
MSP de Physique

CAPES de Physique-Chimie

Benjamin Marchetti ¹
(2018/2019)

1. <https://marchettibenjamin.wordpress.com>

Table des matières

MSP 01 - La pression.	5
A Séance 1 : Pression et force pressante (AE)	5
B Séance 2 : Pression dans un liquide au repos (AE)	6
C Séance 3 : La surpression pulmonaire (AE+AD)	6
D Séance 4 : La solubilité des gaz dans les liquides (AE+AD)	7
MSP 02 - Les étoiles.	8
A Séance 1 : Mise en évidence et explication du phénomène de réfraction (AD+manip prof)	9
B Séance 2 : Réfraction de la lumière (AE)	9
C Séance 3 : Dispersion de la lumière blanche (AE+AD)	10
D Séance 4 : Lumière des étoiles (AE évaluée).	10
E Séance 5 : Analyse de la lumière d'une étoile (AD/RP évaluée).	11
MSP 03 - Couleur, vision et image : L'oeil, lentille mince convergente, fonctionnements comparés de l'oeil et d'un appareil photographique.	12
A Séance 1 : Modélisation de l'œil (AD).	12
B Séance 2 : Relation pour une lentille convergente (AE).	13
C Séance 3 : Défauts et accommodation de l'œil (AD+AE).	14
D Séance 4 : L'œil et l'appareil photographique (AE)	15
MSP 04 - L'énergie, sa conservation et ses transferts.	17
A Séance 1 : Conservation de l'énergie (AD 1h)	17
B Séance 2 : Conservation à travers l'énergie thermique (AE 1h)	17
C Séance 3 : La chute de la balle (AE 2h)	18
D Séance 4 : Le pendule (Devoir maison)	19
MSP 05 - Convertir l'énergie et économiser les ressources : Production de l'énergie électrique; puissance. Conversion d'énergie dans un générateur, un récepteur. Loi d'Ohm. Effet Joule. Notion de rendement de conversion.	20
A Séance 1 : Rappels sur les lois de l'électricité (AE 1h)	21
B Séance 2 : Les lampes basses consommations (AD)	21
C Séance 3 : Caractéristique d'un générateur (AE 1h30)	21
D Séance 4 : Caractéristique d'un récepteur et mise en évidence de l'effet Joule (AE 1H)	22
MSP 06 - Gestion de l'énergie dans l'habitat : Énergie interne; température. Capacité thermique massique. Transfert thermique. Flux thermique.	24
A Séance 1 : La mesure de température (AD)	25

B	Séance 2 : Variations d'énergie interne et de température (AE). . .	25
C	Séance 3 : Détermination de la capacité thermique de l'aluminium (AE évaluée).	25
D	Séance 4 : Différents modes de transferts thermiques (AE)	26
E	Séance 5 : Les transferts thermiques dans l'habitat (RP)	27
MSP 07 - Ondes sonores et ultra-sonores, propagation.		29
A	Séance 1 : Quelles sont les caractéristiques d'une onde ultra-sonore ? (AE)	29
B	Séance 2 : Détermination de la célérité (AE)	30
C	Séance 3 : Fabrication d'un échographe (AE évaluée).	30
D	Séance 4 : Les ultrasons dans le domaine médical (AD).	31
MSP 08 - Appareil photographique numérique.		32
A	Séance 1 : L'œil et l'appareil photo (AD+AE)	32
B	Séance 2 : Mise au point, ouverture et temps de pose (AD+AE) . .	33
C	Séance 3 : Angle de champ, grandissement, grossissement (AE). . .	36
MSP 09 - Photographie numérique, photo-détecteur.		37
A	Séance 1 : Le chemin de la photo et image numérique (AD+AE) . .	37
B	Séance 2 : Fonctionnement du capteur CCD (AD+AE)	38
C	Séance 3 : Sur quels critères choisir un appareil photo ? (AE+AD) .	38
MSP 10 - Mesure du temps et oscillateur, amortissement.		40
A	Séance 1 : Le pendule pour mesurer le temps (AE 1h30)	40
B	Devoir Maison : Le pendule de Huygens	41
C	Séance 2 : Étude énergétique des oscillations libres d'un pendule (AE évaluée 1h30)	41
D	Séance 3 : La quête de la précision (AD + @)	42
MSP 11 - Temps, cinématique et dynamique newtonienne.		44
A	Séance 1 : Étude des mouvement rectilignes (AE 1h30)	44
B	Séance 2 : Étude de mouvement circulaire (AD+@ 1h)	45
C	Séance 3 : Propulsion et quantité de mouvement (AE 1h)	47
D	Séance 4 : Étude du mouvement de la chute d'une balle (AE 2h) . .	47
E	Séance 5 : La spectométrie de masse (Exercice/AD 1h)	48
MSP 12 - Propriétés des ondes : interférences et image numérique, stockage optique.		49
A	Séance 1 : Interférence en lumière monochromatique (AE 2h00) . .	49
B	Séance 2 : Étude d'une figure d'interférences à l'aide d'une image numérique (AE évaluée).	50
C	Séance 3 : Détermination du pas du sillon d'un CD/DVD (AE 1h) .	52
D	Séance 4 : Lecture d'un disque optique (AD)	53
MSP 13 - Propriétés des ondes : diffraction et image numérique, stockage optique.		54
A	Séance 1 : Interférence en lumière monochromatique (AE 2h00) . .	55
B	Séance 2 : Étude d'une figure de diffraction à l'aide d'une image numérique (AE évaluée).	55
C	Séance 3 : Stockage optique et ses limites (AD)	58

D	Séance 4 : Détermination du pas du sillon d'un CD/DVD (AE 1h)	59
MSP 14 - Énergie, matière et rayonnement : transferts quantiques d'énergie et procédés physiques de transmission.		61
A	Séance 1 : Fonctionnement d'un laser (AD)	61
B	Séance 2 : Transmission de l'information par un laser (AE)	62
C	Séance 3 : Transmissions par ondes hertziennes (AE)	62
D	Séance 4 : La fibre optique (AD+AE)	63
E	Séance 5 : Signal analogique ou numérique (AD+AE)	64
MSP 15 - Transmettre et stocker de l'information : Signal analogique et signal numérique. Procédés physique de transmission.		65
A	Séance 1 : Les différents types de transmissions de l'information (AD 1h00)	66
B	Séance 2 : La conversion analogique-numérique (AE 2h)	67
C	Séance 3 : La transmission d'un onde EM à travers le câble coaxial (AE 1h)	67
D	Séance 4 : La transmission d'une onde lumineuse à travers une fibre optique (AE évaluée)	68
MSP 16 - Caractéristiques des ondes. Propriétés des ondes : effet Doppler.		70
A	Séance 1 : Ondes progressives à une dimension (AD 1h00)	71
B	Séance 2 : Caractéristiques d'une onde progressive périodique (AE (1h)	71
C	Séance 3 : Acoustique musicale (AE 1h)	71
D	Séance 4 : Mesure de la vitesse par effet Doppler (AE 2h)	72
E	Séance 5 : Effet Doppler appliqué à l'astrophysique (AD 1h)	73
MSP 17 - Instrument de musique.		75
A	Séance 1 : La musique est une science (AD 30min)	75
B	Séance 2 : Comme fonctionne une guitare ? (AE 2h)	76
C	Séance 3 : Comment fonctionne un instrument à vent ? (RP évaluée)	77
D	Séance 4 : Jouer un son électronique (AE 2h)	78
E	Séance 5 : Traitement du son (DM évalué)	79
MSP 18 - Rotation d'un solide.		80
A	Séance 1 : Effet d'une force sur la rotation d'un solide (AE)	80
B	Séance 2 : Effet d'un couple de forces sur la rotation d'un solide (AE).	81
C	Séance 3 : Solide en rotation autour d'un axe fixe et soumis à une force de moment constant (AE).	81
D	Séance 4 : Puissance moyenne et couple de force (AD)	82
E	Séance 5 : Chute d'une bille dans l'air (AE).	83
MSP 19 - Les fluides dans l'habitat.		85
A	Séance 1 : Variation de pression dans une colonne d'eau (AE)	85
B	Séance 2 : Mesure du débit et de vitesse d'écoulement (AE)	86
C	Séance 3 : Bioclimatisation et pompe à chaleur (AD)	87
D	Séance 4 : Mesure de l'enthalpie de fusion de l'eau (AE).	87
E	Séance 5 : Ébullition de l'eau sous pression réduite (AE+AD)	88

MSP 20 - Structure d'une onde électromagnétique. Ondes polarisées ou non polarisées. Polariseur, analyseur.	89
A Séance 1 : Les lunettes aux verres polarisés (AD)	89
B Séance 2 : Production d'une lumière polarisée (AE)	90
C Séance 3 : Vérification de la loi de Biot (Démarche investigation) . .	91
D Séance 4 : Détermination de la concentration massique en saccharose dans le sirop contre la toux (AE évaluée)	92
MSP 21 - Utiliser l'énergie transportée par les ondes : Interférences constructives et destructives. Ondes stationnaires. Cavity résonnante, modes propres.	93
A Séance 1 : Mise en évidence du phénomène pour différents types d'onde (AE évaluée)	94
B Séance 2 : Les ondes stationnaires (AE)	96
C Séance 3 : Diapason du La 440 Hz (AE)	97
MSP 22 - Observer : voir plus loin.	98
A Séance 1 : Le principe des miroirs?(AE)	98
B Séance 2 : Le télescope ? (AE+RP)	99
C Séance 3 : Reproduction du télescope (AE)	100
D Séance 4 : Les télescopes les plus puissants actuels et en construction (AD)	101
MSP 23 - Système oscillants en mécanique et en électricité. Exemples dans différents domaines de fréquences. Analogies électromécaniques. Aspects énergétiques ; effets dissipatifs ; amortissement.	102
A Séance 1 : Fonctionnement du sismographe (AD)	103
B Séance 2 : Étude des oscillations libres d'un pendule (AE)	103
C Séance 3 : Le circuit RLC (AE)	105
MSP 24 - Oscillation forcées. Notions de résonance.	107
A Séance 1 : Introduction à la vibration et oscillation aux quotidiens (AD)	108
B Séance 2 : Fonctionnement du sismographe (AD)	108
C Séance 3 : L'oscillateur amorti (AE)	108
D Séance 4 : Le diapason électronique (AE)	108
E Séance 5 : Le pont de Tacoma (AE)	109
F Séance 6 : Amplifier la note Mi (AE)	110

MSP 1 - La pression

Niveau : 2nd

Thème : La pratique du sport.

Bulletin Officiel :

- Savoir que dans les liquides et dans les gaz la matière est constituée de molécules en mouvement.
- Utiliser la relation $P = F/S$ étant la force pressante exercée sur une surface S , perpendiculairement à cette surface.
- Savoir que la différence de pression entre deux points d'un liquide dépend de la différence de profondeur.
- Savoir que la quantité maximale de gaz dissous dans un volume donné de liquide augmente avec la pression.
- Savoir que, à pression et température données, un nombre donné de molécules occupe un volume indépendant de la nature du gaz.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesure.

Bibliographie :

- Physique-Chimie 2nd (2018), *Hachette*
- Physique-Chimie 2nd (2016), *Hatier*

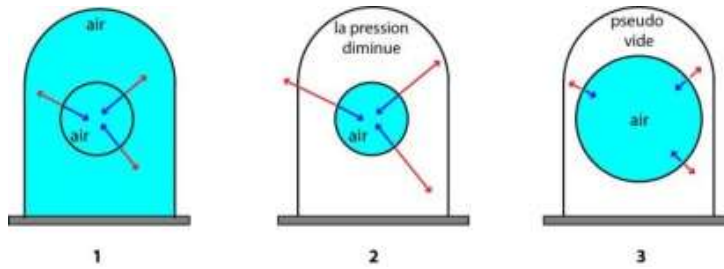
Pré-requis : États de la matière et description microscopique -composition de l'air – mesure de pression d'un gaz (cycle 4).

Contexte : L'alpinisme et la plongée. C'est le dernier chapitre de l'année on peut évaluer la démarche expérimentale, l'utilisation d'Excel.

A Séance 1 : Pression et force pressante (AE)

Voir page 288 du Hachette.

L'objectif de cette séance est de définir la notion de pression et de décrire la relation entre pression et force pressante.



A travers des manipulations nécessitant une seringue, cloche sous vide, manomètre et un système composé de piston+masse, les élèves vont devoir faire quelques expériences afin de mettre de comprendre la notion de force pressante et d'établir la relation : $P = F/S$. Pour cela, dans une ultime manip, les élèves vont devoir tracer l'évolution de la force en fonction de la surface pour un enfoncement constant donc pour une pression constante et conclure sur le type de relation existant entre F et S lorsque la pression est constante.

B Séance 2 : Pression dans un liquide au repos (AE)

Voir page 289 du Hachette.

Lors d'une plongée en apnée, l'effet ressenti par le corps du plongeur dépend de la profondeur de la plongée. Comment varie la pression dans l'eau avec la profondeur ?

L'objectif de cette séance est de savoir que la différence de pression entre deux points d'un liquide dépend de la différence de profondeur + pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesure.

Pour cela les élèves vont devoir mettre en place une démarche expérimentale :

- Hypothèse : la pression augmente avec la profondeur de manière proportionnelle (**APP**)
- Protocole : mesure de P à l'aide d'un manomètre et de z à l'aide d'une règle (**ANA**)
- Mesures (**REA**)
- Exploitation : tracé Excel de $P = f(z)$ (**REA**) proposer une loi et comparer à l'hypothèse (**VAL**)
- Rédiger un CR (**COM**)

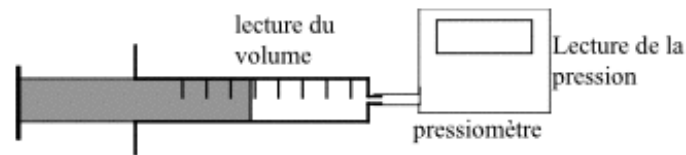
Ils doivent arriver à la relation $P = P_{atm} + \rho gz$.

C Séance 3 : La surpression pulmonaire (AE+AD)

Voir page 290 du Hachette.

L'objectif de cette séance est de mettre en avant la loi de Boyle-Mariotte.

Pour cela les élèves ont à leur disposition une seringue et manomètre. En supposant que le nombre de mole n de gaz est constant, et après une manip qualitative où on voit que l'influence du volume de la seringue sur la valeur de la pression, ils vont devoir pour différent volume de la seringue mesurer la pression. Et finalement déduire que $PV = cste$.



A l'aide de document ils pourront comprendre pourquoi il faut souffler en remontant lors d'une plongée sous marine.

D Séance 4 : La solubilité des gaz dans les liquides (AE+AD)

Voir page 291 du Hachette et page 212 du Hatier.

L'objectif de la séance est de savoir comment la solubilité augment avec la pression.

Pour cela on prendra soit une cloche sous vide avec deux béchers remplie d'eau non gazeuse et gazeuse(CO_2). En faisant une manip qualitative ils vont comprendre que lorsque la pression de l'air chute brutalement, le liquide restitue les gaz dissous sous forme de petites bulles.

MSP 2 - Les étoiles

Niveau : 2nd

Thème : L'univers.

Bulletin Officiel :

- Savoir qu'un corps chaud émet un rayonnement continu, dont les propriétés dépendent de la température.
- Repérer, par sa longueur d'onde dans un spectre d'émission ou d'absorption une radiation caractéristique d'une entité chimique.
- Utiliser un système dispersif pour visualiser des spectres d'émission et d'absorption et comparer ces spectres à celui de la lumière blanche.
- Savoir que la longueur d'onde caractérise dans l'air et dans le vide une radiation monochromatique.
- Interpréter le spectre de la lumière émise par une étoile : température de surface et entités chimiques présentes dans l'atmosphère de l'étoile.
- Connaître la composition chimique du Soleil.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesures et pour déterminer l'indice de réfraction d'un milieu.
- Interpréter qualitativement la dispersion de la lumière blanche par un prisme.

Bibliographie :

- Physique-Chimie 2nd (2018), *Hachette*
- Physique-Chimie 2nd, *Nathan*
- Physique-Chimie 2nd, *Bordas*
- Physique-Chimie 2nd (2016), *Hatier*

Pré-requis : Propagation rectiligne de la lumière, composition de la lumière blanche (cycle 4).

Contexte : Les étoiles sont extrêmement loin de la terre. Comment mieux les connaître ? En observant la lumière qui nous parvient ! Attention, il faut prendre en compte la réfraction dans l'atmosphère. Ainsi on pourra connaître leur température et leur composition chimique.

Cette séquence vient après celle concernant la première description de l'univers (distances et vitesse de propagation de la lumière) et précède la séquence sur l'atome.

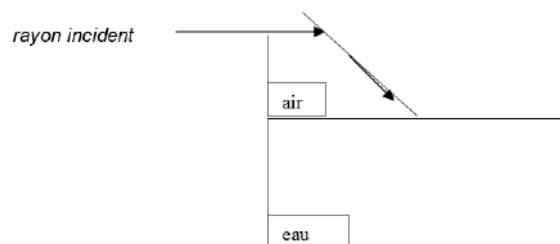
A Séance 1 : Mise en évidence et explication du phénomène de réfraction (AD+manip prof)

Voir page 42 et 43 du Hachette.

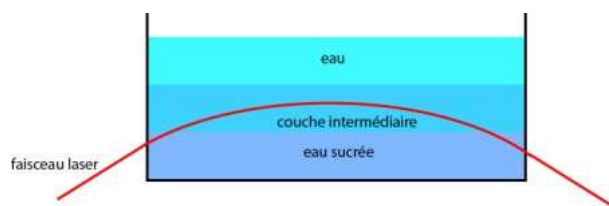
L'objectif de cette séance est de découvrir et schématiser le phénomène de réfraction (qualitatif ici).

Pour cela le professeur met en place deux manip :

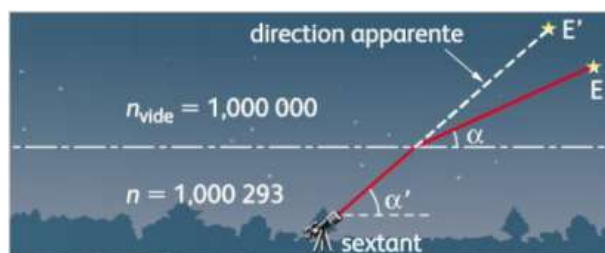
1. Manip avec une seule réfraction dans une eau homogène.



2. Manip série de réfraction dans une eau salée "mal mélangé" (stratifié).



Application à la position réelle/apparente d'une étoile ou du soleil quand il se couche.



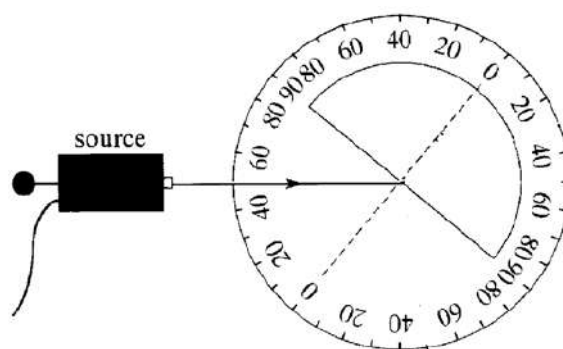
B Séance 2 : Réfraction de la lumière (AE)

voir page 250 du Hatier et page 142 du Nathan.

L'objectif de cette séance est de retrouver les lois de Snell-Descartes à travers une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesures et pour déterminer l'indice de réfraction d'un milieu (utilisation d'Excel).

Pour cela les élèves vont devoir :

1. Proposer un protocole expérimental pour retrouver la loi qui décrit la réfraction : effectuer une série de mesure pour les couples i_1 et i_2 (angle de 0 à 80°) et tracer i_1 en fonction de i_2 pour vérifier la proportionnalité pour retrouver la bonne loi.



- Utiliser la loi pour retrouver l'inde de réfraction du plexiglas (1,5 en théorie).

C Séance 3 : Dispersion de la lumière blanche (AE+AD)

Voir page 44 du Hachette.

L'objectif de cette séance est d'interpréter la dispersion de la lumière blanche par un cylindre/prisme pour comprendre la formation des arc en ciels + montrer un montage dispersif.

Pour cela les élèves positionne selon un certain angle la lumière blanche qui va "taper" dans le prisme et observe sur un écran la décomposition de la lumière. Cette manip va leur permettre de répondre à la problématique de la formation des arc en ciels.

D Séance 4 : Lumière des étoiles (AE évaluée).

Voir page 28 du Hachette.

L'objectif de cette séance est d'utiliser un système dispersif, savoir qu'un corps chaud émet un spectre continu dont les propriétés dépendent de la température, spectre d'émission et d'absorption.

Pour cela les élèves vont devoir :

- Proposer un montage dispersif et font varier la température du filament à l'aide d'un rhéostat.
- Le prof montre le spectre d'émission et d'absorption (page 29 du Hachette) à l'aide d'un spectromètre, puis les élèves travaillent avec une animation².

2. <https://www.edumedia-sciences.com/fr/media/661-spectre-demission-et-dabsorption>

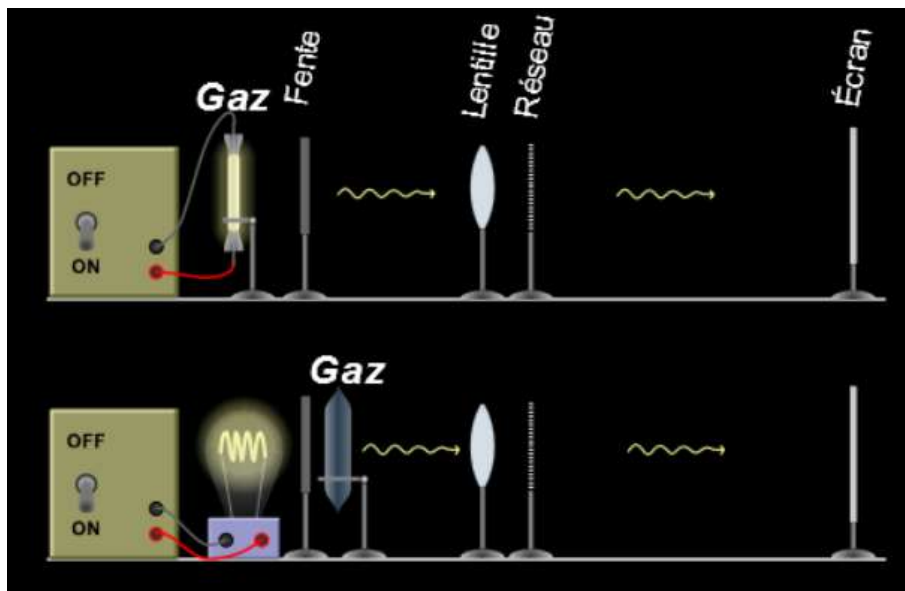
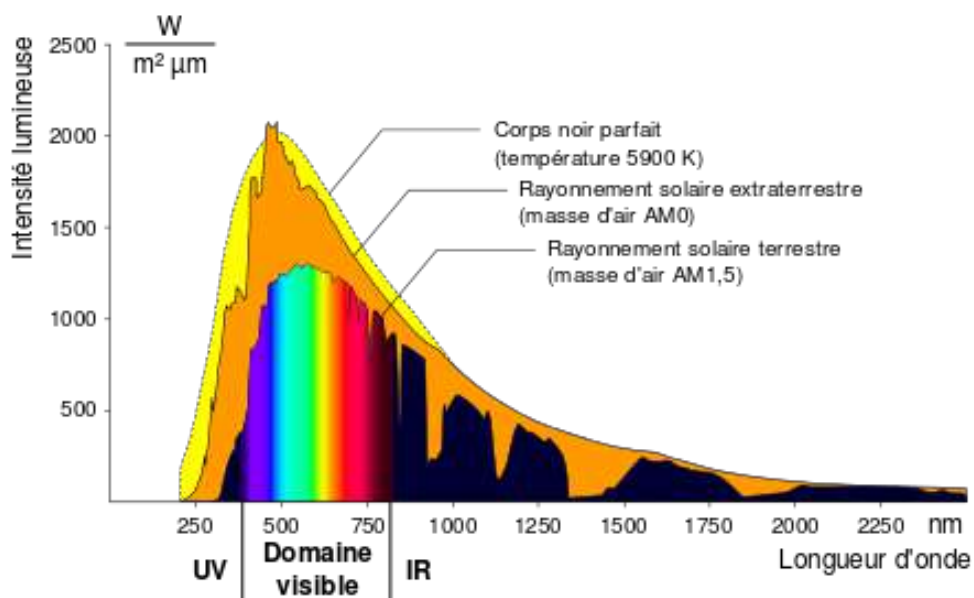


FIGURE 1 – Pour obtenir le spectre d'émission et absorption.

E Séance 5 : Analyse de la lumière d'une étoile (AD/RP évaluée).

Voir page 30 du Hachette et page 259 du Bordas et page 269 du Hatier.

L'objectif de cette séance documentaire est d'interpréter le spectre de la lumière émise par une étoile et connaître la composition du soleil.



Pour cela les élèves vont avoir un corpuscule de documents qui leur permettront de comprendre et connaître la composition du soleil en étudiant son spectre d'émission.

MSP 3 - Couleur, vision et image :

L'oeil, lentille mince convergente, fonctionnements comparés de l'oeil et d'un appareil photographique.

Niveau : 1er S

Thème : Observer - Couleurs et images.

Bulletin Officiel :

- Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel.
- Déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille convergente.
- Modéliser le comportement d'une lentille mince convergente à partir d'une série de mesures.
- Utiliser les relations de conjugaison et de grandissement d'une lentille mince convergente.
- Modéliser l'accommodation du cristallin
- Pratiquer une démarche expérimentale pour comparer les fonctionnements optiques de l'œil et de l'appareil photographique.

Bibliographie :

- Physique-Chimie 1er S (2011), *Hachette*
- Physique-Chimie 1er S, *Bordas*
- Expériences de physique optique (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : 2de : Propagation rectiligne de la lumière dans un milieu transparent, lois de Snell - Descartes, réfraction ; 1ere S avec le programme de SVT (le cristallin, les photorécepteurs).

Contexte : Comment l'œil nous permet-il de percevoir le monde qui nous entoure ?

Cette séquence est le premier chapitre de l'année et précède la séquence sur la couleur des objets-synthèse additive et soustractive.

A Séance 1 : Modélisation de l'œil (AD).

Voir page 18 du Bordas. et page 15 du Hachette.

Que voyez-vous ? Introduction avec des illusions d'optique Pourquoi une image peut-elle être interprétée de différentes manières ? L'œil est l'organe permettant la vision, de quoi est-il constitué ?

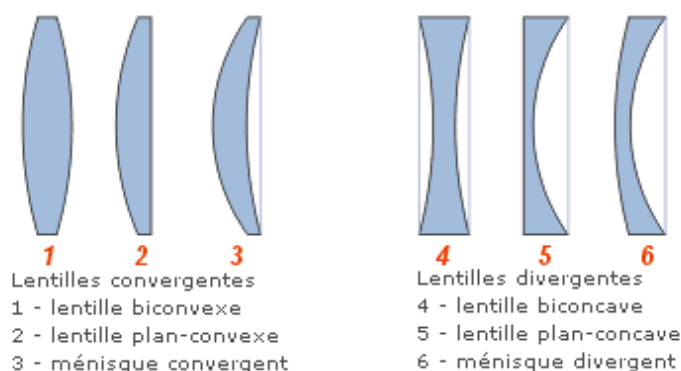
L'objectif de cette séance est de décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel.

Pour cela les élèves auront à disposition un ensemble de document et vidéo ("L'œil et la vision"), et ils devront compléter le schéma de l'œil.

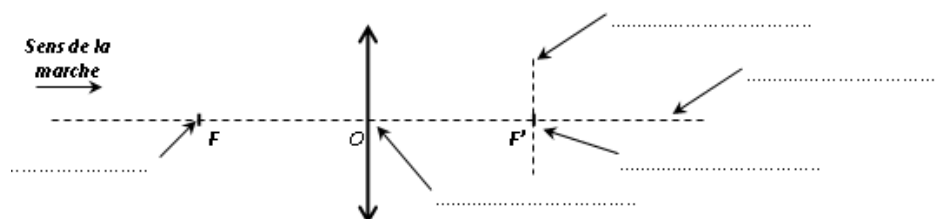
Fonction	Élément de l'œil réel	Élément de l'œil réduit
Régulation de la quantité de lumière	Iris	Diaphragme
Formation de l'image	Cristallin	Lentille convergente
Réception de l'image	Rétine	Ecran

Dans la correction on pourra utiliser le matériel magnétique avec le schéma de l'œil pour montrer le fonctionnement de l'œil (laser + lentille convergente + schéma de l'œil).

Dans un second temps on s'intéressera au cristallin : assimilable à une lentille convergente. A partir du matériel magnétique et de documents les élèves vont découvrir le type de lentille existant :



En même temps ils pourront apprendre la schématisation de système optique avec le trajet des rayons lumineux et le vocabulaire associé à cette représentation : objet, image, foyer objet, foyer image, vergence ...



B Séance 2 : Relation pour une lentille convergente (AE).

Voir page 16 du Hachette ou page 19 du Bordas.

L'objectif de cette séance est de modéliser le comportement d'une lentille mince convergente à partir d'une série de mesures.

Dans un premier temps le prof montre les différents cas pour une lentille convergente selon le type de rayon incident en utilisant le matériel magnétique :

1. Schématisation des expériences	2. Association expérience/règle
<p>Expérience a</p>	<p>Règle 3 : Tout rayon lumineux passant par le foyer objet, point de l'axe optique noté F, émerge de la lentille parallèlement à cet axe.</p>
<p>Expérience b</p>	<p>Règle 1 : Tout rayon lumineux passant par le centre optique O d'une lentille ne subit aucune déviation.</p>
<p>Expérience c</p>	<p>Règle 2 : Tout rayon lumineux arrivant parallèlement à l'axe optique Δ émerge de la lentille en passant par le foyer image, point de l'axe optique noté F'. La distance entre O et F' est la distance focale (notée f).</p>

Puis les élèves vont devoir :

- Proposer un protocole expérimentale
- Faire des mesures
- Exploiter les mesures : tracer $1/OA'$ en fonction de $1/OA$.
- Déterminer l'ordonnée à l'origine $1/f'$
- Calcul du grandissement : $\gamma = \overline{A'B'}/\overline{AB}$.
- Conclure

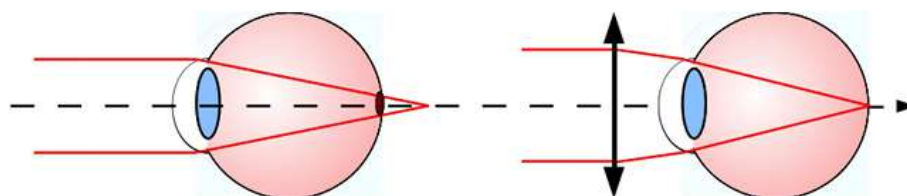
C Séance 3 : Défauts et accommodation de l'oeil (AD+AE).

Voir page 19 du Bordas et page 47 du Bellier.

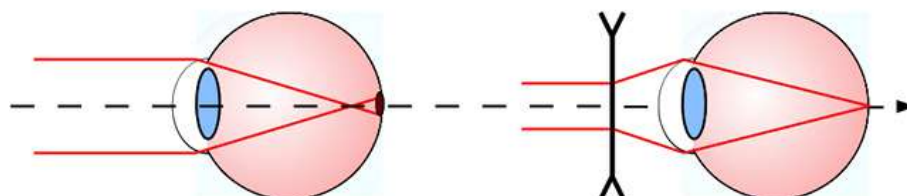
L'objectif de cette séance est de déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille convergente ; Construction graphique d'une image et faire le lien avec les défauts de l'oeil + déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille convergente. **Utiliser les relations de conjugaison et de grandissement d'une lentille mince convergente. Modéliser l'accommodation du cristallin.**

La séance vas s'étaler en trois parties :

1. L'oeil emmétrope : animation avec une lentille + construction graphique. On donne aux élèves les données utiles (f , distance cristallin, rétine, distance objet cristallin et taille objet et ils doivent construire le système optique à la main.



2. L'œil myope : on dispose du matériel magnétique et de donnée. On proposera une correction de la myopie : lentille divergente. (+ documents)



3. L'accommodation de l'œil : Pour cela à l'aide de documents et en ayant vu la vidéo canopé : le cristallin peut modifier sa forme, les élèves vont devoir modéliser l'œil réduit au repos et modéliser l'accommodation.

D Séance 4 : L'œil et l'appareil photographique (AE)

Voir page 14 du Hachette et page 20 du Bordas.

L'objectif de cette séance est de pratiquer une démarche expérimentale pour comparer les fonctionnements optiques de l'œil et de l'appareil photographique.

