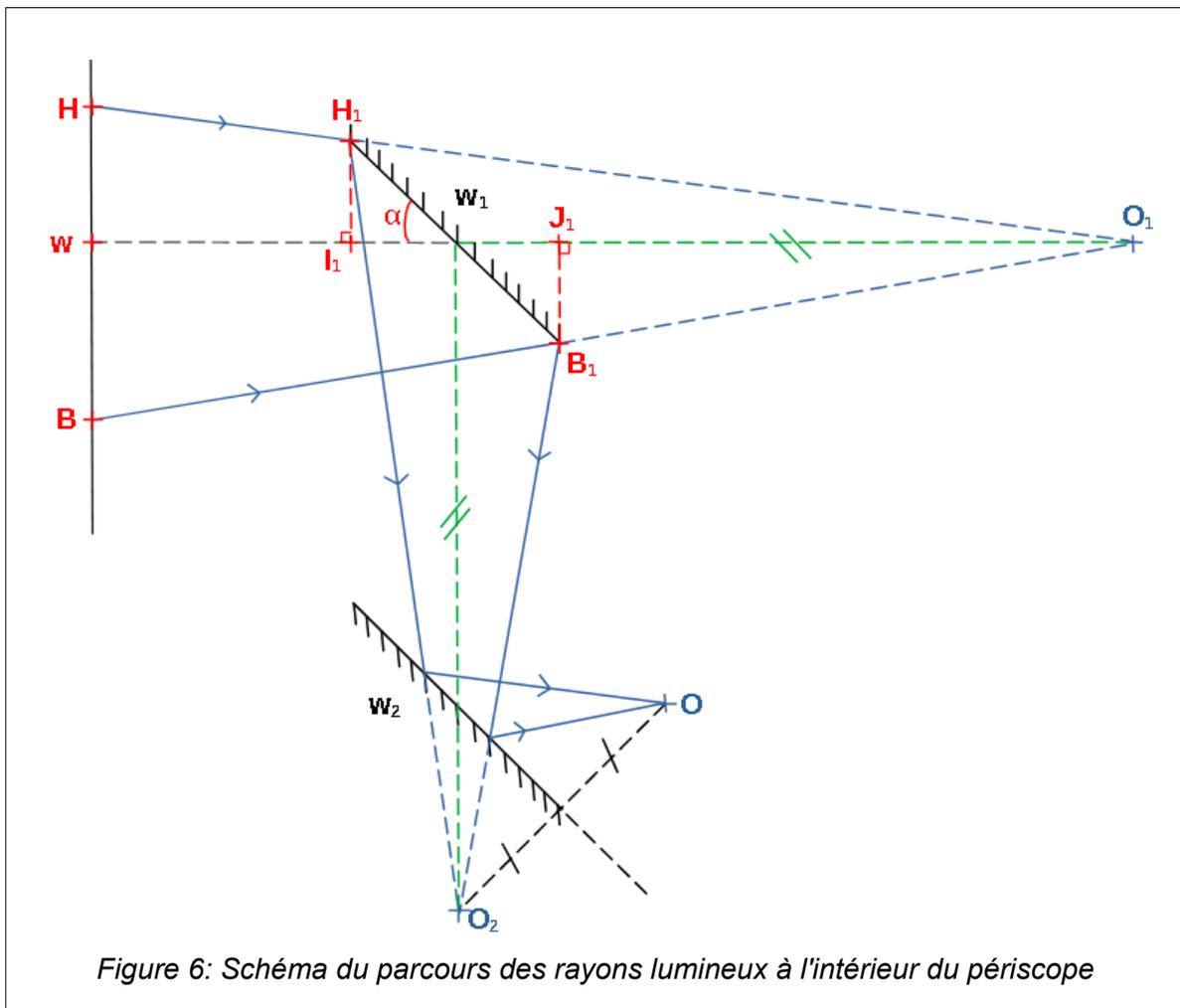


Figure 6: Schéma du parcours des rayons lumineux à l'intérieur du périscopie

Grâce au schéma, nous pouvons écrire : $O \rightarrow O_2 \xrightarrow{W_1} O_1$
 $\xrightarrow{W_2}$

avec O_1 l'image de O_2 par W_1 et O_2 l'image de O par W_1+W_2

Dans un premier temps, calculons les limites H et B correspondantes sur le schéma en calculant tout d'abord la hauteur HW .

Dans les triangles $HW O_1$ et $H_1 I_1 O_1$, nous avons grâce au Théorème de Thalès :

$$\frac{H_1 I_1}{HW} = \frac{O_1 I_1}{O_1 W} = \frac{O_1 H_1}{O_1 H}$$

Ainsi $HW = \frac{O_1 W \times H_1 I_1}{I_1 O_1}$

Nous allons donc chercher les valeurs des distances $H_1 I_1$, $W O_1$ et $I_1 O_1$.

Pour $H_1 I_1$, nous remarquons d'après la figure que $\sin \alpha = \frac{H_1 I_1}{H_1 W_1}$

$$\Leftrightarrow H_1 I_1 = \sin \alpha \times H_1 W_1 \quad \text{or} \quad H_1 W_1 = \frac{D}{2} \quad \text{donc}$$

$$H_1 I_1 = \sin \alpha \times \frac{D}{2}$$

Pour $W O_1$, nous avons : $W O_1 = W W_1 + W_1 O_1$.

Avec $W W_1$ La distance entre le miroir M1 et l'objet à observer.

Et $W_1 O_1 = W_1 O_2$ car O_1 est le symétrique de O_2 par rapport au miroir

Donc, $W_1 O_1 = W_1 O_2 = W_1 W_2 + W_2 O$ avec $W_2 O$, la distance entre l'œil et le miroir M2

Pour $I_1 O_1$, On a $I_1 O_1 = I_1 W_1 + W_1 O_1$. Or $I_1 W_1 = \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}$

Donc $I_1 O_1 = \cos(\alpha) \times \frac{D}{2} + W_1 O_1$

Finalement, $HW = \frac{\sin(\alpha) \frac{D}{2} \times (W W_1 + W_1 O_1)}{\cos(\alpha) \times \frac{D}{2} + W_1 O_1}$

Afin de réaliser l'application numérique nous avons les données suivantes : $\sin \alpha = \sin(45^\circ)$

$\frac{D}{2} = 2,5 \text{ cm}$, $W W_1 = 250 \text{ cm}$, $W_1 W_2 = 35 \text{ cm}$, $W_2 O = 10 \text{ cm}$ la distance entre l'œil et le miroir M2 et $W_1 O_1 = W_1 O_2 = W_1 W_2 + W_2 O = 35 + 10 = 45 \text{ cm}$

Application Numérique : $HW = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} \times 2,5 \times (250 + 45)}{\frac{\sqrt{2}}{2} \times 2,5 + 45}$

Calculons maintenant la hauteur WB :

Dans les triangles WBO_1 et J_1B_1O , nous avons grâce au Théorème de Thalès :

$$\frac{J_1B_1}{WB} = \frac{O_1J_1}{O_1W} = \frac{O_1B_1}{O_1B}$$

Donc $WB = \frac{J_1B_1 \times W O_1}{O_1J_1}$

Or $J_1B_1 = \sin(\alpha) \frac{D}{2}$ et $O_1J_1 = W_1O_1 - J_1W_1 = W_1O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}$

$$WB = \frac{\sin(\alpha) \frac{D}{2} \times (W W_1 + W_1O_1)}{W_1O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}} \quad WB = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} \times 2,5 \times (250 + 45)}{45 - \frac{\sqrt{2}}{2} \times 2,5}$$

$WB = 12,1 \text{ cm}$

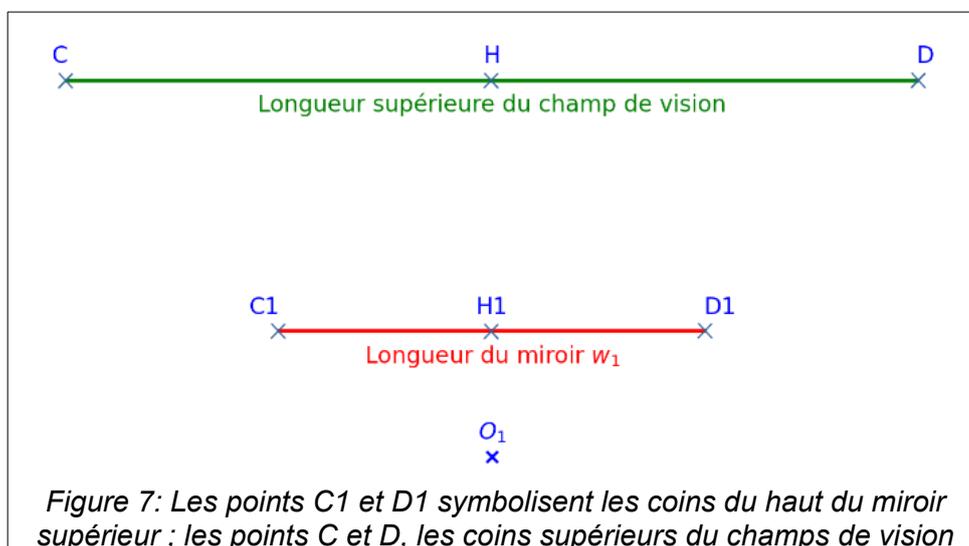
Donc, $HB = HW + WB = 11,2 + 12,1 = 23,3 \text{ cm}$.

Remarque : Dans cette première partie de calcul, on remarque, grâce à l'expression de la hauteur du champ de vision ($HB = HW + WB$), que celle-ci dépend des distances $W W_1$, W_1O_1 et D .

D'une manière générale, on remarque que plus $W W_1$ est important, plus HB est grand. C'est-à-dire que plus on observe au loin avec le périscope, plus la hauteur du champ de vision est importante, ce qui est assez intuitif.

De plus, augmenter la grandeur D , reviendrait à augmenter le numérateur des fractions HW et WB et diminuer le dénominateur de WB par soustraction (la grandeur W_1O_1 étant nécessairement positive). C'est-à-dire qu'augmenter les largeurs des miroirs revient à augmenter la hauteur du champ de vision dans le périscope, ce qui semble aussi plutôt normal.

Maintenant nous allons calculer les dimensions latérales du champ de vision.



D'après le schéma ci-dessus, nous allons déterminer la longueur CD . On sait que $CD=2 \times HD$ donc calculons HD :

Dans les triangles O_1HD et $O_1H_1D_1$, nous avons grâce au Théorème de Thalès :

$$\frac{H_1D_1}{HD} = \frac{H_1O_1}{HO_1} \quad \text{ainsi} \quad HD = \frac{H_1D_1 \times HO_1}{H_1O_1}$$

Nous remarquons que $H_1D_1 = \frac{L}{2}$

Sur le schéma initial représentant la vue de côté, nous avons dans les triangles HWO_1 et $H_1I_1O_1$:

$$\frac{HO_1}{H_1O_1} = \frac{WO_1}{I_1O_1}$$

Or $I_1O_1 = WO_1 + \cos(\alpha) \times \frac{L}{2}$

Donc
$$\frac{HO_1}{H_1O_1} = \frac{(WW_1 + W_1O_1)}{WO_1 + \cos(\alpha) \times \frac{L}{2}}$$

Enfinement
$$HD = \frac{\frac{L}{2} \times (WW_1 + W_1O_1)}{WO_1 + \cos(\alpha) \times \frac{L}{2}} \quad \text{et} \quad CD = 2 \times HD = \frac{L \times (WW_1 + W_1O_1)}{WO_1 + \cos(\alpha) \times \frac{L}{2}}$$

Application Numérique :
$$CD = \frac{7,5 \times (250 + 45)}{45 + \cos(45) \times (7,5/2)} \quad CD = 46,4 \text{ cm}$$

Ensuite, calculons la longueur EF grâce au schéma représentant la vue de dessous. On a que $EF = 2BF$. Déterminons la longueur BF :

Dans triangles $BF O_1$ et $F_1B_1O_1$, d'après le Théorème de Thalès, on a : $\frac{BF}{BO_1} = \frac{B_1F_1}{B_1O_1}$

Ainsi
$$BF = \frac{B_1F_1 \times BO_1}{B_1O_1}$$

Nous remarquons que $B_1F_1 = \frac{L}{2}$

Sur le schéma initial représentant la vue de côté, nous avons dans les triangles WBO_1 et $J_1B_1O_1$, d'après Thalès :

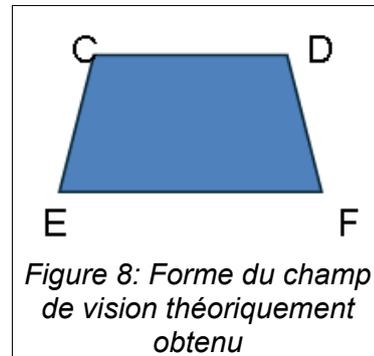
$$\frac{BO_1}{B_1O_1} = \frac{WO_1}{J_1O_1} = \frac{WO_1(WW_1 + W_1O_1)}{W_1O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}}$$

Enfinement,
$$BF = \frac{L}{2} \times \frac{(WW_1 + W_1O_1)}{W_1O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}} \quad \text{et} \quad EF = 2 \times BF = L \times \frac{(WW_1 + W_1O_1)}{W_1O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}}$$

Application Numérique :

$$EF = \frac{7,5 \times (250 + 45)}{45 - \cos(45) \times \left(\frac{7,5}{2}\right)} = 52,2 \text{ cm}$$

L'image obtenue est donc censée être un trapèze :



Mesures du champ de vision :

Protocole :

- placer le périscope sur une table, perpendiculairement et viser le tableau blanc (distance du tableau-centre du miroir supérieur = 250 cm).
- un expérimentateur place un œil à 10 cm du miroir inférieur, et continue de viser le tableau.
- un deuxième expérimentateur se place au tableau avec un feutre effaçable et, sous les indications du premier expérimentateur, place les quatre points symbolisant les coins du champ de vision du premier expérimentateur (on peut aussi tracer les contours du champ de vision sous les indications de l'observateur).
- mesurer les distances séparant les points entre eux.

Mesures : On obtient un rectangle de longueur 43,5cm et de largeur 23cm.



Figure 9a : Photo de l'environnement pour la prise de mesure

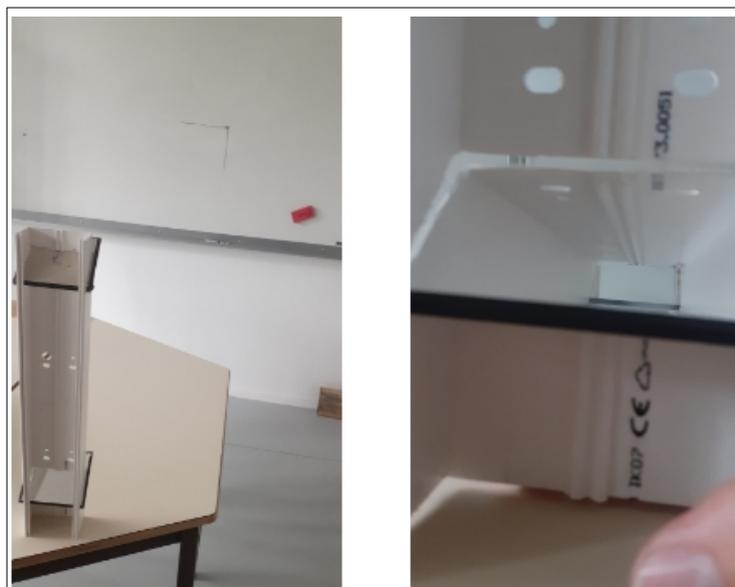


Figure 9b et 9c : Illustration du fonctionnement de la manipulation: un opérateur fait son tracé au tableau guidé par les instructions de l'opérateur observateur (on remarque sur l'image de droite les premiers contours tracés au tableau qui apparaissent dans le champ de vision du périscope.)

Comparaison théorie/pratique :

En théorie, la hauteur du champ de vision devrait être de 23,3 cm. En pratique, nous trouvons une valeur de 23 cm. Ce qui fait un écart relatif de 1,3%.

Pour la largeur du champ de vision, les mesures s'éloignent davantage du modèle attendu. Pour rappel, nous devons trouver un trapèze ayant une base de 52,2 cm et un côté supérieur mesurant 46,4 cm. Ce qui est plutôt en désaccord avec la forme rectangulaire que nous avons trouvée. Les mesures attendues sont plus importantes que celles mesurées en pratique, mais l'ordre de grandeur reste le même, et l'écart relatif est de 12% (la valeur de référence utilisée pour ce calcul étant moyenne des deux longueurs horizontales du trapèze attendu).

Mais en discutant avec M. HONORÉ, nous avons pu comprendre la raison qui nous empêchait de visualiser, la forme trapézoïdale annoncée par l'étude théorique. C'est la géométrie du périscopie qui est la source du problème : du fait de sa construction, une partie du champ de vision latéral n'est pas exploitable, et le trapèze en fait partie (figure 10). Cela explique donc aussi l'écart de mesure latéral du champ de vision entre le calcul théorique et l'observation expérimentale. Pour avoir un champ de vision optimal, il aurait fallu enlever de la matière de l'armature, car c'est cette dernière qui limite le champ vision et la visualisation du trapèze.

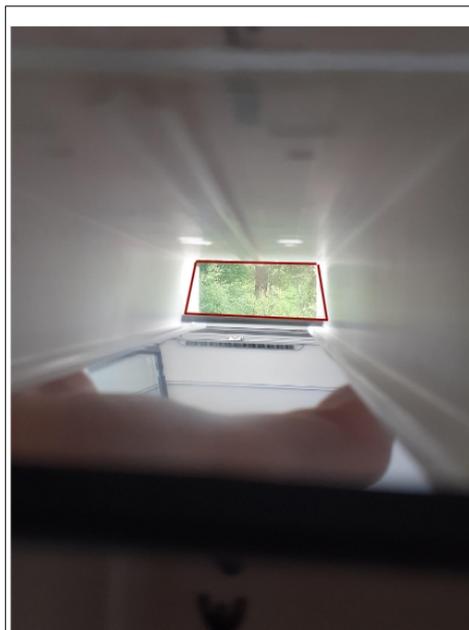


Figure 10: Visualisation d'un trapèze dans le périscopie. On perçoit bien la limitation qu'impose l'armature sur le champ de vision

Malgré ces écarts, les calculs théoriques semblent bien modéliser le fonctionnement de notre périscopie. Les autres écarts observés peuvent aussi être expliqués : cette expérience présentait de nombreuses incertitudes notamment avec le grand nombre de mesures et d'estimations que son protocole inclut : incertitudes de mesures pour l'expérience et la fabrication ; incertitudes sur les lectures de mesures, sur les tracés au tableau et leur lecture pour l'observateur. Enfin, l'incertitude sur la distance oeil-miroir est sûrement conséquente, car il est compliqué de se placer à pile 10 cm du centre du miroir comme prévu dans les

calculs. On peut estimer qu'il y a jusqu'à 2 cm d'incertitude dans cette mesure. Il est donc un peu étonnant de trouver des valeurs expérimentales si proches de la théorie. On peut donc penser que notre mesure de la hauteur du champ de vision, qui correspond quasiment parfaitement à la valeur théorique attendue, n'est peut-être que le fruit d'un heureux hasard, où nos incertitudes se compensent à un tel point que le résultat obtenu ait un écart relatif de seulement 1,3% par rapport à la valeur de référence. Mais il est aussi possible que rapportée à l'ensemble du système, l'incertitude générale soit négligeable devant les mesures obtenues, ce qui expliquerait donc la précision de nos résultats.