La comparaison entre l'œil et un appareil photo est-elle justifié ?

Les élèves vont devoir :

- **S'APP** : Hypothèses émises pour retrouver une image nette (changer de lentilles / focale ; rapprocher l'écran)
- **ANA et REA** : Pour chaque hypothèse, préciser la grandeur physique modifiée ; indiquer la nouvelle valeur de la grandeur ; vérifier expérimentalement ; faire un schéma.
- **ANA** : Attribuer l'une ou l'autre des modifs au fonctionnement de l'œil ou de l'appareil photo.
- **ANA** : A l'aide des docs, préciser les phénomènes en jeu dans la mise au point de l'appareil photo.
- **VAL** : Valider avec un appareil photo manuel
- **COM** : Conclure

Pour obtenir une image nette d'un objet proche avec la maquette de l'œil, la distance lentille-écran étant fixe, il faut modifier la forme de la lentille jouant le rôle du cristallin. Lorsque l'objet se rapproche, il faut gonfler d'eau la poche de silicone pour retrouver une image nette.

Pour obtenir une image nette d'un objet proche avec la maquette de l'appareil photographique, la distance focale de la lentille étant fixe, il faut modifier la distance lentille-écran. À partir d'une visée à l'infini (vision nette d'un objet très éloigné), pour visualiser un objet proche, il faut reculer l'écran.

Œil réel	Œil réduit	Appareil photographique
Iris	Diaphragme	Diaphragme (ouverture)
Cristallin	Lentille convergente	Objectif
Rétine	Écran	Capteur

MSP 4 - L'énergie, sa conservation et ses transferts

Niveau : 1ere S

Thème : Comprendre et Agir

Bulletin Officiel :

- Connaître et utiliser l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide au voisinage de la Terre.
- Réaliser et exploiter un enregistrement pour étudier l'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique d'un système au cours d'un mouvement.
- Connaître diverses formes d'énergie.
- Exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie.

Bibliographie :

- Physique-Chimie 1er S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Expériences de physique - Électricité (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Description du mouvement (2nd).

Contexte : Comment expliquer des phénomènes physiques à travers le principe de conservation de l'énergie ?

A Séance 1 : Conservation de l'énergie (AD 1h)

voir page 220 et page 223 du Hachette.

Le but de cette séance est de permettre aux élèves de comprendre la notion de conservation de l'énergie et de voir qu'il peut exister différentes types d'énergies.

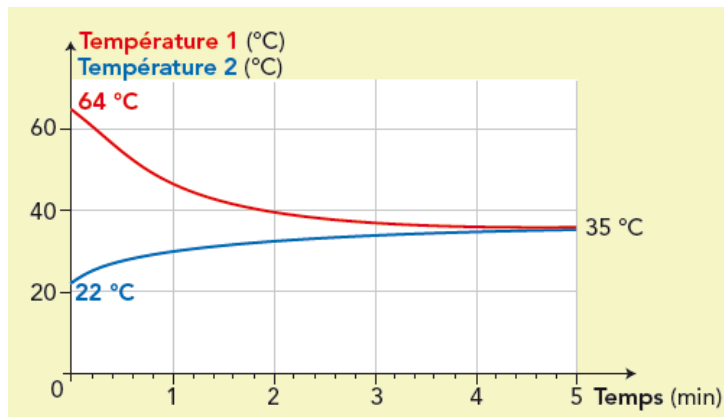
B Séance 2 : Conservation à travers l'énergie thermique (AE 1h)

voir page 221 du Hachette.

Cette séance a pour but de connaître diverses formes d'énergie et d'exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie.

Pour cela les élèves ont à leur disposition un calorimètre, une canette, un grand bécber, une éprouvette graduée, une plaque chauffante et deux capteurs de températures. Pour

mener à bien l'expérience on verse une masse m_2 (par exemple 350 g) d'eau froide dans le calorimètre, et une masse m_1 (par exemple 200 g) d'eau chaude dans la canette. On introduit la canette à l'intérieur du calorimètre et on suit l'évolution des températures de chaque masse d'eau au cours du temps. Lors de l'expérience, les sondes ne doivent pas toucher les parois et il faut agiter légèrement pour que la température soit homogène à l'intérieur de chaque masse d'eau.



Ils doivent observer une diminution de la température de l'eau chaude et une augmentation de l'eau froide. Le transfert d'énergie entre ces deux masses d'eau est l'énergie thermique (donnée) :

$$E_{th} = mc_{eau}\Delta T \quad (1)$$

On peut alors comparer la valeur de E_{th1} et E_{th2} : il y a une légère différence due aux pertes avec le milieu extérieur mais on peut essayer d'expliquer le principe de la conservation de l'énergie dans ce système.

Eau chaude	Eau froide
$m_1 = 0,200 \text{ kg}$	$m_2 = 0,350 \text{ kg}$
$\theta_i = 64 \text{ °C}$	$\theta_i = 22 \text{ °C}$
$\theta_f = 35 \text{ °C}$	$\theta_f = 35 \text{ °C}$

Rq : Voir détail sur le calorimètre page 448 du Bellier.

C Séance 3 : La chute de la balle (AE 2h)

voir page 222 du Hachette.

Cette séance a pour objectif de réaliser et exploiter un enregistrement pour étudier l'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique d'un système au cours d'un mouvement.

Pour cela les élèves ont à leur disposition une webcam (Aviméca), une balle rouge, une règle. Ils doivent filmer le mouvement de chute de la balle et obtenir les coordonnées, vitesse de la balle au cours du temps. Ainsi ils pourront calculer l'énergie cinétique, l'énergie potentielle et l'énergie mécanique. (on peut même filmer le rebond de la balle et observer qu'il y a transfert d'énergie de la balle vers le sol → diminution de l'énergie mécanique).

	Expérience de chute dans l'air	Expérience de chute dans le liquide
Énergie cinétique	Augmente	Augmente, puis reste constante
Énergie potentielle de pesanteur	Diminue	Diminue
Énergie mécanique	Reste constante	Diminue

Dans un second temps les élèves vont tomber la balle dans un liquide visqueux. Ils doivent observer que l'énergie mécanique diminue du fait des frottements.

D Séance 4 : Le pendule (Devoir maison)

voir page 233 22) et 26) ou 27) du Hachette.

Le but de cette dernière séance est d'évaluer les notions acquises durant la leçon : quantifier l'énergie d'un système par l'étude de son mouvement, conservation de l'énergie, comment savoir si le système cède de l'énergie à l'environnement et comment quantifier l'énergie cédée (et sous quelle forme est-elle cédée ?).

MSP 5 - Convertir l'énergie et économiser les ressources : Production de l'énergie électrique ; puissance.

Conversion d'énergie dans un générateur, un récepteur. Loi d'Ohm. Effet Joule. Notion de rendement de conversion.

Niveau : 1ere S

Thème : Agir - Défis du XXIe siècle.

Bulletin Officiel :

- Distinguer puissance et énergie
- Connaître et utiliser la relation liant puissance et énergie
- Connaître et comparer des ordres de grandeur de puissances.
- Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les conversions d'énergie en terme de conservation, de dégradation.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour : mettre en évidence l'effet Joule ; exprimer la tension aux bornes d'un générateur et d'un récepteur en fonction de l'intensité du courant électrique.
- Recueillir et exploiter des information portant sur un système électrique à basse consommation.

Bibliographie :

- Physique-Chimie 1er S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie 1er S (2012), *Micromega*
- Expériences de physique - Électricité (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Lois de l'électricité (cycle 4) ; Formes et principe de conservation de l'énergie (1S).

Contexte : En quoi la science permet-elle de répondre aux défis rencontrés par l'Homme dans sa volonté de développement tout en préservant la planète ?

Cette leçon passe après la séance concernant les ressources énergétiques, transport et stockage + évaluation diagnostique acquis cycle 4.

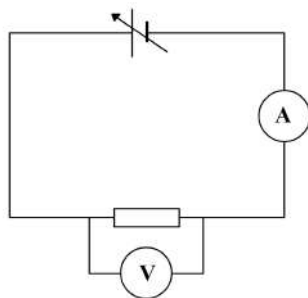
A Séance 1 : Rappels sur les lois de l'électricité (AE 1h)

voir page 255 C du Hachette.

L'objectif de cette séance est de remédier aux acquis insuffisants du cycle 4, préparé suite à l'évaluation.

Pour cela on peut mettre en place différents ateliers :

- Un atelier qui a pour but de mesurer la tension aux bornes d'une résistance et le courant pour retrouver la valeur de la résistance du dipôle : on trace $U = f(I)$.



- Un autre atelier où les élèves vont devoir mesurer la puissance P (avec un wattmètre un consomètre) et l'énergie consommé ($E = P\Delta t$) d'un appareil de la vie courante (bouilloire par exemple de différent classe A et D) afin de pouvoir les comparer.

B Séance 2 : Les lampes basses consommations (AD)

Voir page 254 du Hachette et page 282 du micromega.

Le but de cette séance est de présenter l'intérêt des ampoules basse consommation. Cela se fait en comparant les puissances de fonctionnement de différents modèles.

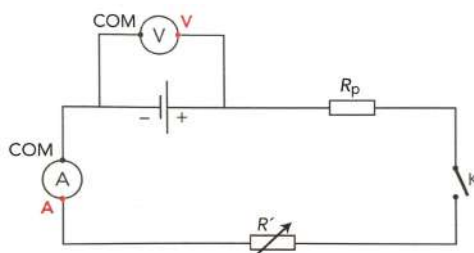
Rq : Il est possible de faire la manip plutôt qu'une étude de doc mais ça se complique si on ne dispose pas de 2 lampes fournissant le même angle (solide) d'éclairage. ($lux = 1W/m^2$).

C Séance 3 : Caractéristique d'un générateur (AE 1h30)

MANIP : voir page 256 du Hachette.

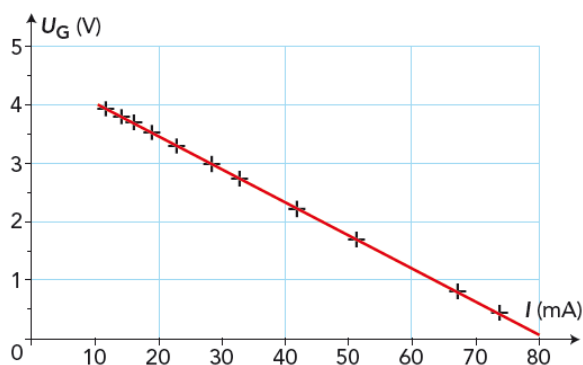
Le but de cette mettre en évidence de façon expérimentale l'expression de la tension aux bornes d'un générateur et de schématiser une chaîne énergétique.

Pour cela les élèves ont à leur disposition d'une pile plate, un voltmètre, un ampèremètre, deux résistances et un interrupteur (pour éviter le déchargement de la pile en continue). (**Penser à mesurer E avant de faire débiter la pile : $E_{mes} > E_{theo}$**).

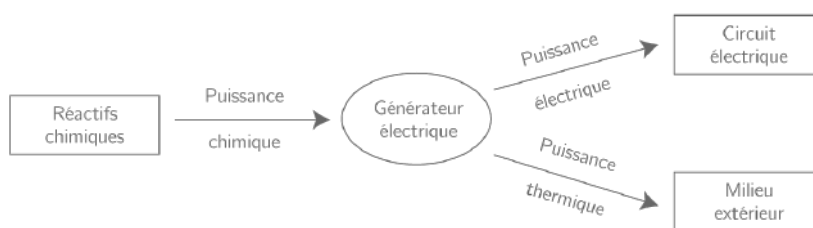


Durant la séance ils devront tracer la "caractéristique du dipôle" en faisant varier la résistance R' (ne pas dépasser $200mA$). A partir de cette courbe ils pourront obtenir la force électromotrice E du générateur en regardant l'ordonnée à l'origine. Le coefficient de la droite donnera la résistance interne de la pile. Ainsi il faudra en déduire que la tension aux bornes de la pile s'écrit $U = E - rI$. La puissance est alors $P = EI - rI^2$ et l'énergie $E_{elec} = P\Delta t = (EI - rI^2)\Delta t = E_{chimique} - E_{joules}$. On pourra alors déterminer le rendement :

$$\eta = \frac{\text{Consomme}}{\text{Fournie}} = \frac{E_{elec}}{E_{chimique}} \quad (1)$$



Ils devront enfin proposer le schéma de la chaîne énergétique de la pile (récepteur).



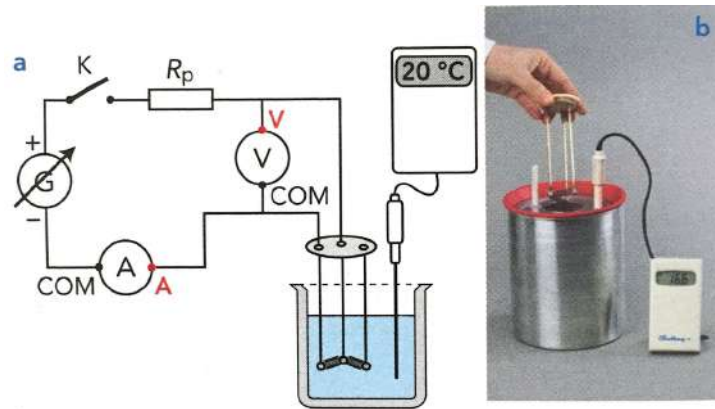
Rq : Voir quelques notions en plus page 143 du Bellier.

D Séance 4 : Caractéristique d'un récepteur et mise en évidence de l'effet Joule (AE 1H)

MANIP : voir page 256 du Hachette et page 448 du Bellier.

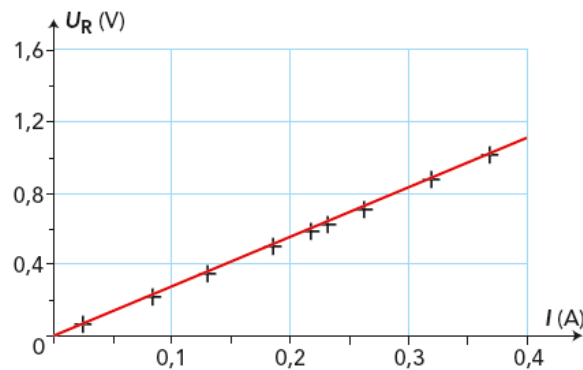
L'objectif de cette séance est pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence le fonctionnement d'un récepteur et de l'effet Joule.

Durant cette séance les élèves vont travailler de manière autonome. Ils auront à leur disposition un calorimètre, une résistance, un thermomètre ...



Doc. 9 Schéma du montage permettant de tracer la caractéristique d'un conducteur ohmique (a) et photographie d'une partie du matériel (b).

Ils vont devoir tracer la caractéristique du conducteur ohmique pour en déduire la relation de la forme : $U = E' + rI$. De plus ils devront observer l'évolution de la température dans le calorimètre pour différentes valeurs de l'intensité : le générateur a transféré de l'énergie électrique au conducteur ohmique et on remarque un transfert thermique entre le conducteur et l'eau qui s'est échauffé.



Ainsi les élèves auront compris la finalité dans l'utilisation d'un récepteur (chauffage/convecteur par exemple) et l'intérêt d'utiliser un générateur (fournir l'énergie avec un rendement max).

Rq : Pour le calorimètre on a $E = mC_p\Delta T = (m_{eau}C_{p_{eau}} + m_{calo}C_{p_{calo}})$.

MSP 6 - Gestion de l'énergie dans l'habitat : Énergie interne ; température. Capacité thermique massique. Transfert thermique. Flux thermique.

Niveau : 1ere STI2D-STL

Thème : Habitat

Bulletin Officiel :

- Mesurer des températures.
- Citer les deux échelles principales de températures et les unités correspondantes.
- Associer la température à l'agitation interne des constituants microscopiques.
- Associer l'échauffement d'un système à l'énergie reçue, stockée sous forme d'énergie interne.
- Exprimer la variation d'énergie interne d'un solide ou d'un liquide lors d'une variation de température.
- Définir la capacité thermique massique.
- Prévoir le sens d'un transfert thermique entre deux systèmes dans des cas concrets ainsi que leur état final.
- Décrire qualitativement les trois modes de transfert thermique en citant des exemples.
- Réaliser expérimentalement le bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire.
- Expliciter la dépendance entre la puissance rayonnée par un corps et sa température.
- Citer le lien entre la température d'un corps et la longueur d'onde pour laquelle l'émission de la lumière est maximale.
- Mesurer l'énergie échangée par transfert thermique.

Bibliographie :

- Physique-Chimie 1er STI2D-STL (2012), *Hachette*
- Expérience de physique élec (4ed), Bellier, *Dunod*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Bordas*

Pré-requis :

Contexte : Le chauffage est la première dépense en électricité des français. Un axe pour réduire ces dépenses est la construction de maisons plus économes grâce aux matériaux

choisis. Quelle caractéristique doivent avoir ces matériaux ? quelles sont les pertes thermiques au niveau des murs ?

Cette leçon passe après la séance concernant l'énergie, la puissance et conservation de l'énergie et précède la séquence sur le bilan énergétique dans un circuit électrique.

A Séance 1 : La mesure de température (AD)

A chercher.

L'objectif de cette séance est de citer les deux échelles principales de températures et les unités correspondantes et associer la température à l'agitation interne des constituant microscopiques.

Durant cette séance documentaire les élèves vont devoir faire des recherches afin de répondre à de nombreuses questions : date du premier thermomètre, fonctionnement du thermomètre, liquides utilisés, autres capteurs de température, échelle de température dans le système S.I., relation entre les deux unités et que se passe-t-il à l'échelle microscopique lorsqu'on chauffe un corps ?

B Séance 2 : Variations d'énergie interne et de température (AE).

Voir page 66 du Hachette STI2D et page 387 du Bordas.

Durant cette séance l'objectif est de mesurer des températures, associer l'échauffement d'un système à l'énergie reçue, stockée sous forme d'énergie interne. Exprimer la variation d'énergie interne d'un solide ou d'un liquide lors d'une variation de température. Définir la capacité thermique massique.

Pour comprendre le phénomène d'accumulation d'énergie les élèves vont s'aider de documents du Bordas et procéder à plusieurs expériences :

1. Accumulation d'énergie pour des substances différentes : influence de la capacité thermique (énergie à fournir à un matériau pour élever sa température d'un kelvin)
2. Accumulation d'énergie en fonction de l'énergie apportée : on utilise un thermoplongeur pour chauffer de l'eau et pour différente énergie de chauffe on note température initiale et finale pour pouvoir tracer $W = f(\theta)$: linéaire.
3. Accumulation d'énergie en fonction de la quantité d'eau : influence de la masse. On fait le suivi de la température pour une même variation de température pour différente masse d'eau (mesure avec un joulemètre.

On doit arriver à la relation $Q = \Delta U = mc(\theta_f - \theta_i)$.

C Séance 3 : Détermination de la capacité thermique de l'aluminium (AE évaluée).

voir page 72 du Hachette STI2D ou page 388 du Bordas ou page 447 du Bellier.

L'objectif de cette séance est de définir la capacité thermique massique et réaliser expérimentalement le bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire.

Problématique : Pour accumuler l'énergie entrant dans une maison, on construit des murs en pierre ou en brique. Pourrait-on choisir un autre matériau, l'aluminium par exemple ?

Tissage avec activité précédente : la capacité thermique massique d'un matériau indique la capacité de ce dernier à accumuler de l'énergie lors de l'élévation de 1°C et pour 1kg de matériau.

A partir de la dernière séance les élèves vont devoir à partir du matériel qu'ils ont à disposition (calorimètre, thermomètre, eau, masse d'aluminium et bouilloire) :

- Proposer un protocole
- Réaliser des mesures
- Valider la mesure sachant que $c(\text{Al}) = 903\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$.
- Conclure

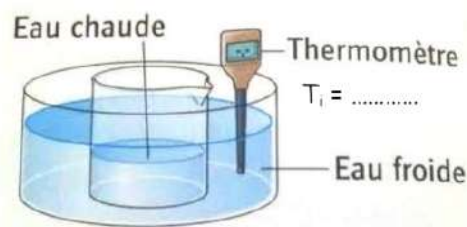
D Séance 4 : Différents modes de transferts thermiques (AE)

voir page 39 du Hachette STI2D et page 369 du Bordas.

L'objectif de la séance est de décrire qualitativement les trois modes de transferts thermiques en citant des exemples. Prévoir le sens d'un transfert thermique entre deux systèmes dans des cas concrets ainsi que leur état final.

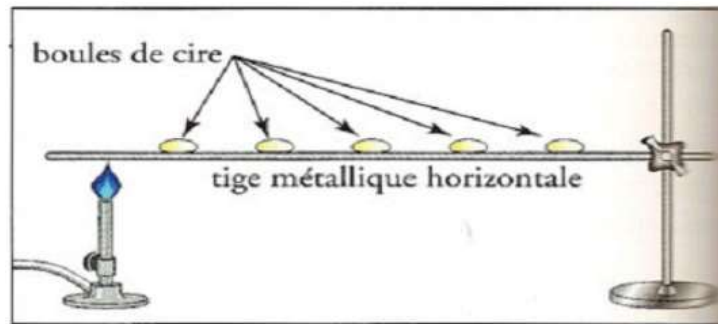
Problématique : Quels sont les modes de transferts thermiques ?

Dans un premier temps le prof présente une manip introductive : les élèves doivent prédire l'évolution des températures au bout d'un très long temps.



Puis il y va y avoir trois pôles d'expérience avec les binômes qui tournent avec une fiche d'activité à remplir :

- Expérience 1 : Conduction : on utilise un sèche-cheveux + barre de fer + support + cire de bougie. Il y a un transfert thermique de l'extrémité chaude vers l'extrémité froide dans la tige métallique. Les atomes de la partie chaude, possédant une énergie cinétique microscopique plus grande que ceux de la partie froide, communiquent, de proche en proche, à ces derniers une partie de leur énergie.



- Expérience 2 : Convection : on utilise une plaque chauffante + encre + bécher avec eau et thermomètre. Lorsque l'on fait chauffer une casserole remplie d'eau, la plaque chauffante commence par augmenter la température de l'eau présente au fond de la casserole. Cette eau plus chaude, devient moins dense que l'eau froide et va avoir tendance à remonter vers le haut de la casserole tandis que l'eau froide du haut va effectuer le chemin inverse et va du coup être chauffée plus rapidement car plus proche de la plaque chauffante. Application aux mouvements de masse d'air.



- Expérience 3 : Rayonnement : on utilise du papier noir + Aluminium avec un thermomètre au contact du papier + une lentille convergente de courte focale (loupe) et une source de lumière ou soleil.

Rq : Le transfert thermique par conduction nécessite un milieu matériel. L'énergie est transportée de proche en proche, généralement dans un solide, sans déplacement de matière.

Le transfert thermique par convection nécessite un milieu matériel. L'énergie est transportée par des mouvements de matière au sein d'un gaz ou d'un liquide.

Le transfert thermique par rayonnement ne nécessite pas de milieu matériel. L'énergie est transportée par des ondes électromagnétiques.

Un transfert thermique est un transfert d'énergie irréversible.

E Séance 5 : Les transferts thermiques dans l'habitat (RP)

A trouver et voir page 371 du Bordas.

Le proviseur du lycée souhaite améliorer l'isolation du lycée pour réduire les dépenses de chauffage. Il a fait appel à un professionnel qui dispose d'une caméra thermique.

L'objectif de la séance est de décrire qualitativement les trois modes de transferts thermiques en citant des exemples. Mesurer l'énergie échangée par transfert thermique. Expliciter la dépendance entre la puissance rayonnée par un corps et sa température. Citer le lien entre la température d'un corps et la longueur d'onde pour laquelle l'émission

de lumière est maximale.

Problématique : Dans quelles zones du lycée, les pertes thermiques sont-elles les plus importantes ? Quelle est la quantité d'énergie thermique qui s'échappe de ces zones ? Quel est la valeur du flux thermique durant une heure ?



Pour cela on donnera aux élèves la photo de la façade du lycée accompagné de documents sur le rayonnement et la température des corps et des informations sur les caractéristiques d'une caméra thermique.

Ils devront faire les hypothèses simplificatrices nécessaires : simple vitrage, températures constantes et auront à leur disposition : thermomètres, un mètre, résistance thermique du verre, capacité thermique du verre.

Pour améliorer l'isolation de la maison on peut mettre de bon isolation pour éviter les pertes par conduction (voir manip du Bordas, on peut donner la relation directement $Q = R_{th}\Delta\theta = e/(\lambda S)\Delta\theta$.

MSP 7 - Ondes sonores et ultra-sonores, propagation.

Niveau : 1ere STI2D-STL

Thème : Santé

Bulletin Officiel :

- Mesurer la célérité d'une onde sonore ou ultra-sonore.
- Déterminer expérimentalement des distances à partir de la propagation d'un signal.
- Associer les énergies transmises et réfléchies à la nature des différents milieux.
- Définir et mesurer quelques grandeurs physiques associées à une onde sonore : pression acoustique, amplitude, période, fréquence, célérité, longueur d'onde.
- Énoncer qu'un milieu matériel est nécessaire à la propagation d'un onde sonore.
- Donner l'ordre de grandeur de la célérité du son dans quelques milieux : air, liquide, solide.

Bibliographie :

- Physique-Chimie 1er STI2D-STL (2012), *Hachette*

Pré-requis : Cycle 4 : Ondes sonores : T, f (liée à la note de musique), risques auditifs ; 2nd : Ondes ultra-sonores : c, T, f, mesure de distances appliqué à l'échographie ; 1ère STI2D : Partie Habitat - confort acoustique ; ondes sonores et ultra-sonores...

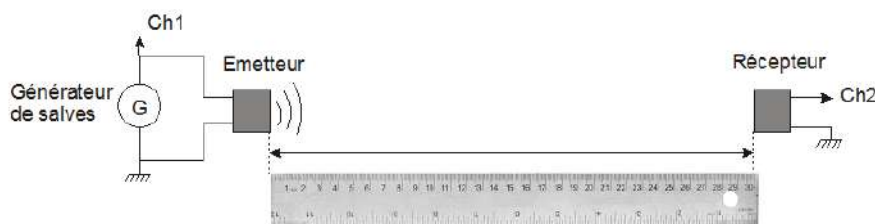
Contexte : Les ondes sonores ont été étudiées dans le thème de l'habitat. On va ici montrer le danger des ondes sonores sur notre santé et introduire les ondes ultra-sonores.

Cette leçon passe après la séance concernant ondes mécaniques : ondes progressives et précède la séquence sur les antiseptiques et désinfectants.

A Séance 1 : Quelles sont les caractéristiques d'une onde ultra-sonore ? (AE)

Voir page 175 du Hachette.

L'objectif de cette séance est de rappeler comment on peut, avec un dispositif adapté, mesurer la célérité d'une onde ou des distances.



Pour cela les élèves ont à leur disposition un oscilloscope et un émetteur et deux récepteurs : ils vont devoir en déduire la célérité du son dans l'air et savoir évaluer des distances.

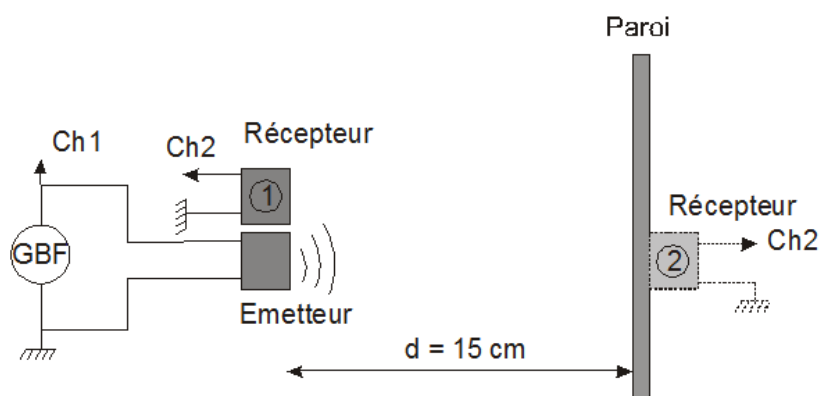
A l'aide de documents ils devront caractériser l'onde : fréquence, période, longueur d'onde et également classe la célérité du son suivant le milieu : air, eau, solide ...

B Séance 2 : Détermination de la célérité (AE)

Voir page 180 du Hachette.

L'objectif de la séance est d'aborder les notions concernant les énergies transmises et réfléchies à la nature des différents milieux et de mesure de célérité.

Pour cela les élèves ont à leur disposition différents matériaux : carton/bois, laine de verre/mousse et tissus ; émetteur et récepteur, oscilloscope et GBF. Dans un premier temps les élèves vont devoir caractériser l'onde ultra-sonore et calculer la période.



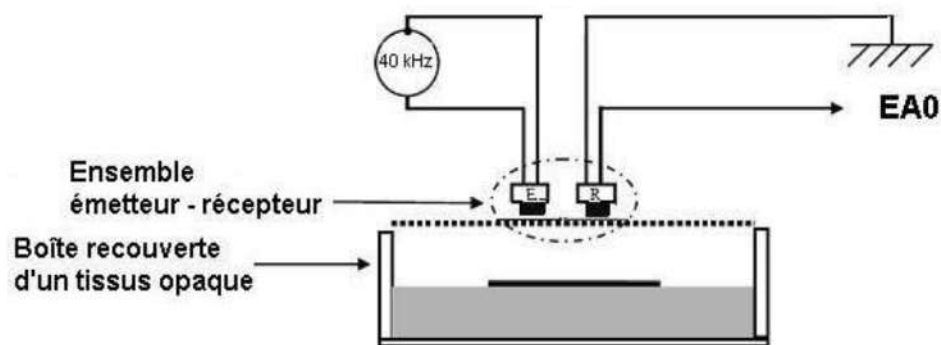
La séance va se diviser en différentes parties :

1. Regarder la transmission des matériaux : on place les matériaux entre l'émetteur et le récepteur et l'on observe si l'on enregistre un signal après l'objet. Si c'est le cas on peut alors calculer un coefficient de transmission : $T = A_{\text{transmise}}/A_{\text{incidente}}$.
2. Regarder la réflexion des matériaux : on place émetteur et récepteur au même niveau et du même côté vis à vis de l'objet et on regarde si il y a réception. On peut calculer une coefficient de réflexion : $T = A_{\text{reflechie}}/A_{\text{incidente}}$.
3. En déduire un tableau résumant les caractéristiques de chacun des matériaux : transmission, réflexion et absorption. Il y a absorption si il n'y a ni réflexion et ni transmission.

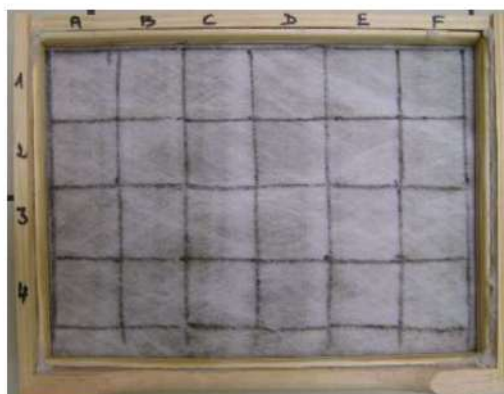
C Séance 3 : Fabrication d'un échographe (AE évaluée).

voir page 181 du Hachette.

L'objectif ici est de déterminer expérimentalement des distances à partir de la propagation d'un signal.



Pour cela les élèves vont devoir élaborer une démarche expérimentale pour essayer de trouver un objet posé sur de la mousse qui se trouve dans une boîte en bois recouverte par un tissu. Pour cela ils ont à disposition une sonde émetteur/récepteur et un oscilloscope et GBF : possible de le faire sur latis pro.



	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						

D Séance 4 : Les ultrasons dans le domaine médical (AD).

L'objectif de cette séance est d'aborder les autres utilisations des ultrasons pour la santé + rédaction d'un cours paragraphe ou un exposé.

Ainsi chaque groupe d'élève devra rechercher une des applications des ultrasons dans le domaine de la santé et le présenter : nettoyeur à ultrasons, nettoyage des lentilles, traitement de certains cancers (prostate) et traitement des calculs rénaux.

MSP 8 - Appareil photographique numérique.

Niveau : 1ere STL-SPCL

Thème : Images photographiques

Bulletin Officiel :

- Illustrer expérimentalement le principe de mise au point automatique.
- Associer l'éclairement de l'énergie reçus au nombre d'ouverture et au temps de pose.
- Établir expérimentalement la relation entre éclairement et le nombre d'ouverture.
- Illustrer expérimentalement le principe d'un appareil à visée "reflex".
- Mesurer un angle de champ et un grossissement.
- Relier l'angle de champ et le grandissement à la distance focal de l'objectif et à la taille du capteur.
- Comparer expérimentalement le grossissement et l'angle de champ de différents objectifs.
- Illustrer expérimentalement l'effet du diaphragme d'ouverture sur la profondeur de champ.
- Mesurer le grossissement d'un système optique.
- Distinguer zoom optique et zoom numérique.