4.2.9. Sources

<https://fr.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9riscope>

<https://moodle.insa-rouen.fr/course/view.php?id=99>

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Au cours de ces 13 séances de projets, nous avons eu l'occasion d'explorer différents objets possédant le suffixe "scope". Nous avons d'un côté fait des recherches sur ces objets et de l'autre avons fait de petites expériences avec une partie d'entre eux. Ces expériences nous ont permis de mettre en pratique l'utilisation de ces outils et de concrétiser nos recherches. En analysant une fiche "type", nous avons pu montrer notre démarche pour chaque objet, dans la mesure où les expériences étaient réalisables.

Ce projet nous a permis d'apprendre une nouvelle fois à travailler en groupe, en s'adaptant aux demandes, aux rythmes de travail et disponibilités de chacun. Nous avons pu apprendre à être autonome dans un groupe, ce qui est primordial dans le monde professionnel. Le projet fut également l'occasion d'appliquer des principes et formules vu en cours [2], notamment pour le télescope et le périscope. Enfin, nous avons pris plaisir à fabriquer tous ces instruments d'observations.

Pour ce projet, nous pourrions envisager de faire plus d'expériences, avec un matériel plus poussé. Il aurait par exemple été possible de tester par nous même un stroboscope ou encore de fabriquer un stéréoscope ou un microscope. Cependant cela ne fut pas possible pour plusieurs raisons. Par exemple, le stéréoscope ne fut pas réalisé, les miroirs fournis étant trop gros. Nous aurions pu en commander d'autres, mais cela ne nous paraissait pas utile et nous avons préféré nous pencher sur d'autres expériences réalisables sans commande particulière. Le microscope est également un outil particulièrement difficile à réaliser par nous même. Nous avons donc choisi de nous pencher uniquement sur les expériences "faisables", dans le temps imparti.

Dans une perspective plus lointaine, comme nous l'avons vu avec le flamoscope inventé par Monsieur HONORÉ et son équipe du laboratoire CORIA, nous pourrions également être amenés un jour, à développer des solutions scopiques adaptées à nos besoins professionnels.

6. BIBLIOGRAPHIE

[1] <https://fr.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9riscope>, site web consulté le 13/02/2024

[2] <https://moodle.insa-rouen.fr/course/view.php?id=99>, cours d'optique géométrique enseigné par M. HONORE en première année de cycle préparatoire à l'INSA de ROUEN

7. ANNEXES

7.1. Tableau récapitulatif

CATEGORIES	NOM DES OUTILS "SCOPIQUES"		
	Camescope	Kaléidoscope	Electroscope
Expérience	Non	Oui	Oui
Fabriqué	Non	Oui	Oui
matériel utilisé	/	Tube en carton Perles translucides Film étirable Miroirs	feuille d'aluminium bouteille en verre fil de cuivre ballon de baudruche pistolet à colle
domaine d'utilisation	Cinéma, vie de tous les jours	Enseignement de la physique, décoratif	Enseignement de la physique
donne naissance à des appareils finissant par "mètre"	Non	Non	Oui
date d'invention	1967	1815	/
siècle d'invention	20ème siècle	19ème siècle	17ème siècle
toujours utilisé aujourd'hui	Non	Oui	Non
lien vers fiches	https://docs.google.com/document/d/1hx5TOM-HhN956De9hda8tnii19R0uy5Olzu	https://docs.google.com/document/d/1ZAoxd	https://docs.google.com/document/d/1DZVjo

Tableau 2: Première partie du tableau regroupant les outils étudiés

CATEGORIES		NOM DES OUTILS "SCOPIQUES"			
	Endoscope	Magnétoscope	Microscope	Mirascope	
Expérience	Non	Non	Non	Non	
Fabriqué	Non	Non	Non	Non	
matériel utilisé	/	/	/	/	
domaine d'utilisation	médicale maintenance réparation	Cinéma	la médecine les sciences naturelles	Enseignement de la physique, décoratif, expositions artistiques et scientifiques	
donne naissance à des appareils finissant par "mètre"	Non	Non	Non	Non	
date d'invention	1806	1951	/	1960	
siècle d'invention	19ème siècle	20ème siècle	16ème siècle	20ème siècle	
toujours utilisé aujourd'hui	Oui	Non	Oui	Oui	
lien vers fiches	https://docs.google.com/document/d/1iiXi	https://docs.google.com/document/d/1TJDzjs-	https://docs.google.com/document/d/1TJDzjs-	https://docs.google.com/document/d/1TJDzjs-	

Tableau 3: Deuxième partie du tableau regroupant les outils étudiés

CATEGORIES		NOM DES OUTILS "SCOPIQUES"				
	Oscilloscope	Periscope	Radioscope	Spectroscope	Stéréoscope	
Expérience	Non	Oui	Non	Oui	Non	
Fabriqué	Non	Oui	Non	Oui	Non	
matériel utilisé	/	2 miroirs plans une armature scie égoïne meuleuse lime	/	Patron du spectroscope CD Cutter Ciseaux Colle / Scotch	/	
domaine d'utilisation	Electricité	Militaire	Médicale	Gemmologie minéralogie	Géographie	
donne naissance à des appareils finissant par "mètre"	Non	Non	Non	Non	Non	
date d'invention	1893	/	1950	1815	1838	
siècle d'invention	19ème siècle	15ème siècle	19ème siècle	19ème siècle	19ème siècle	
toujours utilisé aujourd'hui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	
lien vers fiches	https://docs.google.com/document/d/1KIH3W8V5AaFrC	https://docs.google.com/document/d/1V0ySt	https://docs.google.com/document/d/1V0ySt	https://docs.google.com/document/d/1V0ySt	https://docs.google.com/document/d/1V0ySt	

Tableau 4: Troisième partie du tableau regroupant les outils étudiés

CATEGORIES	NOM DES OUTILS "SCO"			
	Stéthoscope	Stroboscope	Télescope	Thermoscope
Expérience	Oui	Non	Oui	Oui
Fabriqué	Oui	Non	Oui	Oui
matériel utilisé	tuyau plastique souple type aquarium ou respiration assistée un entonnoir et deux supports d'ampoule en forme conique un "connecteur" entre les différentes parties* un ballon de baudruche	/	lentilles rail	pot en verre avec couvercle tube plastique transparent flexible pistolet à colle petite masse (type balance roberval) bol, source d'eau (avec froid et chaud)
domaine d'utilisation	Médicale Déménagement Serrurerie	Effets stroboscopiques recherchés boîte de nuit, crash tests, essais réalisés dans l'aéronotique	Astronomie	Médecine ancestrale
donne naissance à des appareils finissant par "mètre"	Non	Non	Non	Oui
date d'invention	1816	1917	1608/1668	/
siècle d'invention	19ème siècle	20ème siècle	17ème siècle	3ème siècle
toujours utilisé aujourd'hui	Oui	Oui	Oui	Non
lien vers fiches	https://docs.google.com/document/d/1zS0AgfJ97TPw-	https://docs.google.com/document/d/14QUkywGzQ	https://docs.google.com/document/d/1ZxoB0p5FQ-	

Tableau 5: Quatrième partie du tableau regroupant les outils étudiés

7.2. Listings des fiches réalisés

7.2.1 Fiche Caméscope

Histoire :

- 1967 premier caméscope amateur, caméra et magnétoscope
- 1985 caméscope qui peut à la fois lire et enregistrer une cassette
- 1996 caméscopes numériques
- Années 2000 nouveaux formats d'enregistrement sur DVD , disques durs

Principe :

- Un caméscope est un appareil électronique portable permettant d'enregistrer son et vidéo à la différence d'une caméra qui ne peut enregistrer que de la vidéo.
- combine les fonctions d'une caméra et d'un magnétoscope,
- 2 types : analogiques (magnétoscopes) et numérique. A voir pour le fonctionnement numérique.

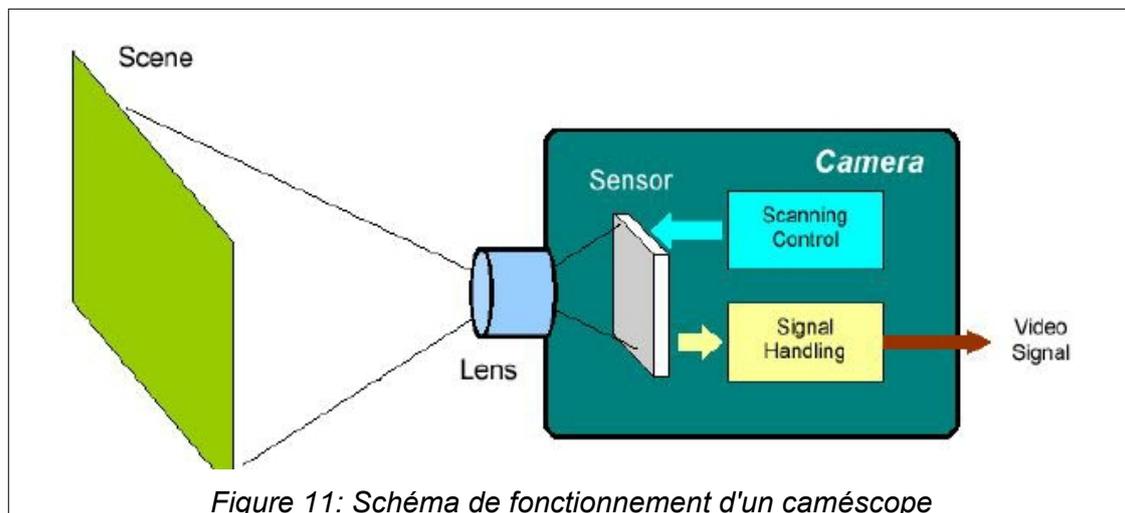


Figure 11: Schéma de fonctionnement d'un caméscope

Utilisation :

- Permet à n'importe quel utilisateur de pouvoir filmer et enregistrer en même temps sa vidéo pour pouvoir la revoir ultérieurement

Étymologie :

- formé du réductif du mot caméra et du mot scope. Caméra issue du latin « camera obscura » qui signifie chambre noire, partie présente dans les appareils de prise de vue optique.

Sources :

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cam%C3%A9scope>
- https://www.researchgate.net/figure/Principe-de-fonctionnement-du-camera_fig10_242749171

7.2.2 *Fiche électroscope*

L'électroscope est un appareil permettant la mise en évidence d'électricité statique. Ainsi, il indique de manière qualitative la présence d'une plus ou moins grande quantité d'électricité.

Histoire :

- L'électroscope est le premier appareil permettant l'observation d'un phénomène électrique. En 1600, un médecin anglais met au point un instrument formé d'une aiguille pivotante appelée versorium qui est attirée par les objets chargés à proximité. Au cours des années 1700 deux autres types l'électroscope sont mis au point : l'électroscope à boule de moelle et l'électroscope à feuille d'or.
- L'électroscope à boule est inventé en 1754 par John Canton. Un objet électriquement chargé est placé à côté d'une sphère de matière non conductible accrochée par un crochet ; nous observons alors le déplacement de la sphère vers l'objet.
- L'électroscope à feuilles d'or est développé en 1787 et est plus sensible que l'électroscope à boule. Une tige métallique en laiton est insérée dans un bocal en verre à l'extrémité de laquelle pendent deux bandes parallèles en feuilles d'or. Un disque métallique est fixé au sommet de la tige, là où l'objet chargé à tester est posé.

Principe :

- Le fonctionnement de l'électroscope repose sur le principe de l'induction électrostatique. Un objet chargé positivement ou bien négativement est posé sur le disque métallique, la charge circule dans le disque puis jusqu'aux feuilles d'or à travers la tige métallique. La charge induite dans les feuilles d'or provoque leur écartement puisque celles-ci seront chargées de même signe, or tout corps chargé de même signe ont tendance à se repousser.

Utilisation :

- L'électromètre développé par la suite, mesure quantitativement la charge électrique présente. (un type d'électroscope est également utilisé dans le dosimètre de rayonnement à fibre de quartz . Les électroscopes ont été utilisés par le scientifique autrichien Victor Hess lors de la découverte des rayons cosmiques) . Pour cette raison, il est utilisé actuellement dans l'enseignement de la physique pour démontrer les principes de l'électrostatique. Les électromètres sont utilisés en physique nucléaire, car ils sont capables d'amplifier les faibles courants photovoltaïques, créés par les radiations mais de sont de plus en plus remplacés par des voltmètres.

Étymologie :

- Le mot électroscope est composé du préfixe « électro » et du suffixe « scope ».Électro est un préfixe issu du latin electrum, qui est une transcription du grec êlektron. Il provient d'électrum qui signifie un rapport à l'électricité.

Objectifs :

- Fabriquer un spectroscope
- Visualiser les effets de l'électricité statique

Matériel :

- feuille d'aluminium
- bouteille en verre
- fil de cuivre
- ballon de baudruche
- pistolet à colle

Protocole:

- Percer le bouchon d'un bocal en verre et y introduire un fil de cuivre.
 - A l'une des extrémités, enrouler le sur lui-même formant ainsi un disque, une plateforme sur laquelle poser les objets chargés.
 - A l'autre extrémité, de fines lattes de papier d'aluminium percées sont insérées sur la tige de cuivre.
- Nous avons frotté un ballon de baudruche sur un pull en laine afin de lui arracher des électrons. Le ballon est alors chargé négativement.
Ce ballon s'est approché du fil de cuivre sur sa partie supérieure.

Résultats :

Lien vidéo de l'expérience :

<https://youtube.com/shorts/DUs0-eURNss?feature=share>

Observations : Lorsque le ballon est approché du serpentín en cuivre, nous l'écartement des lames de papier d'aluminium est observé.

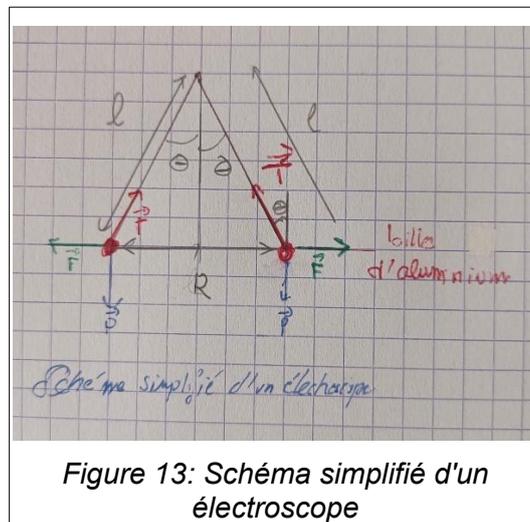


*Figure 12:
Écartement des
lames de papier
d'aluminium*

Améliorations possibles : Lors de notre manipulation, nous pouvons voir que le déplacement des lamelles d'aluminium est très faible. De plus, nous avons dû ajuster à plusieurs reprises la forme du fil de cuivre. Ces faibles observations peuvent s'expliquer par le fait que la forme du cuivre n'épousait pas parfaitement les contours du ballon de baudruche ne permettant pas un passage optimal pour les électrons. Enfin le bocal n'étant pas très hermétique, des électrons ont pu être dirigés ailleurs que dans les feuilles d'aluminium.

Calculs possibles: Deux cents ans après la découverte de l'électroscope en 1600, celui-ci devient un instrument de mesure d'intensité de l'électricité statique par le calcul de l'angle d'écartement, il change alors de nom; l'électromètre.

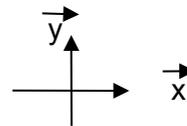
Nous allons voir comment déterminer par le calcul, la charge présente à chacune des extrémités des feuilles d'aluminium. Cela n'a pas pu être réalisé de manière expérimentale puisque nous ne disposons pas de billes d'aluminium et d'angle d'écartement assez élevé pour pouvoir le mesurer avec précision.



Liste des forces s'appliquant sur les billes d'aluminium de même masse:

- P : le poids $P = mg$
- F : la force de répulsion électrique entre les billes
- T : la tension du fil

Appliquons le PFD sur la bille de gauche



$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{T} + \vec{P}$$

Projection sur l'axe x :

$$0 = -F + T \times \sin(\theta) + 0 \quad \text{donc} \quad F = T \times \sin(\theta) \quad (1)$$

Projection sur l'axe y :

$$0 = 0 + T \times \cos(\theta) - P \quad \text{donc} \quad P = T \times \cos(\theta) \quad \text{soit} \quad mg = T \times \cos(\theta) \quad (2)$$

En divisant $\frac{(1)}{(2)}$, on obtient : $\frac{F}{mg} = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta$

Ainsi $F = mg \times \tan\theta$

D'après la loi de Coulomb, la force de répulsion électrique F exercée par une charge électrique q1 sur une charge q2 distante de r s'exprime :

$$F = \frac{q_1 q_2}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$$

Dans notre exemple, sur le schéma ci-dessus, nous avons $r = 2 \times l \times \sin(\theta)$

Nous remplaçons F et r dans l'équation :

$$mg \times \tan\theta = \frac{q_1 q_2}{4 \pi \epsilon_0 (2 \times l \times \sin(\theta))^2}$$

Or $q_1 = q_2$, nous trouvons la charge q de chaque bille :

$$q^2 = mg \times \tan\theta \times 4 \pi \epsilon_0 (2 \times l \times \sin(\theta))^2$$

$$q = l * 4 * \sin(\theta) \sqrt{mg \times \tan(\theta) \times \pi \times \epsilon_0}$$

Conclusion, la seule mesure de l'angle nous permet de déterminer la charge q.

Sources:

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectrom%C3%A8tre>
- https://uel.unisciel.fr/physique/elecstat/elecstat_ch02/co/apprendre_ch02_01.html
- <https://www.maxicours.com/se/cours/experiences-simples-d-electrisation/>

7.2.3. Fiche Endoscope/Fibroscope

L'endoscope est un appareil destiné à observer des objets se trouvant à l'intérieur d'un objet hermétique.

Histoire :

- Il fut inventé par Philipp Bozzini en 1806.