Bibliographie :

- Physique-Chimie 1er S, *Bordas*
- Physique-Chimie 1er S (2011), *Hachette*
- Site SPCL

Pré-requis : Optique géométrique : faisceau lumineux, objet/image, lentille, conjugaison (1 STL-SPCL) ; Modèle simplifié de l'œil (1 STL-SPCL)

Contexte : Comment fonctionne un APN? Sur quels paramètres peut-on jouer pour améliorer la qualité de l'image ?

A Séance 1 : L'œil et l'appareil photo (AD+AE)

Voir page 14 du Hachette et page 20 du Bordas.

L'objectif de cette séance est de connaître les éléments constituant un appareil photo et leur rôle, faire l'analogie avec l'œil. Modéliser un appareil photo sur un banc optique. Expliquer le principe de la mise au point (manuelle).

La comparaison entre l'œil et un appareil photo est-elle justifiée ?

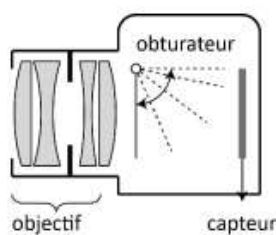
Les élèves vont devoir :

- **S'APP** : Hypothèses émises pour retrouver une image nette (changer de lentilles / focale ; rapprocher l'écran)
- **ANA et REA** : Pour chaque hypothèse, préciser la grandeur physique modifiée ; indiquer la nouvelle valeur de la grandeur ; vérifier expérimentalement ; faire un schéma.
- **ANA** : Attribuer l'une ou l'autre des modifs au fonctionnement de l'œil ou de l'appareil photo.
- **ANA** : A l'aide des docs, préciser les phénomènes en jeu dans la mise au point de l'appareil photo.
- **VAL** : Valider avec un appareil photo manuel
- **COM** : Conclure

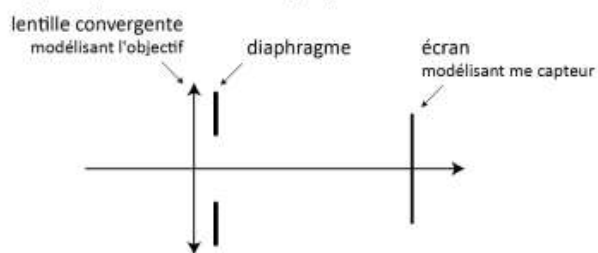
Pour obtenir une image nette d'un objet proche avec la maquette de l'œil, la distance lentille-écran étant fixe, il faut modifier la forme de la lentille jouant le rôle du cristallin. Lorsque l'objet se rapproche, il faut gonfler d'eau la poche de silicone pour retrouver une image nette.

Pour obtenir une image nette d'un objet proche avec la maquette de l'appareil photographique, la distance focale de la lentille étant fixe, il faut modifier la distance lentille-écran. À partir d'une visée à l'infini (vision nette d'un objet très éloigné), pour visualiser un objet proche, il faut reculer l'écran.

Schéma de l'appareil réel :



Appareil photo modélisé en optique :



Œil réel	Œil réduit	Appareil photographique
Iris	Diaphragme	Diaphragme (ouverture)
Cristallin	Lentille convergente	Objectif
Rétine	Écran	Capteur

B Séance 2 : Mise au point, ouverture et temps de pose (AD+AE)

Voir séquence 6 activité 3.

Dans un premier temps les élèves vont prendre une photo avec la mise au point automatique (nette) et une autre sans (floue).

Le but est de comprendre que l'appareil avance/recule la lentille et pour chaque position il mesure le contraste entre pixels voisins (histogramme). Le contraste le plus élevé = l'image la plus nette.

Pour enlever la mise au point auto : MF (manual focus) > arrêt de la mise au point auto.

GIMP > sélectionner 10 à 20 pixels

Fichier > Nouveau > Coller la sélection - Couleur > Information > Histogramme.

On observe une plage de contraste plus large pour la photo nette !

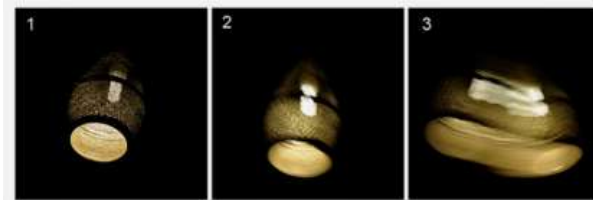
La séance va se diviser en trois parties, ayant pour but de comprendre quelques réglage que fait l'appareil automatiquement pour rendre l'image nette :

1. Etude documentaire sur la définition du temps de pose et du nombre d'ouverture.



2. Observation et analyse de photographies : les élèves vont prendre en photo un pendule en mouvement avec un réglage classique ($1/20$) > image floue Puis en mode sport ($1/60$) > image nette.

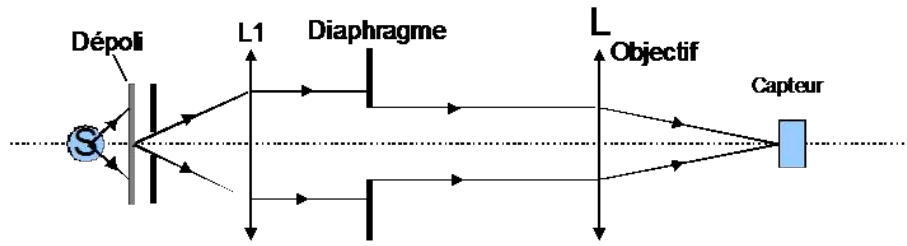
Le temps de pose court rend l'image plus sombre car moins d'énergie lumineuse est reçue par le capteur.



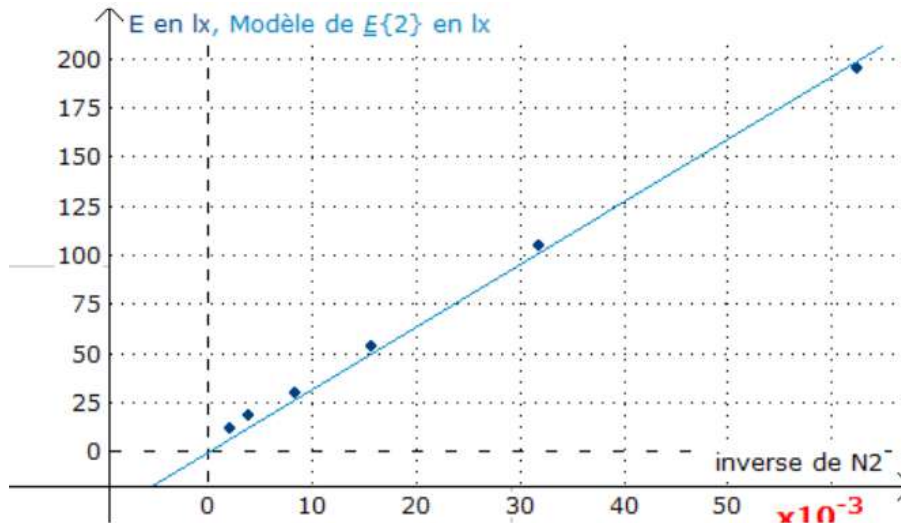
Puis ils vont prendre une autre photo en diminuant l'ouverture du diaphragme pour constater la différence de quantité de lumière qui entre pour un même temps d'exposition mais une ouverture de diaphragme différente.



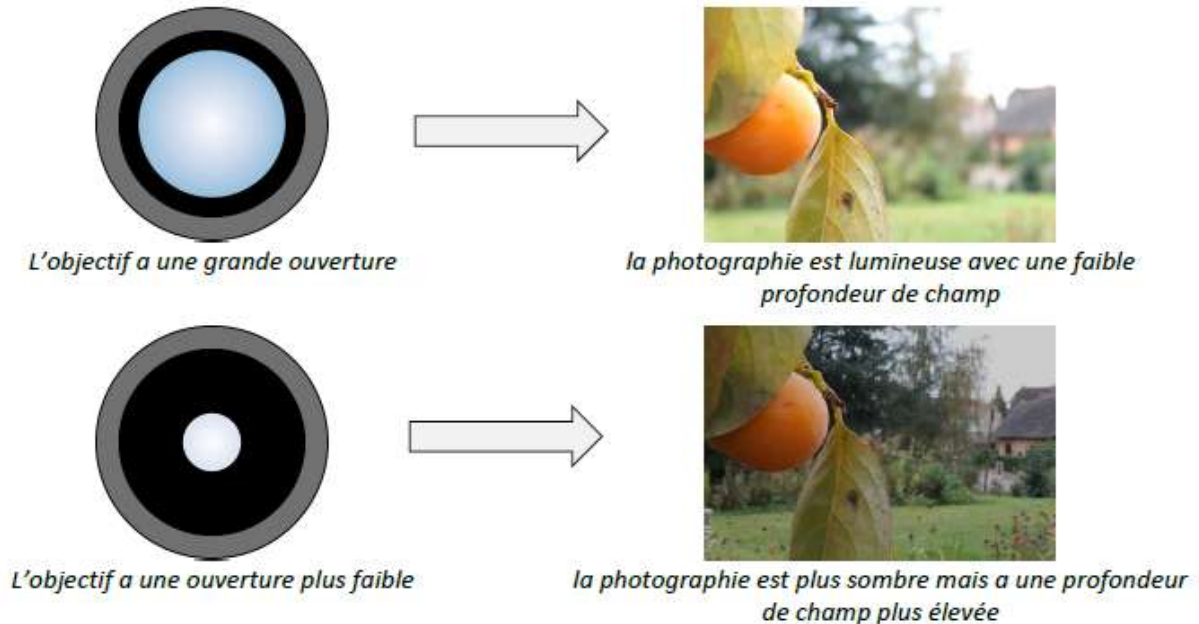
3. Approfondir l'étude de l'ouverture du diaphragme : étude expérimentale. Pour compenser et augmenter l'éclairage, on peut augmenter le flux lumineux en ouvrant le diaphragme (D) donc diminuer l'ouverture ($N = f'/D$). les élèves vont devoir étudier sur banc optique la relation reliant N et l'éclairage E (en Lux).



Ils vont devoir tracer avec Excel l'éclairement reçu en fonction de l'ouverture : $E = f(1/n^2)$.



Dans la dernière partie on remarque que l'ouverture a un autre effet : elle modifie la profondeur de champs. On peut le vérifier facilement :



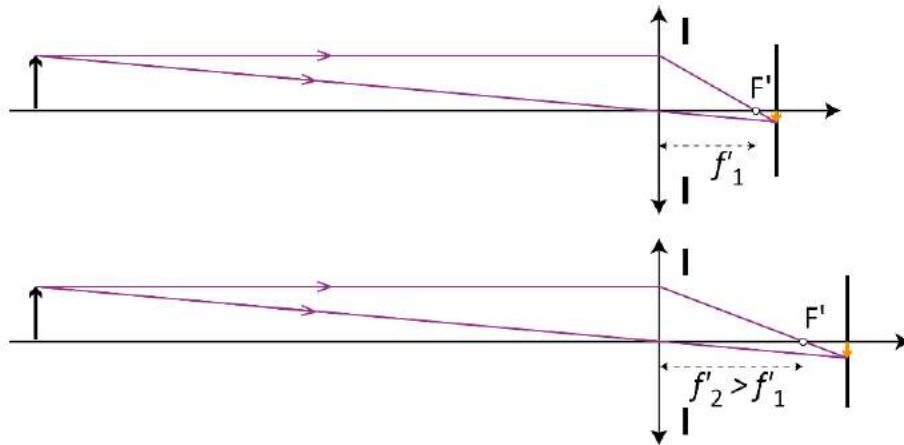
La baisse de luminosité due à la réduction de l'ouverture peut être compensée par une augmentation du temps de pose.

C Séance 3 : Angle de champ, grandissement, grossissement (AE).

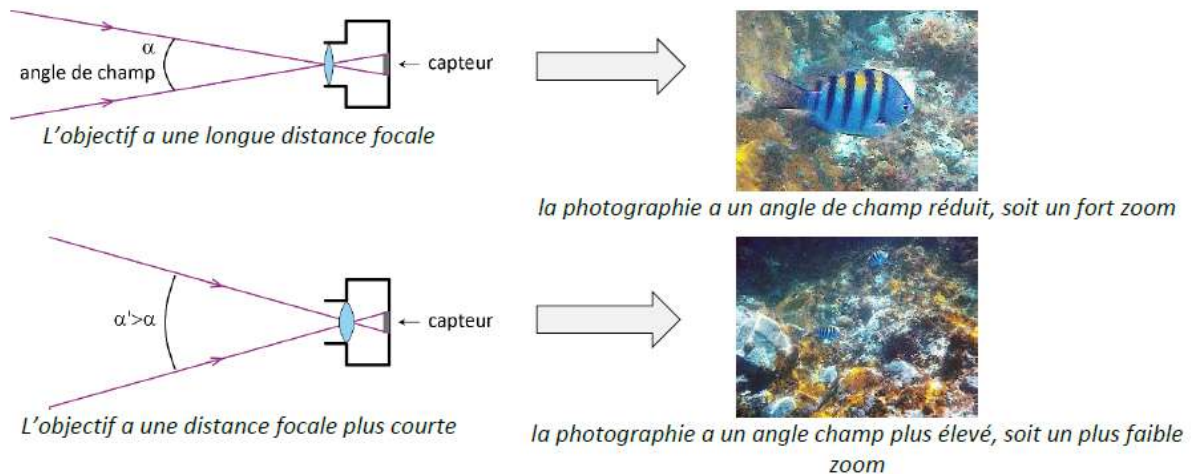
Voir synthèse G.

Durant cette séance le but est d'étudier le zoom et angle de champ d'un appareil photo. Pour cela la séance va se décomposer en deux parties :

1. Le zoom : les élèves vont essayer de mettre en œuvre le zoom en modifiant la taille de l'image formée sur le capteur lorsque l'objet est à une distance donnée : il faut changer la distance focale. Ils doivent aussi essayer de comprendre que le zoom optique ne doit pas être confondu avec le zoom numérique, lequel consiste à agrandir la photographie informatiquement après sa prise : voir partie H.



2. Angle de champ : le zoom entraîne une diminution de l'angle de champs. Les élèves peuvent élaborer une démarche scientifique pour retrouver la relation $\alpha \approx L/f'$.



MSP 9 - Photographie numérique, photo-détecteur.

Niveau : 1ere STL-SPCL

Thème : Images photographiques

Bulletin Officiel :

- Mettre en œuvre expérimentalement une photo-diode ou un photo-transistor.
- Expliquer le principe des capteurs photosensibles CCD d'un appareil photographique numérique.
- Réaliser une activité expérimentale pour relier l'éclairement reçu par un capteur et la grandeur électrique mesurée.
- Relier la sensibilité à la résolution et à la surface du capteur.

Bibliographie :

- Expériences de physique électricité (4ed), Bellier, *Dunod*
- Site SPCL

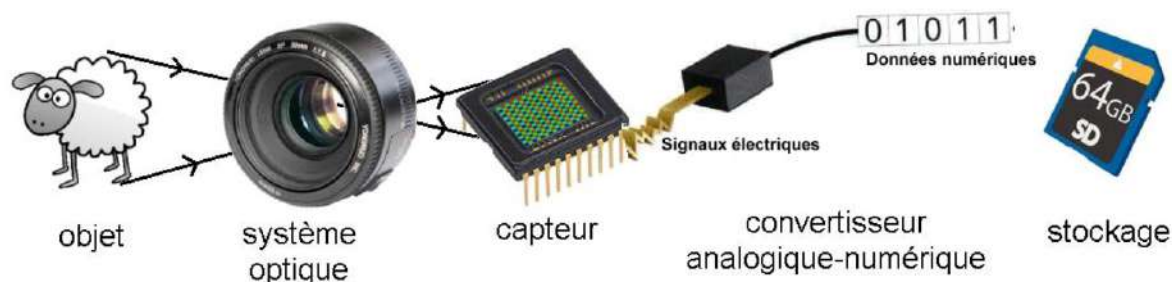
Pré-requis : Optique géométrique – appareil photo numérique (1 STL-SPCL) ; Lois de l'électricité (cycle 4).

Contexte : Comment fonctionne l'APN ? Sur quels critères choisir un appareil photo commercial ?

A Séance 1 : Le chemin de la photo et image numérique (AD+AE)

Voir synthèse H et séquence 7 activité 1.

L'objectif de cette séance est de faire comprendre de manière globale le chemin de l'image et le rôle de chaque élément.

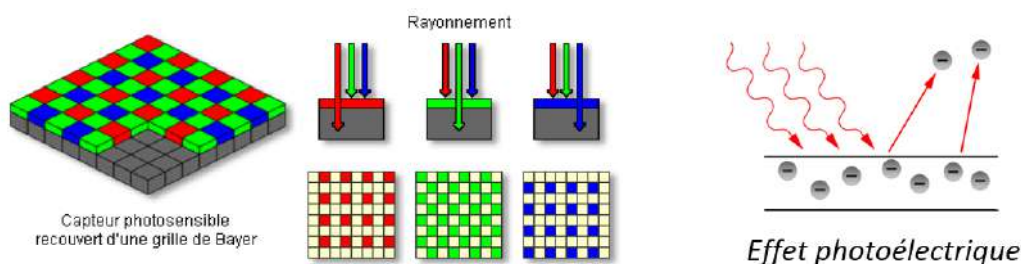


Puis dans un second temps les élèves vont devoir étudier un document afin de comprendre ce qu'est une image numérique et pour définir la relation entre définition et résolution, l'influence de la résolution sur la qualité d'une image, la mesure de la résolution d'un dispositif d'affichage.

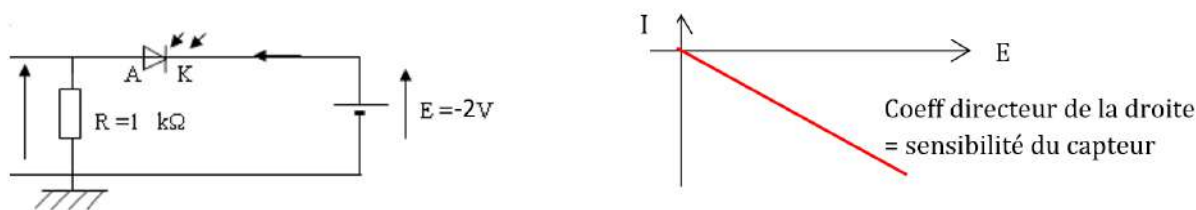
B Séance 2 : Fonctionnement du capteur CCD (AD+AE)

Voir synthèse H et à créer et page 260 du Bellier.

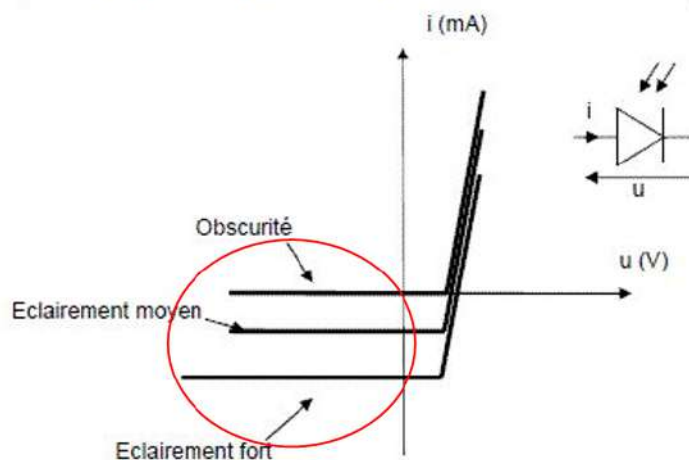
L'objectif de cette séance est d'expliquer le principe d'un capteur photosensible CCD et de faire une étude expérimentale de la photo-diode + introduire la sensibilité.



Pour cela les élèves vont étudier le comportement d'une photo-diode : tracer la courbe caractéristique de celle ci : $I = f(E)$. La pente de la droite représentera la sensibilité de la photo-diode.



Caractéristique de la photodiode pour différents éclairagements :



C Séance 3 : Sur quels critères choisir un appareil photo ? (AE+AD)

L'objectif est de relier sensibilité, résolution et surface de capteur + comparer la sensibilité d'un capteur à une norme.

ISO=International Organization for Standardization. Sur les appareils photo numérique, vous avez la possibilité de régler la sensibilité de votre capteur : 100 ISO, 200 ISO, 400 ISO, 800 ISO. Plus la valeur ISO est basse, (100 – 200 ISO) moins le capteur est sensible, ce qui veut dire qu'il lui faut plus de lumière pour créer une image. Et plus la valeur ISO est élevée, plus votre capteur est sensible à la lumière. En contrepartie, vous allez voir apparaître du bruit sur vos images. Le bruit, ce sont des grains qui peuvent être disgracieux pour la photo.

Pour cela les élèves vont procéder à des manip simples :

- prendre une photo dans un endroit lumineux à 400 ISO = OK
- éteindre la lumière et prendre une nouvelle photo à 400 ISO = Sombre et granuleux
- prendre à 1600 ISO = OK et granuleux.

On peut régler la sensibilité du capteur mais attention ce n'est qu'une amplification électronique, le capteur a une sensibilité native (100 ou 200 ISO).

Les élèves auront à leur disposition notice commerciale d'appareils photos avec sensibilité et taille du capteur, nombre de pixels (résolution).

Les élèves apprennent à relier les 3 grandeurs et leur influence sur la qualité de l'image numérique.

Rq : En photographie argentique, la sensibilité est déterminée essentiellement par le choix du film photographique (= la pellicule). Les films de sensibilité élevée permettent une plus grande souplesse, car ils rendent possible la photographie en basse lumière. Cette souplesse se paie cependant par une augmentation de la granulation de l'image et une diminution de la résolution.

MSP 10 - Mesure du temps et oscillateur, amortissement

Niveau : Terminale S

Thème : Comprendre, lois et modèles - temps, mouvement, évolution

Bulletin Officiel :

- Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence : les différents paramètres influençant la période d'un oscillateur mécanique, son amortissement.
- Analyser les transferts énergétiques au cours d'un mouvement d'un point matériel.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un oscillateur.
- Extraire et exploiter des informations sur l'influence des phénomènes dissipatifs sur la problématique de la mesure du temps et la définition de la seconde.
- Extraire et exploiter des informations pour justifier l'utilisation des horloges atomiques dans la mesure du temps.

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Nathan*

Pré-requis : Énergie mécanique, E cinétique, E potentielle (cycle 4 + 1ere S); Forces et mouvements : modélisation d'une force par un vecteur, lien entre force et mouvement (2nd).

Contexte : Comment exploite-t-on des phénomènes périodiques pour accéder à la mesure du temps ?

Cette leçon est après le travail d'une force et précède le temps et relativité restreinte.

A Séance 1 : Le pendule pour mesurer le temps (AE 1h30)

MANIP : page 186 du Hachette et page 226 du Nathan.

Le but de cette séance est de faire pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence les différents paramètres influençant la période d'un oscillateur mécanique et son amortissement.

Pour cela on va utiliser le pendule pesant Jeulin. On dira que l'on néglige la masse (en réalité il faudrait calculer le barycentre et passer par le moment d'inertie $J = (1/12)ML^2$

pour une barre pour résoudre proprement la chose). On utilisera Latis Pro pour enregistrer l'angle au cours du temps du pendule : le pendule délivre une tension proportionnelle θ .

Les élèves devront ainsi dans cette séance mesurer la période du pendule mais aussi observer l'influence de la masse (pas d'influence), de la longueur du pendule (T augmente) et de l'angle initiale (θ isochronisme pour les petits angles seulement) sur la période T .

Pour être précis on mesure la période sur au moins 10 périodes.

Rq : isochronisme période identique pour des petits angles ($<20^\circ$).

B Devoir Maison : Le pendule de Huygens

voir page 201 du Hachette.

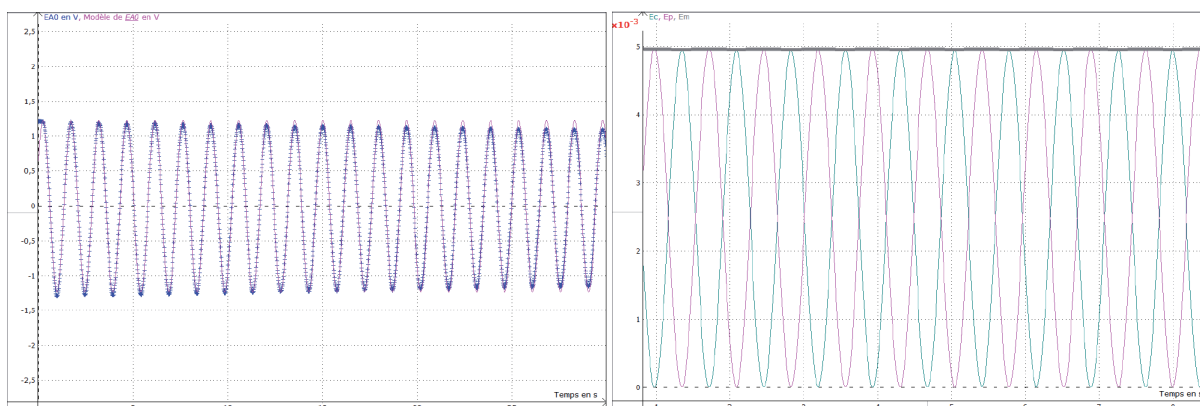
Dans cette séance l'objectif est d'extraire des informations et d'argumenter ses réponses à l'aide d'un document.

C Séance 2 : Étude énergétique des oscillations libres d'un pendule (AE évaluée 1h30)

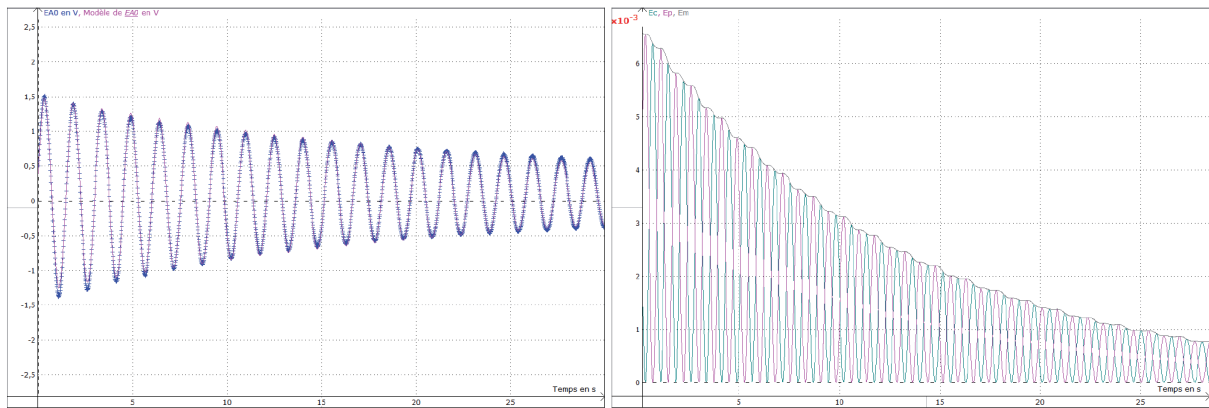
MANIP : voir page 187 du Hachette

L'objectif ici est de pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un oscillateur et mettre en évidence l'effet d'une force non conservative : force de frottement fluide (force de frottement solide n'étant pas au programme!).

Durant cette séance les étudiants vont d'abord devoir enregistrer le mouvement du pendule dans le cas où il n'y a pas de frottement (faire le calcul de l'énergie sur le modèle sinus et sur 10 périodes pas plus) : le temps d'acquisition est de 30 secondes et il y a 2000 points :



Dans un second temps on ajoute un amortissement : soit en fixant un genre de disque accroché avec un aimant pour avoir une prise au vent ou alors en utilisant l'aimant et une plaque d'aluminium pour freiner avec les courants de Foucault qui est du même type de frottement que frottement fluide :



Rq : On appelle courants de Foucault les courants électriques créés dans une masse conductrice, soit par la variation au cours du temps d'un champ magnétique extérieur traversant ce milieu (ici déplacement de l'aimant), soit par un déplacement de cette masse dans un champ magnétique.

Loi de Lenz : le courant induit est tel que par ses effets il s'oppose aux causes qui lui ont donné naissance.

Rq : Le travail d'une force conservatrice est indépendant du chemin suivi. Ex : le poids ($P = mg$), la force électrostatique ($F = qE$).

Le travail d'une force non-conservatrice est dépendant du chemin suivi. Ex : force de frottement.

La conservation s'applique à l'énergie ! Si une des forces appliquée au système est non-conservative, l'énergie totale diminue car elle se dissipe sous forme de chaleur.

A partir de l'acquisition de l'angle au cours du temps les élèves devront calculer l'énergie potentiel ($mgl(1 - \cos \theta)$), cinétique ($(1/2)mv^2$ avec $v = l d\theta/dt$) et mécanique au cours du temps.

Rq : Script Latis Pro :

```
L=0.57
m=0.05
g=9.81
Theta=(Modèle de EA0*45/5)*Pi/180
Theta_m=Moy(Theta)

Theta_c=Theta-Theta_m
Ep=m*g*L*(1-cos(Theta_c))
y=L*cos(Theta_c)
x=L*sin(Theta_c)
vx=Deriv(x;Temps)
vy=Deriv(y;Temps)
v=Sqrt(vx*vx+vy*vy)
Ec=(1/2)*m*v^2
Thetap=Deriv(Theta;Temps)
Ec2=(1/2)*m*(L*Thetap)^2
Em=Ec+Ep
```

D Séance 3 : La quête de la précision (AD + @)

Voir page 188 du Hachette.

L'objectif de cette séance d'extraire et exploiter des information relatives à la mesure du temps pour justifier l'évolution de la définition de la seconde ; extraire et exploiter des

informations sur l'influence des phénomènes dissipatifs sur la problématique de la mesure du temps et la définition de la seconde et extraire et exploiter des informations pour justifier l'utilisation des horloges atomiques dans la mesure du temps.

Une horloge atomique utilise le signal délivré par un oscillateur à quartz qui oscille à une fréquence stable dans le temps. Cette fréquence correspond à celle du rayonnement échangé par un atome de césium lors d'une transition entre deux niveaux particuliers. Le césium existant sous un seul isotope, cette fréquence est la même pour tous les atomes. Les vibrations du quartz sont donc stables dans le temps. L'utilisation des horloges atomiques est limitée, car elles sont difficiles à mettre en œuvre et ont un coût élevé.

MSP 11 - Temps, cinématique et dynamique newtonienne

Niveau : Terminale S

Thème : Comprendre, lois et modèles - temps, mouvement, évolution

Bulletin Officiel :

- Choisir un référentiel d'étude
- Définir et reconnaître des mouvement (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération.
- Définir la quantité de mouvement \vec{p} d'un point matériel.
- Connaitre et exploiter les trois lois de Newton ; les mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans des champs de pesanteur et électrostatique uniformes.
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan qualitatif de quantité de mouvement.

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Nathan*
- Expériences de physique - Mécanique (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Forces et mouvements : description d'un mouvement, modélisation d'une force par un vecteur, lien entre force et mouvement, choix d'un référentiel d'étude (2nd)

Contexte : Comment explique-t-on le mouvement des objets par les lois de Newton ?

Cette leçon précède les lois de Kepler.

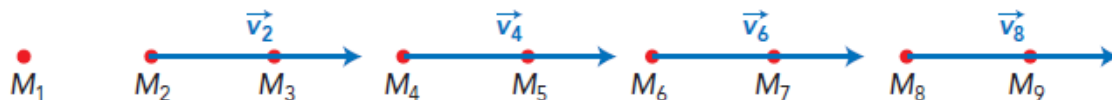
A Séance 1 : Étude des mouvement rectilignes (AE 1h30)

MANIP : page 131 du *Hachette*.

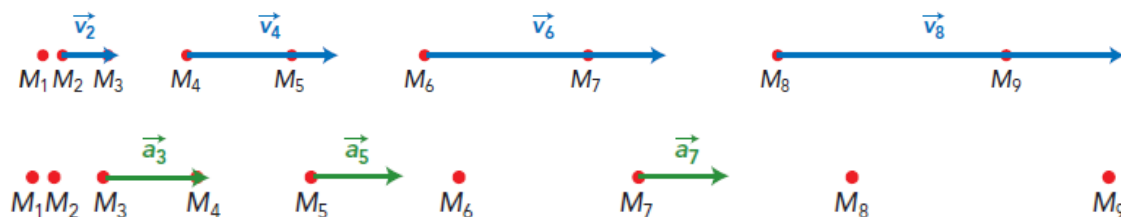
Le but de cette séance est de mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.