Principe :

- Le fibroscope (endoscope flexible) est un appareil permettant aussi de transmettre des images à l'intérieur d'un objet hermétique mais il utilise des fibres optiques. La fibre optique a la propriété de transmettre la lumière et ainsi de transmettre l'image de l'objet à observer.
- L'endoscope rigide est quand à lui composée de lentille qui transmette l'image de l'objectif jusqu'à l'oeil ou une caméra

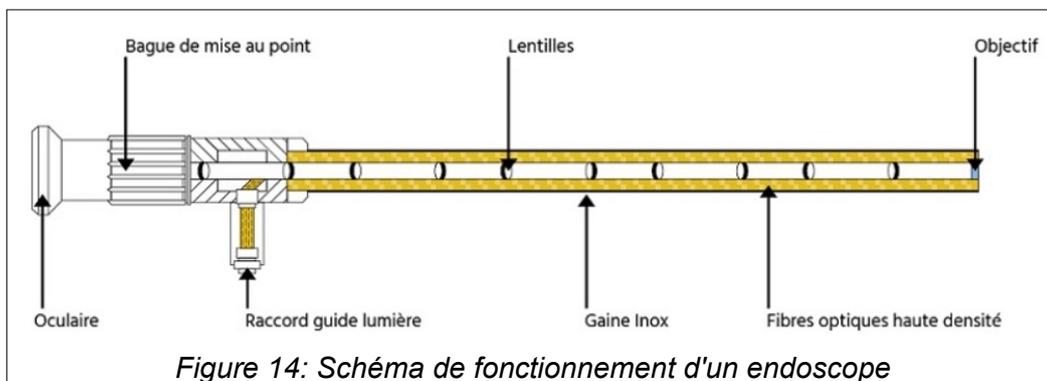


Figure 14: Schéma de fonctionnement d'un endoscope

Utilisation :

- L'utilisation de l'endoscope peut être appliquée à la médecine ou d'autres domaines comme la maintenance, réparation... En effet, l'endoscope permet de voir et de comprendre le fonctionnement du corps humain dans des zones accessibles par des conduits reliés à l'extérieur (bronches, estomac, colon...).

Étymologie :

- Nom formé à partir de deux mots grecs : "endo " qui signifie " à l'intérieur " et " Skopein " c'est un verbe grec, qui signifie " examiner ". D'après son étymologie, ce mot désigne donc un objet qui permet d'examiner l'intérieur.

Sources:

- <https://smed-maroc.org/wp-content/uploads/2018/07/Pr-LAMSIH-Taoufik.pdf>
<https://www.camera-inspection.com/blog/cameras-endoscopiques-endoscope-industriel#:~:text=Principe%20de%20l'endoscope%20rigide,taille%20de%20l'endoscope%20industriel.&text=Les%20lentilles%20pour%20les%20endoscopes%20inf%C3%A9rieurs%20%C3%A0%20%C3%98%203%20mm>

7.2.4 Fiche Kaléidoscope

Histoire :

- En 1815, le kaléidoscope est découvert par l'anglais David Brewster alors qu'il menait des expériences sur les réflexions successives de la lumière par des plaques de verre. Le premier modèle consistait en des morceaux de verre colorés et d'autres objets fixés à l'intérieur d'un tube de verre triangulaire. Par la suite, un mécanisme rotatif est ajouté permettant aux objets de bouger et d'observer des motifs dynamiques
- En 1817, le kaléidoscope est breveté et est composé d'un tube réfléchissant avec une lentille concave à une extrémité, permettant de voir précisément les objets réfléchis. Beaucoup utilisé ensuite dans les arts ornementaux, le kaléidoscope offre d'après Brewster « une infinité de motifs symétriques et esthétiques ».

Principe :

- Le kaléidoscope est un dispositif optique permettant l'observation de motifs répétés et symétriques. Celui-ci est composé d'un tube, dans lequel s'y trouve deux à quatre surfaces réfléchissantes inclinées les unes par rapport aux autres avec un angle variant de 20 à 45°. Des morceaux de verre colorés ou d'autres matériaux transparents se trouvent dans une boîte fine, plate et transparente à une extrémité. A l'autre extrémité du tube un œillet de visualisation est présent pour permettre à l'utilisateur d'admirer l'intérieur. La rotation du tube provoque le mouvement des matériaux, donnant l'illusion d'une évolution des motifs.



Figure 15: Motifs observables à travers un kaléidoscope



Figure 16: Kaléidoscope

Utilisation :

Le kaléidoscope est utilisé :

- pour décrire le phénomène physique de la diffraction,
- comme jouets pour les enfants,
- comme objet d'art,
- dans l'architecture de certains bâtiments pour les grands modèles

Étymologie :

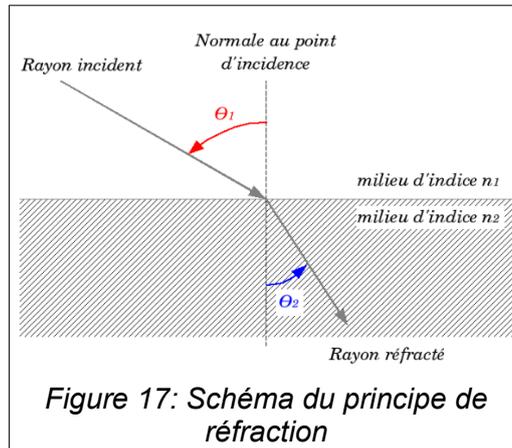
- Il provient du mot grec ancien kalos signifiant, « beau, beauté », du mot eidos signifiant « forme qui est vue » ainsi que de « scope » pour « regarder, examiner ». Le terme kaléidoscope désigne donc l'observation des belles formes

Explication des principes physiques

1. La réfraction :

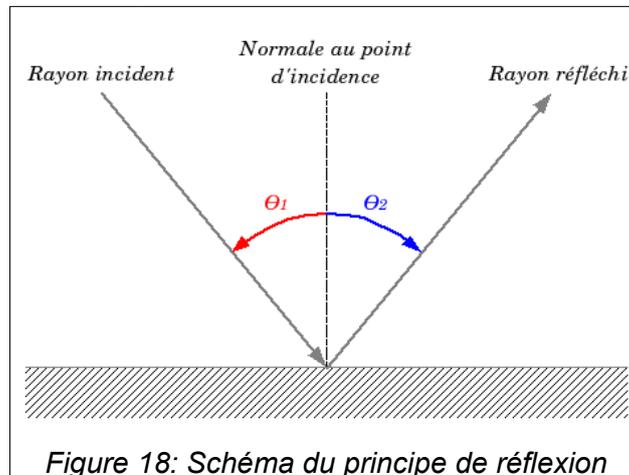
Lorsque les rayons lumineux arrivent sur l'objet opaque par exemple une perle transparente, ceux-ci changent de direction puisqu'ils rencontrent un milieu possédant un indice de réfraction différent de l'air.

D'après la loi de Snell-Descartes, nous avons : $n_1 \times \sin(\theta_1) = n_2 \times \sin(\theta_2)$ avec n_1 , l'indice de réfraction du milieu traversé par le rayon incident, θ_1 , l'angle d'incidence, n_2 , l'indice de réfraction du milieu traversé par le rayon réfracté, θ_2 , l'angle de réfraction



2. La réflexion:

Les rayons issus de la réfraction par les perles sont ensuite réfléchis par les miroirs. D'après Snell-Descartes, les angles d'incidences θ_1 et de réflexion θ_2 sont égaux $\theta_1 = \theta_2$.



3. Analyse des motifs obtenus en fonction de l'angle des miroirs:

Prenons tout d'abord l'exemple d'un kaléidoscope à deux miroirs orientés à 90° avec un

objet (rayons issus de la réfraction) positionné entre les deux. Chaque miroir reflète l'image de l'autre, ainsi que celle de l'objet situé entre eux. Il y a donc au total quatre vues de l'objet. De plus si les deux miroirs forment un angle de 60° nous obtenons six copies. Si les miroirs sont positionnés l'un à côté de l'autre, ces réflexions se répètent indéfiniment, les images créées se réduisent peu à peu, car la distance de l'objet pour chaque miroir double à chaque rebondissement.

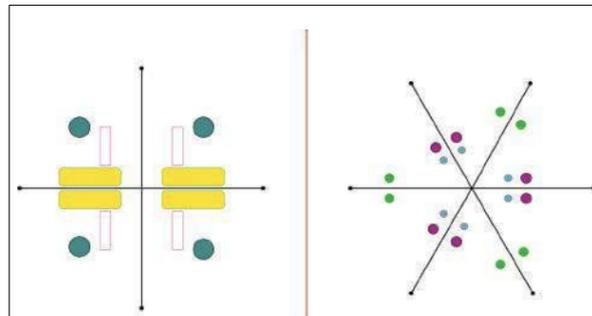


Figure 19: A gauche deux miroirs à angle droit; à droite deux miroirs à 60°

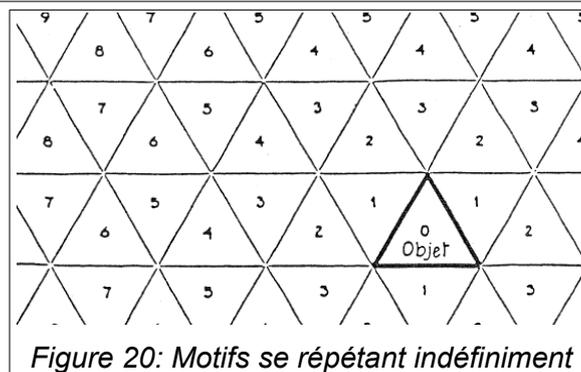


Figure 20: Motifs se répétant indéfiniment

Ainsi nous remarquons que n'importe quel angle peut être utilisé pour faire un kaléidoscope tel que $360^\circ/n =$ l'angle des miroirs, avec n le nombre d'images.

Si nous souhaitons obtenir des motifs symétriques, il faudra utiliser des diviseurs pairs de 360. $360^\circ/2n =$ l'angle des miroirs. C'est pour cette raison que la plupart des kaléidoscopes ont un angle de 60° ou de 45° ($360/2 \cdot 3$, $360/2 \cdot 4$).

D'autres motifs tels que des carrés, des pentagones, des hexagones... peuvent être obtenus en ajoutant des miroirs et en modifiant les angles.

Expérience

Matériel:

- Tube en carton
- Perles translucides
- Film étirable
- Miroirs

Protocole:

- Percer un trou de 1 centimètre dans un disque en carton et le coller à une extrémité.
- Disposer des perles, à l'autre extrémité sur le film étirable.
- Placer 3 miroirs à l'intérieur du tube avec des angles de 60° les uns par rapport aux autres.

Résultats :



Figure 21: Kaléidoscope fabriqué

Observations :

Nous avons en premier lieu réalisé un montage avec trois miroirs avec des angles de 60°. Nous observons bien des motifs triangulaires qui deviennent de moins en moins nets. L'image au centre est bien composée de 6 motifs qui sont ici des triangles, comme nous l'avons déterminé lors de la théorie. $360^\circ/60^\circ = 6$ (1)

Cette image centrale est elle-même réfléchi sur les trois miroirs créant ainsi 6 motifs composés de 6 triangles (2)

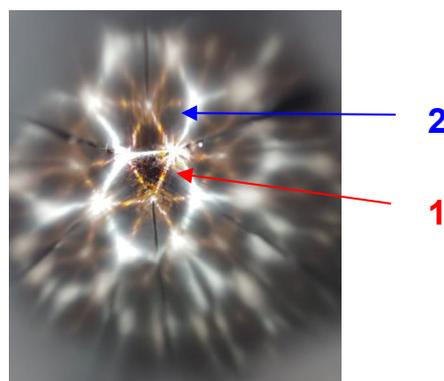


Figure 22: Rendu de l'observation miroirs à 60°

Dans un deuxième temps, nous avons placé deux miroirs à 45° pour observer les motifs obtenus.

Nous remarquons que le nombre de motifs final est inférieur au montage précédent, le

triangle de perle (l'objet) est réfléchi une seule fois.

Nous obtenons comme prévu une image centrale composée de 8 motifs triangulaires.
 $360^\circ/45^\circ = 8$

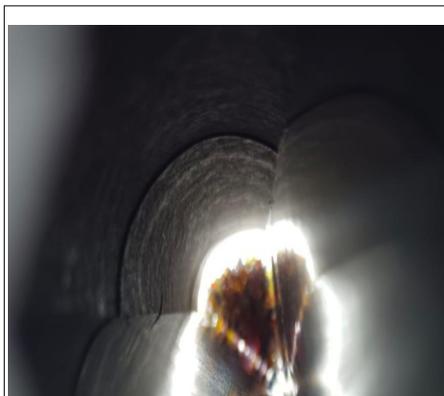


Figure 23: Rendu de l'observation miroirs à 45°

Critique de l'expérience :

Nous pouvons constater que les motifs obtenus peuvent être comptés, cependant nous avons parfois eu des difficultés à les distinguer parfaitement. Cela peut s'expliquer par le fait que les miroirs utilisés n'étaient pas parfaitement réfléchissants. En effet, pour plus de facilité dans les découpages, du carton miroir a été utilisé.

De plus, nous pouvons observer sur les photos que les angles entre les différents miroirs n'est pas très précis. Pour améliorer cet angle, nous avons essayé de fixer les miroirs dans le tube.

Enfin, les perles translucides auraient pu être collées dans une boîte en plastique et non posées de manière aléatoire sur du papier transparent. Cette disposition aurait permis un meilleur passage de la lumière ainsi que moins de zones dépourvues de perles.

Sources

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Kaleidoscope>
- <https://www.britannica.com/technology/toy>
- https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Phys_p095/physics/kaleidoscope-science?utm_source=tech.mazavr.tk&utm_medium=link&utm_campaign=article
- <https://www.apmep.fr/IMG/pdf/AAA16066.pdf>
- <https://www.amq.math.ca/ancien/archives/1987/2/1987-2-part6.pdf>

7.2.5. **Fiche Magnétoscope**

Histoire :

- premier magnétoscope le 25 octobre 1951 à Los Angeles, 16 min d'audio
- Années 55 début de commercialisation
- Le 1^{er} octobre 1957, le premier enregistreur lecteur d'émissions de télévision en couleurs est lancé
- mars 1972 : Philips commercialise le premier magnétoscope à cassette
- ensuite plus de capacité et plus de qualité et dans les années 2000 il est remplacé par les DVD et cartes mémoires

Étymologie :

- Composé de *magnéto* et de *scope*, tiré du grec *skopeîn*, = observer, grec *magnês*, -*êtos* = aimant

Application/domaine d'application :

- Appareil qui permet d'enregistrer et de visionner/relire un signal vidéo et audio. Ex cinéma, radio

Fonctionnement :

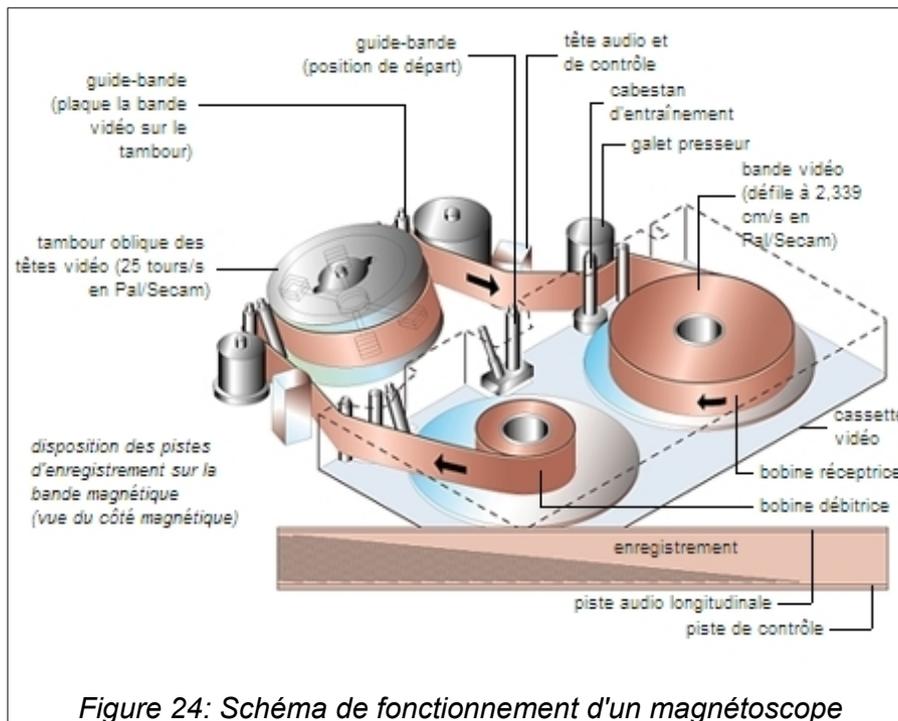


Figure 24: Schéma de fonctionnement d'un magnétoscope

- Le signal sonore/audio est converti en signal électrique. Une bande magnétique composée principalement de polyester est recouverte de particules d'oxyde magnétique (oxyde de fer ou dioxyde de chrome 0,2 0,3 micromètres). Pour enregistrer et lire, des têtes audio et des têtes vidéos sont utilisées. Ces têtes

sont constituées d'un noyau magnétique entouré d'un bobinage alimenté par un courant de fréquence/V/puissance proportionnel au signal à enregistrer. Ce courant, au travers du bobinage, génère un champ magnétique proportionnel à la P du courant.

- Les particules présentes sur la bande magnétique soumises à ce champ s'aimantent.
- Pour lire même procédé mais inversé, le champ magnétique généré par les particules, modifie le champ magnétique des têtes de lecture, donc le signal électrique, permet de lire informations.
- Son = bord supérieur, vidéo=milieu , dernière piste pour le calage de la vidéo et du son
- Les têtes sont fixées sur un tambour rotatif incliné pour pouvoir enregistrer des informations inclinées, prend moins de place.

Sources :

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Magn%C3%A9toscope#:~:text=Le%201er%20juin%201909,aucun%20prototype%20n'est%20construit>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Bande_magn%C3%A9tique
- https://www.super8france.com/contents/fr/d10547_la-technique-du-magnetoscope.html
- <https://www.youtube.com/watch?v=Gv8xhldYIIA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=glgx1S2f5yE>

7.2.6. Fiche Microscope

Le microscope est un appareil destiné à observer des objets plus ou moins petits invisibles à l'œil nu.

Histoire :

- Il fut inventé au 16ème siècle mais l'inventeur est inconnu (Galilée est parfois cité)

Principe :

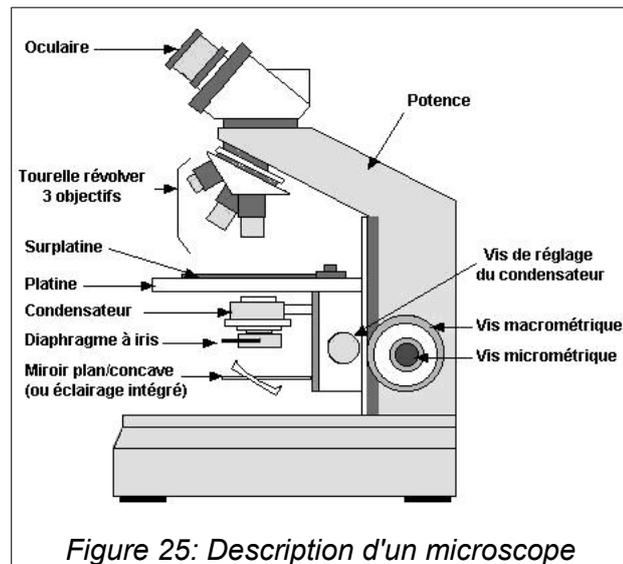


Figure 25: Description d'un microscope

- Un microscope basique comme nous pouvons le retrouver dans les cours de Science de la vie et de la terre est composé de oculaire et de quelques objectifs différents. Ce sont des lentilles plus ou moins convergentes permettant de grossir l'image placée sur la platine. De plus, le microscope est constitué d'un diaphragme à iris permettant de faire entrer plus ou moins de lumière.

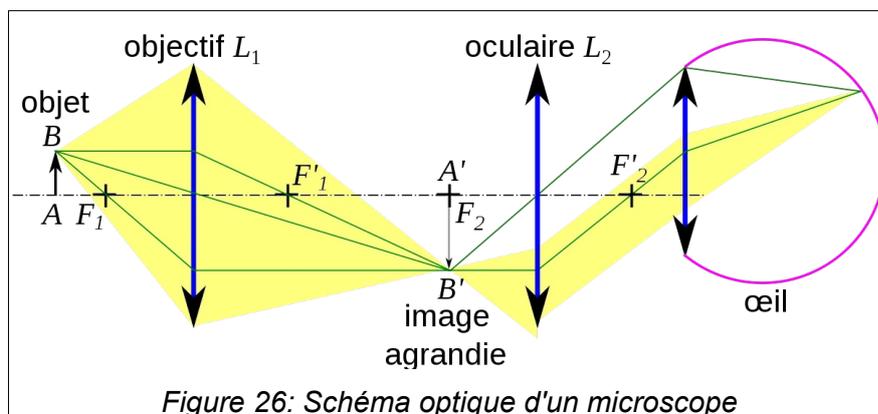


Figure 26: Schéma optique d'un microscope

- Le microscope repose sur un principe simple de l'optique. Deux lentilles convergentes sont placées de manière fixe à une distance qui doit être supérieure à la somme de leur distance focale. Ainsi, pour que l'objet soit vu par l'œil (image net) il

faut que les rayons en sortie de l'oculaire soient parallèles (les rayons vont à l'infini). Pour cela image intermédiaire A1A2 créée par l'objectif doit se former sur le foyer objet F2 de l'oculaire. F1 et F2 n'étant pas confondu et la distance entre les deux lentilles fixes, il faut bouger l'objet à observer grâce à différentes des pour finalement trouver une image agrandie et nette de notre objet.

- Le grossissement commercial G_m du microscope est défini par la formule $G_m = \text{grossissement (objectif)} \times \text{grandissement (oculaire)}$
- En plus de son fonctionnement simple, il existe diverses modifications pouvant être apportées au microscope. En effet, celui-ci peut être électronique, rendant une image sur un écran ou utiliser des méthodes d'illumination ou de contraste différentes. De plus, certains microscopes sont polarisants grâce à deux filtres polarisants appelés analyseur et polariseur. Ils sont souvent utilisés dans l'étude des roches comme montré sur la photo.

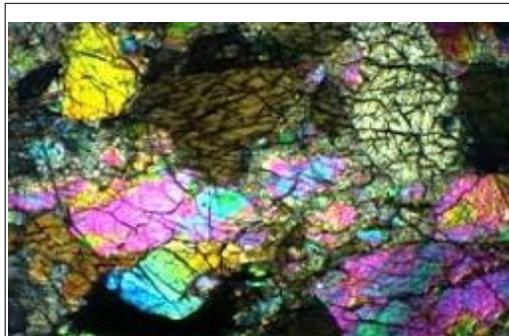


Figure 27: Roche pouvant être étudiée par un microscope

Utilisation :

- L'utilisation du microscope peut être appliquée à la médecine ou les sciences naturelles en général . En effet, le microscope permet de voir et de comprendre le fonctionnement d'objets infinitésimaux tels que les virus, les bactéries ou encore les différentes couches qui composent certaines roches.

Étymologie :

- Nom formé à partir de deux mots grecs : "micro " qui signifie " petit " et " Skopein " c'est un verbe grec,qui signifie " examiner ". D'après son étymologie, ce mot désigne donc un objet qui permet d'examiner le petit.

Sources:

- <https://www.maxicours.com/se/cours/images-formees-par-un-microscope/>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Microscope>

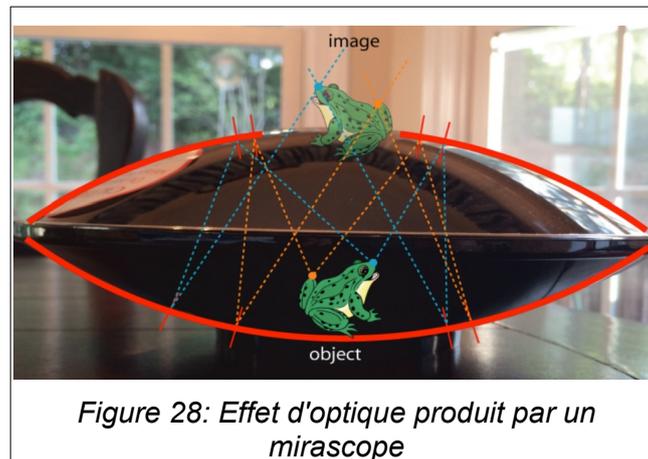
7.2.7. *Fiche Mirascope*

Histoire :

- En 1960, un employé de l'université de Californie ne parvenait pas à nettoyer une poussière qui se tenait sur un des grands miroirs dont il avait la charge. Ce dernier rapporta sa difficulté à Virgil Elings, physicien qui a ensuite compris qu'il s'agissait d'une illusion d'optique. Tous deux travaillent ensemble et réussissent quelques années plus tard à reproduire l'illusion ; le dispositif est breveté et se nomme le mirascope.

Principe :

- Le mirascope est un système d'illusions optiques constitué de deux miroirs concaves placés l'un sur l'autre. Le miroir du dessus possède un trou en son centre pour laisser entrer et sortir les rayons lumineux, un objet est placé au centre du miroir du dessus. Une image virtuelle est créée au niveau de l'ouverture centrale, donnant l'illusion que l'objet flotte au-dessus du mirascope.



Utilisation :

- Le mirascope est utilisé : pour expliquer les principes de l'optique
- Dans le design et la décoration
- Dans de nombreuses expositions scientifiques et artistiques.

Étymologie :

- Le mot mirascope est composé du préfixe «mira » et du suffixe « scope ». Mira est un adjectif féminin latin signifiant étonnant, faisant également allusion au mot mirage en français. Ainsi le mirascope est un objet permettant l'observation d'un phénomène optique étonnant.

Calculs possibles :

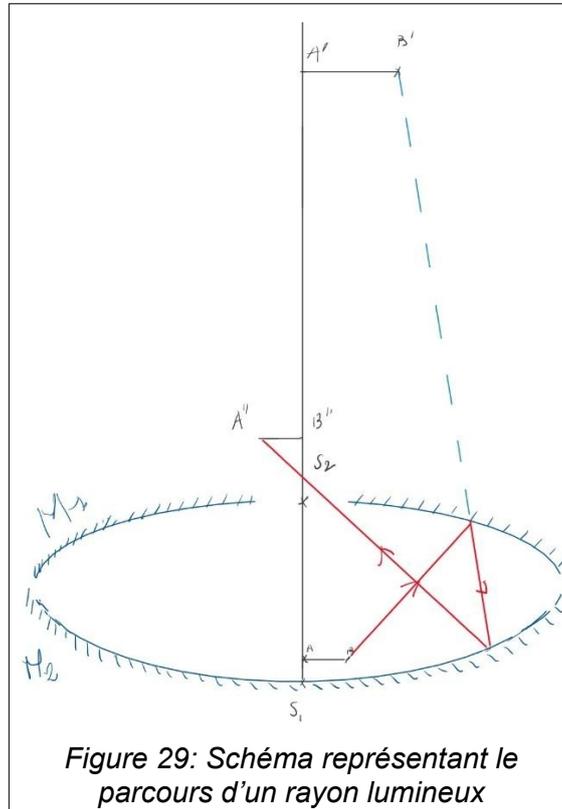


Figure 29: Schéma représentant le parcours d'un rayon lumineux

En plaçant un objet sur le miroir M2, il est possible de définir, la position, la taille et l'orientation de l'image finale (A''B''), image de (AB) par le miroir M1.

- Soit 2 miroirs concaves M1 et M2 placés l'un au-dessus de l'autre, possédant un rayon $|R_1|=110\text{ mm}$ et $|R_2|=95\text{ mm}$
- Un objet $\underline{AB}=5\text{ mm}$, tel qu'une distance $\underline{S_2A}=10\text{ mm}$ est définie.

Grâce au schéma, nous pouvons écrire : $A \rightarrow A' \rightarrow A''$
M1 M2

Cherchons tout d'abord la position de l'image intermédiaire A'B'

Nous pouvons utiliser la relation de conjugaison des miroirs sphériques pour M1 :

$$\frac{1}{\overline{S_1A'}} + \frac{1}{\overline{S_1A}} = \frac{2}{\overline{S_1C_1}} = \frac{2}{R_1}$$

Avec

$$R_1 = \overline{S_1C_1} \text{ et } \overline{S_1A} = \overline{S_1S_2} + \overline{S_2A} = -50 + 10 = -40\text{ mm}$$

$$\text{Ainsi } \overline{S_1A'} = \frac{1}{\frac{2}{R_1} - \frac{1}{\overline{S_1A}}} = \frac{1}{\frac{2}{110} - \frac{1}{-40}} = \frac{1}{-\frac{2}{110} + \frac{1}{40}} = 146,67\text{ mm}$$

Nous pouvons déterminer la taille et l'orientation de (A'B') avec la formule du grandissement :

$$\gamma_1 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{S_1A'}}{\overline{S_1A}} = \frac{-146,67}{-40} = +3,667$$

Donc

$$\overline{A'B'} = \gamma_1 \cdot \overline{AB} = +3,667 \times 5 = +18,33 \text{ mm}$$

Ainsi nous remarquons que L'image (A'B') de (AB) par le miroir M1 est : virtuelle, agrandie et droite.

Cherchons maintenant la position, la taille et l'orientation de (A''B''), image finale de (AB).

Nous pouvons utiliser la relation de conjugaison des miroirs sphériques pour M2 avec l'image intermédiaire A'B'.

$$\frac{1}{S_2 A''} + \frac{1}{S_2 A'} = \frac{2}{S_2 C_2} = \frac{2}{R_2}$$

Or nous avons :

$$R_2 = \overline{S_2 C_2} = +95 \text{ mm}$$

$$\overline{S_2 A'} = \overline{S_2 S_1} + \overline{S_1 A'} = +50 + 146,67 = +196,67 \text{ mm}$$

$$\text{Ainsi : } \frac{1}{S_2 A''} = \frac{2}{R_2} - \frac{1}{S_2 A'} = \frac{2}{95} - \frac{1}{196,67} = \frac{2}{95} - \frac{1}{196,67} = 62,63 \text{ mm}$$

Nous pouvons déterminer la taille et l'orientation de (A''B'') avec la formule du grandissement :

$$\gamma_2 = \frac{\overline{A''B''}}{\overline{A'B'}} = -\frac{\overline{S_2 A''}}{\overline{S_2 A'}} = \frac{-62,63}{196,67} = -0,318$$

Donc

$$\overline{A''B''} = \gamma_2 \cdot \overline{A'B'} = -0,318 \times 18,33 = -5,84 \text{ mm}$$

L'image (A''B'') de (A'B') par le miroir M2 est réelle, inversée et réduite par rapport à (A'B').

Calculons le grandissement total :

$$\gamma_{\text{total}} = \frac{\overline{A''B''}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A''B''}}{\overline{A'B'}} \cdot \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \gamma_2 \cdot \gamma_1 = -0,318 \times 3,667 = -1,167$$

Finalement, l'image finale (A''B'') est réelle, inversée et agrandie, par rapport à (AB).

Sources:

- <https://skullsinthestars.com/2016/05/02/physics-demonstrations-the-mirascope/>
- <https://objetsscientifiques.com/mirascope>

7.2.8. *Fiche Oscilloscope*

Histoire :

- L'invention du premier oscilloscope électromécanique date de 1893 et c'est l'ingénieur français André Blondel qui en est à l'origine.

Principe :

L'oscilloscope fonctionne grâce à plusieurs composants internes clés qui lui permettent de visualiser les signaux électriques. Voici un aperçu de son fonctionnement interne :

Entrée et Atténuation : Le signal électrique à mesurer entre dans l'oscilloscope via une sonde et passe par un atténuateur, qui ajuste l'amplitude du signal à une gamme appropriée pour le traitement interne.

Amplification verticale : Après atténuation, le signal est amplifié par l'amplificateur vertical pour s'assurer qu'il est assez fort pour être analysé et affiché. Le gain de cet amplificateur peut être ajusté pour correspondre à la sensibilité verticale souhaitée.

Circuit de balayage horizontal : Un générateur de balayage horizontal crée un signal en dent de scie qui contrôle le déplacement du faisceau d'électrons sur l'axe horizontal. Ce balayage est synchronisé avec le signal d'entrée pour que la forme d'onde puisse être visualisée correctement.

Amplification horizontale : Le signal de balayage horizontal est amplifié avant d'être appliqué aux plaques de déflexion horizontales dans le tube cathodique.

Déflexion verticale et horizontale : Les signaux amplifiés sont envoyés aux plaques de déflexion verticale et horizontale du tube cathodique. Les plaques de déflexion verticale déplacent le faisceau d'électrons verticalement selon l'amplitude du signal d'entrée, tandis que les plaques de déflexion horizontale déplacent le faisceau horizontalement en fonction du balayage.

Tube cathodique (CRT) : Le tube cathodique est l'élément d'affichage principal. Un faisceau d'électrons est émis par un canon à électrons et dirigé vers un écran fluorescent. Les déflexions verticales et horizontales déterminent où le faisceau frappe l'écran, créant ainsi une trace lumineuse qui représente le signal d'entrée.

Synchronisation (Trigger) : Pour stabiliser l'affichage de la forme d'onde, le circuit de synchronisation (trigger) s'assure que le balayage horizontal commence à la même phase du signal d'entrée. Cela permet d'obtenir une image stable et cohérente de la forme d'onde.

Affichage et contrôles : L'écran affiche la forme d'onde du signal d'entrée. L'utilisateur peut ajuster divers contrôles, tels que la sensibilité verticale (volts par division), la vitesse de balayage horizontal (temps par division), et le niveau de déclenchement, pour une analyse précise.

En résumé, l'oscilloscope utilise des amplificateurs, des circuits de balayage et un tube cathodique pour transformer un signal électrique en une représentation visuelle sur un écran, permettant ainsi de voir comment le signal varie dans le temps.

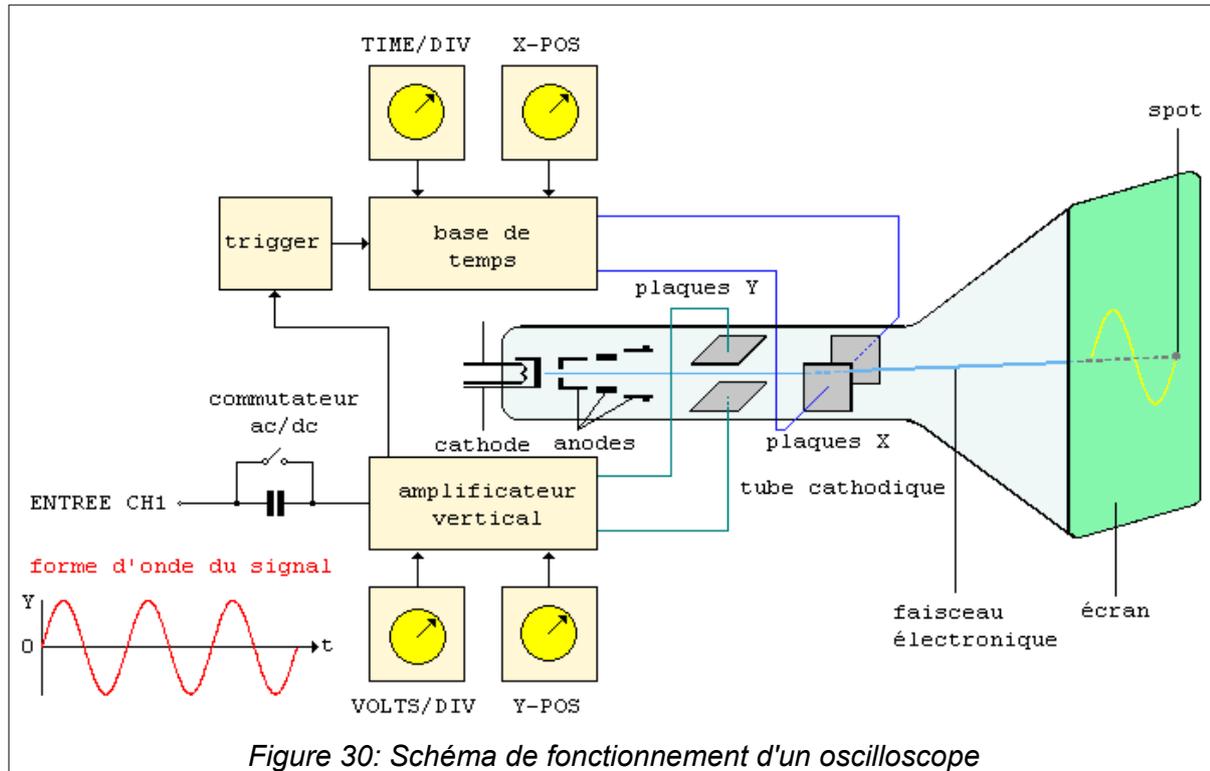


Figure 30: Schéma de fonctionnement d'un oscilloscope

Utilisation :

- Un oscilloscope est un instrument de mesure essentiel pour visualiser et analyser des signaux électriques. Il permet d'observer les formes d'onde, mesurer des paramètres tels que la fréquence et l'amplitude, et diagnostiquer des problèmes dans les circuits électroniques. Utilisé pour analyser des signaux complexes, vérifier la synchronisation et les temps de propagation, et déboguer les systèmes embarqués, l'oscilloscope est crucial pour les ingénieurs et les techniciens en électronique pour comprendre et résoudre les problèmes liés aux signaux électriques.

Étymologie :

- Du latin oscillo (« osciller ») et scope

Sources :

- <https://www.electricity-magnetism.org/fr/comment-fonctionne-un-oscilloscope-a-ondes-electromagnetiques/>
- <https://fr.rs-online.com/web/c/test-mesure/oscilloscopes-accessoires/oscilloscopes/>
- <https://fr.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=discovery-test-et-mesure/l-invention-du-premier-oscilloscope>
- <https://www.lelectronique.com/dossier/oscilloscope-14.html>

7.2.9. Fiche Périscope

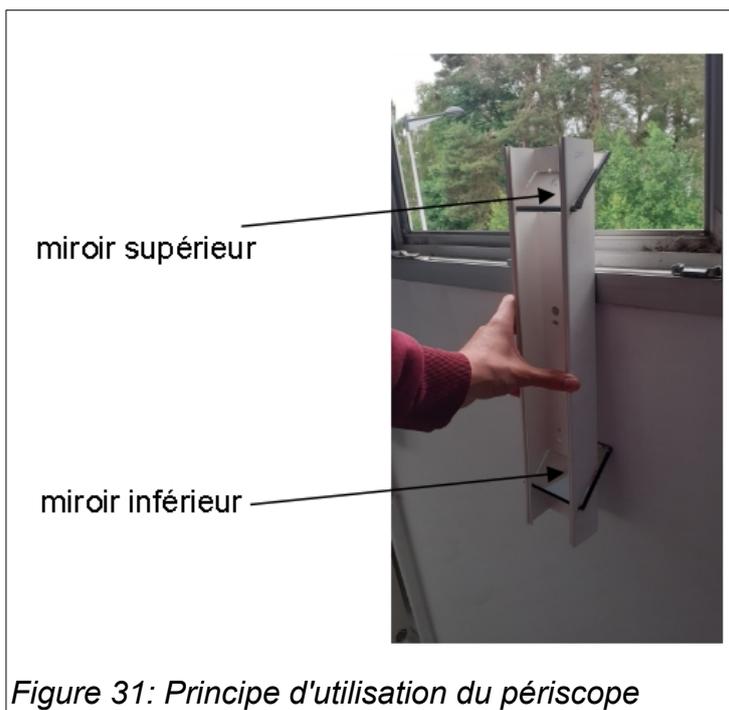
Le périscope est un appareil optique permettant entre autres de “voir sans être vu”.