Pour cela on va utiliser un mobile auto-porté. A l'aide de ce matériel les élèves devront tracer les vecteurs vitesse, vecteur accélération et appliquer la 1er et seconde loi de Newton : il y aura deux cas :

- Un cas où on lance le mobile avec une vitesse initiale sur le plan horizontal en considérant que le mobile est pseudo isolé (on prendra $1\text{cm} = 10\text{cm/s}$ et $\Delta t = 60\text{ms}$ par exemple)



- Un cas où on lance le mobile sans vitesse initiale en utilisant une masse (force constante) :



La première loi de Newton est illustrée par la première expérience, car le point matériel est animé d'un mouvement rectiligne uniforme.

Dans le premier enregistrement, le mobile est animé d'un mouvement rectiligne uniforme, il est donc soumis à des forces qui se compensent. La résultante des forces est égale au vecteur nul dans ce cas.

Dans le second enregistrement, la résultante des forces appliquées au mobile est proportionnelle à l'accélération à chaque instant ; elle a même direction et même sens que l'accélération.

Dans le cas d'un mouvement rectiligne uniforme, le vecteur accélération est égal au vecteur nul.

Dans le cas d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré, le vecteur accélération est constant, dans le sens du mouvement.

Rq : Pour le tracé des vecteurs vitesse et accélération voir page 600 du Hachette.

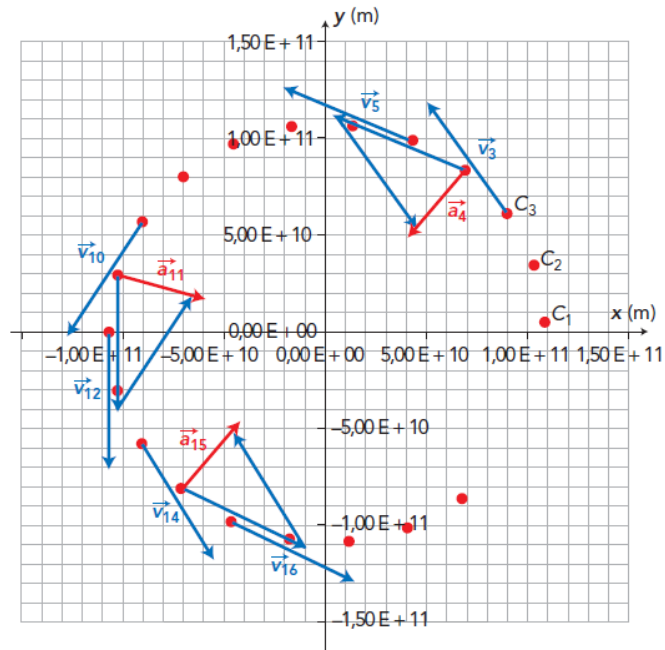
B Séance 2 : Étude de mouvement circulaire (AD+@ 1h)

Voir page 132-133 du Hachette.

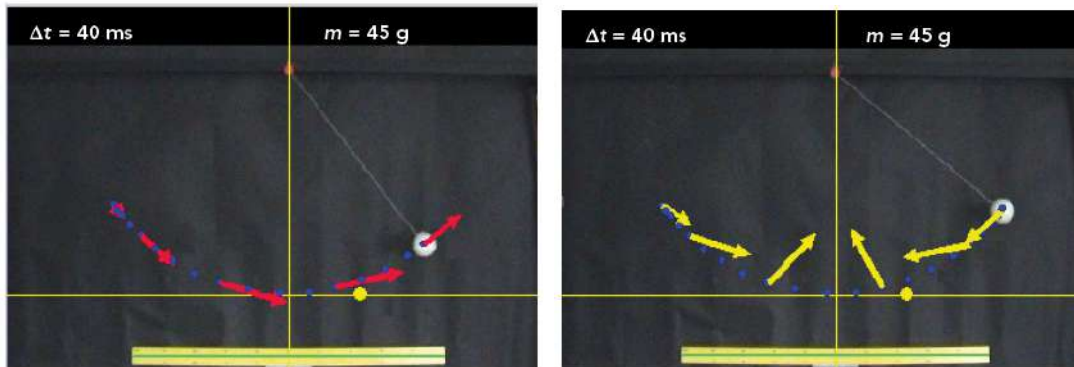
L'objectif de cette séance est de mettre en œuvre une démarche documentaire pour étudier un mouvement circulaire au cours du temps.

Pour cela on distingue deux cas :

- l'étude de mouvement circulaire uniforme : les planètes. On donne à l'élève les données de la position de Vénus en fonction de la date et il doit construire les différentes positions et vecteurs.



- l'étude de mouvement circulaire non uniforme : le pendule. On donne directement la photo aux élèves qui ne font que l'exploitation : tracer les vecteurs vitesses et accélération.



Rq : Démo : soit $\theta(t) = \omega t + \theta_0$ alors on en déduit les coordonnées du point M :

$$x_M(t) = r \cos(\omega t + \theta_0) \text{ et } y_M(t) = r \sin(\omega t + \theta_0)$$

d'où l'on déduit l'accélération :

$$a_x(t) = -r\omega^2 \cos(\omega t + \theta_0) \text{ et } a_y(t) = -r\omega^2 \sin(\omega t + \theta_0)$$

On remarque alors $\vec{a} = -\omega \overrightarrow{OM}$, donc l'accélération tangentielle est nulle $a_t = 0$ et donc :

$$a_n = \|\vec{a}\| = \sqrt{(-r\omega^2 \cos(\omega t + \theta_0))^2 + (-r\omega^2 \sin(\omega t + \theta_0))^2} = r\omega^2$$

On peut obtenir la valeur de la vitesse en fonction de la période de révolution $v = 2\pi r/T$ et $\omega = 2\pi/T = v/r$ et alors :

$$a_n = r \frac{v^2}{r^2} = \frac{v^2}{r}$$

C Séance 3 : Propulsion et quantité de mouvement (AE 1h)

MANIP : voir page 134 du Hachette ou page 167 du Nathan.

Durant cette séance l'objectif est de mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan qualitatif de quantité de mouvement et d'interpréter la 3ème loi de Newton (principe des actions réciproques).

- Dans un premier temps les élèves vont étudier de manière qualitative la propulsion par réaction (Démon voir page 252 du Bellier).

La quantité de mouvement du système initialement à l'arrêt est nulle.

Lorsque l'air commence à s'échapper, la valeur de la quantité de mouvement du système, constitué du mobile et du ballon qui n'est plus que partiellement rempli d'air, augmente. Elle est opposée à celle de l'air qui s'échappe, si l'on considère que la quantité de mouvement se conserve.

La masse de l'air qui s'échappe est plus faible que celle du mobile. Comme les quantités de mouvement $p = m \cdot v$ ont la même valeur, les vitesses sont différentes ; celle du corps le plus lourd doit être plus faible que celle du plus léger. La valeur de la vitesse de l'air est donc plus grande que celle du mobile.

La propulsion par réaction s'explique par la conservation de la quantité de mouvement d'un système et du fluide qu'il éjecte. Le système éjecte un fluide avec une vitesse importante. La conservation de la quantité de mouvement implique que le système se mettra en mouvement dans le sens opposé à celui du fluide éjecté.

- Dans un second temps les élèves procèdent à une étude quantitative : on reproduit la situation décrite dans le livre en utilisant des mobiles auto-portés et on montre que la quantité de mouvement se conserve : on peut soit faire percuter les deux mobiles ou bien faire utiliser les aimants comme expliqué dans le manuel. Le but étant de vérifier que
$$\vec{p}_{init} = m_1^i \vec{v}_1^i + m_2^i \vec{v}_2^i = m_1^f \vec{v}_1^f + m_2^f \vec{v}_2^f = p_{final}.$$

D Séance 4 : Étude du mouvement de la chute d'une balle (AE 2h)

MANIP : voir page 156 Hachette et page 259 du Bellier

L'objectif durant cette séance est de mettre en œuvre une démarche pour étudier un mouvement en exploitant les lois de Newton.

Pour cela les étudiants ont à leur disposition une rampe de lancement, une balle rouge, un appareil photo+pied pour l'acquisition vidéo et une règle pour l'échelle.

Pour utiliser les vidéos il faut filmer en 100 im/s si possible, convertir (IVCtranscodeur) en uncompressed.avi, ouvrir avec Atelier scientifique : couper le début et la fin de la vidéo, étalonnage et traitement.

Les élèves devront enregistrer la trajectoire de la balle, pointer les différentes coordonnées au cours du temps de cette dernière pour pouvoir obtenir une trajectoire $y = f(x)$ et la modéliser.

Parallèlement ils doivent également établir l'équation de la trajectoire par le calcul. On peut alors calculer la constante de gravité g .

Rq : Voir exploitation possible dans Hachette page 602.

E Séance 5 : La spectrométrie de masse (Exercice/AD 1h)

Voir exo 23 page 177 et exo 26 page 179 du Hachette et page 262 du Bellier pour la culture.

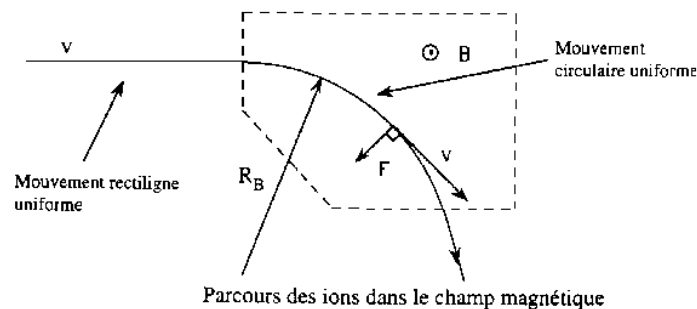
L'objectif de cette séance est d'exploiter les lois de Newton pour étudier le mouvement des particules dans un champ électrostatique.

Rq : Numéro atomique ${}^4_2\text{He}$ donc $q = 2e$.

Rq : En présence d'un champ magnétique on a $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$. Cette force est constante et constamment perpendiculaire à la trajectoire ; c'est la force centripète d'un mouvement circulaire uniforme, égale à mv^2/R_B , d'où :

$$m \frac{v^2}{R_B} = qvB \quad (1)$$

avec R_B rayon moyen de la trajectoire.



Rq : L'énergie cinétique W acquise en fin d'accélération pour un ion à la sortie de la source, est égale à qV : $W = (1/2)mv^2 = qV$ avec m masse de l'ion, v vitesse de l'ion, q charge de l'ion et V potentiel d'accélération.

Tous les ions, quelle que soit leur masse, possèdent la même énergie cinétique W à la sortie du champ d'accélération V . A ce niveau, les ions arrivent dans une région libre de champ où ils ne sont plus soumis à aucune force et sont animés d'un mouvement rectiligne uniforme.

Ces ions possédant des masses différentes et une énergie cinétique identique, ont donc des vitesses différentes. La déflexion magnétique est le moyen le plus répandu pour séparer ces ions.

MSP 12 - Propriétés des ondes : interférences et image numérique, stockage optique.

Niveau : Terminale S

Thème : Observer – Caractéristiques et propriétés des ondes

Agir : défis du XXI^e siècle – Transmettre et stocker de l'information

Bulletin Officiel :

- Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.
- Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.
- Associer un tableau de nombres à une image numérique.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique.
- Expliquer le principe de la lecture par une approche interférentielle.
- Relier la capacité de stockage et son évolution au phénomène de diffraction.

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Nathan*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Bordas*
- Détermination du pas du sillon d'un CD/DVD par interférence à ondes multiples, académie de Paris
- Expériences de physique - Mécanique (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Les rayonnements électromagnétiques (UV, Radio, visible...) – lumière blanche/monochromatique (2nd + Term); Ondes mécaniques + diffraction (Term); Synthèse additive RVB (1^{ere}).

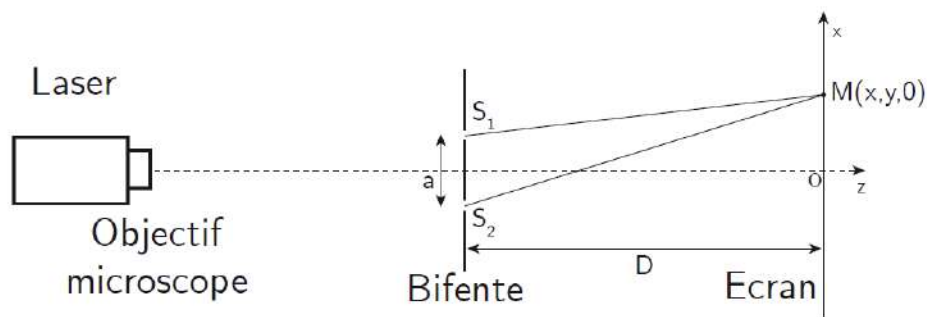
Contexte : Il faut associer 3 parties du BO qui ne se suivent pas. L'idée est de présenter lors de la MSP des situations où les interférences sont exploitées. (pas du disque + lecture optique).

A Séance 1 : Interférence en lumière monochromatique (AE 2h00)

MANIP : page 64 du Hachette et page 186 du Bellier.

L'objectif de cette séance est de pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférences dans le cas des ondes lumineuses.

Pour cela dans un premier temps le professeur fait une manip pour illustrer ce phénomène : on prend une cuve à onde et on procède à l'interférence entre deux ondes.

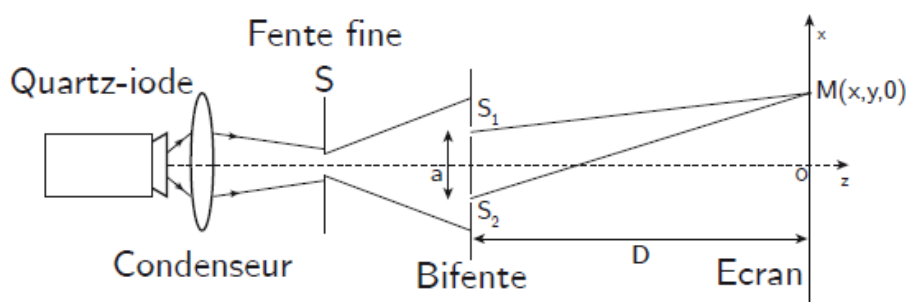


Dans un second temps l'élève va procéder à deux études :

- Une première qualitative où il va pouvoir observer des franges d'interférences avec deux fentes, définir la notion d'interfrange et de cohérence (cas de deux lasers).
- Une deuxième quantitative où il va faire les paramètres expérimentaux tel que a , λ et D pour trouver la relation $i = \lambda D/a$: utile si l'on veut définir la longueur d'onde d'un laser.

Rq : Notion de cohérence :

- la cohérence spatiale (en augmentant l'ouverture de S voir figure) : une multitude de sources primaires réparties dans l'espace peuvent donner lieu à une superposition "anarchique" de systèmes de franges conduisant au brouillage de la figure d'interférence ;
- la cohérence temporelle : une source primaire constituée d'une multitude de radiation harmoniques (source non monochromatique) peut conduire au brouillage.



B Séance 2 : Étude d'une figure d'interférences à l'aide d'une image numérique (AE évaluée).

MANIP : voir page 520 du Nathan.

Cette activité propose d'utiliser une photographie numérique, présente sur le site élève, afin d'interpréter la figure d'interférence en lumière blanche par des fentes d'Young. Il est suggéré d'extraire chacune des composantes R, V et B de l'image afin de se ramener à

l'étude, dans les mêmes conditions, de trois figures d'interférence en lumières monochromatiques rouge, verte et bleue.

Cette étude est rendue possible par la conception même du capteur de l'appareil photographique qui comporte, comme indiqué par un document, des filtres rouges, verts et bleus.

Pour cela les élèves vont devoir mettre en place une démarche expérimentale :

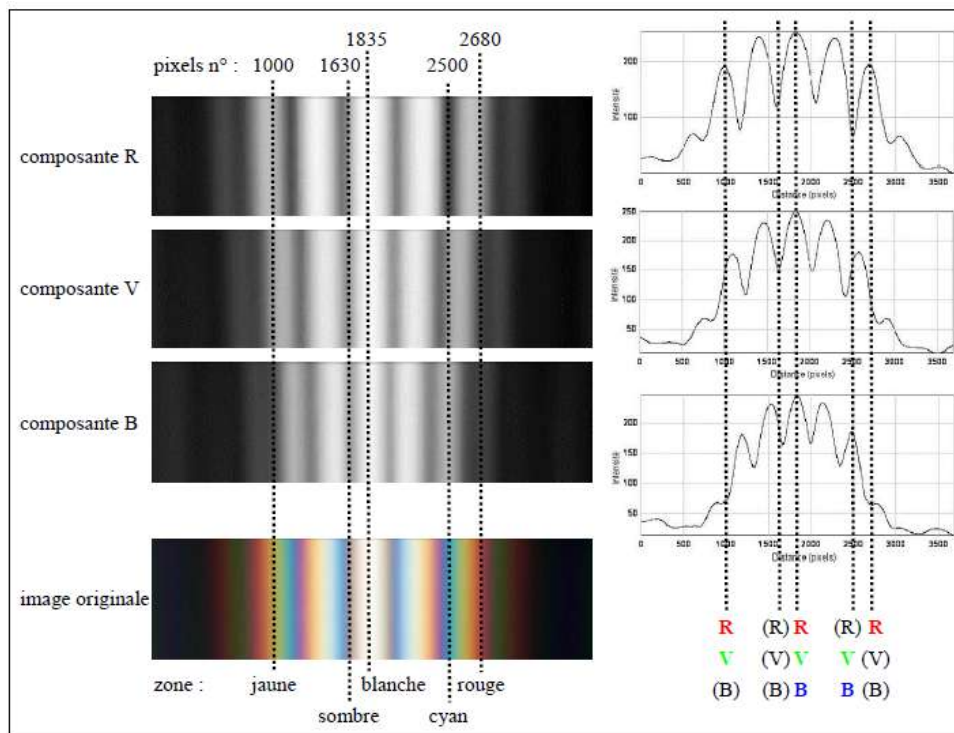
- Mettre en place le dispositif d'interférence puis de photographier la figure d'interférence.
- Ils doivent supposer : La photographie résulte de l'addition des figures d'interférence en lumière monochromatique correspondant à chacune des radiations émises par la source de lumière blanche ; L'extraction de la composante R de la photographie numérique correspond à la figure d'interférence en lumière monochromatique de longueur d'onde correspondant au maximum de transmission $\lambda_R = 600$ nm du filtre rouge du capteur, comme indiqué par le document 10. De même, l'extraction des composantes V et B permet d'obtenir les figures d'interférences en lumières monochromatiques de longueurs d'onde $\lambda_V = 520$ nm et $\lambda_B = 450$ nm.
- Extraire les composantes R, V et B.
- Analyser les courbes de distribution de l'intensité (Vérification Hyp. 2) : mesure des interfranges dans chaque cas et il doit en ressortir que le rapport des interfranges et le rapport des longueurs d'ondes est identique. L'hypothèse 2 est vérifiée : les images issues des composantes RVB correspondent aux figures d'interférence en lumière monochromatiques de longueurs d'onde λ_R , λ_V , et λ_B .

Image		Profil en intensité	Mesure de l'interfrange i
Image originale			$4 \times i$ = (1267 ± 10) pixels ; donc $i = 317$ pixels
Composante R			$5 \times i_R$ = (2213 ± 10) pixels ; donc $i_R = 443$ pixels
Composante V			$5 \times i_V$ = (1983 ± 10) pixels ; donc $i_V = 397$ pixels
Composante B			$3 \times i_B$ = (1015 ± 10) pixels ; donc $i_B = 338$ pixels

Rapports des interfranges	$\frac{i_R}{i_V} = 1,12$	$\frac{i_R}{i_B} = 1,31$	$\frac{i_V}{i_B} = 1,17$
Rapports des longueurs d'onde	$\frac{\lambda_R}{\lambda_V} = 1,15$	$\frac{\lambda_R}{\lambda_B} = 1,33$	$\frac{\lambda_V}{\lambda_B} = 1,16$
Écart relatif	2,61 %	1,50 %	0,862 %

- Vérifier l'hypothèse 1 : L'addition des trois figures d'interférence permet d'interpréter

ter la figure d'interférence en lumière blanche par synthèse additive trichromatique.



- Conclure : Chacune des radiations de la source de lumière blanche forme une figure d'interférence par les fentes d'Young. Mais des radiations de fréquences différentes n'interfèrent pas entre elles, donc la figure d'interférence observée correspond à l'addition des figures d'interférence de toutes les radiations. L'interfrange n'étant pas le même pour les différentes radiations (car il dépend de la longueur d'onde de la radiation), la figure d'interférence observée ne présente qu'une frange blanche (la frange centrale), et quelques franges brillantes irisées de part et d'autre. (**Penser aux incertitudes !**).

Rq : Un capteur d'appareil photographique est formé de nombreux photosites, sensibles à la lumière, formant un quadrillage. Chaque photosite est recouvert d'un filtre rouge, vert ou bleu (pour s'approcher davantage de la sensibilité de l'œil, il y a souvent davantage de photosites recouverts d'un filtre vert). Le traitement des informations fournies par les photosites permet, par extrapolation, d'affecter un niveau R, V et B à chaque photosite et donc à chaque pixel de l'image résultante.

Si l'on ne souhaite pas utiliser le logiciel Gimp, le logiciel ImageJ permet d'effectuer la séparation des composantes RVB d'une image : dans « Image », choisir « Color » puis « Split Channel ». Puis tracer une droite et faire plot profil.

C Séance 3 : Détermination du pas du sillon d'un CD/DVD (AE 1h)

MANIP : voir page 224 du Bellier et doc Académie de Paris.

Au cours de cette séance, l'élève va mesurer le pas du sillon d'un CD et/ou DVD. Pour cela, une étude d'interférence à ondes multiples par division du front d'onde via un réseau est proposée. Cette étude préalable permet de vérifier la formule des réseaux. Par analogie avec cette précédente étude, l'étude d'un CD ou DVD peut être menée en

démarche d'investigation.

Une fois le pas du réseau déterminé, l'étude peut être prolongée par la détermination de l'ordre de grandeur de la capacité, en octet, du CD et du DVD. Ainsi, cette étude initiée dans la partie Interférences du thème Observer peut servir de passerelle vers la partie Stockage optique du thème Agir.

Dans un premier temps on peut procéder à une étude préliminaire d'un réseau (réseau de 140 traits/mm par exemple et $D = 20$ cm) pour vérifier une loi expérimentale en donnant la relation :

$$\sin(i_k) = \frac{k\lambda}{a} \quad (1)$$

avec k l'ordre de l'interférence. Il faut alors mesurer la position, par rapport à la tache centrale, des maxima de lumière Y_k sur l'écran (avec calcul d'erreur) et estimer $\sin(i_k) = Y_k/\sqrt{Y_k^2 + D^2}$. On peut ensuite tracer $\sin(i_k)$ en fonction de k et calculer la pente pour déterminer a le pas du réseau.

Dans un second temps on va déterminer le pas du sillon d'un CD ou DVD. Les objectifs sont donc de mettre en place un protocole pour déterminer le pas du sillon d'un CD et de comparer le résultat avec le pas d'un sillon de DVD.

Le matériel nécessaire est : statif muni d'une pince, laser, écran percé ou boîte en carton de déménagement percé, règle d'un mètre, CD et DVD (un seul coupé en morceaux éventuellement) et des documents ressource retraçant l'histoire du CD et sa description.

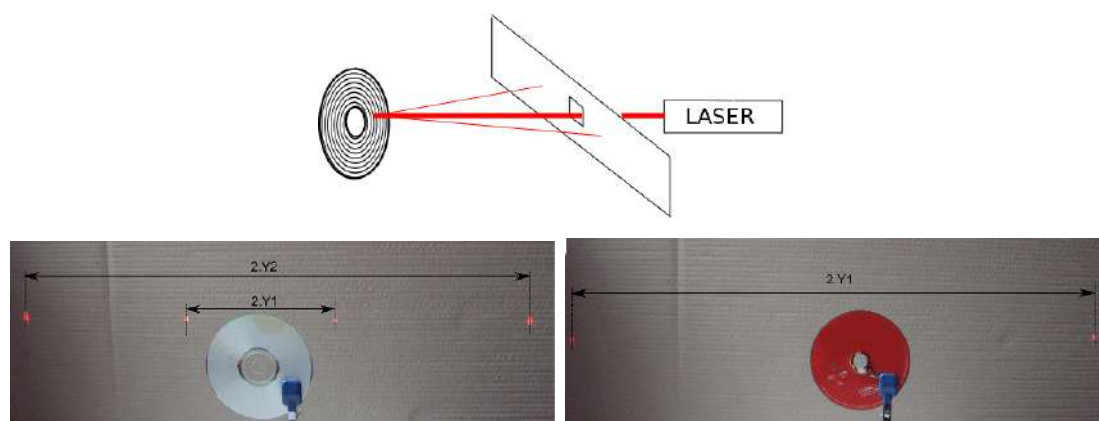


FIGURE 2 – Dispositif, CD et DVD

Rq : Rappel sur les réseaux page 172 du Bellier.

D Séance 4 : Lecture d'un disque optique (AD)

Voir page 545 du Hachette et page 537 du Bordas.

L'objectif de cette séance est d'expliquer le principe de la lecture d'un disque optique : approche interférentielle.

A l'aide de plusieurs documents les élèves devront rédiger une synthèse des documents qu'ils ont à leur disposition expliquant le principe de lecture d'un CD en utilisant l'approche interférentielle.

MSP 13 - Propriétés des ondes : diffraction et image numérique, stockage optique.

Niveau : Terminale S

Thème : Observer – Caractéristiques et propriétés des ondes

Agir : défis du XXI^e siècle – Transmettre et stocker de l'information

Bulletin Officiel :

- Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle
- Connaître et exploiter la relation $\theta = \lambda/a$
- Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction.
- Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique.
- Expliquer le principe de la lecture par une approche interférentielle.
- Relier la capacité de stockage et son évolution au phénomène de diffraction.
- Rédaction d'une synthèse de documents

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Nathan*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Bordas*
- Détermination du pas du sillon d'un CD/DVD par interférence à ondes multiples, académie de Paris
- Expériences de physique - Mécanique (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Les rayonnements électromagnétiques (UV, Radio, visible...) – lumière blanche/monochromatique (2nd + Term); Ondes mécaniques (Term); Synthèse additive RVB (1^{ere}).

Contexte : Il faut associer 3 parties du BO qui ne se suivent pas. L'idée est de présenter lors de la MSP des situations où les interférences sont exploitées et une autre où elle est un frein.

A Séance 1 : Interférence en lumière monochromatique (AE 2h00)

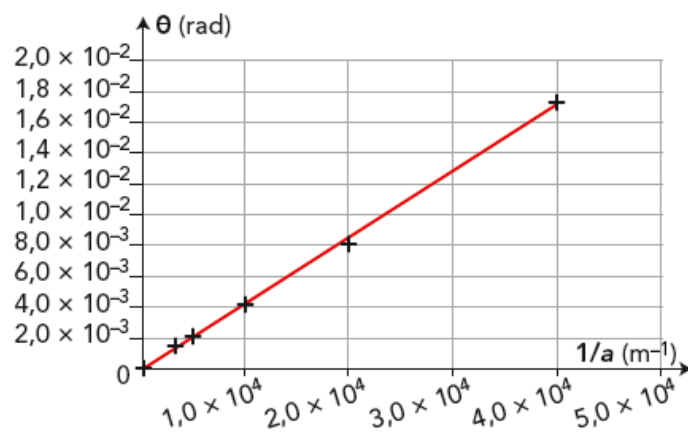
MANIP : page 63 du Hachette.

L'objectif de cette séance est de pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses ; influence de la taille de l'obstacle et relation $\theta = \lambda/a$.

Pour cela dans un premier temps le professeur fait une manip pour illustrer ce phénomène : on prend une cuve à onde et on procède à la diffraction d'une onde.

Dans un second temps l'élève va procéder à trois études :

- Une première qualitative où il va pouvoir observer la figure de diffraction pour plusieurs obstacle : fente, trou, cheveux/fil, ...
- Une deuxième quantitative où il va mesurer la longueur de la tache centrale ℓ pour plusieurs valeur de l'ouverture a . Ainsi il pourra calculer directement θ par la relation $\theta = \ell/2D$. En traçant $\theta = f(1/a)$



- Exploitation de la loi pour vérifier l'épaisseur d'un fil : en utilisant les longueurs de tache centrale pour différente ouverture a on trace le graphe : $L = f(a)$ ou $L = f(1/a) \rightarrow$ on a une courbe d'étalonnage. Ainsi pour le cheveu ou fil on mesure la tache centrale et on retrouve en abscisse le diamètre du fil. (valable pour le même laser utilisé tout le long de la séance).

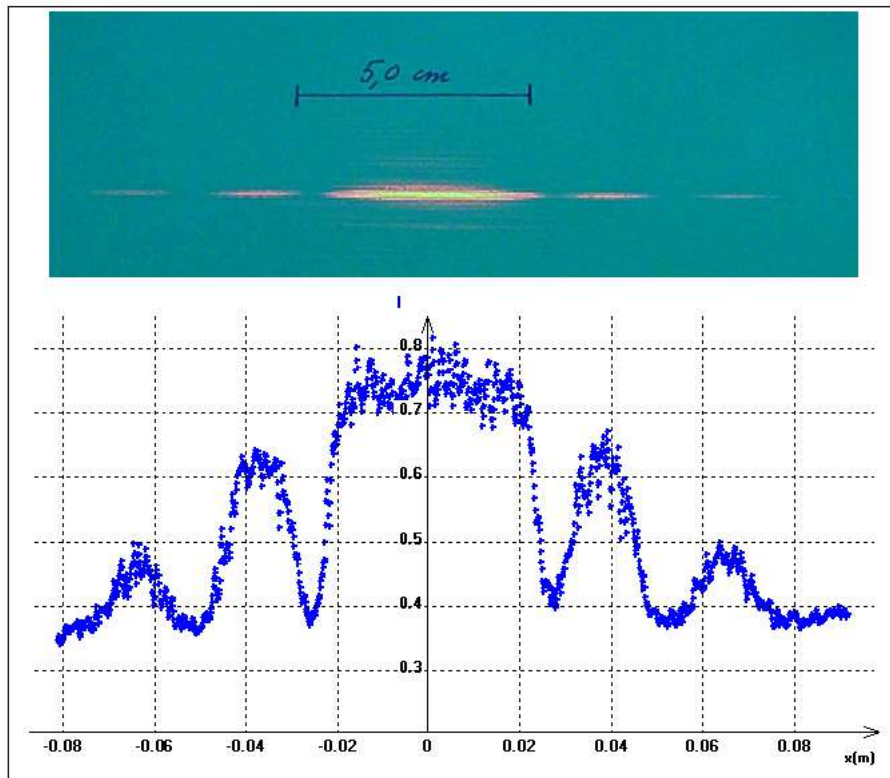
B Séance 2 : Étude d'une figure de diffraction à l'aide d'une image numérique (AE évaluée).

MANIP : voir page 520 du Nathan.

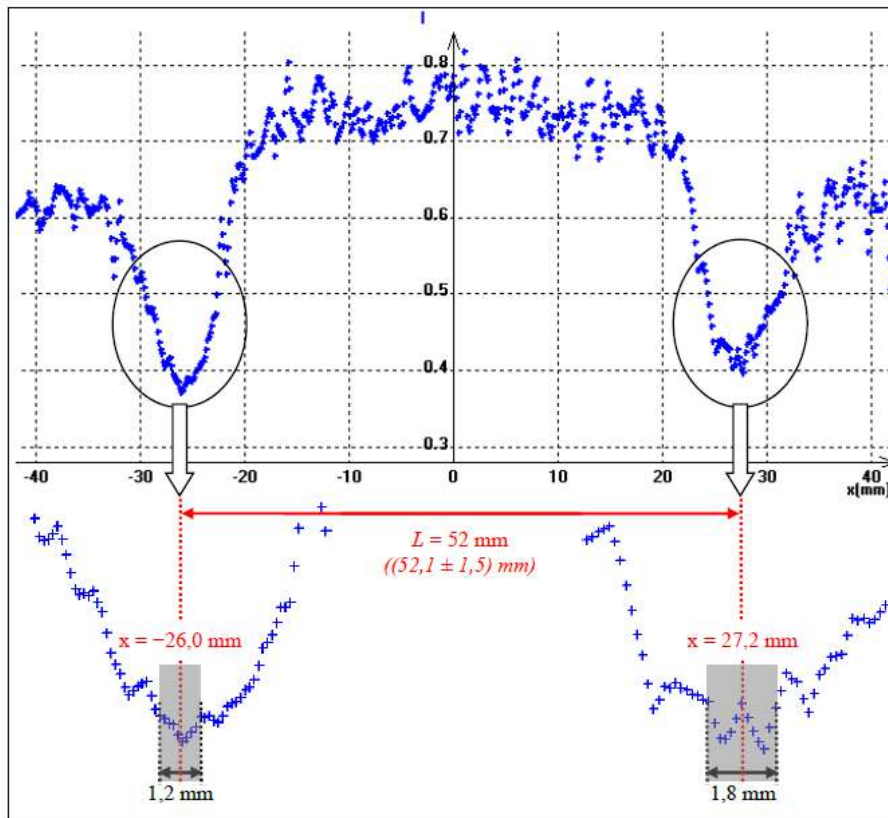
La possibilité d'utiliser un logiciel d'analyse d'images numériques pour étudier le phénomène de diffraction est présentée, avant de demander à l'élève de concevoir et de réaliser une manipulation utilisant ce moyen d'analyse et le phénomène de diffraction dans le but de déterminer la longueur d'onde de la radiation issue d'un laser. On se place ici dans des conditions d'enseignement réalistes : la figure de diffraction représentée est proche de celle qu'obtiendront des élèves dans une salle comportant un éclairage parasite (dû en particulier aux écrans d'ordinateurs) avec une webcam usuelle utilisée en mode automatique, la source étant une diode laser bon marché et l'écran placé à 1,5 m de la fente diffractante.

Pour cela les élèves vont devoir mettre en place une démarche expérimentale :

- Observer : la figure de distribution permet de comparer les maxima d'intensité lumineuse des différentes taches de diffraction.

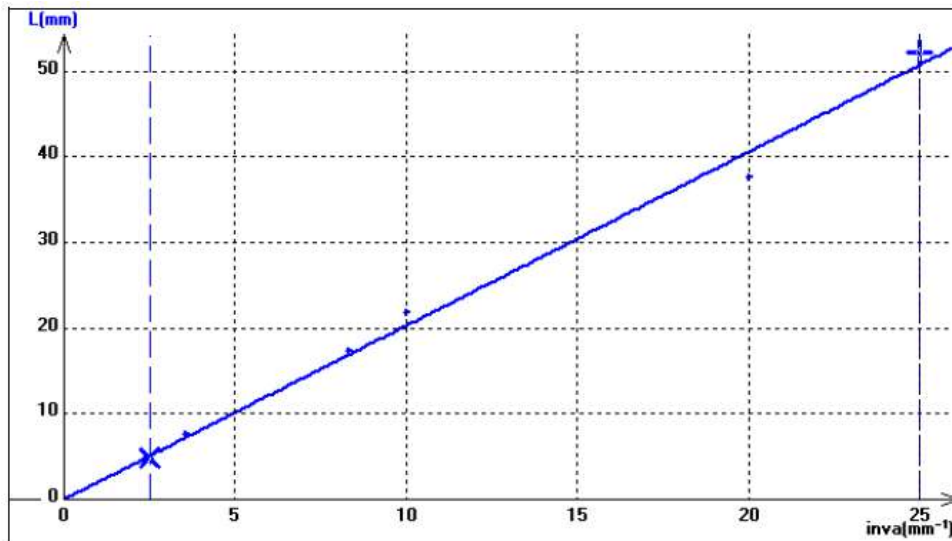


- Interpréter : Les minima d'intensité n'ont pas une valeur nulle à cause de la lumière parasite. Ici, ce n'est pas la taille associée à un pixel qui limite la précision de la mesure, mais plutôt l'appréciation de la position des minima. Avec ImageJ tracer une droite passant par la tache et faire Analyze>Plot Profile.



Mesures	Mesure directe de la largeur de la tache centrale	Mesure indirecte en passant par la distance entre les $n^{\text{ème}}$ minima	
			Détermination de la largeur de la tache centrale
Grandeur	L	L_n	$L' = \frac{L_n}{n}$
Incertitude absolue	ΔL	ΔL_n	$\Delta L' = \Delta L_n$
	Pour une incertitude absolue ΔL_n identique à celle de la mesure directe, on a : $\Delta L' = \Delta L_n = \Delta L$		
Incertitude relative	$\frac{\Delta L}{L}$	$\frac{\Delta L_n}{L_n} < \frac{\Delta L}{L}$	$\frac{\Delta L'}{L'} = \frac{\Delta L_n}{L_n} = \frac{\Delta L}{nL'}$
Conclusion	D'après la dernière expression, on a : $\Delta L' = \frac{\Delta L}{n}$; donc l'incertitude sur la mesure de la largeur de la tache centrale est d'autant plus petite dans le cas de la mesure indirecte que le nombre n considéré est grand.		

- Imaginer et mettre en œuvre un protocole : exemple de protocole :
 1. Mesurer la largeur L de la tache centrale de diffraction avec des a variables.
 2. Tracer des courbes d'étalonnage $L = f(1/a)$
 3. Déterminer un modèle pertinent : modèle linéaire dans ce cas, de coefficient directeur k
 4. Déduire de k celle de λ : $\theta = \lambda/a \approx L/2D$ alors $\lambda = k/2D$ avec un calcul d'erreur.



- Piste d'amélioration : capteur plus performant, utiliser tout le champ du capteur, faire plus de mesures etc ...

Rq :

- Il est possible d'utiliser une fonction du logiciel Regavi dite de « lissage » de l'intensité, qui a pour rôle de faire une moyenne des mesures sur plusieurs lignes de pixels au-dessus et en-dessous de la ligne de mesures choisie. Cela permet de réduire les effets du bruit (visible par la granularité de la photographie) sur la courbe de distribution de l'intensité. Dans cette activité, les mesures ont été effectuées avec un « lissage » de 3.
- Hormis les effets de la lumière parasite, la distribution en intensité de la figure de diffraction ne possède pas les valeurs d'intensité prévues par la théorie de la diffraction de Fraunhofer, sans doute à cause de la saturation de certains pixels dû à la luminosité importante dans la tache centrale et des réglages imposés par le logiciel pilotant la webcam.
- Il est possible d'utiliser un polariseur (deux si on utilise un laser non polarisé) pour réduire le phénomène de saturation. On peut ainsi envisager d'utiliser un laser hélium néon au faisceau plus "propre" mais plus intense que celui d'une diode laser.
- Vu la petite taille (quelques mm²) des capteurs de webcam, la projection directe (après avoir retiré l'objectif de la webcam) de la figure de diffraction sur le capteur ne permet pas de se placer dans les conditions de Fraunhofer et la distribution en intensité s'écarte nettement de celle dont on a l'habitude.

C Séance 3 : Stockage optique et ses limites (AD)

Voir page 546 du Hachette et page 538 et 14) page 544 du Bordas.

L'objectif de cette séance est d'expliquer le principe du stockage d'information sur un disque optique et d'aborder ses limites à cause du phénomène de diffraction.

Pour stocker un maximum d'information sur un disque sans en augmenter la surface, il faut resserrer les sillons. Cela nécessite donc un laser plus fin pour lire une seule piste à la fois. Pb : si l'ouverture du laser est trop faible, le phénomène de diffraction va apparaître ! Utiliser des radiations de longueurs d'onde plus courtes permet de diminuer le diamètre du faisceau, de resserrer les lignes du disque optique et donc de pouvoir augmenter la

longueur de la spirale.

A l'aide de plusieurs documents les élèves devront rédiger une synthèse des documents qu'ils ont à leur disposition expliquant le principe du stockage de l'information et les limites.

D Séance 4 : Détermination du pas du sillon d'un CD/DVD (AE 1h)

MANIP : voir page 224 du Bellier et doc Académie de Paris.

C'est plus une ouverture car on empiète avec la MSP 12.

Au cours de cette séance, l'élève va mesurer le pas du sillon d'un CD et/ou DVD. Pour cela, une étude d'interférence à ondes multiples par division du front d'onde via un réseau est proposée. Cette étude préalable permet de vérifier la formule des réseaux. Par analogie avec cette précédente étude, l'étude d'un CD ou DVD peut être menée en démarche d'investigation.

Une fois le pas du réseau déterminé, l'étude peut être prolongée par la détermination de l'ordre de grandeur de la capacité, en octet, du CD et du DVD. Ainsi, cette étude initiée dans la partie Interférences du thème Observer peut servir de passerelle vers la partie Stockage optique du thème Agir.

Dans un premier temps on peut procéder à une étude préliminaire d'un réseau (réseau de 140 traits/mm par exemple et $D = 20$ cm) pour vérifier une loi expérimentale en donnant la relation :

$$\sin(i_k) = \frac{k\lambda}{a} \quad (1)$$

avec k l'ordre de l'interférence. Il faut alors mesurer la position, par rapport à la tache centrale, des maxima de lumière Y_k sur l'écran (avec calcul d'erreur) et estimer $\sin(i_k) = Y_k / \sqrt{Y_k^2 + D^2}$. On peut ensuite tracer $\sin(i_k)$ en fonction de k et calculer la pente pour déterminer a le pas du réseau.

Dans un second temps on va déterminer le pas du sillon d'un CD ou DVD. Les objectifs sont donc de mettre en place un protocole pour déterminer le pas du sillon d'un CD et de comparer le résultat avec le pas d'un sillon de DVD.

Le matériel nécessaire est : statif muni d'une pince, laser, écran percé ou boîte en carton de déménagement percé, règle d'un mètre, CD et DVD (un seul coupé en morceaux éventuellement) et des documents ressource retraçant l'histoire du CD et sa description.

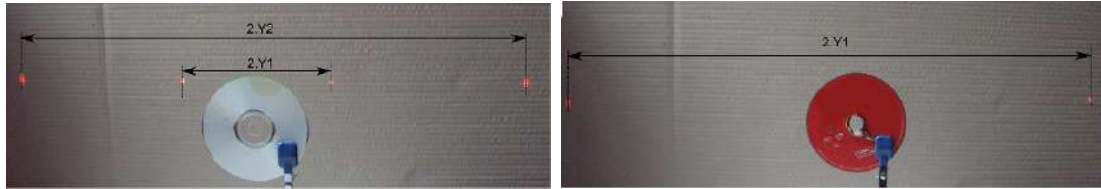
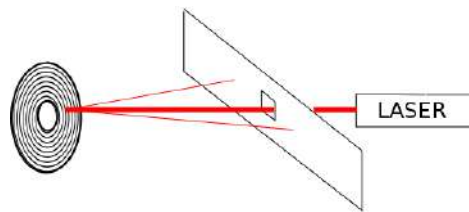


FIGURE 3 – Dispositif, CD et DVD

Rq : Rappel sur les réseaux page 172 du Bellier.

MSP 14 - Énergie, matière et rayonnement : transferts quantiques d'énergie et procédés physiques de transmission.

Niveau : Terminale S

Thème : Comprendre - Énergie, matière et rayonnement

Agir : défis du XXI^e siècle – Transmettre et stocker de l'information

Bulletin Officiel :

- Connaître le principe de l'émission stimulée et les principales propriétés du laser (directivité, monochromaticité, concentration spatiale et temporelle de l'énergie).
- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation ou pour transmettre de l'information.
- Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu.
- Exploiter des informations pour comparer les différents types de transmission
- Caractériser une transmission numérique par son débit binaire
- Évaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation.
- Mettre en œuvre un dispositif de transmission de données (câble, fibre optique).

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle S, *Bordas*
- Physique-Chimie Tle S, *Nathan*
- Expériences de physique Électricité, Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Caractéristique des ondes, propagations des ondes (lumières, acoustique, mécanique etc...), électricité.

Contexte : Comment transmettre de l'information d'un point A à un point B ?

A Séance 1 : Fonctionnement d'un laser (AD)

Voir page 404-406 du Bordas et page 408 du Nathan.

L'objectif de la séance est de connaître le principe de l'émission stimulée et les principales propriétés du laser (directivité, monochromaticité, concentration spatiale et temporelle de l'énergie).

Pour cela les élèves vont avoir à disposition un corpuscule de documents afin de comprendre le fonctionnement du laser et son domaine d'utilisation.

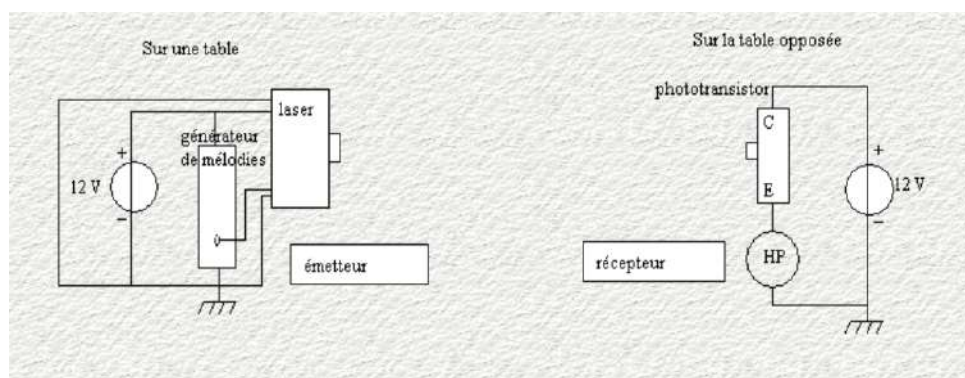
B Séance 2 : Transmission de l'information par un laser (AE)

Voir page 379 du Hachette, page 407 du Bordas et page 408 du Nathan.

L'objectif de la séance est de mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation ou pour transmettre de l'information.

Pour cela les élèves vont avoir à disposition un générateur de mélodie, un laser modulé, un phototransistor...

A partir de ces signaux ils vont devoir évaluer le coefficient d'atténuation du milieu en faisant le rapport entre l'amplitude des signaux reçu et émis.



C Séance 3 : Transmissions par ondes hertziennes (AE)

Voir page 542 du Hachette et Bellier page 307.

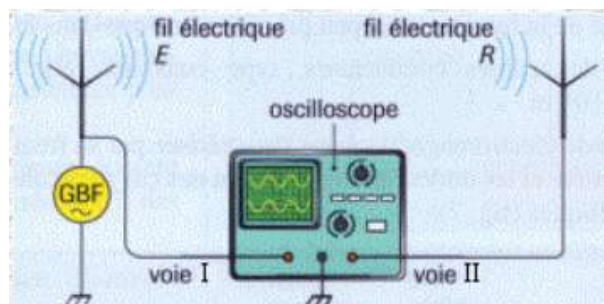
L'objectif de la séance est de mettre en œuvre un protocole expérimental pour étudier un autre type de transmission de l'information.

Pour cela les élèves vont d'abord étudier un document afin de comprendre la relation entre les longueurs d'ondes et les domaines d'utilisation des ondes en fonction de ces dernières.

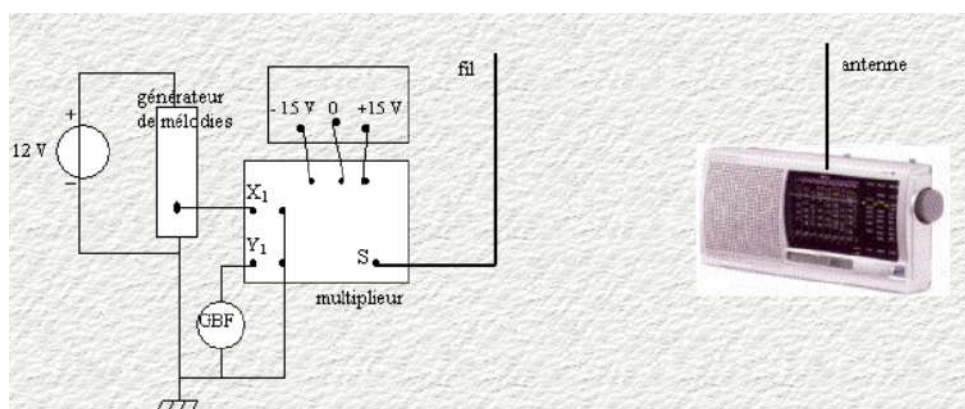


Puis ils vont procéder à deux études :

1. Propagation des ondes hertziennes : ils doivent procéder à l'émission et réception d'un signal sinusoïdale dans la pièce et calculer un coefficient d'atténuation.



2. Transmission par ondes hertziennes à l'aide d'un multiplieur et un récepteur : la radio.

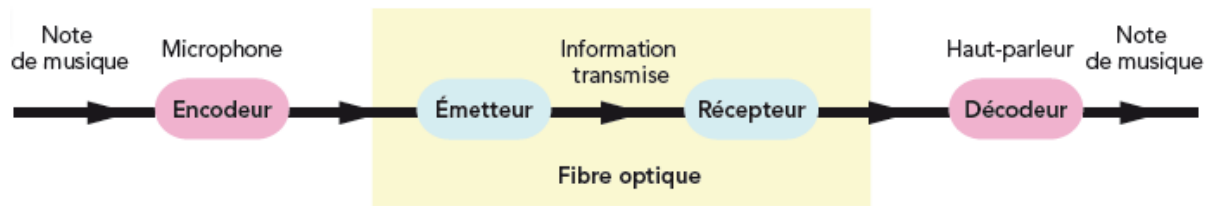


D Séance 4 : La fibre optique (AD+AE)

Voir page 545 du Hachette.

L'objectif de cette séance est d'étudier la transmission de données (câble, fibre optique) par fibre optique.

Pour cela les élèves vont devoir mettre en place un protocole expérimental pour étudier ce phénomène. Ils doivent mettre en place l'encodeur et le décodeur afin de pouvoir calculer le coefficient d'atténuation du signal.

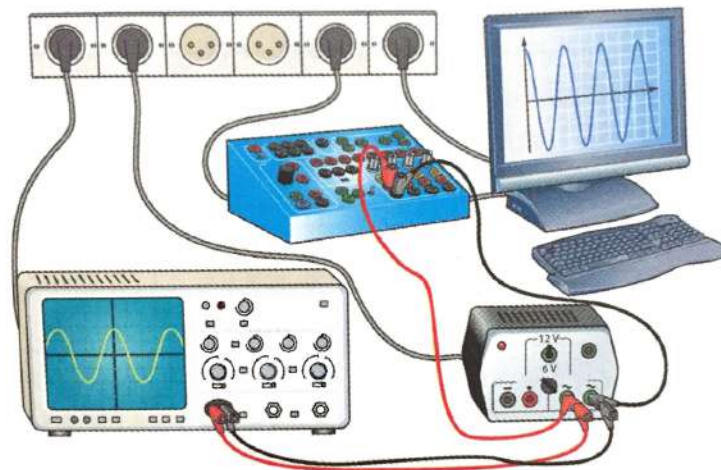


E Séance 5 : Signal analogique ou numérique (AD+AE)

Voir page 550-551 du Nathan.

L'objectif de la séance est de comprendre ce qu'est un signal analogique et numérique, et le principe de la numérisation d'un signal.

Pour cela ils auront à disposition un corpuscule de document expliquant les caractéristiques d'un signal analogique et numérique et ils vont devoir numériser un signal : une tension d'un générateur. Ils observeront le signal à l'aide de Latis Pro mais aussi d'un oscilloscope et observerons la différence entre ces deux modes d'acquisition. Enfin il étudierons l'impact de la variation de la période d'échantillonnage T_e sur la qualité du signal.



MSP 15 - Transmettre et stocker de l'information : Signal analogique et signal numérique. Procédés physique de transmission.

Niveau : Terminale S

Thème : Agir - défis du XXI^e siècle

Bulletin Officiel :

- Reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l'influence des différents paramètres sur la numérisation d'un signal (d'origine sonore par exemple).
- Exploiter des informations pour comparer les différents types de transmission
- Caractériser une transmission numérique par son débit binaire
- Évaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation.
- Mettre en œuvre un dispositif de transmission de données (câble, fibre optique).

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Nathan*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Bordas*
- Expériences de physique - Électricité (4ed), Bellier, *Dunod*
- Expériences de physique - Optique (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : 2nd : Phénomène de réflexion totale ; TS : Caractéristiques des ondes, chaîne de transmission d'informations.

Contexte : Le XXI^e siècle est le siècle de la télécommunication (transmission d'infos à longue distance), un des défis français consiste ainsi à couvrir tout le territoire par des réseaux de communication adaptés. Quels sont les procédés physiques de transmission existants et en train de se développer ? Et comment est stockée l'info transmise ?

Cette leçon est après chaîne de transmission de l'info et précède le stockage optique.

A Séance 1 : Les différents types de transmissions de l'information (AD 1h00)

voir page 540 du Hachette et page 517 et 527 du Nathan.

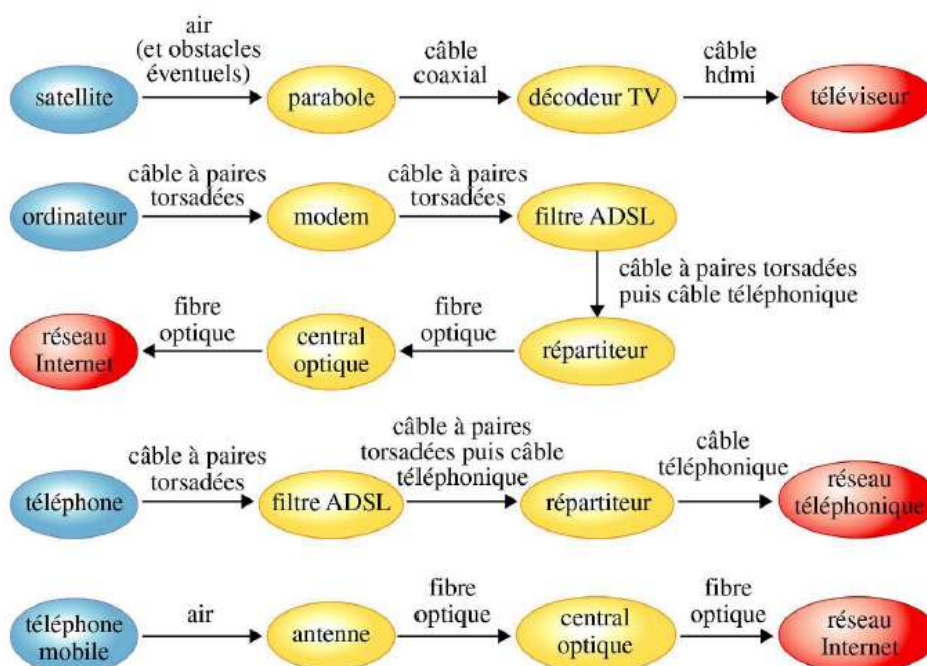
Échanger des données à l'intérieur d'un bâtiment ou d'un bout à l'autre de la planète nécessite des réseaux de communication adaptés. Les propriétés du canal de transmission dépendent de la nature du signal à transmettre et de la distance entre l'émetteur et le récepteur.

L'objectif de cette séance est d'exploiter des informations pour comparer les différents types de transmission et de caractériser une transmission numérique par son débit binaire.

On peut demander aux élèves dans un premier temps de classer les différents types de signaux qui sont utilisés dans la vie de tous les jours et de déterminer les avantages et inconvénients des modes de transmissions :

	Espace	Câbles électriques	Fibres optiques
	Bluetooth, Wi-Fi 2,4 GHz Autoradio FM (87,5 MHz-108 MHz) GPS (1,2 GHz-1,5 GHz) ADSL (> 3400 Hz) Téléphone mobile (900 MHz-1800 MHz) Télécommande infrarouge <i>Les signaux sont des ondes électromagnétiques.</i>	Téléphone fixe (25 Hz-3400 Hz) CPL (1,6 MHz-30 MHz) <i>Les signaux sont des signaux électriques, pas des ondes électromagnétiques.</i>	Télévision numérique (10 ¹⁴ Hz) <i>Les signaux sont des ondes électromagnétiques.</i>
	Câble	Fibre	Propagation libre
Avantages	Plus facile à poser qu'une fibre optique. Moins cher que la fibre optique.	Peu d'atténuation. Débit numérique important.	Pas de fil de transmission. Récepteur mobile possible.
Inconvénients	Atténuation importante. Débit numérique faible.	Coût plus élevé que pour un câble. Plus difficile à installer qu'un câble.	Sensible aux champs électromagnétiques.

Dans un second temps on leur demandera de construire les chaînes de transmission de quelques type de communications :



Les propriétés du canal de transmission dépendent de la nature du signal à transmettre et de la distance entre l'émetteur et le récepteur.

Si aucune connaissance n'est exigible pour cette séquence, le bilan met en avant les généralités qui ressortent de l'activité : des informations de natures variées peuvent être échangées par l'intermédiaire d'un signal parcourant une chaîne de transmission comportant au moins un émetteur et un récepteur séparés par un milieu de propagation. Pour conclure, des exemples présentés sous forme d'un tableau illustrent que le choix d'une chaîne de transmission de l'information est justifié par les propriétés recherchées pour la transmission.

B Séance 2 : La conversion analogique-numérique (AE 2h)

MANIP voir page 518 du Hachette et voir aussi page 186 du Bellier et page 522 du Nathan.

Quels sont les paramètres à fixer pour que la numérisation d'un signal soit correcte ?

L'objectif est de reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique. Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l'influence des différents paramètres sur la numérisation d'un signal (d'origine sonore par exemple).

La séance se divise en deux parties :

- Une première partie concernant l'échantillonnage du signal. Pour cela on peut d'abord brancher un GBF analogique relié au CAN (carte d'acquisition SYSAM-SP5) puis on utilise une guitare+HP dont le son est enregistré avec un capteur de son relié à la carte d'acquisition. Quand la période d'échantillonnage augmente, le son restitué après numérisation est haché.

LATIS PRO enregistrement : EA0

LATIS PRO sortie active : EAO Ampl et HP branchée en SA1

Voir plus d'info page 523-524 du Hachette.

- Une seconde partie concernant l'influence de la résolution. Avec carte d'acquisition SYSAM-SP5, jouer sur le calibre / plage de mesure (-10V / +10V et -0.2V / +0.2V). Avec le CAN / CNA Jeulin, jouer avec le nombre de bits (Q).
Quand le pas est petit, meilleure qualité du signal numérique. Définir ainsi le pas :

$$p = \frac{\text{plage de mesure}}{2^n} \quad (1)$$

C Séance 3 : La transmission d'un onde EM à travers le câble coaxial (AE 1h)

MANIP page 528 du Nathan

Le but de cette séance est de mettre en œuvre un dispositif de transmission de données (câble, fibre optique). Évaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation. A faire à la maison après la séance.

L'étude d'un signal réfléchi en bout de câble coaxial permet de mettre en évidence l'atténuation dans le cas d'une propagation guidée et de déterminer le coefficient d'atténuation du câble pour le signal considéré. L'élève est ensuite invité à s'interroger sur des

propagations sur de plus longues distances.

Problématique : peut-on utiliser un câble coaxial pour transmettre un signal audio sur une longue distance ?

Pour cela les élèves ont besoin d'un GBF réglé pour obtenir des impulsions de durée $0.5 \mu s$, se répétant toutes les $5 \mu s$, un câble coaxial de 100 m et un oscilloscope numérique.

Ils pourront calculer la vitesse de propagation de l'onde $v = 2L/\Delta t$ et déduire l'indice du milieu $n = v/c$.

Le signal réfléchi possède une amplitude plus petite que celle du signal émis à cause du phénomène d'affaiblissement du signal au cours de sa transmission.

On observe également que la forme des impulsions est modifiée (phénomène de dispersion). Le calcul du coefficient d'atténuation est défini comme (page 548 du Hachette) :

$$\alpha = \frac{10}{L} \log \left(\frac{U_E}{U_R} \right) \quad (2)$$

en dB/m.

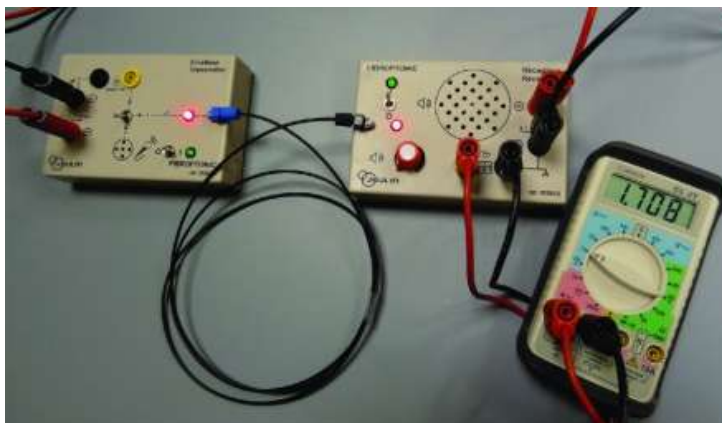
Ils devront conclure que l'atténuation reste faible pour une propagation d'une centaine de mètres dans un câble coaxial. Pour une propagation sur un kilomètre, l'atténuation que subit le signal est dix fois plus grande et peut devenir trop importante pour certaines applications. En pratique, on peut utiliser des répéteurs afin de régénérer le signal.

D Séance 4 : La transmission d'une onde lumineuse à travers une fibre optique (AE évaluée)

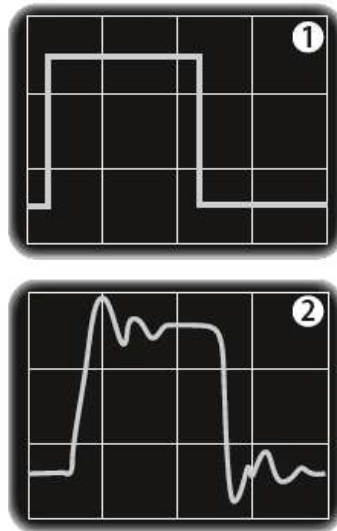
MANIP : voir page 544 du Hachette et page 507 du Bordas et page 528 du Nathan

Le déploiement de la fibre constitue une priorité nationale intégrée au sein du Plan France Très Haut Débit, @ qu'en est-il de la couverture réelle en 2018 ? comment transmettre un message vocal par la fibre optique ?

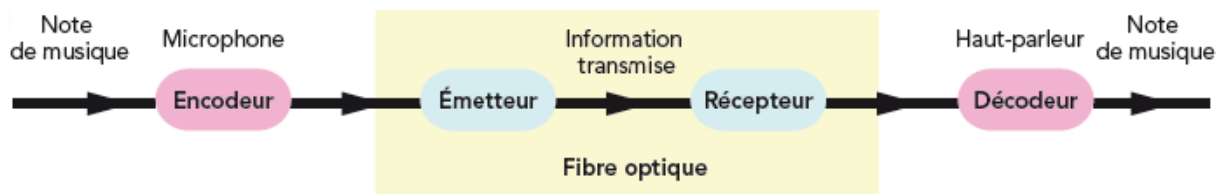
L'objectif ici est de mettre en œuvre un dispositif de transmission de données (câble, fibre optique) ; Évaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation et ; Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation ou pour transmettre de l'information.



- Les élèves devront émettre un son qui sera enregistré par un micro puis il devront :
1. Vérification de la période identique de l'émetteur et du récepteur. On peut calculer la fréquence du signal en sortie pour voir si la fréquence est dans la gamme des fréquence sonore (entre 20hz et 20kHz).
 2. Mise en évidence de l'atténuation du signal par comparaison de l'affaiblissement de l'intensité lumineuse suivant la longueur de la fibre optique utilisée.



3. Mise en évidence du retard entre les deux signaux, influence de la longueur de la fibre.
4. Calcul de la vitesse de propagation du signal dans la fibre optique.



La propagation de la lumière se produit grâce à la réflexion totale de la lumière à l'intérieur de la fibre.

Les deux signaux obtenus ont la même allure (une légère déformation est possible) mais n'ont pas la même amplitude et sont décalés. Ils ne sont donc pas superposables.

Le décalage dans le temps entre le signal de départ et le signal à l'arrivée correspond au temps mis par le signal pour parcourir la fibre optique.

Rq : Infos sur la fibre voir page 13 du Bellier optique.

MSP 16 - Caractéristiques des ondes.

Propriétés des ondes : effet Doppler.

Niveau : Terminale S

Thème : Observer - Caractéristiques et propriétés des ondes

Bulletin Officiel :

- Définir une onde progressive à une dimension
- Connaitre et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité).
- Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde
- Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde.
- Connaitre et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale
- Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.
- Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.
- Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Nathan*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Bordas*
- Expériences de physique - Optique (4ed), Bellier, *Dunod*
- Expériences de physique - Électricité (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Onde mécanique / Ondes EM.

Contexte : Les ondes nous entourent, certaines sont visibles à la surface de l'eau, d'autres nous permettent de recevoir de l'information (radio). Quelles sont les caractéristiques et les propriétés de ces ondes ?

Beaucoup de séances expérimentales, choisir celles présentées à l'oral .

Cette leçon est après ondes et particules et précède analyse spectrale.

A Séance 1 : Ondes progressives à une dimension (AD 1h00)

MANIP voir page 38 du Hachette et page 388 du Bellier.

Le but de cette séance est de définir une onde progressive à une dimension. Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité). Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.