Histoire :

- Ce système optique fut proposé au milieu du XIXème siècle et est mis au point sur un sous-marin pour la première fois en 1888 par René Daveluy et Louis-Hippolyte Violette. On peut tout de même mentionner que Gutenberg, l’inventeur de l’imprimerie, en aurait fabriqué un au XVème siècle.

Principe :

- Le système est composé d’un tube. L’opérateur place ce tube à la verticale entre lui et sa cible. Les rayons entrent parallèlement dans le tube par un trou dans le côté de la partie supérieure. Les rayons sont réfléchis sur un miroir placé à 45° et descendent dans le tube. Un deuxième miroir en bas du tube réfléchit les rayons sur l’œil de l’observateur. Avant et après les miroirs, les rayons lumineux sont parallèles, mais décalés de la longueur du tube.



On peut voir les deux miroirs parallèles et inclinés à 45°. L’observateur se place face au miroir inférieur et ajuste le périscope pour que le miroir supérieur soit face à l’objet observé

Utilisation :

Le périscope est célèbre pour son utilisation à bord des sous-marins. Mais il fut aussi utilisé dans les tranchées au cours de la Première Guerre mondiale. Il permet ainsi au sous-marin d’observer la mer sans avoir à quitter son immersion, ce qui découvrirait sa position ; au cours de la Première Guerre mondiale, il permettait à l’opérateur d’observer le no man’s land sans avoir à exposer sa tête aux tireurs ennemis.

Étymologie :

peri signifie autour et *scope* désigne un instrument de visualisation.

Objectifs :

- fabriquer un périscope fonctionnel à partir de 2 miroirs et d'une armature rigide.
- calculer les dimensions du champ de vision théoriquement observable à une certaine distance (cours d'optique géométrique) et le comparer au champ de vision mesuré en pratique.

Matériel :

- 2 miroirs plans
- une armature rigide
- une scie égoïne, une meuleuse et une lime

Protocole :

- Scier 2 fentes à 45° dans l'armature rigide
- Percer un rectangle au fond du "U" que représente la section de l'armature choisie. Le rectangle devra faire face à la fente de la partie supérieure du périscope
- Insérer les 2 miroirs dans les fentes

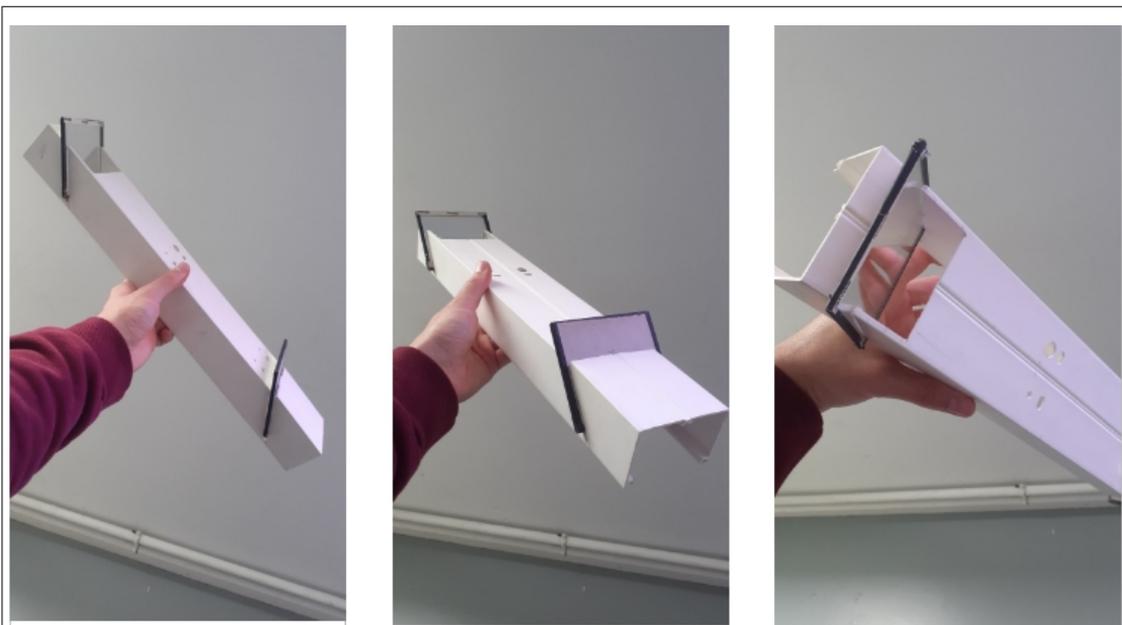


Figure 32: Rendu du périscope sous différents angles

Résultats :

Observations :

L'objet optique ciblé est bien visible dans le périscope, mais le champ de vision semble limité. Mais afin de préciser ces observations, nous allons chercher la zone observable par le périscope à une distance fixée. Nous allons la déterminer de façon théorique, grâce aux calculs et au cours d'optique géométrique ; puis comparerons nos résultats à ceux des mesures expérimentales.



Figure 33a : Périscope placé en position d'observation

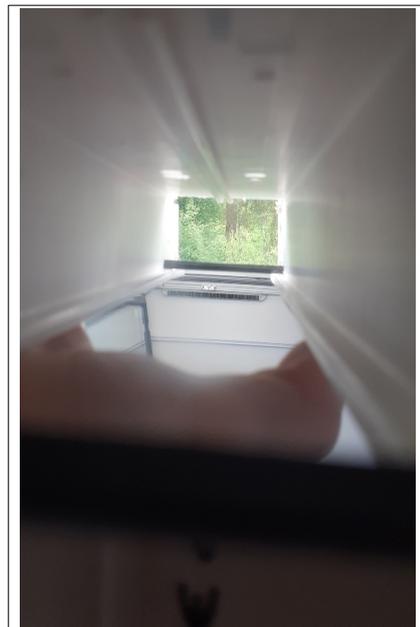


Figure 33b : Champ de vision du périscope en observation

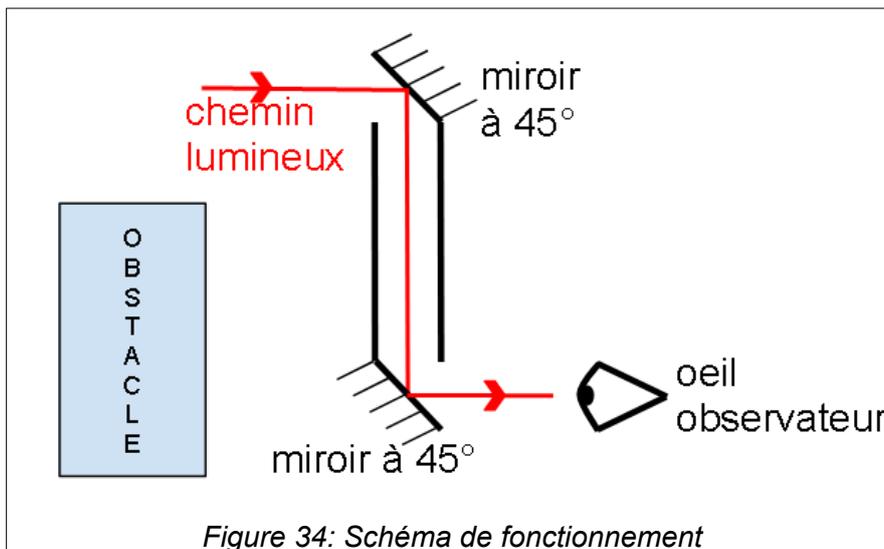


Figure 34: Schéma de fonctionnement

Explications :

Pour un objet ponctuel :

Les rayons lumineux émis par l'objet observé sont parallèles entre eux. Ils entrent dans le périscope de cette façon, et viennent se réfléchir sur le miroir supérieur. L'angle de 45° de ce miroir permet de réfléchir tous ces rayons dans le tube, parallèlement aux armatures de celui-ci et toujours parallèlement entre eux.

En bas du tube vertical, les rayons émis par l'objet observé viennent rencontrer le miroir inférieur, lui aussi à 45° , qui réfléchit tous les rayons reçus, vers l'œil de l'observateur placé juste en face. Les rayons arrivant parallèlement, ils se retrouvent donc à nouveau réfléchis parallèlement par le miroir. Ils arrivent donc sur l'œil de l'observateur de cette manière, comme les rayons qui nous arrivent classiquement quand on observe un objet.

Le périscope a donc permis à l'observateur de regarder l'objet comme si ses yeux avaient été décalés vers le haut d'une hauteur W_1W_2 , correspondant à la distance séparant les deux miroirs

Estimation des dimensions du champ de vision :

Nous cherchons donc dans un premier temps à déterminer par le calcul les dimensions du champ de vision que l'on aurait avec le périscope, en se plaçant à une distance de 250 cm d'un écran vertical.

Dans notre cas, il s'agit de la distance séparant le périscope du tableau blanc d'une salle de cours. Le tableau blanc des salles de cours présentant l'avantage d'être une surface plane, verticale et pouvant être marquée avec les feutres pour cerner le champ de vision.

Lors de nos calculs, nous considérerons que la géométrie de notre périscope est semblable à celle du périscope étudié lors d'un exercice d'optique géométrique. Nous verrons dans nos résultats si cette approximation était pertinente.

Nous avons fabriqué un périscope avec des miroirs de 9 cm de longueur, de 7,5 cm de côté, et pour une distance entre les deux centres des miroirs de 35cm, qu'on notera W_1W_2 .

Mais les dimensions des miroirs réellement exploitables, du fait des limites imposées par l'armature en plastique, sont plus petites : $L = 7,5 \text{ cm}$, $D = 5 \text{ cm}$

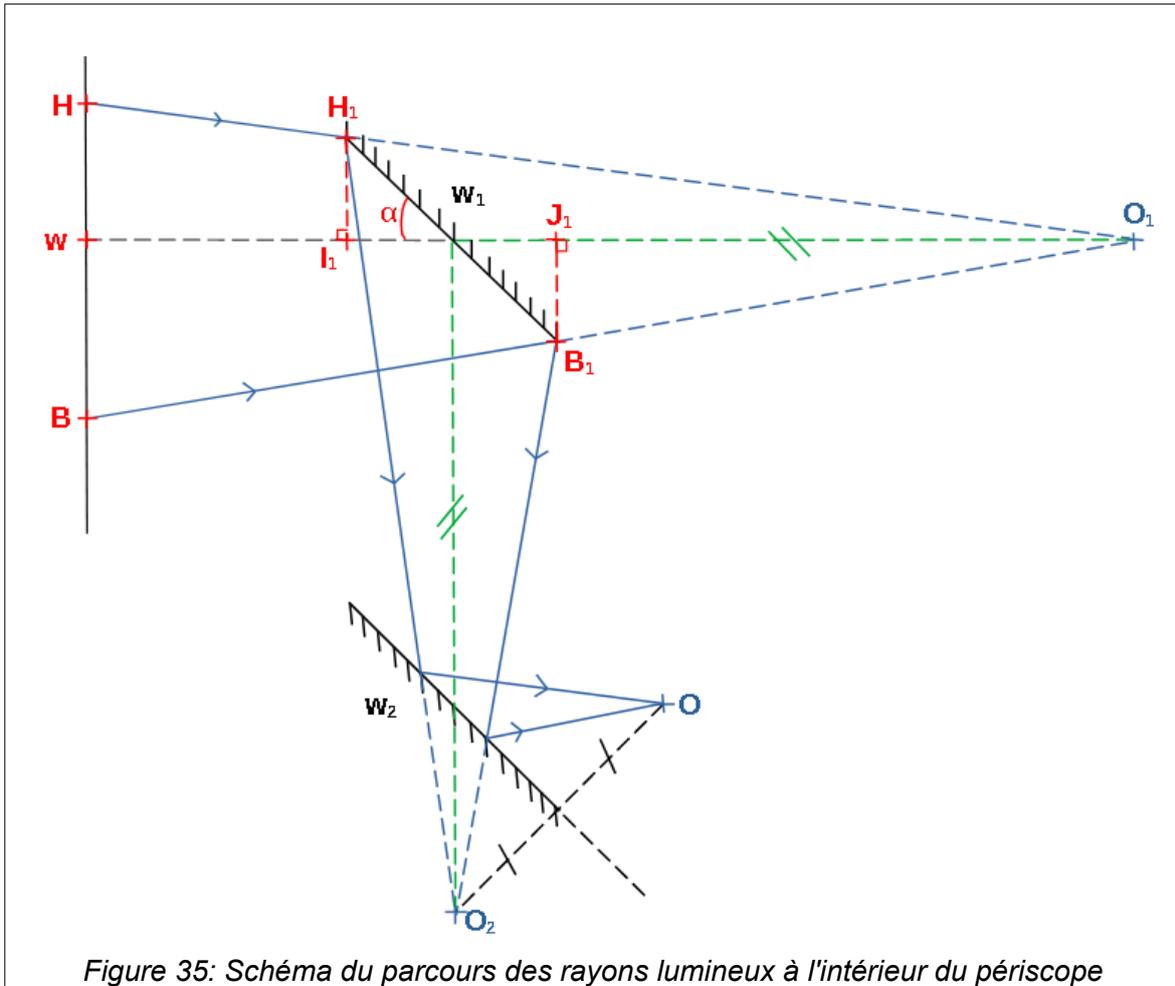


Figure 35: Schéma du parcours des rayons lumineux à l'intérieur du périscope

Grâce au schéma, nous pouvons écrire : $O \rightarrow O_2 \rightarrow O_1$
 $W_2 \quad W_1$ avec O_1 l'image de O_2 par W_1
 et O_2 l'image de O par W_1+W_2

Dans un premier temps, calculons les limites H et B correspondantes sur le schéma en calculant tout d'abord la hauteur HW.

Dans les triangles $HW O_1$ et $H_1 I_1 O_1$, nous avons grâce au Théorème de Thalès :

$$\frac{H_1 I_1}{HW} = \frac{O_1 I_1}{O_1 W} = \frac{O_1 H_1}{O_1 H}$$

Ainsi $HW = \frac{O_1 W \times H_1 I_1}{I_1 O_1}$

Nous allons donc chercher les valeurs des distances $H_1 I_1$, $W O_1$ et $I_1 O_1$.

Pour $H_1 I_1$, nous remarquons d'après la figure que $\sin \alpha = \frac{H_1 I_1}{H_1 W_1}$

$\Leftrightarrow H_1 I_1 = \sin \alpha \times H_1 W_1$ or $H_1 W_1 = \frac{D}{2}$ donc

$$H_1 I_1 = \sin \alpha \times \frac{D}{2}$$

Pour $W O_1$, nous avons : $W O_1 = W W_1 + W_1 O_1$.

Avec $W W_1$ La distance entre le miroir M1 et l'objet à observer.

Et $W_1 O_1 = W_1 O_2$ car O_1 est le symétrique de O_2 par rapport au miroir

Donc, $W_1 O_1 = W_1 O_2 = W_1 W_2 + W_2 O$ avec $W_2 O$, la distance entre l'œil et le miroir M2

Pour $I_1 O_1$, On a $I_1 O_1 = I_1 W_1 + W_1 O_1$. Or $I_1 W_1 = \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}$

Donc $I_1 O_1 = \cos(\alpha) \times \frac{D}{2} + W_1 O_1$

Finalement, $HW = \frac{\sin(\alpha) \frac{D}{2} \times (W W_1 + W_1 O_1)}{\cos(\alpha) \times \frac{D}{2} + W_1 O_1}$

Afin de réaliser l'application numérique nous avons les données suivantes : $\sin \alpha = \sin(45)$
 $\frac{D}{2} = 2,5 \text{ cm}$, $W W_1 = 250 \text{ cm}$, $W_1 W_2 = 35 \text{ cm}$, $W_2 O = 10 \text{ cm}$ la distance entre l'œil et le miroir M2 et $W_1 O_1 = W_1 O_2 = W_1 W_2 + W_2 O = 35 + 10 = 45 \text{ cm}$

Application Numérique : $HW = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} \times 2,5 \times (250 + 45)}{\frac{\sqrt{2}}{2} \times 2,5 + 45}$

Calculons maintenant la hauteur WB :

Dans les triangles $W B O_1$ et $J_1 B_1 O$, nous avons grâce au Théorème de Thalès :

$$\frac{J_1 B_1}{WB} = \frac{O_1 J_1}{O_1 W} = \frac{O_1 B_1}{O_1 B}$$

Donc $WB = \frac{J_1 B_1 \times W O_1}{O_1 J_1}$

Or $J_1 B_1 = \sin(\alpha) \frac{D}{2}$ et $O_1 J_1 = W_1 O_1 - J_1 W_1 = W_1 O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}$

$$WB = \frac{\sin(\alpha) \frac{D}{2} \times (W W_1 + W_1 O_1)}{W_1 O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}} \quad WB = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} \times 2,5 \times (250 + 45)}{45 - \frac{\sqrt{2}}{2} \times 2,5}$$

$WB = 12,1 \text{ cm}$

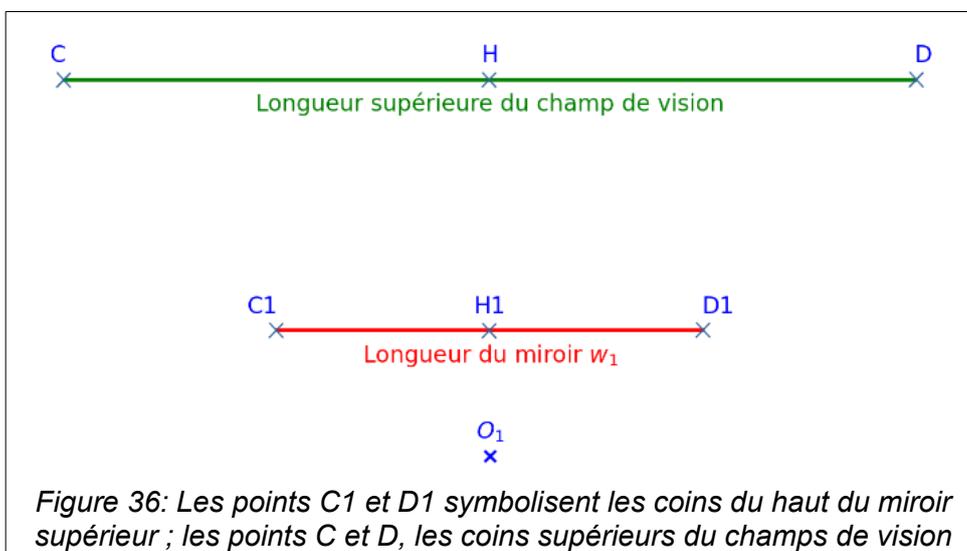
Donc, $HB = HW + WB = 11,2 + 12,1 = 23,3 \text{ cm}$.

Remarque : Dans cette première partie de calcul, on remarque, grâce à l'expression de la hauteur du champ de vision ($HB=HW+WB$), que celle-ci dépend des distances $W W_1$, $W_1 O_1$ et D .

D'une manière générale, on remarque que plus $W W_1$ est important, plus HB est grand. C'est-à-dire que plus on observe au loin avec le périscopes, plus la hauteur du champ de vision est importante, ce qui est assez intuitif.

De plus, augmenter la grandeur D , reviendrait à augmenter le numérateur des fractions HW et WB et diminuer le dénominateur de WB par soustraction (la grandeur $W_1 O_1$ étant nécessairement positive). C'est-à-dire qu'augmenter les largeurs des miroirs revient à augmenter la hauteur du champ de vision dans le périscopes, ce qui semble aussi plutôt normal.

Maintenant nous allons calculer les dimensions latérales du champ de vision.



D'après le schéma ci-dessus, nous allons déterminer la longueur CD . On sait que $CD=2 \times HD$ donc calculons HD :

Dans les triangles O_1HD et $O_1H_1D_1$, nous avons grâce au Théorème de Thalès :

$$\frac{H_1D_1}{HD} = \frac{H_1O_1}{HO_1} \quad \text{ainsi} \quad HD = \frac{H_1D_1 \times HO_1}{H_1O_1}$$

Nous remarquons que $H_1D_1 = \frac{L}{2}$

Sur le schéma initial représentant la vue de côté, nous avons dans les triangles $HW O_1$ et $H_1 I_1^{\square} O_1$:

$$\frac{HO_1}{H_1O_1} = \frac{WO_1}{I_1^{\square}O_1}$$

Or $I_1^{\square}O_1 = WO_1 + \cos(\alpha) \times \frac{L}{2}$

Donc
$$\frac{HO_1}{H_1O_1} = \frac{(W W_1 + W_1 O_1)}{W O_1 + \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}}$$

Finalement
$$HD = \frac{\frac{L}{2} \times (W W_1 + W_1 O_1)}{W O_1 + \cos(\alpha) \times \frac{L}{2}} \text{ et } CD = 2 \times HD = \frac{L \times (W W_1 + W_1 O_1)}{W O_1 + \cos(\alpha) \times \frac{L}{2}}$$

Application Numérique :
$$CD = \frac{7,5 \times (250 + 45)}{45 + \cos(45) \times (7,5/2)} \quad CD = 46,4 \text{ cm}$$

Ensuite, calculons la longueur EF grâce au schéma représentant la vue de dessous. On a que $EF = 2 BF$. Déterminons la longueur BF :

Dans triangles $BF O_1$ et $F_1 B_1 O_1$, d'après le Théorème de Thalès, on a :
$$\frac{BF}{BO_1} = \frac{B_1 F_1}{B_1 O_1}$$

Ainsi
$$BF = \frac{B_1 F_1 \times BO_1}{B_1 O_1}$$

Nous remarquons que $B_1 F_1 = \frac{L}{2}$

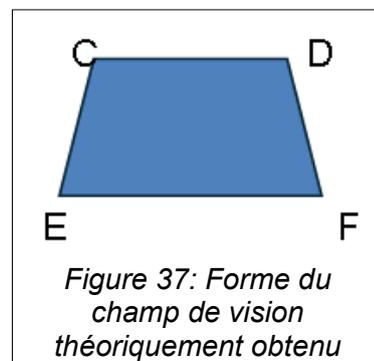
Sur le schéma initial représentant la vue de côté, nous avons dans les triangles WBO_1 et

$J_1 B_1 O_1$, d'après Thalès :
$$\frac{BO_1}{B_1 O_1} = \frac{W O_1}{J_1 O_1} = \frac{W O_1 (W W_1 + W_1 O_1)}{W_1 O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}}$$

Finalement,
$$BF = \frac{L}{2} \times \frac{(W W_1 + W_1 O_1)}{W_1 O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}} \text{ et } EF = 2 \times BF = L \times \frac{(W W_1 + W_1 O_1)}{W_1 O_1 - \cos(\alpha) \times \frac{D}{2}}$$

Application Numérique :
$$EF = \frac{7,5 \times (250 + 45)}{45 - \cos(45) \times (\frac{7,5}{2})} = 52,2 \text{ cm}$$

L'image obtenue est donc censée être un trapèze :



Mesures du champ de vision :

Protocole :

- placer le périscopes sur une table, perpendiculairement et viser le tableau blanc (distance du tableau-centre du miroir supérieur = 250 cm).
- un expérimentateur place un œil à 10 cm du miroir inférieur, et continue de viser le tableau.
- un deuxième expérimentateur se place au tableau avec un feutre effaçable et, sous les indications du premier expérimentateur, place les quatre points symbolisant les coins du champ de vision du premier expérimentateur (on peut aussi tracer les contours du champ de vision sous les indications de l'observateur).
- mesurer les distances séparant les points entre eux.

Mesures : On obtient un rectangle de longueur 43,5cm et de largeur 23cm.



Figure 38a : Photo de l'environnement pour la prise de mesure

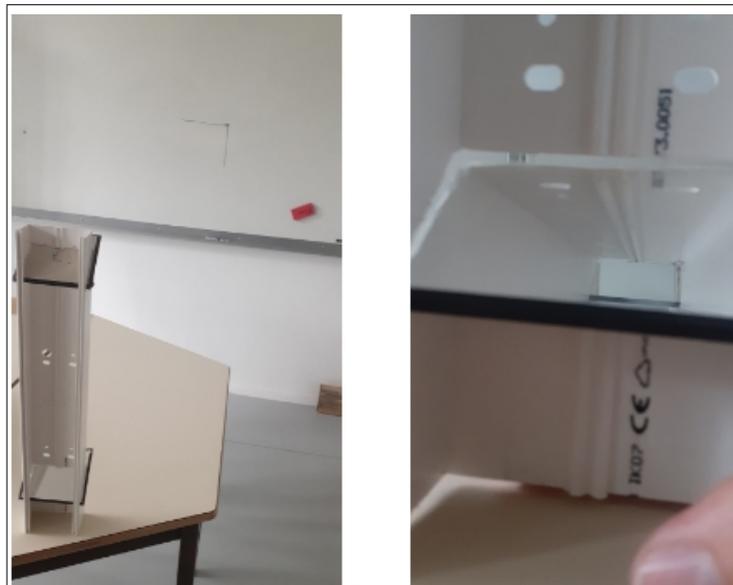


Figure 9b et 9c : Illustration du fonctionnement de la manipulation: un opérateur fait son tracé au tableau guidé par les instructions de l'opérateur observateur (on remarque sur l'image de droite les premiers contours tracés au tableau qui apparaissent dans le champ de vision du périscopes.)

Comparaison théorie/pratique :

En théorie, la hauteur du champ de vision devrait être de 23,3 cm. En pratique, nous trouvons une valeur de 23 cm. Ce qui fait un écart relatif de 1,3%.

Pour la largeur du champ de vision, les mesures s'éloignent davantage du modèle attendu. Pour rappel, nous devons trouver un trapèze ayant une base de 52,2 cm et un côté supérieur mesurant 46,4 cm. Ce qui est plutôt en désaccord avec la forme rectangulaire que nous avons trouvée. Les mesures attendues sont plus importantes que celles mesurées en pratique, mais l'ordre de grandeur reste le même, et l'écart relatif est de 12% (la valeur de référence utilisée pour ce calcul étant moyenne des deux longueurs horizontales du trapèze attendu).

Mais en discutant avec M. HONORÉ, nous avons pu comprendre la raison qui nous empêchait de visualiser, la forme trapézoïdale annoncée par l'étude théorique. C'est la

géométrie du périscope qui est la source du problème : du fait de sa construction, une partie du champ de vision latéral n'est pas exploitable, et le trapèze en fait partie (figure 10). Cela explique donc aussi l'écart de mesure latéral du champ de vision entre le calcul théorique et l'observation expérimentale. Pour avoir un champ de vision optimal, il aurait fallu enlever de la matière de l'armature, car c'est cette dernière qui limite le champ vision et la visualisation du trapèze.

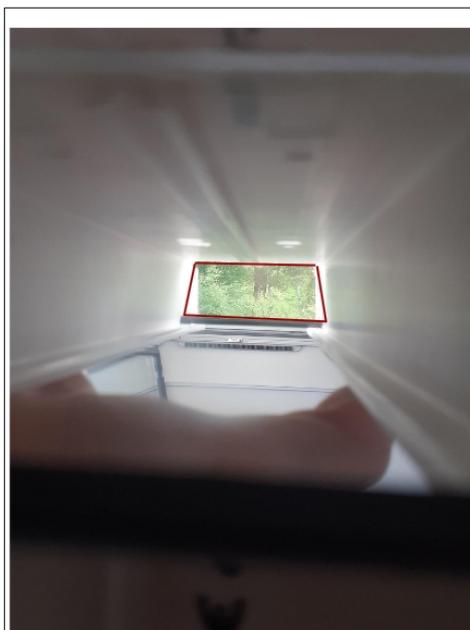


Figure 39: Visualisation d'un trapèze dans le périscope. On perçoit bien la limitation qu'impose l'armature sur le champ de vision

Malgré ces écarts, les calculs théoriques semblent bien modéliser le fonctionnement de notre périscope. Les autres écarts observés peuvent aussi être expliqués : cette expérience présentait de nombreuses incertitudes notamment avec le grand nombre de mesures et d'estimations que son protocole inclut : incertitudes de mesures pour l'expérience et la fabrication ; incertitudes sur les lectures de mesures, sur les tracés au tableau et leur lecture pour l'observateur. Enfin, l'incertitude sur la distance oeil-miroir est sûrement conséquente, car il est compliqué de se placer à pile 10 cm du centre du miroir comme prévu dans les calculs. On peut estimer qu'il y a jusqu'à 2 cm d'incertitude dans cette mesure. Il est donc un peu étonnant de trouver des valeurs expérimentales si proches de la théorie. On peut donc penser que notre mesure de la hauteur du champ de vision, qui correspond quasiment parfaitement à la valeur théorique attendue, n'est peut-être que le fruit d'un heureux hasard, où nos incertitudes se compensent à un tel point que le résultat obtenu ait un écart relatif de seulement 1,3% par rapport à la valeur de référence. Mais il est aussi possible que rapportée à l'ensemble du système, l'incertitude générale soit négligeable devant les mesures obtenues, ce qui expliquerait donc la précision de nos résultats.

Sources :

<https://fr.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9riscope>

<https://moodle.insa-rouen.fr/course/view.php?id=99>

7.2.10. Fiche Radioscope

Histoire :

- Le fluoroscope existe depuis les années 1950.

Principe :

- Un système de fluoroscopie est équipé d'un générateur de rayons X qui peut émettre des rayons X de manière continue ou pulsée pendant plusieurs minutes. Traditionnellement, l'image se formait sur un écran fluorescent. Toutefois, les appareils modernes utilisent soit un amplificateur de brillance, soit des capteurs plans capables d'une acquisition continue pour capturer les images. Ces images sont ensuite transmises instantanément à un écran où elles peuvent être analysées par les opérateurs en temps réel.

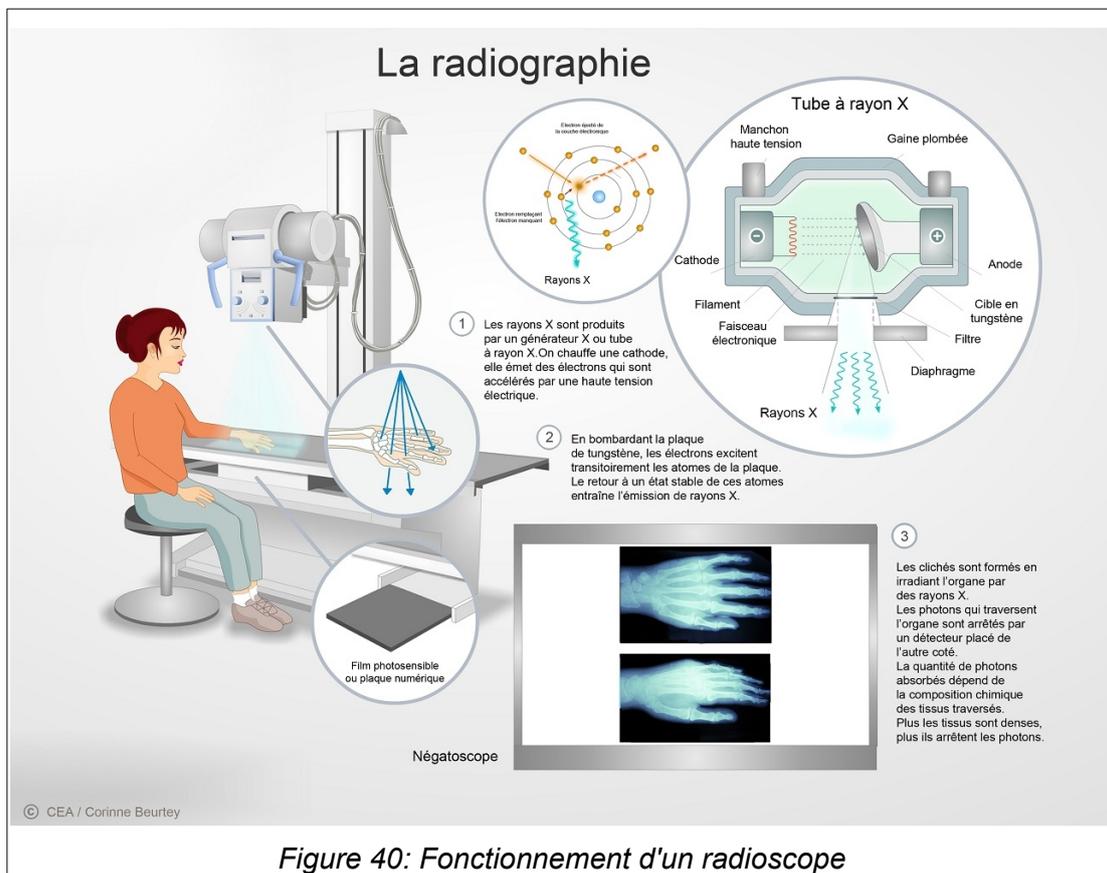


Figure 40: Fonctionnement d'un radioscope

Utilisation :

- Cette technique est largement utilisée en médecine pour surveiller les opérations chirurgicales en temps réel. Elle permet également de suivre l'évolution des produits injectés dans le corps du patient via un écran, et d'assurer un positionnement précis des patients dans les appareils de radiothérapie ou de protonthérapie.

Étymologie :

- radio : du latin "radius", rayon et désigne l'étude des ondes radios + scope : instrument de visualisation

Sources :

- <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fluoroscopie>

7.2.11. *Fiche Spectroscopie*

Le spectroscopie est un appareil qui permet de visualiser des spectres lumineux.

Histoire :

- Il fut inventé en 1815 par Joseph von Fraunhofer, opticien allemand.

Principe :

- On éclaire à l'aide de la source à étudier une fente étroite ; une première lentille collimatrice rend parallèle le faisceau lumineux tombant sur la face d'entrée du prisme, ou du réseau ; après dispersion de la lumière une seconde lentille donne sur un écran une suite d'images juxtaposées de la fente, chacune correspond à une longueur d'onde. Cette série d'images, les raies, constitue le spectre de la source lumineuse.

Utilisation :

- Les spectroscopes sont utilisés dans divers domaines :

Astronomie : Pour analyser la composition chimique des étoiles et des galaxies en observant leur spectre lumineux.

Chimie : Pour identifier les éléments présents dans un échantillon à travers l'analyse spectrale.

Physique : Pour étudier les propriétés de la lumière et les transitions énergétiques des atomes et des molécules.

Médecine : Pour diagnostiquer certaines conditions en analysant les spectres des tissus ou des fluides corporels.

Industrie : Pour le contrôle de la qualité des matériaux et la détection de contaminants.

Environnement : Pour surveiller la pollution atmosphérique et analyser la composition des gaz.

Ces applications exploitent la capacité du spectroscopie à décomposer la lumière en ses différentes longueurs d'onde, révélant des informations précieuses sur la nature de la source lumineuse.

Étymologie :

- Le mot "spectroscopie" combine deux racines : le latin "specto", signifiant "je regarde", et le grec "skopein", signifiant "examiner." En latin, "spectrum"
- désigne un spectre ou une illusion. Étymologiquement, il désigne donc un objet permettant d'examiner le spectre de la lumière.

Objectifs :

- Fabriquer un spectroscopie
- Visualiser des spectres lumineux de différentes sources tels que le soleil, le flash d'un téléphone et une lampe à néon.

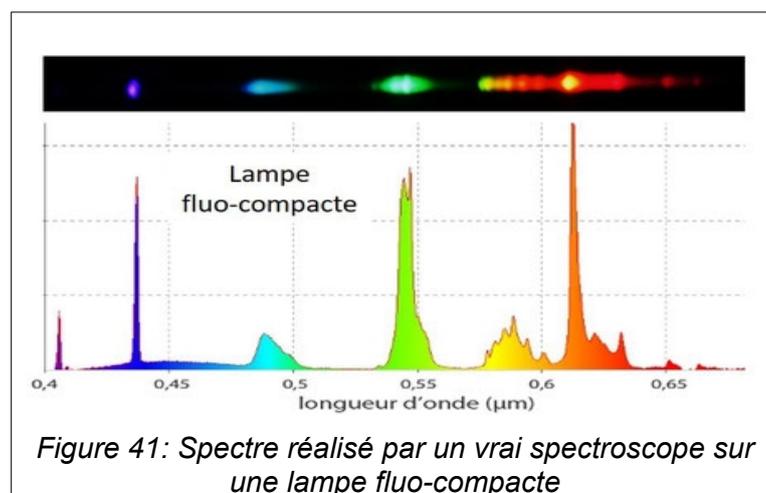
Matériel :

- Patron du spectroscopie (<https://ekladata.com/GMDS2QxvLLAjbt2o9b-EzwEGOrQ/spectroscopie-CD-DVD-version-gappic-omp.pdf>)
- CD
- Cutter
- Ciseaux
- Colle / Scotch

Protocole:

- Imprimer le patron d'un spectroscopie
- Coller une feuille canson noir sous la feuille du patron
- Découper les contours en suivant les traits plein noirs
- Découper au cutter les 2 ouvertures au niveau des rectangles barrés.
- Plier sur les traits pointillés en suivant la feuille du patron
- Coller entre elles les parties "Volets à coller"
- Glisser le CD en dessous du spectroscopie face réfléchissante vers le haut
- Observer une source lumineuse en plaçant son œil devant la fente marquée "œil" et en visant la source lumineuse avec la fente marquée "Vers la lumière".