Pour cela les élèves ont à leur disposition une caméra qui leur permettront de filmer la propagation d'une onde le long d'une corde ou d'un ressort (Mode SCN HS : 100im/s, conversion de la vidéo en .avi avec uncompressed avi, exploiter le film avec Atelier scientifique (étalonner et traitement image). A partir de leur enregistrement ils devront déterminer la vitesse de propagation de l'onde.

A la fin de cette séance ils sauront ce qu'est une onde longitudinale et transversale.

B Séance 2 : Caractéristiques d'une onde progressive périodique (AE (1h)

MANIP voir page 39 du Hachette et page 388 du Bellier.

Le but de cette séance est de définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde ; Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité. ; Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.

Durant cette séance les élèves vont avoir à leur disposition un GBF 40kHz, avec un oscilloscope et récepteur/émetteur ultrasons. Ils devront dans un premier temps mesurer la période d'une onde ultra-sonore et la longueur d'onde (avec calcul d'erreur) : double périodicité temporelle et spatiale.

Dans un second temps ils vont devoir déterminer la célérité des ondes ultra-sonores.

A la fin de cette séance ils auront compris comme se caractérise une onde : à travers une fréquence et une longueur d'onde et comme le mesurer.

C Séance 3 : Acoustique musicale (AE 1h)

MANIP voir page 40 du Hachette et page 235 du Bellier élec pour cours.

Le but ici est de réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.

Pour cela les élèves vont devoir enregistrer le son ($\text{La}=440 \text{ Hz}$) de différents instruments tels que le diapason, flûte ou piano avec un micro relié à Latis Pro. A partir du

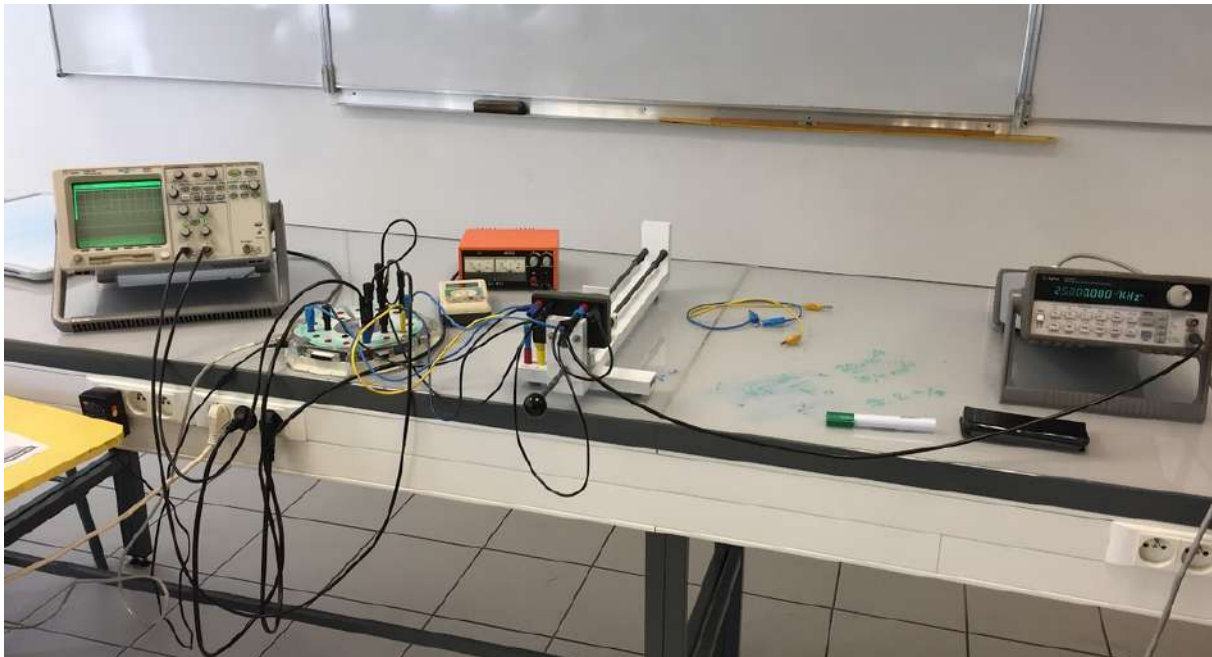
signal ils pourront étudier le caractère sinusoïdale de l'onde en essayant de la modéliser. Dans un second temps ils feront la transformée de Fourier du signal pour avoir une représentation fréquentielle du signal (analyse spectrale) pour définir fréquences fondamentales et harmoniques. Ils comprendront alors ce que représente la notion de timbre et de hauteur d'un son.

Rq : Critère de Shannon page 188 du Bellier Elec.

D Séance 4 : Mesure de la vitesse par effet Doppler (AE 2h)

MANIP voir page 66 du Hachette.

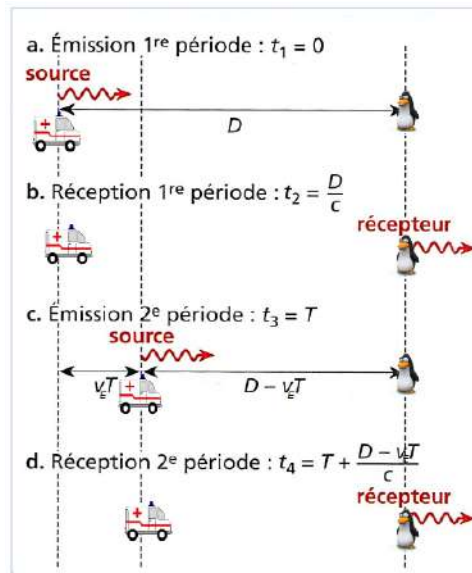
L'objectif de cette séance est de mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler ; Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses (**Contextualiser avec le radar**).



Pour cela les étudiants ont à leur disposition Latis Pro, le rail, un GBF et un oscilloscope. Dans un premier temps il faut vérifier qu'à l'arrêt on a bien la fréquence que l'on envoi (fréquence choisi pour que les capteurs soit en résonance vers 25kHz). Il faut aussi essayer de mesurer la vitesse du train ($v = d/t$). Puis il faut penser a regarder l'amplitude du signal reçu pour le déclenchement en front descendant ou montant ($\approx 200mV$). Les élèves devront alors à partir des fréquences mesurées déterminer la vitesse du mobile et comparer cette valeur avec celle mesuré directement :

$$v_e = c \frac{|f_R - f_E|}{f_R} \quad (1)$$

Rq : Démonstration formule Doppler :



Soit une ambulance (émetteur) qui se déplace à la vitesse v_E (vitesse de l'ambulance) en direction d'un récepteur fixe. Elle émet des ondes de période T_E .

La 1^{re} période de l'onde est émise à la date $t_1 = 0$: l'ambulance est à la distance D du récepteur (a). Cette onde parcourt cette distance à la vitesse c , le récepteur la reçoit à la date $t_2 = D/c$ (b).

La 2^e période de l'onde est émise à la date $t_3 = T_E$: l'ambulance ayant parcouru la distance $v_E \times T_E$ depuis la date $t = 0$, elle se trouve à $D - v_E \times T_E$ du récepteur (c).

L'onde parcourt cette distance pendant la durée : $(D - v_E T_E)/c$, donc le récepteur la reçoit à la date : $t_4 = T_E + (D - v_E T_E)/c$.

Pour le récepteur, la période est alors :

$$T_R = t_4 - t_3 = T_E + \frac{D - v_E T_E}{c} - \frac{D}{c} = T_E \left(1 - \frac{v_E}{c}\right) \quad (2)$$

L'onde perçue par le récepteur peut aussi être caractérisée par sa fréquence f_R :

$$f_R = \frac{1}{T_R} = \frac{1}{T_E} \frac{1}{\left(1 - \frac{v_E}{c}\right)} = f_E \frac{1}{\left(1 - \frac{v_E}{c}\right)} = f_E \frac{c}{c - v_E} \quad (3)$$

Si la source s'éloigne du récepteur fixe, le raisonnement est identique, il suffit de remplacer dans les expressions précédentes v_E par $-v_E$:

$$f_R = \frac{1}{T_R} = f_E \frac{c}{c + v_E} \quad (4)$$

E Séance 5 : Effet Doppler appliqué à l'astrophysique (AD 1h)

voir page 66 du Hachette, page 73 du Bordas et page 56 du Nathan.

L'objectif ici est d'utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.

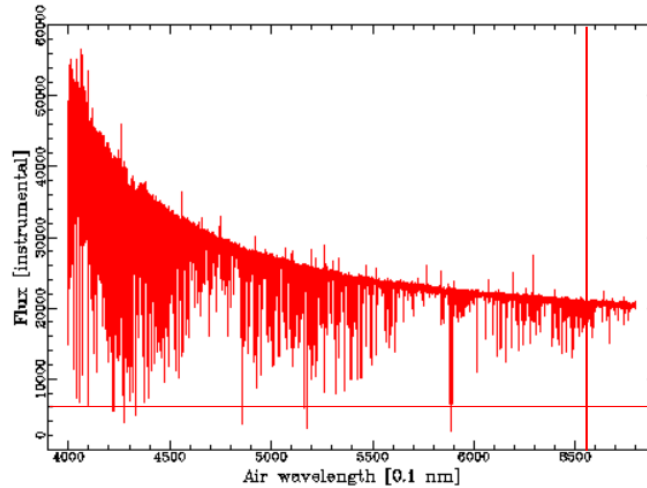
Les élèves devront à partir d'un document et de données expérimentales essayer de comprendre comment on peut mesurer la vitesse radiale d'un astre à partir de son profil

spectral (<http://atlas.obs-hp.fr/elodie/fE.cgi?n=e500&c=i&z=s1d|vs&o=elodie:19961003/0017>) :

$$v = c \frac{|\lambda_{spectre} - \lambda_{ref}|}{\lambda_{ref}} \quad (5)$$

avec $\lambda_{ref} = 6562,6\text{\AA}$.

Coord=6543; 6359.9



On peut améliorer cette précision en identifiant plusieurs raies et en effectuant une moyenne à partir des valeurs calculées.

A la fin de cette séance les élèves auront compris comment l'effet Doppler pouvait être utilisé dans le domaine de l'astrophysique.

MSP 17 - Instrument de musique

Niveau : Terminale S spé

Thème : Son et musique.

Bulletin Officiel :

- Instruments à cordes, à vent et à percussion
- Instruments électroniques
- Acoustique musical ; gammes ; harmonies
- Traitement du son

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle S Spé (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle S Spé (2012), *Nathan*
- Expériences de physique - Optique (4ed), Bellier, *Dunod*
- Expériences de physique - Électricité (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Cycle 4 : Ondes sonores : T , f (liée à la note de musique), risques auditifs ; 2nd : Ondes ultra-sonores : c , T , f , mesure de distances appliqué à l'échographie ; TS : $f = c/\lambda = cT$, analyse spectrale : hauteur et timbre d'un son, niveau d'intensité sonore, effet Doppler.

Contexte : C'est le premier module du thème "son et musique" mais les élèves ont étudié longuement les ondes en enseignement spécifique. On va appliquer ces connaissances pour répondre aux questions : Comment un instrument peut-il jouer différents sons ? Pourquoi certains sons nous paraissent harmonieux ?

A Séance 1 : La musique est une science (AD 30min)

voir page 88 du Hachette.

L'objectif de cette séance est de rappeler qu'une note de musique correspond à une fréquence en musique, notion de gammes, comprendre que l'harmonie des sons est mathématique.

Dans un premier temps le prof propose des accords ou suite de 3 notes et demander aux élèves de calculer si c'est harmonieux. Vérifier en jouant les sons au piano : Harmonieux : DO MI SOL – DO FA LA ; Non-harmonieux : FA LA SI – MI FA DO.

Un son harmonieux est constitué de notes dont les rapports de fréquences sont simples. Par exemple, lorsque le rapport de fréquences entre deux notes est égal à deux, la combi-

naissance de ces notes est agréable à l'oreille.

La musique peut être considérée comme une discipline scientifique, car les notes sont caractérisées par leurs fréquences. Les fréquences des notes de la gamme tempérée ou de la gamme de Pythagore sont calculées les unes par rapport aux autres. De même, un son harmonieux est constitué de notes dont les rapports de fréquences sont simples (octave, quinte, tierce, etc.).

B Séance 2 : Comme fonctionne une guitare ? (AE 2h)

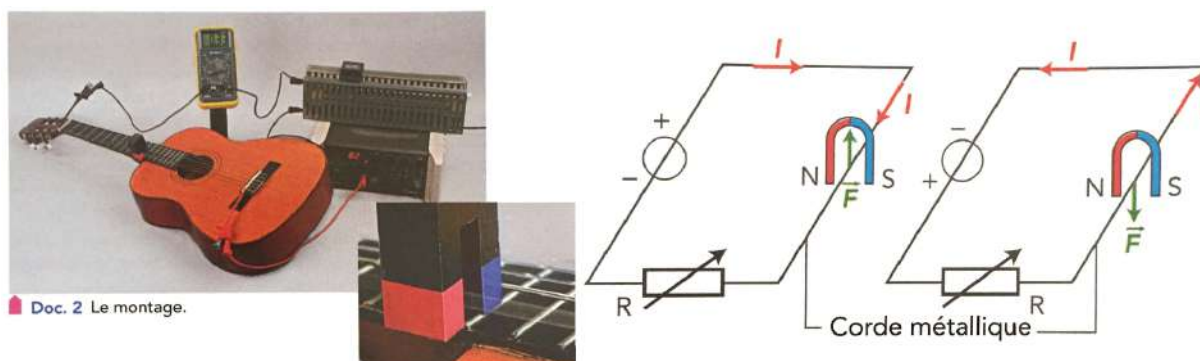
MANIP : voir page 93 du Hachette et doc 3 page 91 du Hachette page 66 du Nathan et page 392 du Bellier Optique.

L'objectif de cette séance est de comprendre d'où viennent les différentes notes produites par un instrument à cordes.

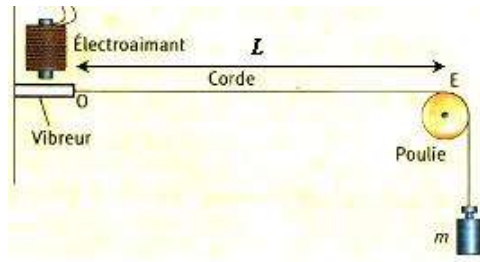
Pour cela la séance est divisée en deux parties :

1. Excitation d'une corde par une force électromagnétique :
 - Jouer une note à la guitare en « grattant » une corde métallique
 - Enregistrer cette note au micro et réaliser l'analyse (trans. Fourier) avec Latis Pro
 - En déduire la fréquence fondamentale (82Hz) et le(s) harmonique(s) ($82 \times 2 = 164$ Hz)
 - Exciter la corde avec une force électromagnétique (cf montage)
 - Faire varier la fréquence jusqu'à ce qu'un son soit audible : on retrouve 82Hz (et les harmoniques en déplaçant l'aimant).

Les élèves comprendront ainsi que lorsqu'une corde est grattée, une vibration est produite. Elle possède une fréquence fondamentale : la hauteur, et des harmoniques : le timbre qui sont des multiples de la fondamentale.



2. Les différentes notes : Démarche d'investigation pour comprendre les paramètres influençant la fréquence de vibration fondamentale d'une corde de guitare. La corde de la guitare sera modélisée par la corde de Melde et on étudiera : ν la masse linéique de la corde (g/m) ; T la tension de la corde (N) et l la longueur de la corde (m).



Les élèves comprendront que pour jouer une note différente, il faut changer de corde (ν différente) ou appuyer sur une frette (ce qui raccourcit la corde). Tourner les clés (modifier T) sert à accorder la guitare.

C Séance 3 : Comment fonctionne un instrument à vent ? (RP évaluée)

voir page 104 du Hachette.

L'objectif est de comprendre le fonctionnement d'un instrument à vent/gamme.

Réponses :

La fréquence du son musical joué dépend de la longueur de la colonne d'air. Dans un clairon, cette longueur n'est pas modifiable. On ne devrait pouvoir jouer qu'une seule note de fréquence $f_1 = 131\text{Hz}$. Cette note est en fait difficile à obtenir. En jouant sur la tension des lèvres, on peut obtenir plus facilement les deux harmoniques suivants de fréquences $f_2 = 2f_1 = 262\text{Hz}$ et $f_3 = 3f_1 = 393\text{Hz}$. Avec un clairon, on peut donc jouer deux notes, un Do_3 de fréquence $f_2 = 262\text{Hz}$ et un Sol_3 de fréquence $f_3 \approx 392\text{Hz}$.

En revanche, grâce aux pistons et aux coulisses, la longueur de la colonne d'air est modifiable dans une trompette. En appuyant sur un piston de la trompette, on augmente la longueur de la colonne d'air, cette augmentation n'étant pas la même d'un piston à l'autre. Il existe donc 8 longueurs de la colonne d'air présentées dans le tableau ci-dessous (on note 1 lorsque le piston est enfoncé et 0 lorsqu'il est relevé) :

Piston 1	0	1	0	0	1	1	0	1
Piston 2	0	0	1	0	1	0	1	1
Piston 3	0	0	0	1	0	1	1	1

Lorsque l'on joue un Sol_3 avec une trompette, la longueur totale de la colonne d'air (de l'embouchure au pavillon) a pour expression $L = L_{Sol_3} = v/(2f_{Sol_3})$. Lorsque l'on joue un Fa_3 :

$$L_{Fa_3} = \frac{v}{2f_{Fa_3}} = \frac{Lf_{Sol_3}}{f_{Fa_3}} = \frac{392}{349}L = 1,12L = L_{coul2} + L \quad (1)$$

La deuxième coulisse doit avoir une longueur égale à $L_{coul2} = 0,12L$, soit 12 % de la longueur totale L de la trompette.

Lorsque l'on joue un Mi_3 :

$$L_{Mi_3} = \frac{v}{2f_{Mi_3}} = \frac{Lf_{Sol_3}}{f_{Mi_3}} = \frac{392}{330}L = 1,19L = L_{coul3} + L \quad (2)$$

La troisième coulisse doit avoir une longueur égale à $L_{coul3} = 0,19L$, soit 19 % de la longueur totale L de la trompette.

Rq : les longueurs relatives sont en accord avec la photographie de la trompette : la 3e coulisse est plus longue que la 2e. La note émise en appuyant sur le 3e piston est plus grave que celle émise en appuyant sur le 2e piston, car la colonne d'air est plus longue.

D Séance 4 : Jouer un son électronique (AE 2h)

MANIP : voir page 96 du Hachette et page 97 B du Hachette et page 92 du Bellier élec.

L'objectif de cette séance est de présenter les instruments électronique et comment est traité le son.

Cette séance est divisée en deux parties :

1. Synthétiser un son avec un ordinateur :
 - Enregistrer une note jouée par un instrument au choix
 - Analyser le son : trans. Fourier pour voir la fondamentale (f) et les harmonique ($2f, 3f \dots$) + amplitude (A)
 - Recréer ce son : c'est une somme de fonction cos ! $f(t) = A \cos(\omega t)$ et $\omega = 2\pi f$.
Pour reproduire un son, il faut émettre son fondamental ainsi que ses harmoniques en respectant l'amplitude respective de chacun. Pour se rapprocher d'un son naturel émis par un instrument, il faut également être capable de tenir compte de variations de niveaux sonores, il faut reproduire l'attaque, les transitoires entre différentes notes, etc. Il faut donc modéliser les gestes et le souffle du musicien. On utilise ici la synthèse par modèles physiques, qui est beaucoup plus complexe à réaliser.
2. Créer un son avec un circuit RLC :
 - Choisir le couple L, C tel que la fréquence des oscillations correspondent à la note souhaité $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$.
 - Réaliser le montage et tester le son produit
 - Mesurer la fréquence et calculer l'incertitude

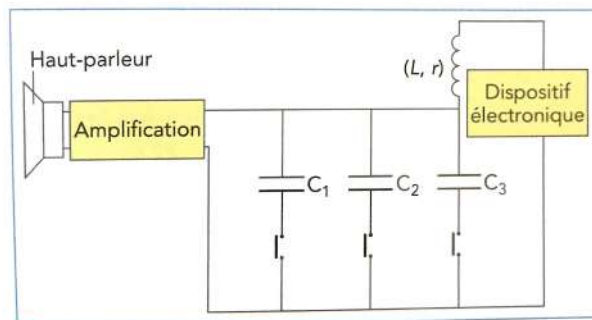
Les tensions T et T_0 sont mesurées à l'aide d'un oscilloscope ou d'un système d'acquisition. Si on utilise un oscilloscope, les incertitudes $U(T)$ et $U(T_0)$ sont dues à une double lecture et dépendent des graduations de l'écran de l'oscilloscope (voir fiche 3, p. 199 du manuel).

Si on utilise une acquisition informatisée, la lecture d'une période à l'écran, en zoomant sur la zone à analyser, peut être très précise. On peut donc considérer que l'incertitude liée à la lecture est principalement due à la période d'échantillonnage T_e de l'acquisition ; on prendra comme incertitude de simple lecture $U_{lecture} = T_e$. L'expression de l'incertitude de double lecture sur la période s'écrit :

$$U(T_0^2) = \sqrt{2}T_e \quad (3)$$

alors $U(f_0) = \sqrt{2}T_e/T_0^2$. Pour vérifier que f_0 est égale à f , il faut que les domaines des fréquences $[f_0 - U(f_0); f_0 + U(f_0)]$ et $[f - U(f); f + U(f)]$ aient des valeurs communes.

Un instrument électronique reproduit un son musical en créant un signal électrique de même fréquence que celle du son.



Doc. 13 Montage permettant de synthétiser un son.

E Séance 5 : Traitement du son (DM évalué)

voir page 99 A du Hachette

L'élève devra ainsi, pour les traitements de son les plus courants, expliquer quelle(s) grandeur(s) physique(s) est modifiée. Il devra présenter le compte rendu sous forme de poster scientifique illustré (**compétence COM**).

MSP 18 - Rotation d'un solide

Niveau : Terminale STI2D et STL

Thème : Transport.

Bulletin Officiel :

- Identifier, inventorier, caractériser et modéliser les actions mécaniques s'exerçant sur un solide.
- Associer une variation d'énergie cinétique d'une force ou d'un couple.
- Relier l'accélération à la valeur de la résultante des forces extérieures ou au moment du couple résultant dans le cas d'un mouvement uniformément accéléré.
- Écrire et exploiter l'expression d'une force constante ou d'un couple de moment constant.
- Associer la force de résistance aérodynamique à une force de frottement fluide proportionnelle à la vitesse au carré et aux paramètres géométriques d'un objet en déplacement.

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle STL-STI2D, *Hachette*
- Expériences de physique - Optique (4ed), Bellier, *Dunod*
- Expérience de Mécanique, Quaranta, *Pierron*

Pré-requis : 1ère STI2D : Vitesse angulaire $\theta = \omega t$ et $v = R.\omega$; Moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe J : dépend de la forme et de la masse du solide ; Énergie cinétique d'un solide en mouvement de rotation $E_c = (1/2)J\omega^2$.

Contexte : Ce thème permet de mettre en place les outils nécessaires à l'étude du mouvement d'un système, d'étudier différents types de motorisation (thermique et électrique), ainsi que des dispositifs de sécurité et d'assistance au déplacement. Moteur, roues motrices... Comparaison moteur diesel et essence.

A Séance 1 : Effet d'une force sur la rotation d'un solide (AE)

voir page 313 et 318 du Bellier.

L'objectif de la séance est d'identifier, inventorier, caractériser et modéliser les actions mécaniques (forces, moment de force) s'exerçant sur un solide.

La séance se découpe en deux parties :

1. Introduction au moment d'une force avec la fermeture d'une porte ou bien avec une tige percée de plusieurs trous. Les élèves devront voir que selon la position du point d'application de la force il faudra varier l'intensité de celle ci pour avoir le même

effet sur le mouvement. De manière naturelle on applique la force dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation. Les élèves abordent ainsi la notion de moment M d'une force F et l'importance du bras de levier pour soulever des charges.

2. Conditions pour ne pas avoir de rotation pour une seule force : les élèves doivent déterminer les conditions pour lesquels en appliquant une force il n'y a aucun effet. Il s'agit de trouver : force nulle, force parallèle à l'axe, point d'application de la force sur l'axe de rotation, direction de la force passant par l'axe.

B Séance 2 : Effet d'un couple de forces sur la rotation d'un solide (AE).

voir page 95 du Hachette et page 188 du Quaranta.

L'objectif de la séance est d'identifier, inventorier, caractériser et modéliser les actions mécaniques (couples et moment d'un couple) s'exerçant sur un solide.

Les élèves vont pouvoir définir le couple de force avec le volant de la voiture.

Durant la séance ils vont devoir rechercher des masses à suspendre pour avoir un objet en équilibre pour différents points d'application de ces deux forces.

Pour chaque position ils doivent déterminer le moment de chaque force $M = F \cdot d$ et tracer $M(F_1)$ en fonction de $M(F_2)$ pour retrouver une pente de 1.

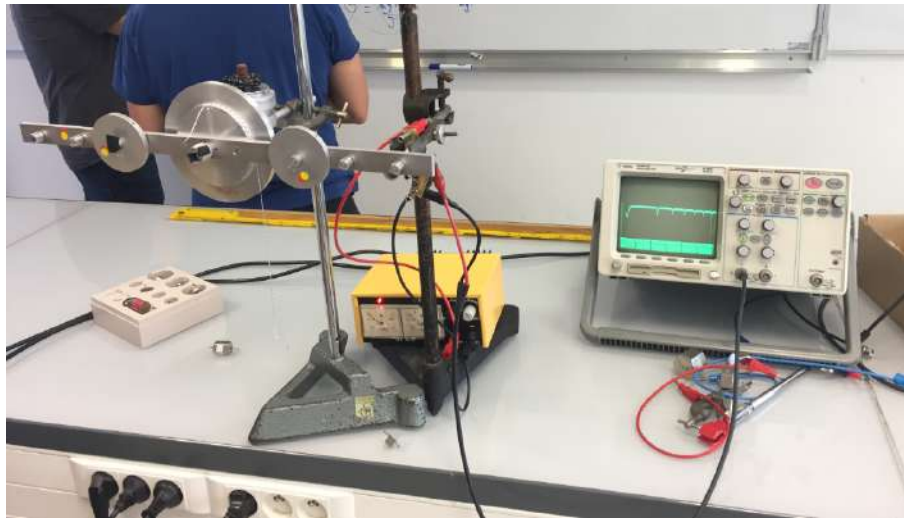
Ils devront ainsi comprendre qu'un objet mobile autour d'un axe de rotation est en équilibre s'il est soumis à des forces dont les moments par rapport à l'axe de rotation se compensent. (Théorème des moments).

C Séance 3 : Solide en rotation autour d'un axe fixe et soumis à une force de moment constant (AE).

Voir page 322 du Bellier.

L'objectif est d'associer une variation d'énergie cinétique au travail d'une force ou d'un couple : $W_{AB} = \Delta E_c$, relier l'accélération à la valeur de la résultante des forces extérieures ou au moment du couple résultant dans le cas d'un mouvement uniformément accéléré : $M = J\ddot{\theta}$, écrire et exploiter l'expression du travail d'une force constante ou d'un couple de moment constant : $W = M\theta$.

Le montage à utiliser est celui composé de deux masselottes et une masse qui chute + photo-résistance + oscillo + générateur + résistance $1k\Omega$.



Les élèves vont devoir :

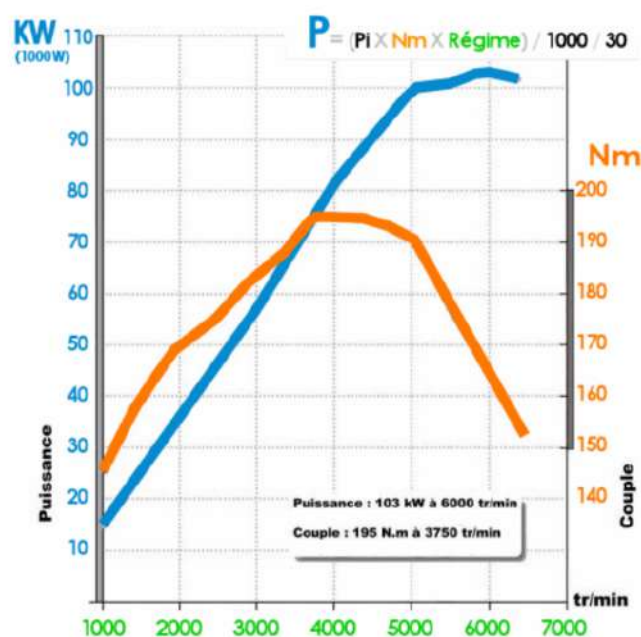
1. Vérifier la nature du mouvement : circulaire uniformément accéléré en traquant $\theta = f(t^2)$, on donne $\theta = (1/2)\dot{\theta}t^2$.
2. Déterminer le moment du couple et le moment d'inertie : $M = T \cdot r$ avec $T = mg$ et r le rayon du mobile. On calcule $J = M/\ddot{\theta}$. Et on vérifie la relation $J = (1/2)mr^2$.
3. Calculer le travail d'un couple de moment constant : $W = M\theta$.
4. Vérifier le théorème de l'énergie cinétique : $W_{AB} = \Delta E_c$.

Rq : Manip alternative page 94 du Hachette.

D Séance 4 : Puissance moyenne et couple de force (AD)

Beaucoup de personnes se demandent s'il vaut mieux avoir un véhicule qui a du couple ou de la puissance, que leur répondre ? (Couple et puissance sont liés !).

L'objectif de la séance est comparer puissance moyenne et moment d'un couple :
 Puissance = Travail/ Δt = Couple \times Vitesse de rotation, avec $W = M\theta$.



La valeur d'une puissance maximale est toujours donnée pour un certain régime moteur, de même pour le couple.

Dans une voiture le régime change tout le temps, ce qui donne lieu aux courbes de puissance et de couple.

Le moteur essence permet une conduite plus sportive, car il faut accélérer davantage pour avoir de la puissance. Faible couple à bas régime.

En revanche, le diesel offre un couple plus important à bas régime mais ce dernier se limite à une petite plage. Cela signifie que l'on a de la puissance sans avoir besoin de monter haut dans les tours.

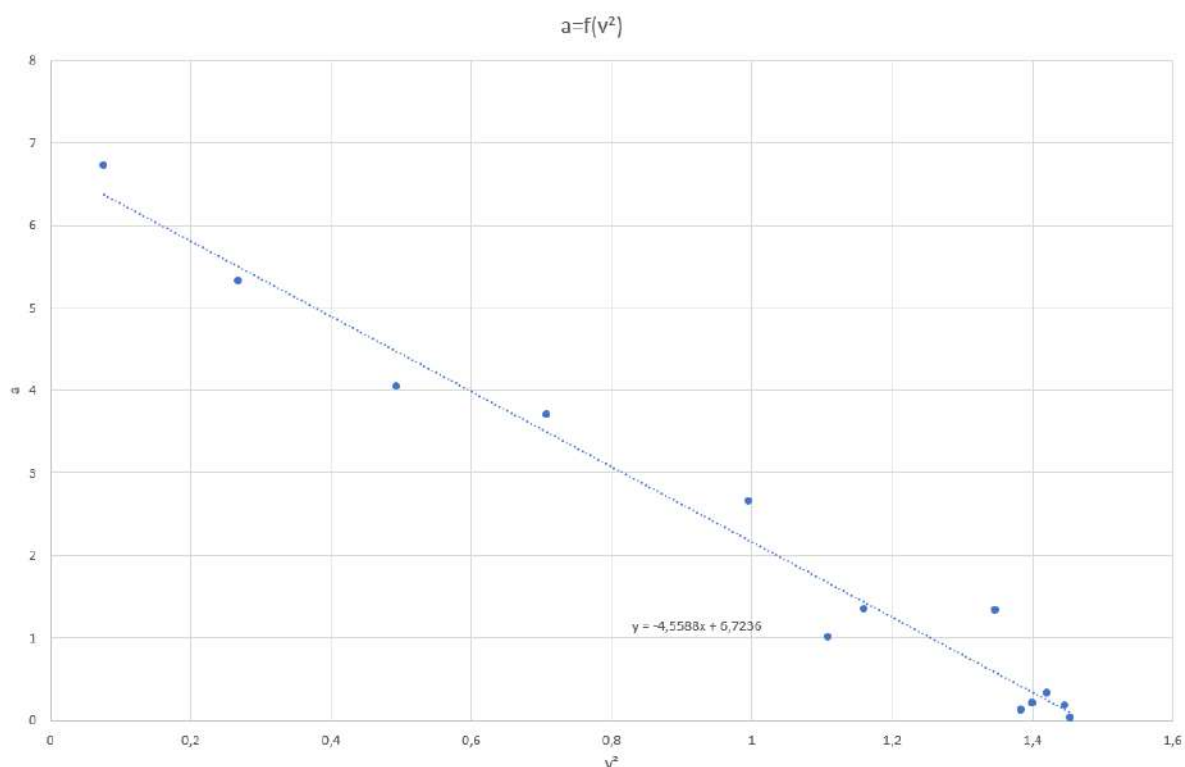
C'est pour cela que les camions tournent au diesel, car le couple arrive fort dans un diesel, au détriment de sa vitesse de révolution (régime moteur maxi bien moins élevé). Il faut en effet pouvoir avancer malgré une remorque très lourde sans avoir à faire gronder le moteur, ce qui serait le cas avec une.