Résultats :



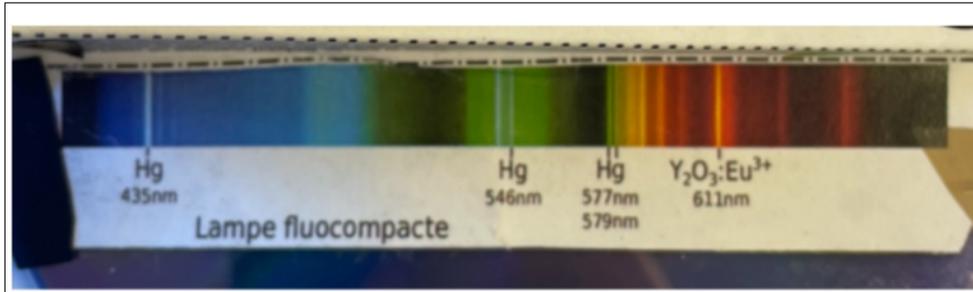


Figure 42: Spectre théorique de la lampe compacte donné sur le patron

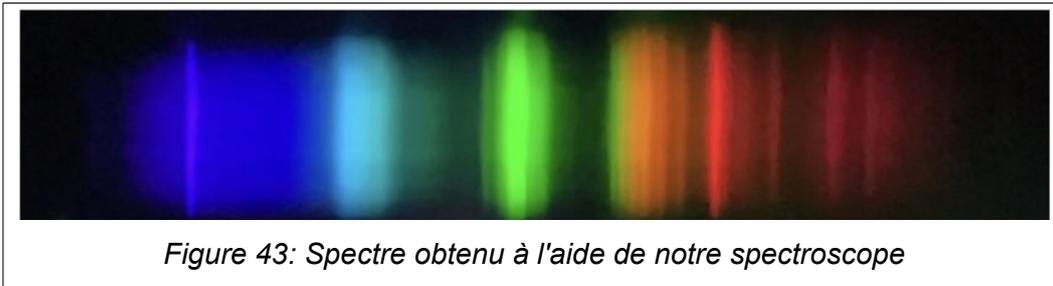


Figure 43: Spectre obtenu à l'aide de notre spectroscopie

Lien vidéo de l'expérience :

<https://youtube.com/shorts/Vf7UMt5ry1w?feature=share>

Observations :

On remarque que le spectre obtenu grâce au spectroscopie fait maison est quand même proche du spectre obtenu grâce à un vrai spectroscopie. En effet, on y retrouve bien les raies d'émission principales qui constituent le spectre de la lampe fluo-compacte représentant le mercure Hg à 435, 546, 577 et 579 nm et la molécule d'oxyde d'yttrium (III) combiné avec l'ion Europium (3+) qui nous montre une raie d'émission à 611 nm.

Explications :

Un disque compact (CD) est capable de décomposer la lumière blanche. Un CD est constitué d'une surface réfléchissante sur laquelle sont gravés des sillons très fins, formés d'obstacles et de trous disposés en alternance, comme illustré sur la photo ci-dessous. Ces sillons parallèles sont gravés très proches les uns des autres. Lorsqu'un faisceau lumineux frappe le CD, les obstacles et les trous réfléchissent la lumière d'une manière particulière, en séparant les différentes longueurs d'onde qui la composent, similaire à l'effet d'un prisme. On dit alors que le CD fonctionne comme un réseau de diffraction. Chaque couleur est réfléchié sous un angle distinct. Cela permet de voir les différentes bandes de couleur séparées les unes des autres.

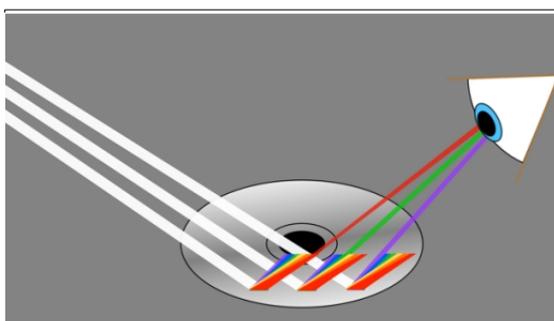


Figure 44: L'observateur perçoit les couleurs à des angles différents après réflexion

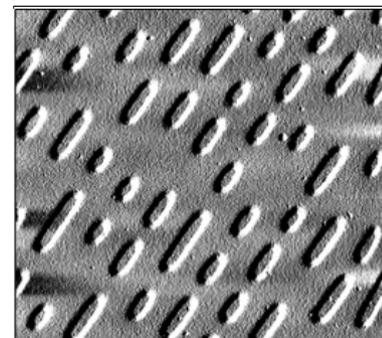


Figure 45: Vue microscopique des sillons d'un CD

Sources:

- https://cdsp.gc.ca/wp-content/uploads/2021/02/ActPedago30_Guide-instruction-CD-Spectroscope-1.pdf

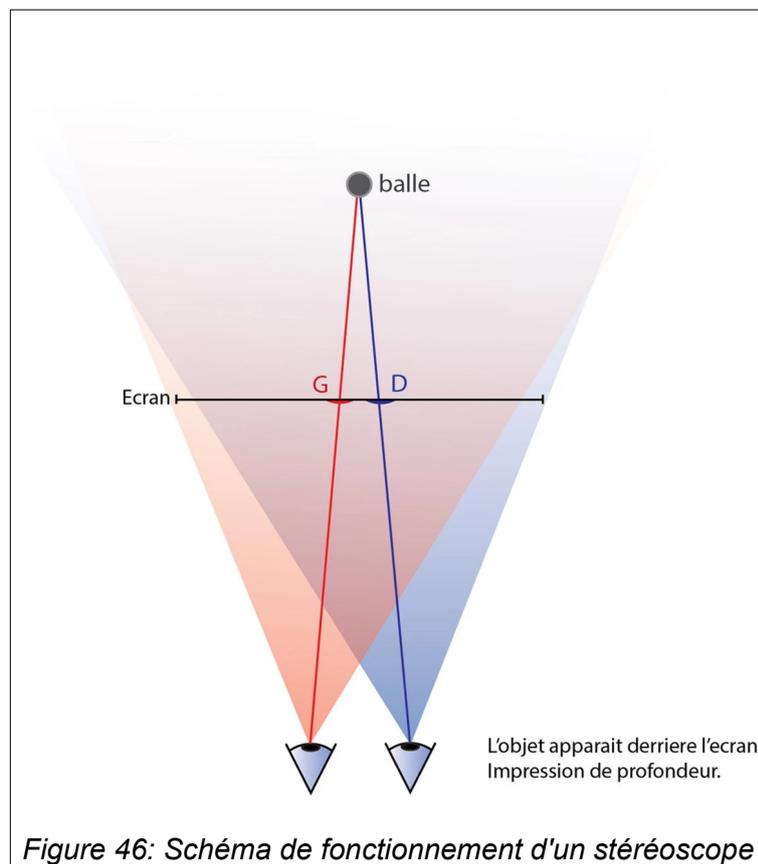
7.2.12. Fiche Stéréoscope

Histoire :

Le premier stéréoscope est inventé par le physicien anglais Charles Wheatstone en 1838. Dans cette première version, il comporte 2 miroirs à 90° qui renvoie latéralement le regard vers 2 dessins stéréoscopiques séparés. Dans la 2ème version, l'inventeur David Brewster décide de substituer aux miroirs des lentilles.

Principe :

Il est composé d'un boîtier, deux oculaires, un système de mise au point et un verre dépoli. Pour faire simple, on dispose dans un boîtier 2 images, une pour chaque œil, qui se ressemblent mais avec un angle différent. Le cerveau considérera alors cela comme une seule et même image ce qui donnera cet effet de relief. Cela permet de donner un effet de relief/3D à des images à plats. C'est le même principe que l'on peut retrouver dans les casques de réalité virtuelle



Utilisation :

Le principe de stéréoscopie est principalement utilisé professionnellement par les géographes pour examiner des vues aériennes et étudier le relief de la Terre ou encore pour observer des images en ayant un effet de relief dans la vie courante

Étymologie :

- stereo : indique l'idée de relief, de spatialité + scope : instrument de visualisation

Résultats:

- Tentative de réalisation de cette expérience non concluante car les lentilles disponibles étaient trop grandes ce qui empêchait la visualisation

Sources :

- <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/St%C3%A9r%C3%A9oscope#:~:text=Un%20st%C3%A9r%C3%A9oscope%20est%20un%20dispositif,%2C%20vid%C3%A9o%2C%20images%20de%20synth%C3%A8se.>
- <https://www.3demotion.net/stereoscopie/>

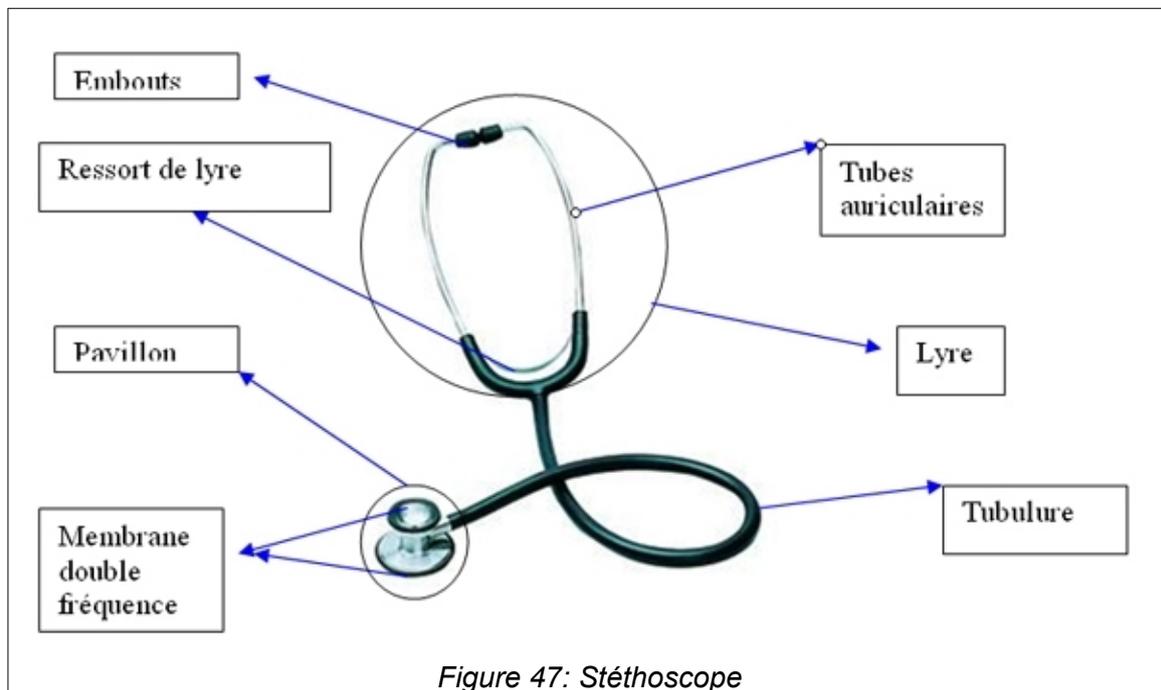
7.2.13. Fiche Stéthoscope

Histoire :

- Inventé par le docteur René Laennec en 1816, mais les premiers stéthoscopes dateraient de l'Égypte antique. A l'origine simplement composé de liasses de papier roulé, différents exemplaires en bois, métal, caoutchouc ou autre furent créés.

Principe :

- Les stéthoscopes comportent un ou deux pavillons, pièces métalliques pourvues d'une membrane que l'on applique sur la peau du patient. Cette membrane, mise en vibration par les sons corporels, est reliée par la tubulure à la lyre (armature métallique). Par sa construction, il constitue un amplificateur acoustique (large pavillon, petits écouteurs). Les capteurs peuvent filtrer certaines fréquences, pour recueillir les sons plus spécifiquement aigus ou graves, selon les diagnostics à effectuer. Des modèles à amplification électronique ont également été construits. Lors d'une auscultation (par exemple), le pavillon est posé sur la partie du corps à ausculter, la membrane qui s'y trouve va capturer et transmettre les vibrations sonores vers la tubulure, qui va à son tour transmettre le son vers la lyre et les embouts auriculaires.



Utilisation :

- Permet d'amplifier des bruits peu audibles. On peut en utiliser dans le domaine médical, du déminage, de la serrurerie... ou encore pour écouter des bruits suspects en mécanique.

Étymologie :

- Du grec ancien "sthêtos" (poitrine) et scope, dérivée du grec ancien skopein (observer)

Objectifs :

- Fabriquer un stéthoscope "home-made"
- Ecouter des sons comme des battements de coeurs ou les ventilateurs d'un ordinateur

Matériel :

- Tuyau plastique souple type aquarium ou respiration assistée
- Entonnoir et deux supports d'ampoule en forme conique
- "Connecteur" entre les différentes parties*
- Ballon de baudruche

Protocole:

- Vider les ampoules pour récupérer seulement les supports
- Découper le tuyau en trois sections de tailles similaires
- Coller les deux supports à l'extrémité de deux tuyaux que l'on raccorde via un embout en T
- Relier le dernier morceau de tuyau à l'extrémité du support perpendiculaire aux deux autres puis on colle un entonnoir au bout de celui ci
- Tendre un ballon sur l'entonnoir (la membrane sert à filtrer les sons graves)

Résultats :

Observations :

Après un effort physique du cobaye, nous avons été en mesure de discerner un léger bruit semblable à celui d'un battement de cœur.



Figure 48: Test du Stéthoscope

Conclusions de l'expérience:

Il ne fonctionne pas aussi bien qu'un vrai stéthoscope. Cela est normal mais nous pensions quand même entendre un peu plus les sons recherchés. Cela est probablement dû aux matériaux utilisés ainsi qu'aux différentes connexions entre les différents composants.

Sources:

- [Stéthoscope — Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/St%C3%A9thoscope)
- [Comment bien choisir son stéthoscope ? \(girodmedical.com\)](https://www.girodmedical.com/fr/choisir-stethoscope)
- <https://www.mediprostore.com/c/12-fonctionnement-stethoscope>

7.2.14. *Fiche Stroboscope*

Histoire :

- Le premier stroboscope électrique est breveté en 1917 par l'ingénieur français Étienne Œhmichen. Il met au point une caméra capable de saisir 1 000 images par seconde quelques temps après.
- L'ancêtre du stroboscope est le même que celui de la caméra.

Principe :

- Les stroboscopes émettent des flashes lumineux courts et intenses à des intervalles précis. Lorsque cette lumière est dirigée vers un objet en mouvement, comme un ventilateur, cela peut créer l'illusion que l'objet est immobile, un effet connu sous le nom d'effet stroboscopique. Ce phénomène repose sur la persistance visuelle de l'œil humain. Si les flashes lumineux sont synchronisés avec les mouvements de l'objet, il est perçu normalement. En revanche, si les flashes se produisent à une fréquence plus rapide que les mouvements de l'objet, on a l'impression de voir plusieurs objets. En ajustant la fréquence des flashes, on peut contrôler la vitesse des images perçues.
- On peut également modifier l'intensité de chaque flash, la durée des flashes et l'intervalle entre eux. Initialement, les stroboscopes utilisaient des lampes flash au xénon (ou tubes à éclairs), mais celles-ci sont de plus en plus remplacées par des diodes électroluminescentes (DEL).



Figure 49: Rendu d'une image utilisant un stroboscope

Utilisation :

- Pour les effets stroboscopiques : boîte de nuit, crash tests...
- Les strobes sont utilisées sur les avions par exemple.

Étymologie :

- vient du grec « *strobos* », qui signifie « tourbillon » et « *skopein* », qui signifie « regarder, voir ».

Objectifs :

- Créer des effets de lumières, des effets de mouvements. Cela joue en fait avec l'œil humain, qui ne perçoit pas la discontinuité (1/1 seconde pour les saccades ; 1/24 pour les films continus).
- Pour notre expérience, nous avons essayé de décomposer un mouvement d'une balle sous cette forme :



Figure 50: Trajectoire d'une balle vue à travers d'un troboscope avec une caméra

Cependant, notre stroboscope n'étant pas muni d'appareil photo intégré, nous aurions dû prendre des photos en rafale, puis les superposer. Cela nous aurait pris beaucoup de temps pour n'apporter que peu de choses à notre projet.

Sources :

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Stroboscope>
- <https://www.sparklers-club.com/blog/384/zoom-sur-le-fonctionnement-d-un-stroboscop>

7.2.15. Fiche Télescope

Le télescope est un appareil destiné à observer des objets lointains ou l'espace.

Histoire :

- Le télescope réfracteur fut inventé par Hans Lippershey aux Pays-Bas en 1608.
- Le télescope réflecteur fut inventé par Newton en 1668.

Principe :

Il existe deux grandes familles de télescope, selon la manière dont la lumière est focalisée par l'objectif:

La première famille est constituée totalement de lentille et se nomme télescope réfracteur ou lunette astronomique. Elle est ainsi composée de 2 lentilles:

- Une lentille appelée objectif, en entrée de la lunette, capte la lumière de l'objet et en fait l'image inversée en son foyer image F_1'
- Une lentille appelée oculaire, en sortie de lunette, rejette l'image de l'objet à l'infini afin d'en faciliter son observation à l'œil. Cette lentille est soit convergente dans le 1er cas ou divergente dans le 2ème cas. (à vérifier : Pour un oculaire convergent l'image perçue par l'œil est inversée alors qu'un oculaire divergent propose une image droite à l'œil)

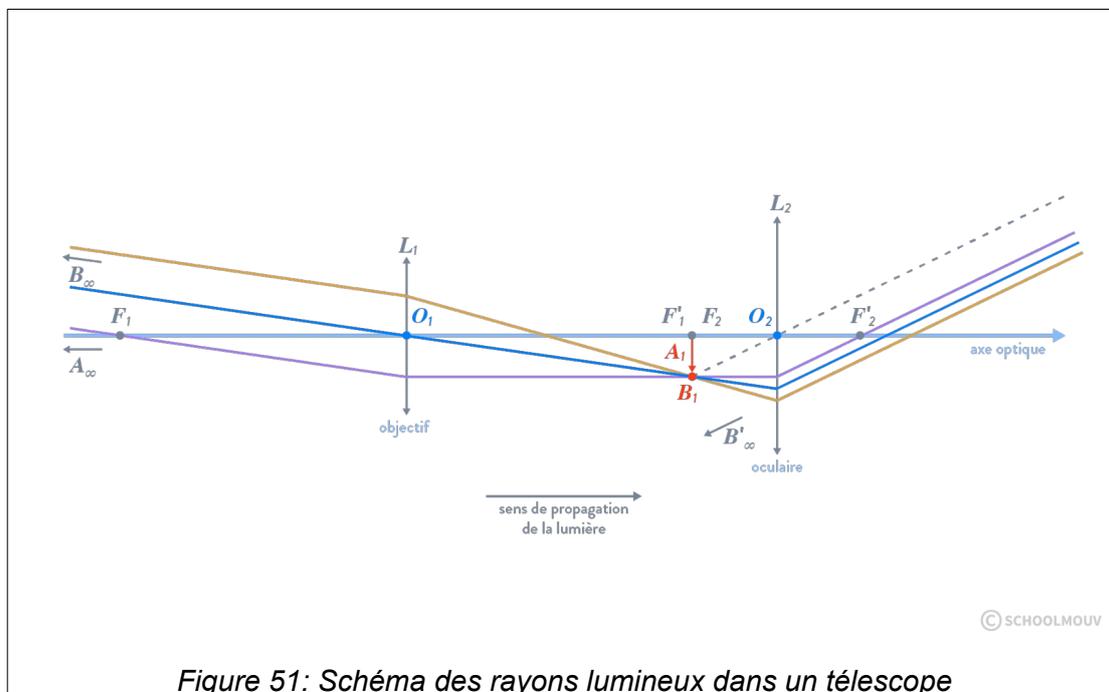


Figure 51: Schéma des rayons lumineux dans un télescope

La deuxième famille de télescopes est composée de miroirs et se nomme télescope réflecteur. Ce télescope est aussi composé d'un long tube mais à la place d'être composé

d'un objectif à lentille celui est constitué de miroirs. Ce miroir appelé miroir primaire est placé à l'autre extrémité du tube. Celui-ci est concave pour permettre de converger les rayons lumineux sur le 2ème miroir (miroir secondaire) placé à 45 degrés en direction de la lumière réfléctée par le miroir primaire. La lumière est ainsi déviée vers l'oculaire constituée d'une lentille convexe. A la différence de la lunette astronomique, l'oculaire se trouve sur le côté du tube et non à l'extrémité.

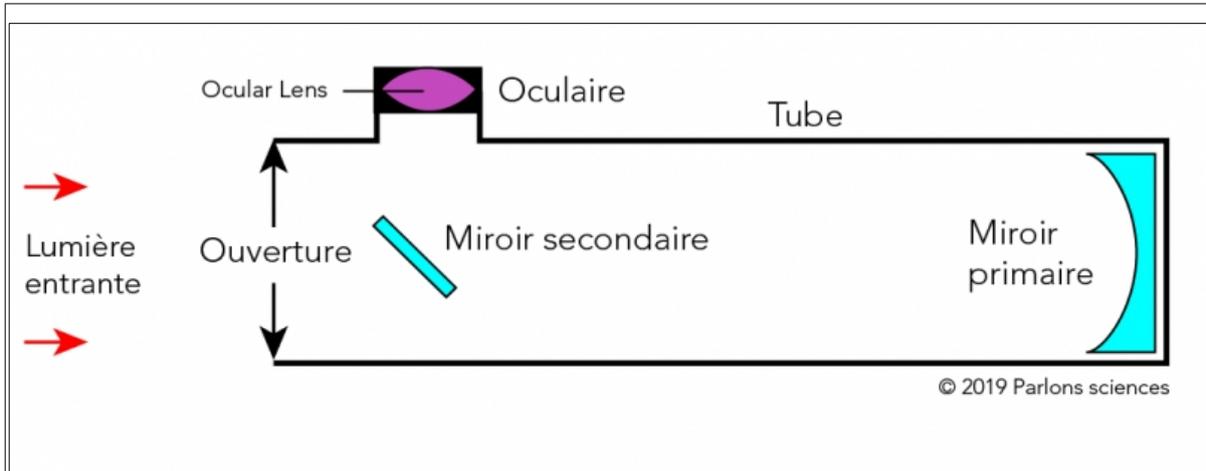


Figure 52: Montage d'un télescope réflecteur

Dans un télescope réflecteur, la lumière entre par une ouverture située à l'opposée du miroir concave (miroir primaire). La lumière est ainsi réfléchiée et converge vers un deuxième miroir plat et placée à 45 degrés de la lumière qui arrive sur lui. Les rayons lumineux convergent à la distance focale, de l'oculaire permettant d'obtenir un image à l'infini qui facilite la vision par l'œil. Comme pour la lunette astronomique, l'image est inversée.

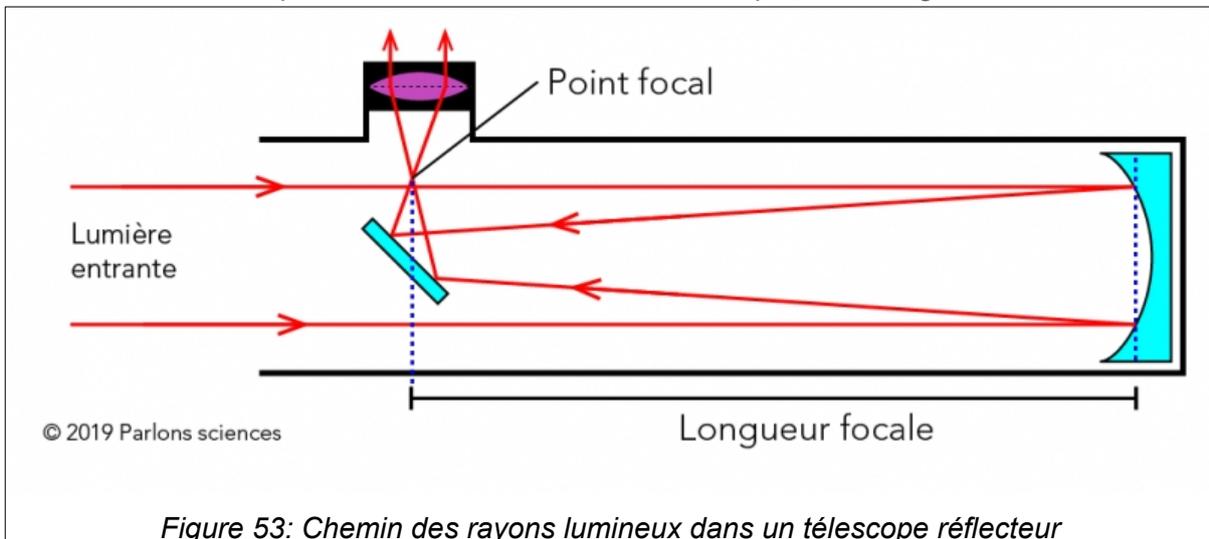


Figure 53: Chemin des rayons lumineux dans un télescope réflecteur

Utilisation :

- L'utilisation du télescope peut être appliquée à l'astronomie et la marine. En effet, du fait de la distance importante entre l'objet à regarder (bateau ou astre), l'utilisation du télescope devient indispensable pour grossir l'image.

Étymologie :

- Nom formé à partir de deux mots grecs : "tele " qui signifie " loin " et " Skopein " c'est un verbe grec, qui signifie " examiner ". D'après son étymologie, ce mot désigne donc un objet qui permet d'examiner le lointain.

Objectifs :

- Fabriquer un télescope réfractaire
- Visualiser des spectres lumineux de différentes sources tels que le soleil, le flash d'un téléphone et une lampe à néon.

Matériel :

- lentilles
- rail

Protocole:

- Placer sur un support une lentille convergente de distance focale f_1
- Placer ensuite sur un support une lentille convergente ou divergente de distance focale f_2 à une distance f_2+f_1
- Observer

Résultats :

Nous avons pu créer deux lunettes astronomiques; la première avec deux lentilles convergentes de 300 mm et 100 mm (montage 1) et la deuxième avec une lentille convergente de 300mm et une lentille divergente de -100mm (montage 2).

On a pu tout d'abord se rendre compte que si l'oculaire était une lentille divergente alors l'image était droite et si l'oculaire était une lentille convergente alors l'image était renversée.

On remarque qu'à travers nos lunettes astronomiques la lampe est zoomée. Cela prouve bien que nos lunettes astronomiques fonctionnent correctement. On a pu aussi montrer la formule $O_1O_2=f_2+f_1$. Pour cela on a cherché à trouver la position où l'image renvoyée par le télescope était la plus nette.

- Dans la première expérience, la distance entre les deux lentilles était de 40 cm ce qui correspond parfaitement à la somme des deux distances focales (300 mm +100 mm)
- Dans la deuxième expérience, la distance entre les deux lentilles était de 18,5 cm ce qui correspond à peu près à la somme des deux distances focales (300 mm + (-100 mm))

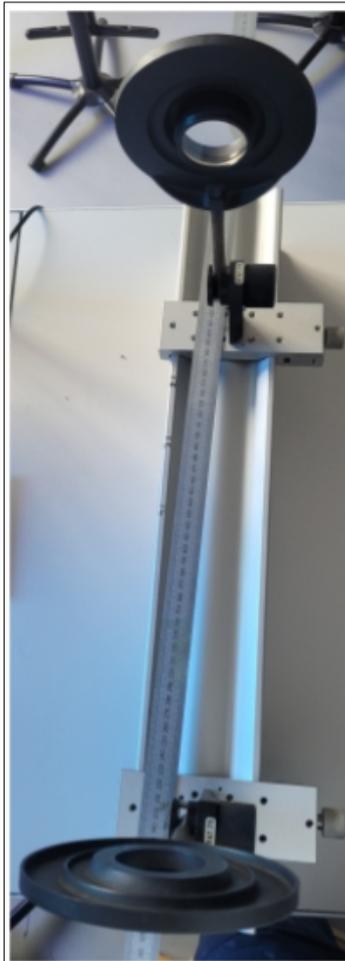


Figure 54: Montage 1

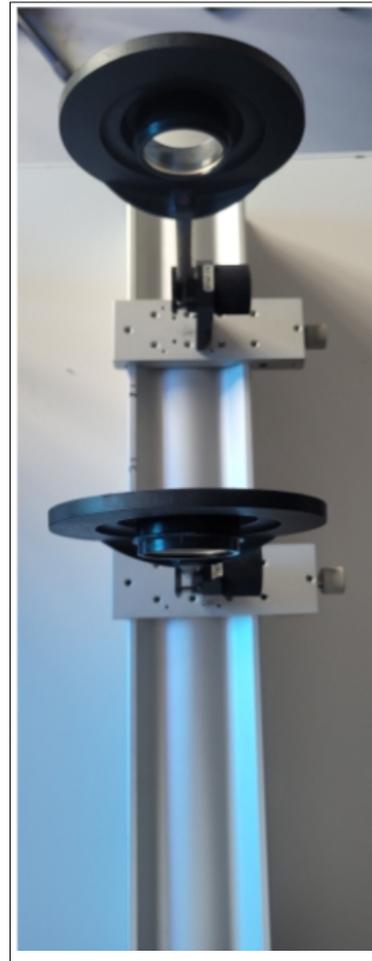


Figure 55 :Montage 2

De plus, nous avons essayé de retrouver le grossissement produit par nos deux télescopes par l'expérience. En n'ayant pas trouvé d'expérience, nous avons préféré comparer une lampe grossie par le télescope au zoom proposée par notre téléphone que nous avons réglé au grossissement trouver par calcul (formule: $G=f_1/f_2$):

-Dans la première expérience, $G=f_1/f_2=300/100=3$

-Dans la deuxième expérience, $G=f_1/f_2=300/-100=-3$

Les 2 grossissements sont donc égales

Puis nous avons vérifié si les 2 images étaient bien ressemblantes.



Figure 56: photo de la lampe en x1



Figure 57: photo de la lampe à travers la lunette astronomique composée de l'oculaire convergent



Figure 58 : photo de la lampe à travers la lunette astronomique composée de l'oculaire divergent

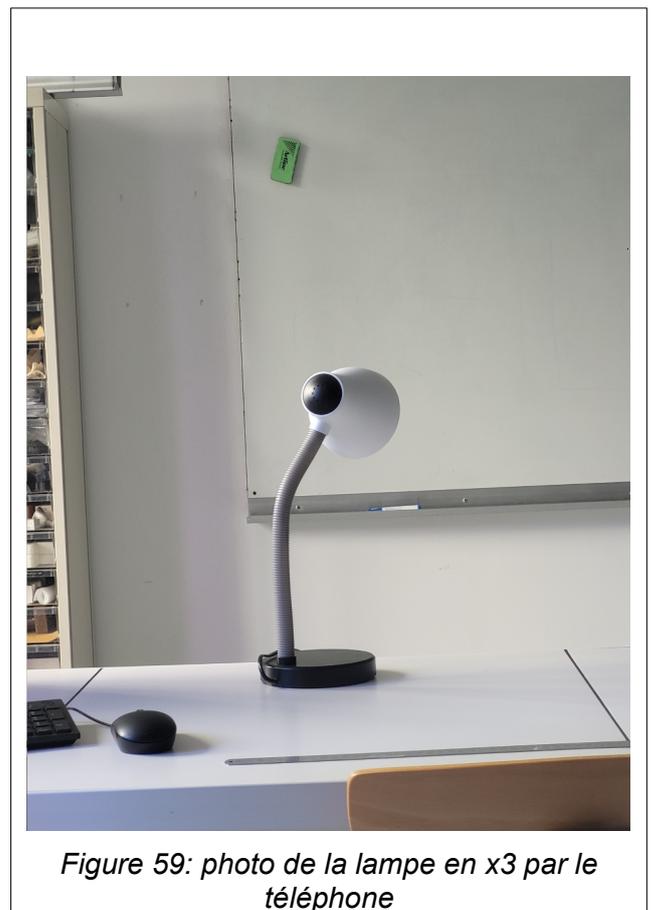


Figure 59: photo de la lampe en x3 par le téléphone

Sources:

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Microscope>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9lescope>
- <https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/les-telescopes-et-les-lunettes-astronomiques>

7.2.16. **Fiche Thermoscope :**

Le thermoscope permet de déceler les différences et les changements de température.

Histoire :

- Cet instrument a été inventé au cours de l'antiquité, au III^{ème} siècle av JC et a été réutilisé à la Renaissance.

Principe :

- Le système est composé d'une colonne d'eau surmontée d'un volume d'air. Quand l'air se réchauffe ou se refroidit, la hauteur de la colonne d'eau diminue ou augmente. Avec des graduations du niveau d'eau de la colonne, pour des températures de références (celle d'une flamme, de la neige), cet outil commence à s'apparenter à un thermomètre.

Utilisation :

- Cet outil peut être vu comme l'ancêtre du thermomètre. Il a donc eu une utilisation en lien avec la température. Parmi toutes les applications possibles, on peut citer que le thermoscope a permis de mettre en évidence, à la Renaissance, que la température du corps humain ne variait pas ; contrairement aux théories de l'époque qui affirmaient que cette température baissait pendant la nuit.

Étymologie :

- Vient de *therm* qui signifie chaud, chaleur, température et de *scope* qui signifie examiner

Objectifs :

- Fabriquer un thermoscope fonctionnel permettant de visualiser les changements et différences de températures

Matériels :

- pot en verre avec couvercle
- tube plastique transparent flexible
- pistolet à colle
- petite masse (type balance de roberval)
- vase en verre
- source d'eau (froide et chaude)

Protocole:

- percer le couvercle du pot de verre au diamètre du tube plastique (qq mm)

- fixer le tube plastique au couvercle et utiliser le pistolet à colle pour assurer l'étanchéité.
- mettre l'autre extrémité du tube plastique dans dans le vase en verre et y ajouter de l'eau.
- mettre une masse au fond du pot de verre, fermer le couvercle et faire couler de l'eau, froide ou chaude, sur le couvercle étanche.

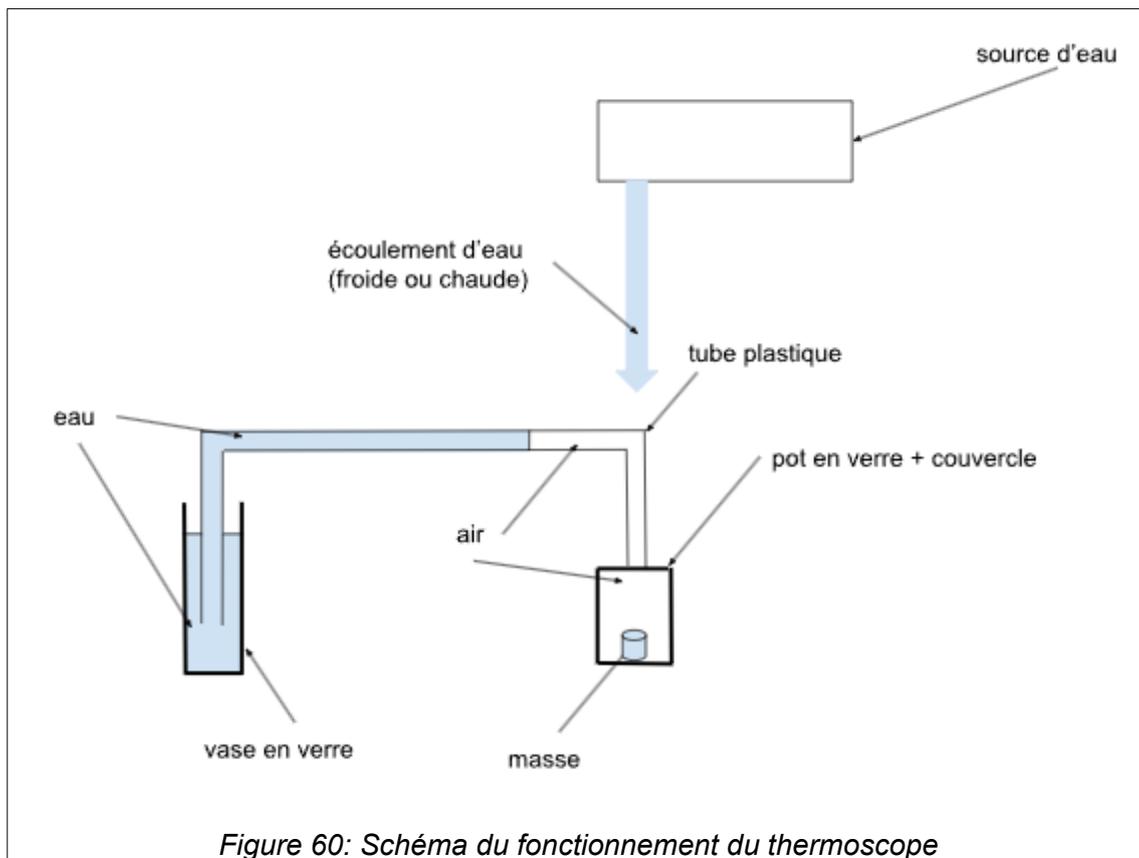
Résultats :

Lien vidéo de l'expérience :

<https://youtu.be/QMNVw01fkMQ>

Observations :

Comme nous pouvons le voir sur la vidéo, lorsque la température de l'eau du robinet est supérieure à la température ambiante, la colonne d'eau se déplace pour se vider dans le vase. A l'inverse, lorsque l'eau du robinet est plus froide, la colonne d'eau semble être aspirée par le compartiment hermétique. Et lorsque le premier scénario se profile à nouveau, les premières observations se répètent.



Explications :

A l'état initial, l'eau dans le vase, l'air piégé dans le bocal et le tube plastique sont à

température ambiante.

Lorsqu'on ouvre le robinet, et que de l'eau chaude en sort, le gaz piégé dans le bocal chauffe et la pression augmente. Afin de relâcher cette pression, le gaz gagne en volume, en poussant la colonne d'eau dans le tube plastique. Le niveau d'eau descend donc dans le tube au point que du gaz finit par s'échapper sous forme de bulles par l'extrémité du tube plastique.

A l'inverse, lorsqu'on se met à verser de l'eau froide, de température inférieure à la température ambiante, le gaz piégé dans le bocal de verre se comprime et perd en volume. La dépression induite fait donc monter le niveau d'eau dans le tube.

Si on repasse à de l'eau chaude, le premier cas de figure se répète à nouveau, etc.
(voir vidéo)

Sources:

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Thermoscope>
- <https://www.youtube.com/watch?v=StZxJUc8Zz4>