Rq : On pourra aussi utiliser le matériel Jeulin pour étudier la puissance électrique et le couple en fonction de la vitesse de rotation.

E Séance 5 : Chute d'une bille dans l'air (AE).

Le but de la séance est d'observer la chute d'une bille dans l'air et de voir la relation reliant l'accélération et le carré de la vitesse : linéaire.

Pour cela on prend les positions de la bille au cours du temps. On calcule avec Latis pro la vitesse et l'accélération et on trace a en fonction de v^2 on voit que l'on a un comportement linéaire de pente négatif : c'est normal car la force de frottement s'oppose au mouvement. On doit trouver comme origine à l'abscisse une valeur pas loin de la valeur de g car on ne prend en compte que ces deux forces.



On peut relier cela avec la consommation de carburant d'un véhicule selon son aérodynamisme : la consommation de carburant croît rapidement avec la vitesse. Les constructeurs cherchent à diminuer le coefficient de frottement via la forme de la voiture.

Carrosserie semi-fastback



Carrosserie hatchback



MSP 19 - Les fluides dans l'habitat.

Niveau : Terminale STI2D et STL

Thème : Habitat.

Bulletin Officiel :

- Mesurer des pressions (absolue et relative).
- Citer et exploiter le principe fondamental de l'hydrostatique.
- Expliciter la notion de vitesse moyenne d'écoulement dans une canalisation.
- Mesurer un débit.
- Citer et appliquer la loi de conservation de la masse.
- Différencier les différentes transformations liquide-vapeur pour l'eau : évaporation, ébullition.
- Associer un changement d'état au niveau macroscopique à l'établissement ou la rupture d'interactions entre entités au niveau microscopique.
- Utiliser un diagramme d'état (P, T) pour déterminer l'état d'un fluide lors d'une transformation.
- Utiliser l'enthalpie de changement d'état pour effectuer un bilan énergétique.

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle STL-STI2D, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle STL-STI2D, *Nathan*
- Expériences de physique - Elec (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Cycle 4 : actions mécanique, force à distance, force, action contact, conservation de l'énergie ; 2nd : pression gaz d'un fluide, influence de la profondeur ; 1er STI2D : énergie, puissance, forme d'énergie thermique présente dans l'habitat : Ec, Ep, Em.

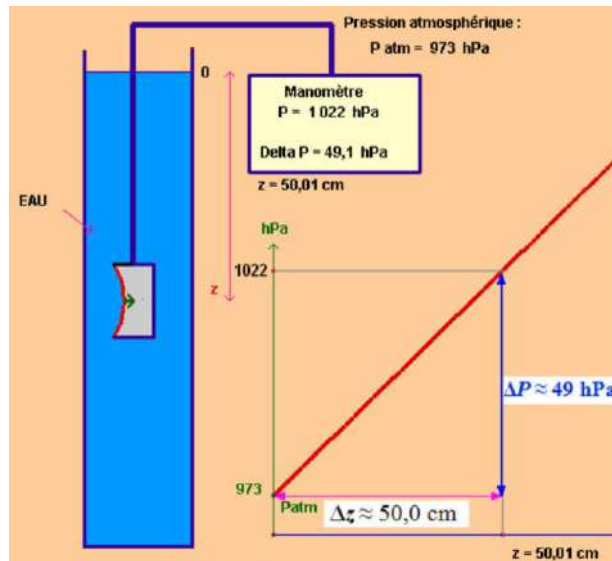
Contexte : Comment fonctionne les systèmes dans nos habitats : canalisations, climatisation, PAC ?

A Séance 1 : Variation de pression dans une colonne d'eau (AE) voir page 22 du Hachette.

Quelle est la différence de pression qui existe entre le 3eme étage et le rez de chaussée dans un immeuble ?

L'objectif est de mesurer des pressions (absolue et relative) et citer et exploiter le principe fondamental de l'hydrostatique.

Pour cela les élèves vont devoir mesurer la pression (avec un manomètre) pour dans une colonne remplie d'eau pour différente profondeur.
 A l'aide d'Excel ils vont devoir tracer l'évolution de la différence de pression entre la pression atm et la pression dans le tube en fonction de la profondeur.



B Séance 2 : Mesure du débit et de vitesse d'écoulement (AE)

Voir page 22 du Hachette et page 31 du Nathan.

L'objectif est de mesurer un débit et citer/appliquer la loi de conservation de la masse.

Pour cela les élèves vont devoir mesurer un débit volumique de vidange d'une colonne d'eau.

Dans un premier temps ils vont devoir déterminer la différence de pression entre le haut du tube et le bas du tube en utilisant la loi de l'hydrostatique.

Puis ils vont remplir la colonne d'eau et verser le contenu dans une autre colonne de section différente. Au moment de la vidange ils doivent lancer le chronomètre pour estimer le temps de vidange du volume d'eau.

Ils doivent répéter l'opération pour d'autre volume initial d'eau et remplir le tableau suivant :

Volume V	Durée t	Δh	Débit $Q = V/t$	Vitesse $v = h/t$	Produit $v \cdot S$
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•

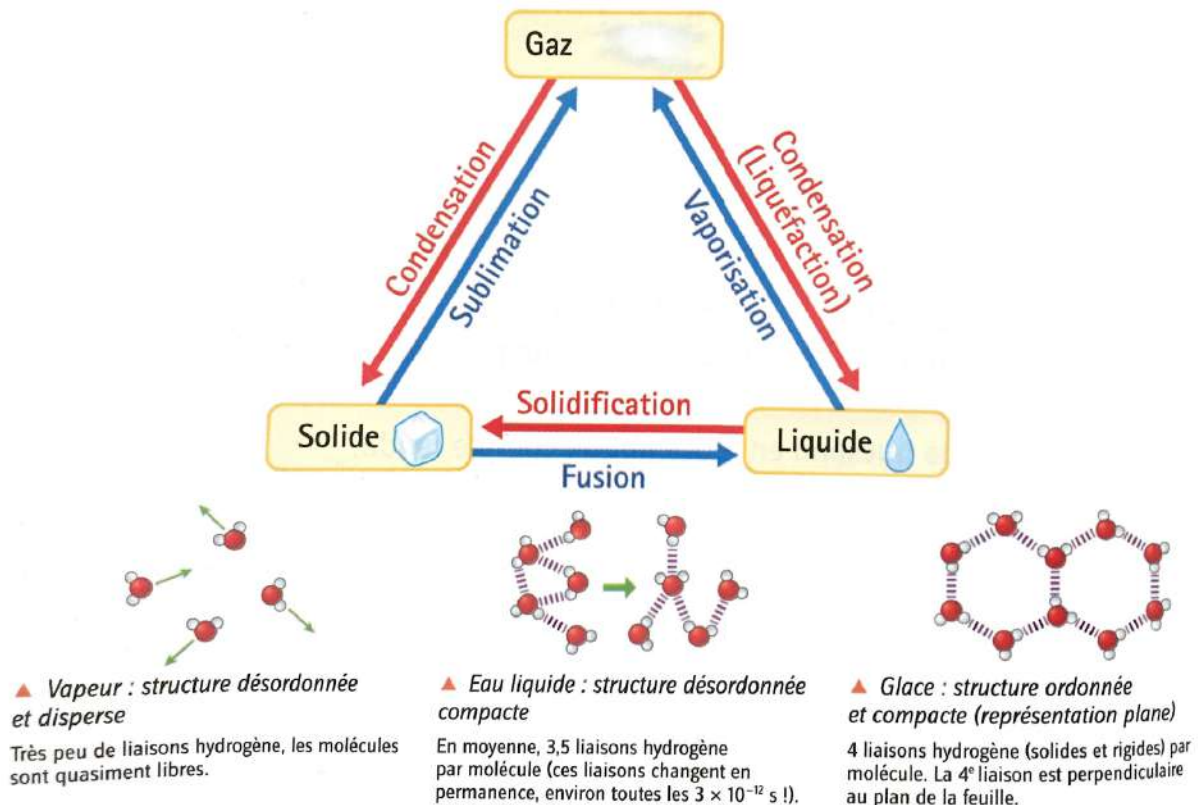
Ils doivent conclure que le débit volumique peut s'écrire $Q = v \cdot S$.

On peut également faire un suivie de hauteur en introduisant une règle dans les deux colonnes. En ayant la vitesse pour les deux colonnes et en multipliant par leur section respective on peut comparer les deux débits et conclure.

C Séance 3 : Bioclimatisation et pompe à chaleur (AD)

Voir page 44 du Hachette et page 44 du Nathan.

L'objectif de la séance est de se familiariser avec l'utilisation de dispositif pour chauffer ou refroidir l'habitat en utilisant le changement d'état et différencier les différentes transformations liquide-vapeur pour l'eau.



D Séance 4 : Mesure de l'enthalpie de fusion de l'eau (AE).

Voir Bellier Elect.

L'objectif est de mesurer l'enthalpie de fusion de l'eau.

Pour cela les élèves vont avoir à leur disposition un calorimètre, de l'eau, des glaçons, une balance et un thermomètre.

Ainsi ils doivent dans un premier temps mesurer la capacité calorifique du calorimètre, C : ils mettent de une masse m_1 d'eau froide à l'intérieur et une masse m_2 d'eau chaude. En faisant un bilan d'énergie et en supposant le calorimètre isolé on a :

$$(C + m_1 c_{eau})(T_f - T_i^1) + m_2 c_{eau}(T_f - T_i^2) = 0 \quad (1)$$

Puis ils vont devoir prendre un glaçon, qu'ils auront au préalable mouillé, essuyé puis pesé (on aura $T_g = 273K$). Procédant de la même manière : eau à température ambiante pesée, en faisant un bilan énergétique (formulation donnée et explication de chaque terme) :

$$(C + m_1 c_{eau})(T_f - T_i^1) + m_g c_{eau}(T_f - T_g) + m_g L_f = 0 \quad (2)$$

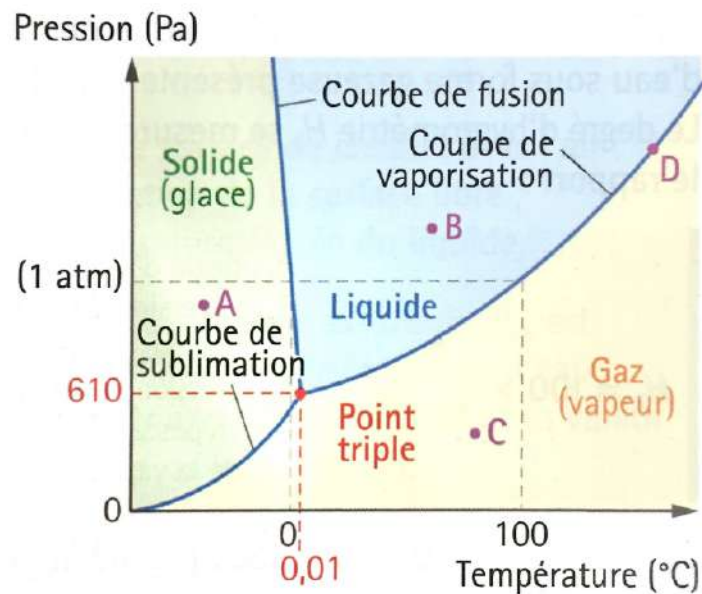
Ils doivent trouver L_f en J/kg (théorique 333 kJ/kg) et conclure.

E Séance 5 : Ébullition de l'eau sous pression réduite (AE+AD)

Voir page 37 du Hachette.

Le but de cette séance est d'utiliser le diagramme d'état (P,T) pour déterminer l'état d'un fluide lors d'une transformation.

Les élèves vont devoir se documenter sur le changement d'état de l'eau et ses conditions. Le prof va faire la manip de l'ébullition de l'eau sous vide et les élèves vont devoir relever la pression et température lors de l'ébullition pour différente température initiale de l'eau. Ils vont ensuite tracer T_{eb} en fonction de la pression et essayer de répondre aux questions du livre.



A : phase solide ; B : phase liquide ;
C : phase gazeuse ; D : phase liquide
et gazeuse. Au point triple, les 3 phases
coexistent en équilibre.

MSP 20 - Structure d'une onde électromagnétique. Ondes polarisées ou non polarisées. Polariseur, analyseur.

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Des ondes pour mesurer.

Bulletin Officiel :

- Produire et analyser une lumière polarisée
- Associer la polarisation d'une onde électromagnétique à la direction du champ électrique.
- Déterminer une concentration à partir de la mesure de la déviation du plan de polarisation de la lumière dans une solution.

Bibliographie :

- Site SPCL
- Expériences de physique - Optique (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Partie les ondes qui nous environnent : Notion de résonance ; Propagation d'une perturbation dans un milieu élastique ; Ondes progressives sinusoïdales ; Mesurer : Diffraction ; Interférences ; différence de marche entre deux chemins.

Contexte : la polarisation sera revue en Term dans la partie « Utiliser l'énergie transportée par les ondes ».

Les lunettes aux verres polarisés, les films en 3D au cinéma, sont des situations courantes où l'on rencontre les ondes polarisées. Quelles sont les situations où ces ondes servent à mesurer ?

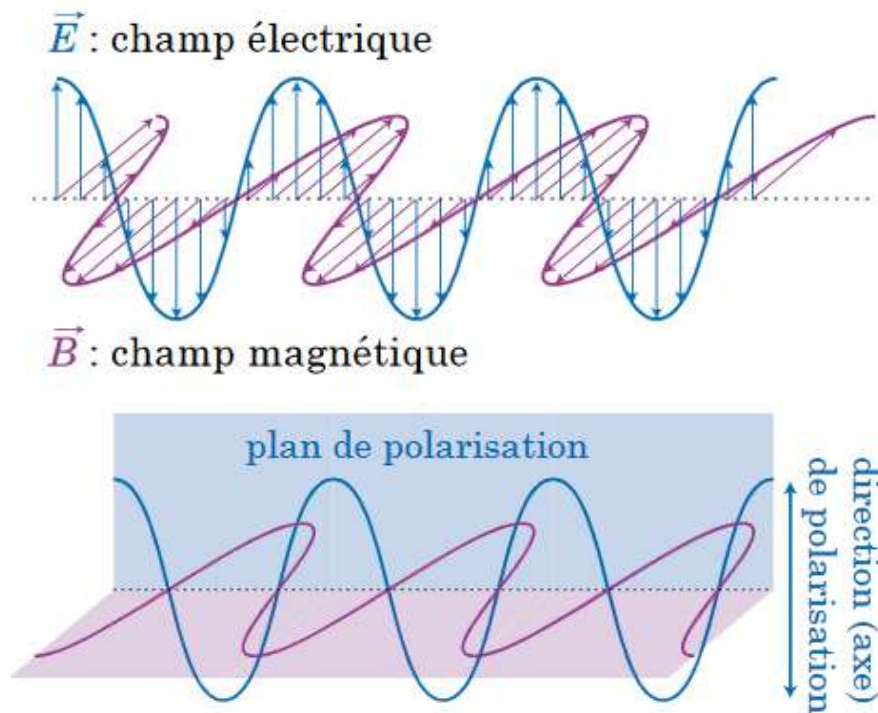
Cette leçon vient après réfraction, réfraction limite et réflexion totale, diffusion et précède la diffraction.

A Séance 1 : Les lunettes aux verres polarisés (AD).

Voir page 197 du Bellier.

Les opticiens proposent des lunettes aux verres polarisés. Quelles sont leurs propriétés par rapport à des lunettes classiques ?

L'objectif de la séance est d'associer la polarisation d'une onde EM à la direction du champ électrique.



Pour cela les élèves vont avoir à disposition un ensemble de document concernant : la description de l'onde EM et sur le principe de la polarisation rectiligne d'une onde EM.
 → Application aux lunettes de soleil.

En plus de cela le prof pour simuler le fonctionnement des lunettes va procéder à une manip : pour cela on va placer une lumière blanche - trou - prisme/cylindre (pour faire l'effet d'une vitre) - polariseur et écran. En tournant le polariseur on supprime la réflexion de la vitre et on obtient l'image du trou ! (à l'incidence de Brewster).

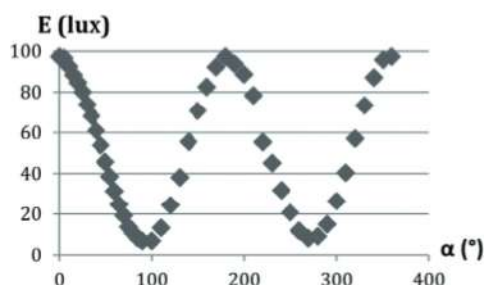
B Séance 2 : Production d'une lumière polarisée (AE).

L'objectif est de produire et analyser une lumière polarisée et de vérifier la loi de Malus.

Pour cela les élèves vont devoir procéder à deux expériences :

1. Expérience avec un seul polariseur : ils ont à disposition une lumière blanche, un polariseur et un écran. Ils doivent constater que sachant que la lumière n'a pas de polarisation particulière alors on n'observe aucune chute d'intensité lumineuse sur l'écran.
2. Expérience avec deux polariseurs : ils ont à disposition une lumière blanche, un polariseur, un analyseur et un écran/luxmètre. Ils doivent observer que l'intensité lumineuse sur l'écran est modulée. Ainsi ils vont devoir pour différent angle mesuré l'intensité lumineuse afin de retrouver la loi de Malus (Excel) :

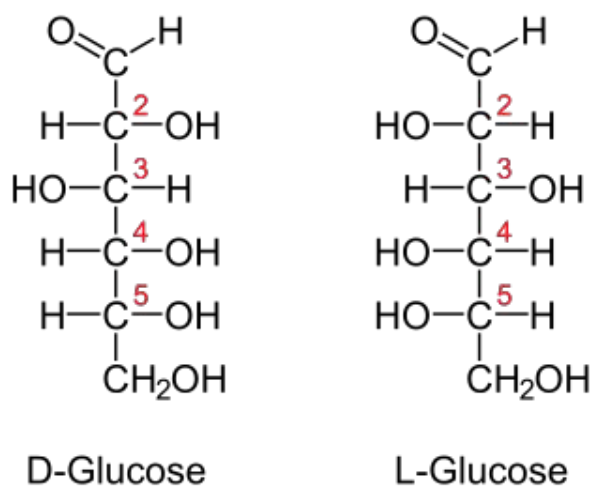
$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (1)$$



C Séance 3 : Vérification de la loi de Biot (Démarche investigation).

L'objectif de la séance est de déterminer une concentration à partir de la mesure de la déviation du plan de polarisation de la lumière dans une solution.

Pour cela les élèves doivent proposer une démarche expérimentale pour vérifier la loi de Biot avec une gamme de solution de concentration connues en glucose par exemple (0.1g/ml, 0.2 , 0.3, 0.4, 0.5).



Ils doivent tracer α en fonction de c_m et retrouver un comportement linéaire :

$$\alpha = [\alpha_0] \ell c_m \quad (2)$$

avec ℓ la longueur de la cuve, $[\alpha_0]$ le pouvoir rotatoire spécifique qui dépend lui-même de la température, de la longueur d'onde utilisée, et du solvant notamment (on donne souvent dans les tables ce pouvoir rotatoire spécifique à 20 °C et c_m la concentration en g/mL).

On dit dextrogyre pour $\alpha > 0$ (droite) et levogyre pour $\alpha < 0$ (gauche).

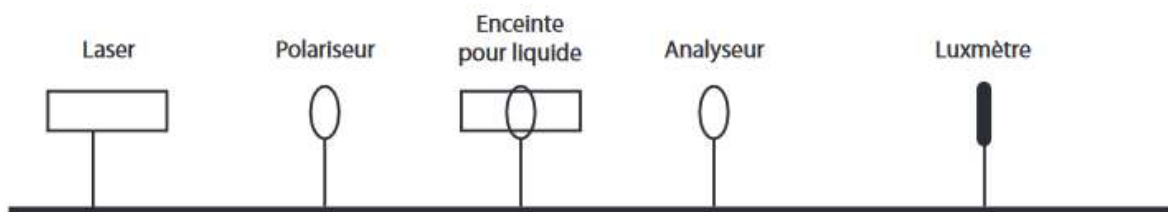
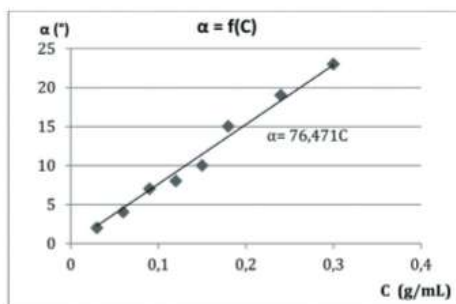


Schéma de montage pour l'étude de la loi de Biot.



Résultats obtenus pour le saccharose.

D Séance 4 : Détermination de la concentration massique en saccharose dans le sirop contre la toux (AE évaluée).

Le laboratoire contrôle qualité de l'entreprise pharmaceutique vérifie la concentration en saccharose dans le sirop contre la toux par la technique de polarimétrie.

L'objectif est de déterminer une concentration à partir de la mesure de la déviation du plan de polarisation de la lumière dans une solution.

Problématique : Quelle est la concentration massique en saccharose dans le sirop contre la toux ?

Pour cela les élèves vont devoir :

- **S'APP et REA** réaliser un protocole ;
- **REA** prendre les mesures + calcul incertitude (indiquer que l'incertitude relative sur la mesure est de 4%)
- **VAL** valider la teneur en saccharose avec l'étiquette.
- **COM** rédiger un court paragraphe pour répondre à la problématique.

MSP 21 - Utiliser l'énergie transportée par les ondes : Interférences constructives et destructives. Ondes stationnaires. Cavité resonante, modes propres.

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Des ondes pour agir.

Bulletin Officiel :

- Exprimer et exploiter une différence de marche pour en déduire les conditions d'obtention d'interférences constructives ou d'interférences destructives.
- Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'interférence pour différents types d'ondes : sonores, lumineuses, mécaniques.
- Distinguer les ondes stationnaires des ondes progressives.
- Interpréter le phénomène d'ondes stationnaires en termes d'interférences.
- Relier les fréquences de résonance des ondes stationnaires unidimensionnelles à la longueur d'une cavité.

Bibliographie :

- Physique-Chimie Tle S (2012), Durupthy, *Hachette*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Nathan*
- Expériences de physique - Optique (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : Partie les ondes qui nous environnent : Notion de résonance ; Propagation d'une perturbation dans un milieu élastique ; Ondes progressives sinusoïdales ; Mesurer : Diffraction ; Interférences ; différence de marche entre deux chemins.

Contexte : Cette partie réinvestit les connaissances sur les interférences abordées dans la partie « mesurer » et les exploite pour introduire la notion d'onde stationnaire. On essaye de trouver des exemples où les interférences sont exploitées dans des cas concrets. (casque anti bruit, lecture disque optique...).

Cette leçon vient après grandeurs radiométriques-laser et précède la polarisation.

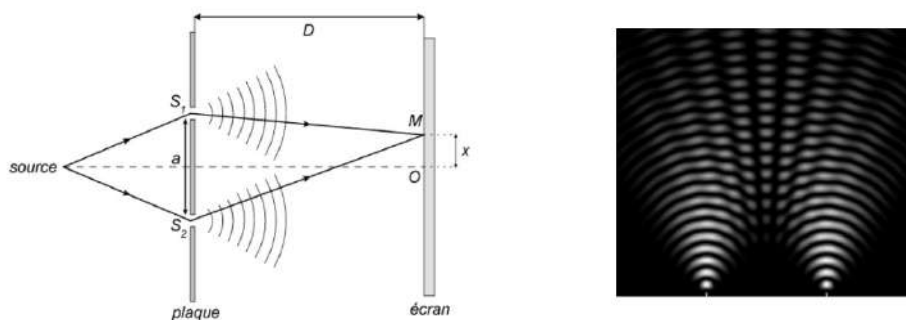
A Séance 1 : Mise en évidence du phénomène pour différents types d'onde (AE évaluée)

voir page 88 du Hachette et Nathan page 90.

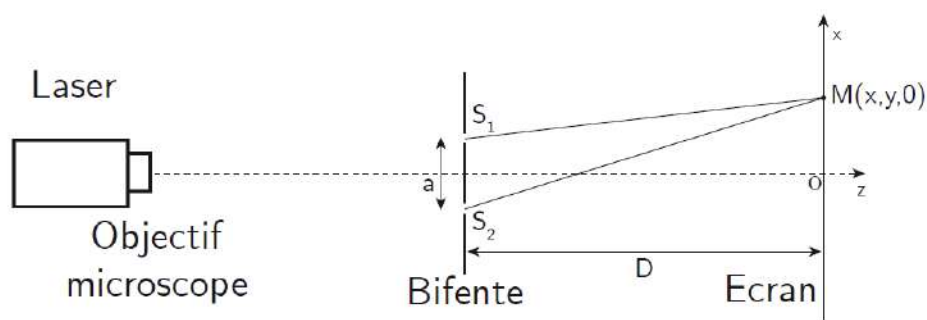
L'objectif est d'exprimer et exploiter une différence de marche pour en déduire les conditions d'obtention d'interférences constructives ou d'interférences destructives. Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'interférence pour différents types d'ondes : sonores, lumineuses, mécaniques.

Pour cela les élèves vont devoir pratiquer trois manipulations :

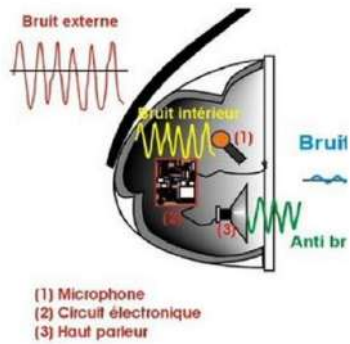
- Ondes mécaniques : L'élève fait une manip pour illustrer ce phénomène : on prend une cuve à onde et on procède à l'interférence entre deux ondes.



- Ondes lumineuses (avec document explicatif) : l'élève va procéder à deux études :
 1. Une première qualitative où il va pouvoir observer des franges d'interférences avec deux fentes, définir la notion d'interfrange et de cohérence (cas de deux lasers).
 2. Une deuxième quantitative où il va faire les paramètres expérimentaux tel que a , λ et D pour trouver la relation $i = \lambda D/a$: utile si l'on veut définir la longueur d'onde d'un laser.

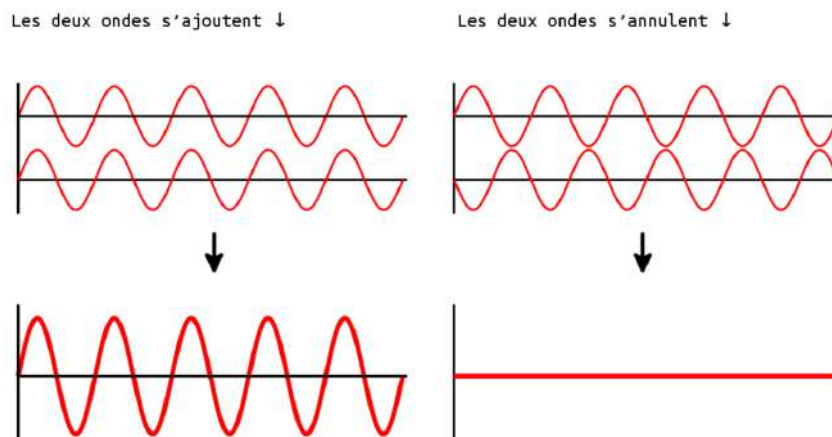


- Ondes sonores : principe du casque anti-bruit actif.



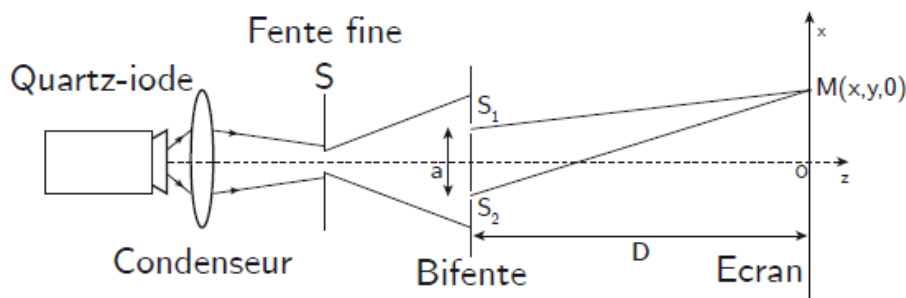
Les élèves vont étudier le trombone de Koenig pour mettre en évidence le phénomène d'interférence. Démarche d'investigation : Comment créer un casque anti-bruit actif ?

Le principe du casque repose sur un micro qui capte le son ambiant et un haut-parleur (ou oreillette) qui produit le même son, mais en opposition de phase. Une puce électronique est là pour calculer l'opposition de phase et le bon niveau de bruit à envoyer. A partir des longueur d'onde à la résonance mesurée ($L = \lambda_2$) et connaissant la fréquence correspondante on peut calculer la célérité du son $c = \lambda f$.

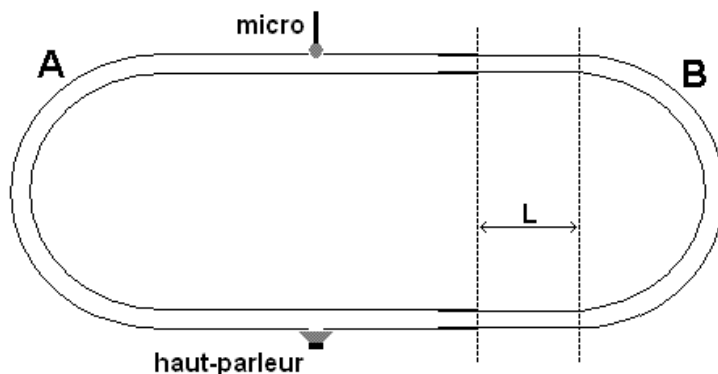


Rq : Notion de cohérence :

- la cohérence spatiale (en augmentant l'ouverture de S voir figure) : une multitude de sources primaires réparties dans l'espace peuvent donner lieu à une superposition "anarchique" de systèmes de franges conduisant au brouillage de la figure d'interférence ;
- la cohérence temporelle : une source primaire constituée d'une multitude de radiation harmoniques (source non monochromatique) peut conduire au brouillage.



Rq : Trombone de Koenig :



Cet appareil est constitué par 2 tubes coudés. Le tube A est fixe et le tube B peut coulisser à l'intérieur de A.

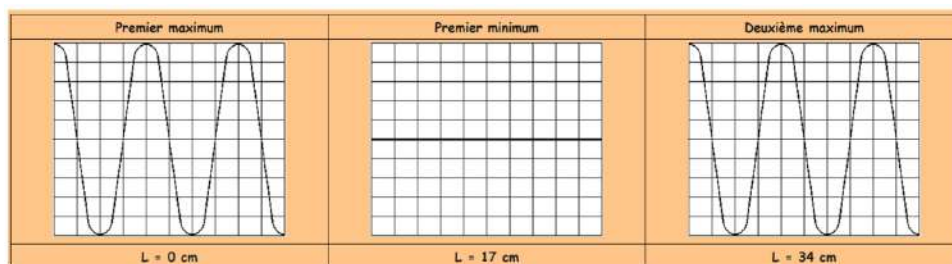
Sur le tube A, deux ouvertures permettent de positionner un haut-parleur et un micro relié à un oscilloscope.

Le haut-parleur génère un son sinusoïdal de fréquence f à l'intérieur de l'appareil.

A l'aide d'une règle graduée on mesure le déplacement L du tube coulissant B.

Lorsque $L = 0$, la distance du haut-parleur au micro est la même par les tubes A ou B.

Lors de l'augmentation de la longueur L , l'amplitude du signal perçu par le micro passe par des maximums et des minimums d'intensité sonore.

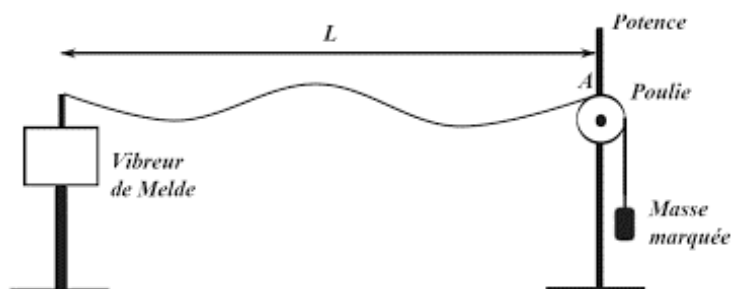


B Séance 2 : Les ondes stationnaires (AE)

MANIP voir page 392 du Bellier.

L'objectif est de distinguer les ondes stationnaires des ondes progressives. Interpréter le phénomène d'ondes stationnaires en termes d'interférences. Relier les fréquences de résonance des ondes stationnaires unidimensionnelles à la longueur d'une cavité.

Pour cela les élèves vont devoir comparer une corde classique et corde de Melde. Dans un premier temps on peut proposer une animation (voir académie de Nantes) et laisser le dispositif de la corde de Melde aux élèves pour qu'ils puissent mettre en évidence les nœuds, ventres et modes propres et les relier à L et f .



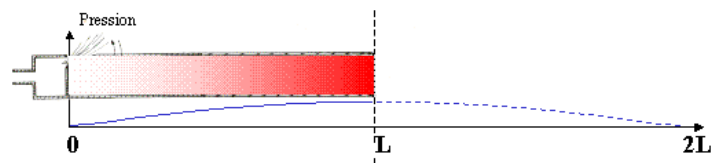
L'onde stationnaire peut être interprétée comme le résultat de l'interférence constructive entre une onde incidente et une onde réfléchie. Même sans le traiter formellement, on informe les élèves sur le fait que les réflexions sont multiples, ce qui explique que l'interférence, si elle n'est pas constructive, empêche l'onde de se propager dans la cavité. D'où l'existence des modes propres.

C Séance 3 : Diapason du La 440 Hz (AE)

Cette séance peut se poser comme étant la résolution d'un problème : quelle est la cavité résonante adaptée au diapason ?

L'objectif est de relier les fréquences des ondes stationnaires unidimensionnelles à la longueur d'une cavité.

On donnera aux élèves l'expression de λ en fonction de la longueur d'onde de la cavité (libre à une extrémité) : $L_{optimale} = \lambda/4$ (pour éviter interférence destructive). On peut proposer différentes cavités et à eux de deviner par l'expérience et le calcul laquelle est la mieux adaptée.



Pour aller + loin : Influence de la caisse de résonance de différents instruments sur un même son.

MSP 22 - Observer : voir plus loin.

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Des ondes pour observer et mesurer.

Bulletin Officiel :

- Extraire d'une documentation les caractéristiques utiles d'un appareil commercial pour son choix ou sa mise en œuvre.
- Réaliser et exploiter le tracé d'un faisceau de lumière pour décrire le principe de fonctionnement du télescope.
- Illustrer expérimentalement le principe d'un télescope et déterminer ses caractéristiques.
- Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un appareil commercial.
- Montrer expérimentalement les effets limitatifs de l'objectif et de l'oculaire sur le champ de luminosité d'un télescope.

Bibliographie :

- Site SPCL
- Expériences de physique - Optique (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis : 1 stl-spcl : le thème « image » traite l'optique géométrique (œil réduit, lentille, relation de conjugaison, grandissement...) et numérique ; T stl-spcl : le phénomène de diffraction a été mis en évidence mais pas encore exploité de manière quantitative, Objectif, oculaire, grossissement (appliqué au microscope).

Contexte : Comment observe-t-on le ciel aujourd'hui ? Quels sont les télescopes du futur ?

Cette leçon est après celle concernant voir plus grand (microscope) et précède des ondes pour mesurer.

A Séance 1 : Le principe des miroirs ?(AE)

Voir séquence 7 activité 3 et Bellier page 78.

Le but de cette séance est de familiariser et d'apprendre les notions concernant les miroirs aux élèves.

Pour cela ils auront à leur disposition plusieurs miroirs : des concaves et plan et ils vont :

- Observer ce qu'il voit avec ces deux types de miroirs et tracer les chemins optiques :

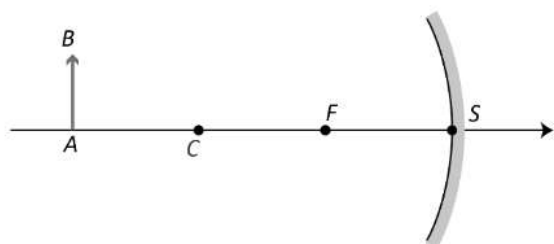
Situation 1 : se munir d'un miroir sphérique concave et se regarder dedans, bras tendu. Décrire précisément l'image que l'on observe.

Situation 2 : rapprocher le miroir de votre œil jusqu'à observer une image d'un autre type. Décrire précisément cette image.

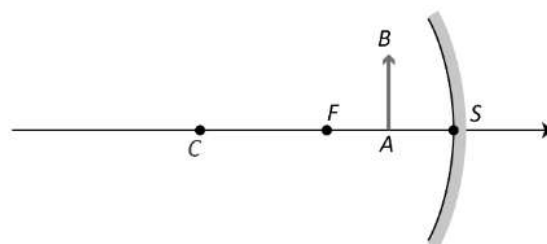
Situation 3 : se munir d'un miroir plan et se regarder dedans, bras tendu. Décrire précisément l'image que l'on observe.

Situation 4 : rapprocher le miroir de votre œil et noter les changements (ou l'absence de changement) que cela induit.

Situation 1



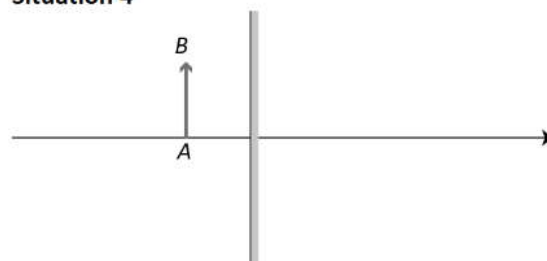
Situation 2



Situation 3



Situation 4



- Mesurer la distance focale d'un miroir concave en utilisant un banc optique.

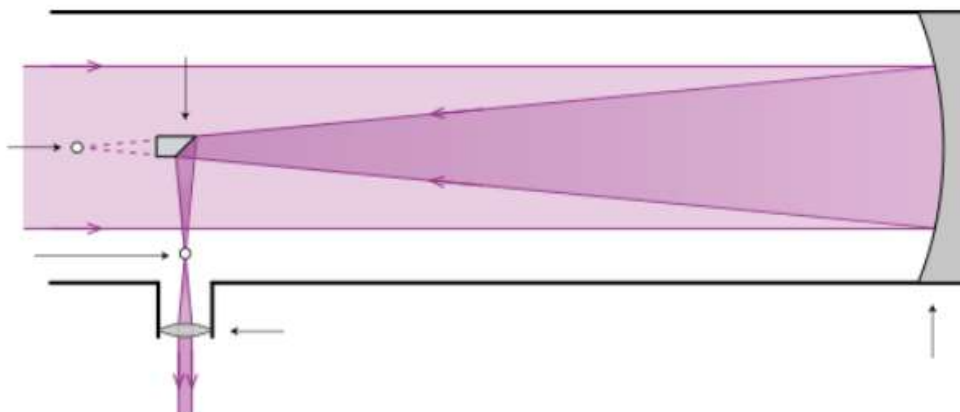
B Séance 2 : Le télescope ? (AE+RP)

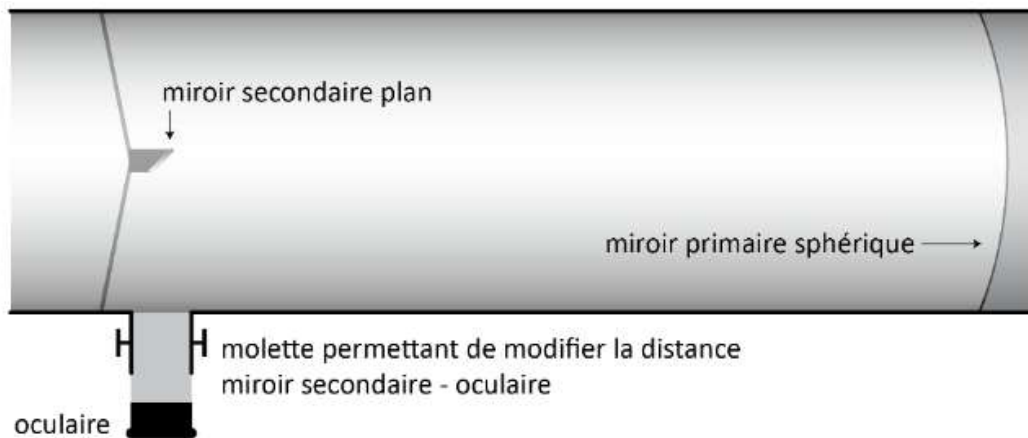
voir séquence 7 activité 1.

L'objectif ici est de comprendre le fonctionnement et la composition d'un télescope commercial.

Pour cela les élèves vont devoir répondre à différents types de questions :

- Quels types d'objets peut-on voir avec cet appareil ?
- De quoi est-il constitué ?
- Schématiser le tube d'un télescope :

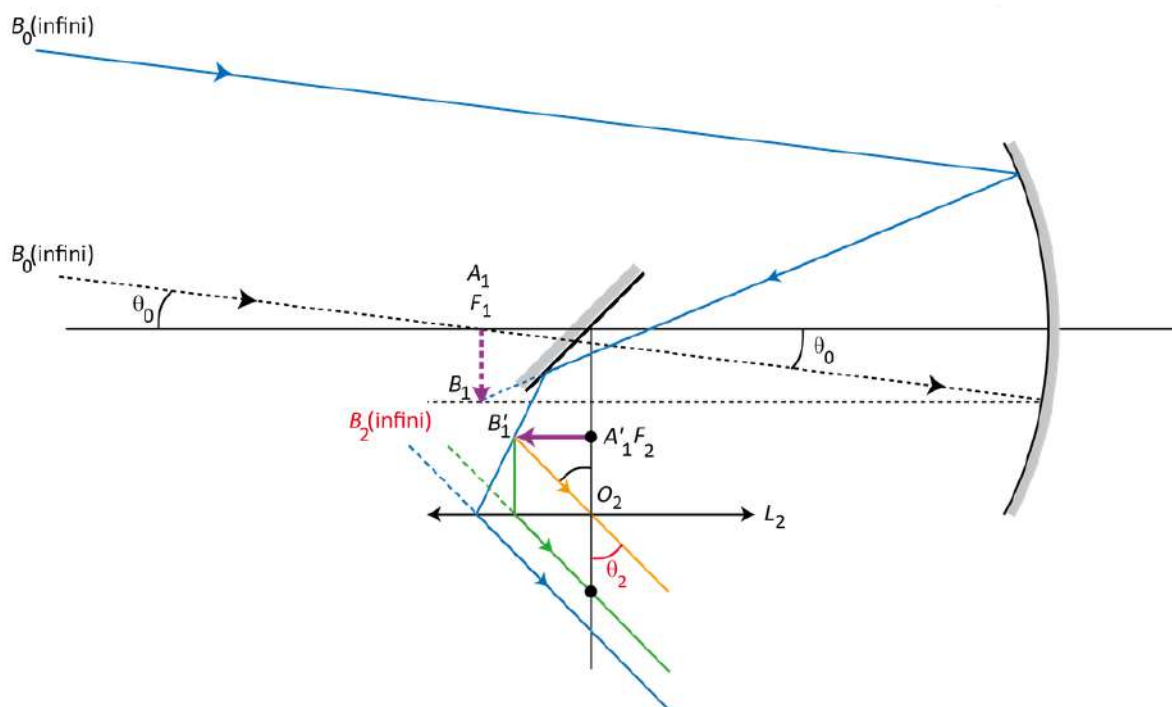




C Séance 3 : Reproduction du télescope (AE)

voir Séquence 7 activité 4.

L'objectif de cette séance est de découvrir le télescope et les éléments qui le composent (miroir sphérique, miroir plan) et de tracer le chemin de la lumière pour décrire le fonctionnement du télescope + grossissement.



Pour cela les élèves auront à leur disposition un télescope de Newton pour la classe et un banc optique par groupe.

Les élèves devront :

1. Repérer les différents éléments du télescope et légender le schéma
2. Manipuler les miroirs plan et sphérique pour comprendre leur fonctionnement. Déterminer la focale d'un miroir sphérique.
3. Construire un télescope sur le banc optique. Simuler une étoile à l'infini et l'observer.
4. Tracer le chemin optique de la lumière en utilisant le schéma.

5. Repérer les angles θ et θ' et rappeler l'expression du grossissement.
6. Proposer une manière d'augmenter le grossissement (diminuer la focale de l'oculaire ou augmenter la focale du miroir).
7. Tester la solution sur le banc optique puis vérifier sur le télescope de la classe.
8. Décrire l'effet sur le champ de vision (il diminue) et la luminosité de l'image.
9. A partir de la notice du télescope de la classe, calculer le grossissement maximal possible.

Rq : Voir activité J pour avoir la démo du grossissement.

D Séance 4 : Les télescopes les plus puissants actuels et en construction (AD).

Voir séquence 7 activité 2.

L'objectif est de connaître les effets limitant l'observation spatiale.

A travers une étude documentaire les élèves vont devoir :

- Comprendre la volonté de construire des miroirs plus grands : éviter la diffraction et augmenter la luminosité.
- Comprendre la volonté d'envoyer les télescopes en orbite : l'atmosphère terrestre absorbe dans l'IR.

Rq : On pourra également parler du pouvoir séparateur pour pouvoir observer deux étoiles côte à côte.

MSP 23 - Système oscillants en mécanique et en électricité. Exemples dans différents domaines de fréquences. Analogies électromécaniques. Aspects énergétiques ; effets dissipatifs ; amortissement.

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Les ondes qui nous environnent.

Bulletin Officiel :

- Caractériser la réponse temporelle de différents systèmes physiques soumis à une perturbation en utilisant les capteurs appropriés.
- Identifier la ou les grandeur(s) vibratoire(s).
- Qualifier les oscillations libres d'un syst. : oscillations pseudo-périodiques, quasi-sinusoidales, amorties.
- Modéliser analytiquement à partir d'enregistrements, les réponses correspondants aux différents régimes d'oscillations d'un système à un degré de liberté : harmonique, apériodique, pseudo-périodique.
- Comparer deux oscillateurs dans deux domaines différents de la physique ; indiquer les analogies
- Identifier les formes d'énergie mises en jeu dans un phénomène oscillatoire en mécanique et en électricité.

Bibliographie :

- Site SPCL
- Expériences de physique - Électricité (4ed), Bellier, *Dunod*
- Physique-Chimie Tle S (2012), *Hachette*

Pré-requis :

Contexte : Comment définir un système qui oscille ? Pourquoi dans certain cas la oscillations s'amortissent ?

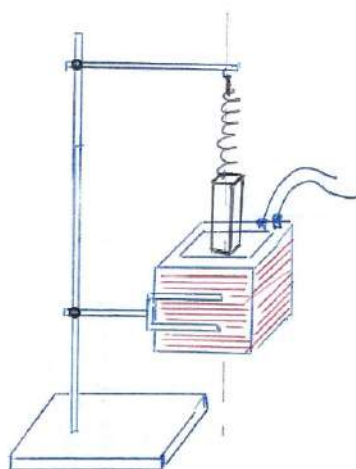
A Séance 1 : Fonctionnement du sismographe (AD)

Voir activité 1 séquence 2.

Des sismomètres, connectés en réseau, couvrent toute la surface du globe. Ces instruments enregistrent les vibrations de la croûte terrestre causées principalement par les tremblements de terre. Comment fonctionne cet instrument ?

L'objectif de cette activité est de réaliser une maquette de cet instrument afin d'en comprendre le fonctionnement.

A l'aide de document et vidéo les élèves vont découvrir le lien du sismographe avec les ondes et son fonctionnement (phénomène d'induction).

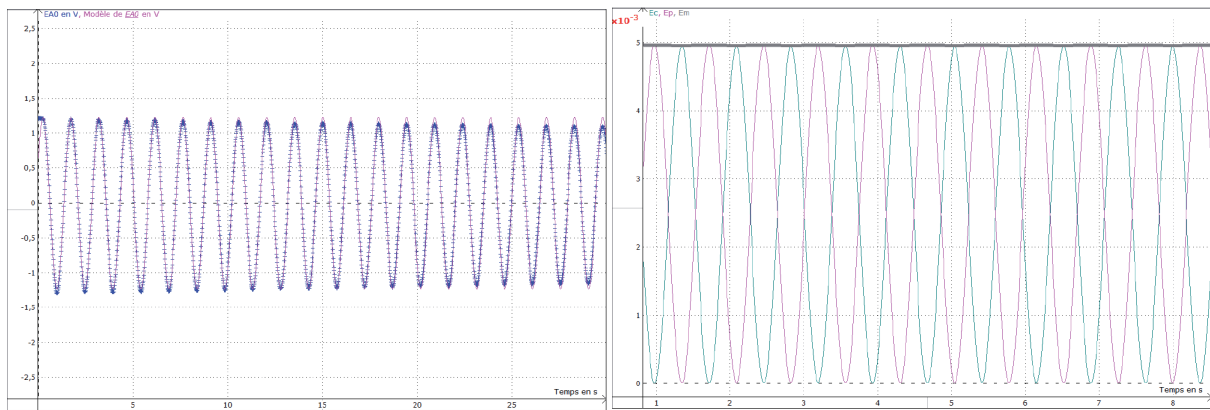


B Séance 2 : Étude des oscillations libres d'un pendule (AE)

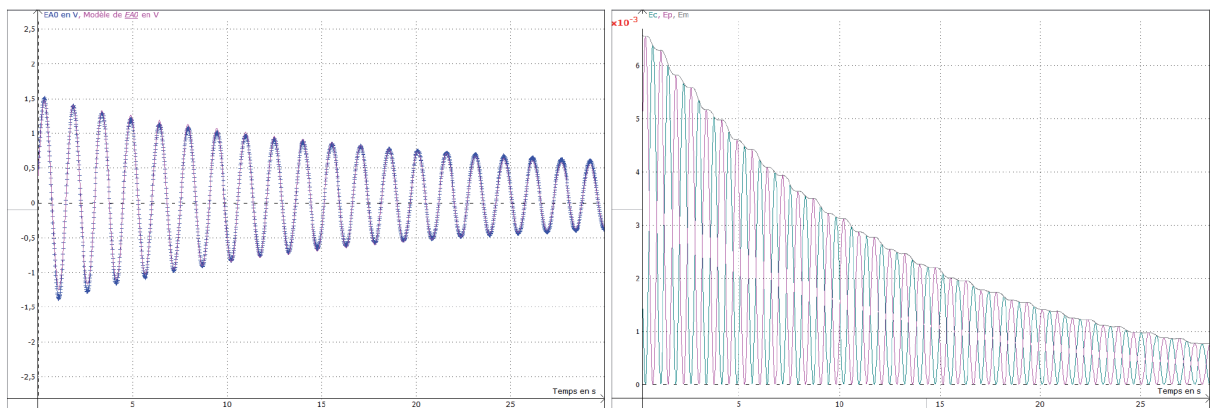
Voir page 187 du Hachette

L'objectif ici est de pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un oscillateur et mettre en évidence l'effet dissipatif/amortissement + voir la notion d'oscillation périodique et pseudo périodique.

Durant cette séance les étudiants vont d'abord devoir enregistrer le mouvement du pendule dans le cas où il n'y a pas de frottement (faire le calcul de l'énergie sur le modèle sinus et sur 10 périodes pas plus) : le temps d'acquisition est de 30 secondes et il y a 2000 points :



Dans un second temps on ajoute un amortissement : soit en fixant un genre de disque accroché avec un aimant pour avoir une prise au vent ou alors en utilisant l'aimant et une plaque d'aluminium pour freiner avec les courants de Foucault qui est du même type de frottement que frottement fluide :



Rq : On appelle courants de Foucault les courants électriques créés dans une masse conductrice, soit par la variation au cours du temps d'un champ magnétique extérieur traversant ce milieu (ici déplacement de l'aimant), soit par un déplacement de cette masse dans un champ magnétique.

Loi de Lenz : le courant induit est tel que par ses effets il s'oppose aux causes qui lui ont donné naissance.

Rq : Le travail d'une force conservatrice est indépendant du chemin suivi. Ex : le poids ($P = mg$), la force électrostatique ($F = qE$).

Le travail d'une force non-conservatrice est dépendant du chemin suivi. Ex : force de frottement.

La conservation s'applique à l'énergie ! Si une des forces appliquée au système est non-conservative, l'énergie totale diminue car elle se dissipe sous forme de chaleur.

A partir de l'acquisition de l'angle au cours du temps les élèves devront calculer l'énergie potentielle ($mgl(1 - \cos\theta)$), cinétique ($(1/2)mv^2$ avec $v = l d\theta/dt$) et mécanique au cours du temps.

Rq : Script Latis Pro :

```

L=0.57
m=0.05
g=9.81
Theta=(Modèle de EA0*45/5)*Pi/180
Theta_m=Moy(Theta)

Theta_c=Theta-Theta_m
Ep=m*g*L*(1-cos(Theta_c))
y=L*cos(Theta_c)
x=L*sin(Theta_c)
vx=Deriv(x;Temps)
vy=Deriv(y;Temps)
v=Sqrt(vx*vx+vy*vy)
Ec=(1/2)*m*v^2
Thetap=Deriv(Theta;Temps)
Ec2=(1/2)*m*(L*Thetap)^2
Em=Ec+Ep

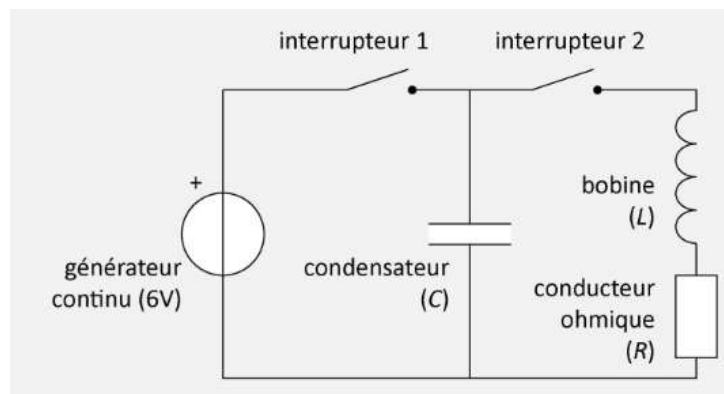
```

C Séance 3 : Le circuit RLC (AE)

Voir séquence 1 activité 4 ou voir Bellier.

L'objectif de cette séance est d'étudier le phénomène d'oscillation en électricité et le phénomène d'amortissement. On fera l'analogie avec la mécanique et on discernera l'ordre de grandeur des fréquences utilisés dans ce domaine de la physique vis à vis de la mécanique + voir la notion d'oscillation aperiodique.

Les élèves vont devoir réaliser un circuit RLC :



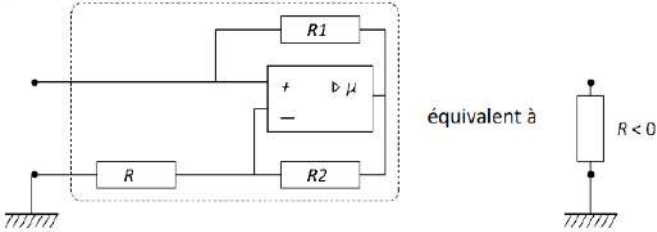
A l'aide de Latis Pro ils vont devoir étudier la tension aux bornes du condensateur une fois que l'interrupteur 1 est ouvert et le 2 fermé : on voit apparaître des oscillations amortis. Les élèves vont devoir faire le lien avec la mécanique.

Puis ils vont devoir calculer la variation de l'énergie stockée par la bobine et celle stockée par le condensateur (formulation donnée) :

$$\begin{aligned}
 E_{bob} &= \frac{1}{2} L \left(\frac{u_R}{R} \right)^2 \\
 E_{cond} &= \frac{1}{2} C u_C^2 \\
 E_{tot} &= E_{bob} + E_{cond}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Ils vont également pouvoir faire varier les valeurs de la résistances pour augmenter ou diminuer l'amortissement pour essayer de voir une oscillation aperiodique (amortissement fort).

Finalement ils pourront faire l'auto entretien des oscillations en ajoutant un dispositif à résistance négative et étudier la conservation de l'énergie.



MSP 24 - Oscillation forcées. Notions de résonance.

Niveau : Terminale STL-SPCL

Thème : Des ondes qui nous entourent.

Bulletin Officiel :

- Caractériser la réponse temporelle de différents systèmes physiques soumis à une perturbation en utilisant les capteurs appropriés.
- Identifier la ou les grandeur(s) vibratoire(s).
- Qualifier les oscillations libres d'un syst. : oscillations pseudo-périodiques, quasi-sinusoïdales, amorties.
- Modéliser analytiquement à partir d'enregistrements, les réponses correspondants aux différents régimes d'oscillations d'un système à un degré de liberté : harmonique, apériodique, pseudo-périodique.
- Comparer deux oscillateurs dans deux domaines différents de la physique ; indiquer les analogies
- Identifier les formes d'énergie mises en jeu dans un phénomène oscillatoire en mécanique et en électricité.
- Mettre en évidence expérimentalement un phénomène de résonance en électricité et en mécanique ; mesurer une fréquence de résonance et déterminer un facteur de qualité.
- Analyser le rôle d'un dispositif d'entretien d'oscillations.
- Visualiser et exploiter le spectre en amplitude d'un signal temporel représentatif d'oscillations en régime permanent.

Bibliographie :

- Site SPCL
- Expériences de physique - Optique (4ed), Bellier, *Dunod*
- Expériences de physique - Elec (4ed), Bellier, *Dunod*

Pré-requis :

Contexte : Comment se fait il que pour certaine fréquence d'excitation une corde ne "vibre" pas ? Comment expliquer la catastrophe du pont de Tacoma ?.

A Séance 1 : Introduction à la vibration et oscillation aux quotidiens (AD)

Introduction documentaire proposée aux élèves pour comprendre quel type d'onde on peut avoir autour de nous, la nature de ces vibrations, la grandeur etc...



B Séance 2 : Fonctionnement du sismographe (AD)

Des sismomètres, connectés en réseau, couvrent toute la surface du globe. Ces instruments enregistrent les vibrations de la croûte terrestre causées principalement par les tremblements de terre. Comment fonctionne cet instrument ?

L'objectif de cette activité est de réaliser une maquette de cet instrument afin d'en comprendre le fonctionnement.

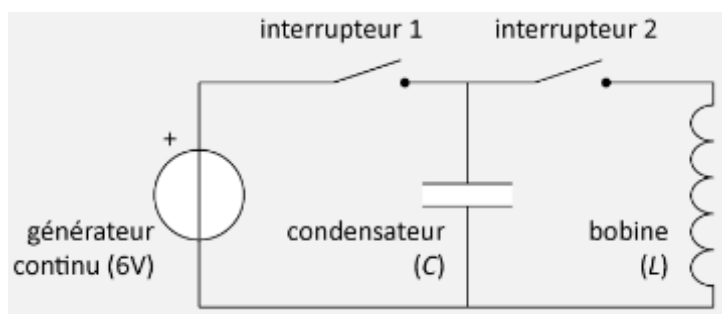
A l'aide de document et vidéo les élèves vont découvrir le lien du sismographe avec les ondes et son fonctionnement (phénomène d'induction).

C Séance 3 : L'oscillateur amorti (AE)

Dans cette séance les élèves vont étudier le comportement d'un oscillateur amorti : ils vont étudier les mouvements de l'oscillateur et par essayer de comprendre ce qu'est un oscillateur amorti à travers une étude énergétique. On donnera l'énergie élastique du ressort ($1/2kx^2$).

D Séance 4 : Le diapason électronique (AE)

La 1ère corde d'une guitare (celle qui joue la note la plus aigüe à vide) est censée produire un Mi, dont la fréquence vaut 330 Hz. On se propose ici de réaliser un diapason électronique, c'est-à-dire un haut-parleur alimenté par un circuit conçu pour produire un signal à la bonne fréquence.



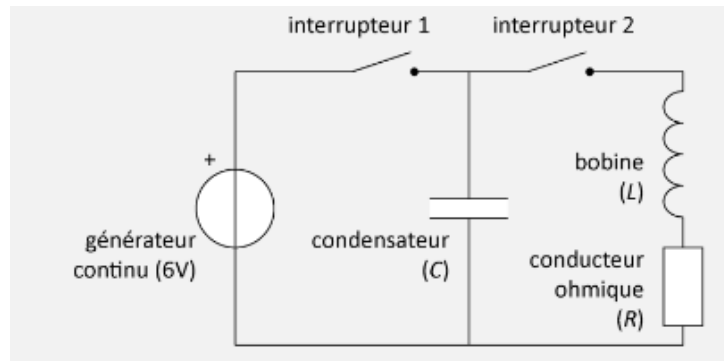
Le protocole à suivre est donné :

- Attention : les deux interrupteurs ne doivent jamais être fermés tous les deux !

- Fermer l'interrupteur 1 et laisser l'interrupteur 2 ouvert ; attendre quelques secondes.
- Très rapidement : ouvrir l'interrupteur 1 et fermer l'interrupteur 2.
- La tension aux bornes du condensateur, en théorie, est alors sinusoïdale et de fréquence : $f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$

La séance se divise en quatre parties :

- Première tentative : branchement du haut parleur et essai
- Interprétation d'un échec : acquisition du signal aux bornes du condensateur. Régime pseudo périodique.
- Étude énergétique du circuit



L'énergie stockée par la bobine (u_R étant la tension aux bornes du conducteur ohmique) : $E_{bob} = (1/2)L(u_R/R)^2$. L'énergie stockée par le condensateur vaut (u_C étant la tension aux bornes du condensateur) : $E_{bob} = (1/2)Cu_C^2$ (Formules données). Définir le facteur de qualité ! L'énergie totale décroît au cours du temps, cette énergie étant progressivement dissipée par effet joules dans la résistance (donner la formule de l'effet Joule).

- Seconde tentative : cette fois on reprend le schéma initial mais on ajoute un dispositif d'entretien des oscillations. Régime périodique. Comparaison avec la situation de la séance précédent sur l'oscillateur amorti.

E Séance 5 : Le pont de Tacoma (AE)

Voir page 392 du Bellier Meca

Le Tacoma Narrows Bridge, traduit le plus souvent « par pont de Tacoma » ou « pont du détroit de Tacoma », est un pont suspendu qui franchit Tacoma Narrows (le détroit de Tacoma), un rétrécissement du Puget Sound. Il relie les villes de Tacoma et Gig Harbor dans l'État de Washington aux États-Unis. Le premier pont, inauguré le 1er juillet 1940, s'est effondré le 7 novembre 1940, constituant un des plus célèbres accidents de génie civil. Le deuxième pont, ouvert en 1950, est toujours en service. Il a été doublé en 2007.

Le travail consiste dans un premier temps à la visualisation d'une vidéo afin de proposer des hypothèses sur la catastrophe du pont de Tacoma.

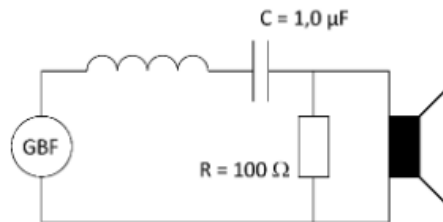
La deuxième partie consiste à réaliser un modèle simple de la catastrophe avec le dispositif de la corde de Melde et d'un stroboscope.

Le but est de comprendre ce qu'est le phénomène de résonance.

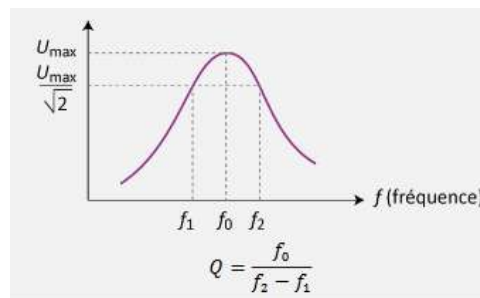
F Séance 6 : Amplifier la note Mi (AE)

Voir page 102 du Bellier Elec.

Pour accorder leur guitare les musiciens utilisent souvent des accordeurs électroniques. Ceux-ci mesurent la fréquence du son et la comparent à celle voulue. Mais, afin de ne pas être perturbé par le bruit ambiant ni par les autres notes de musique éventuelles, ils sont munis d'un circuit qui sélectionne la note à analyser. On se fixe pour objectif, dans cette activité, de concevoir le circuit permettant de sélectionner la note Mi (de fréquence 330 Hz). Le circuit envisagé est le circuit suivant (le haut-parleur n'a pas d'intérêt au sein d'un véritable accordeur, nous l'utilisons afin de percevoir les conséquences de notre circuit) :



On procède à une oscillation forcée : charge et décharge du condensateur à l'aide du GBF. Introduction du facteur de qualité :



On fera des mesures de Q pour différente valeur de R voir sa dépendance en R ($Q = L\omega_0/R$).

-FIN-