

Table des matières

1	Expérimenter en sciences	5
1.1	Présentation	5
1.2	Conception d'une expérimentation	5
1.3	Préambule commun	7
2	Analyse d'expérimentations	9
2.1	Un T.P. de calorimétrie utilisant l'E.X.A.O.	10
2.2	Pourquoi la personne ne se brûle-t-elle pas les mains ?	13
2.3	Activité et cours sur le thème : Pourquoi le métal semble-t-il plus froid que le bois ?	16
2.4	Le chauffe tasse japonais.	19
2.5	Activités et cours sur comment dévier la lumière ?	23
3	Élaboration d'une séquence	29
3.1	Mindmap	29
3.2	Séquence d'expérimentation	30

1.1 Présentation

Face à un problème de la vie courante ou de sa vie professionnelle, l'élève doit être capable d'avoir les bons réflexes. L'objectif de l'expérimentation en maths-sciences, c'est de le confronter à une problématique dont les connaissances requises appartiennent au programme et où il mettra en œuvre un ensemble de compétences lui permettant de résoudre cette problématique. Ces compétences transdisciplinaires sont l'objectif principal de la formation. Elles sont abordées par le professeur de maths-sciences qui saura insuffler la rigueur mathématique et l'esprit et la justesse scientifique.

Ce stage s'articule en plusieurs parties d'inégales durées :

- ① **Approprier** Une phase d'appropriation sur ce que l'on doit entendre par expérimentation en sciences basée principalement sur le préambule commun du programme,
- ② **Analyser** Une phase d'analyse de sujets,
- ③ **Valider** une phase de restitution de l'analyse sous forme de diagrammes heuristiques,
- ④ **Réaliser** une phase de conception d'une séquence d'expérimentation.

Structurée comme une séquence, elle met en œuvre toutes les compétences de formation. Sachant que les compétences de communication (**Communiquer**) et la prise d'initiative et l'autonomie sont aussi mises en œuvre de manière transversale.

1.2 Conception d'une expérimentation

Concevoir une expérimentation c'est :

- ① **TROUVER UNE PROBLÉMATIQUE** réelle, simple, non tarabiscotée, qui amènera l'élève à la recherche d'un ou plusieurs dispositifs expérimentaux réalisables avec le matériel du laboratoire. Cette phase d'analyse qu'a le professeur qui conçoit sa séquence, l'élève doit aussi l'avoir. Il doit pouvoir être capable de réagir à une problématique par l'analyse de celle-ci. La phase d'analyse est difficile pour un élève qui ne la pratique que rarement. Elle doit donc s'acquérir tout au long de la formation. Les attendus de cette phase varieront de la seconde à la terminale.

- ② **AMENER LA PROBLÉMATIQUE** en la situant dans un contexte clairement défini. Il est nécessaire qu'en préalable de sa phase d'analyse, l'élève ait une phase d'appropriation de la problématique. Cette phase d'appropriation ne doit pas être une pré-analyse de la problématique, où l'élève sera finalement totalement guidé dans le raisonnement à tenir pour la résoudre. C'est une phase précisant le contexte qui lui permettra par ailleurs de :

- restaurer ses acquis,
- mettre en évidence quelques unes de ses contradictions.

Cette phase permet aussi de travailler la **communication** indépendamment de toutes autres compétences. La présentation du contexte pourra avantageusement utiliser des données historiques.

- ③ **RÉALISER UN PROTOCOLE** permettant à l'élève de développer les attitudes suivantes rappelées dans le préambule du programme :

- le sens de l'observation,
- la rigueur et la précision,
- le respect des règles élémentaires de sécurité

et aussi :

- d'exécuter un protocole expérimental en respectant et/ou en définissant les règles élémentaires de sécurité ;
- de réaliser un montage à partir d'un schéma ou d'un document technique ;
- d'utiliser des appareils de mesure et d'acquisition de données ;

Le protocole doit donc être conçu pour amener à l'acquisition de ces compétences. L'élève doit être capable de justifier pourquoi il réalise chaque mesure. Si tel n'est pas le cas, c'est que la phase d'analyse et d'appropriation ont été mal conçues.

L'élève comprend ce qu'il réalise et sait pourquoi il le réalise. Le protocole expérimental doit toujours permettre le libre-arbitre, il ne doit pas être trop guidé sans pour autant être approximatif. L'élève doit pouvoir mener une réflexion sur les mesures qu'il réalise.

- ④ **ÉLABORER UNE PHASE DE VALIDATION** permettant de répondre à la problématique. Tout d'abord, si l'expérimentation réalisée n'amène pas en final à répondre à la problématique c'est généralement qu'elle n'a pas été correctement choisie. Il faut donc avant toute chose, reprendre cette problématique de départ. La phase de validation doit être l'occasion de réfléchir sur la validité des mesures en regard de la qualité du dispositif expérimental réalisé. L'élève doit être capable de dire par lui-même les mesures erronées qu'il a réalisées. Il doit pouvoir conclure si tel est le cas que le dispositif choisi pour l'expérimentation possède des imperfections qui entachent ses résultats. L'élève ne doit pas croire que les résultats qu'il a réalisés avec le matériel d'enseignement amènent à des résultats métrologiques si tel n'est pas le cas. La recherche des erreurs réalisées lors de l'expérimentation est un des essentiels de la démarche expérimentale, il est donc nécessaire de prendre le temps d'y réfléchir. Conformément au préambule du programme cette phase doit aussi permettre :

- de rendre compte des observations d'un phénomène, de mesures ;
- d'exploiter et d'interpréter les informations obtenues à partir de l'observation d'une expérience réalisée ou d'un document technique.

En conclusion, concevoir une expérimentation en sciences c'est trouver une problématique qui amenera à imaginer un dispositif expérimental où les mesures réalisées seront toutes comprises et les erreurs seront possibles. Ce ne sera pas la réalisation d'un protocole guidé conçu par le professeur où l'élève ne fait que réaliser des manipulations amenant à une conclusion guidée évidente.

1.3 Rappel du préambule commun du programme de bac. pro.

L'enseignement des mathématiques et des sciences physiques et chimiques concourt à la formation intellectuelle, professionnelle et citoyenne des élèves¹.

Les programmes de mathématiques et de sciences physiques et chimiques des classes de seconde, de première et de terminale professionnelle sont déclinés en connaissances, capacités et attitudes dans la continuité du socle commun de connaissances et de compétences.

Les objectifs généraux

La formation a pour objectifs :

- de former les élèves à l'activité mathématique et scientifique par la mise en œuvre des démarches d'investigation et d'expérimentation initiées au collège ;
- de donner une vision cohérente des connaissances scientifiques et de leurs applications ;
- de fournir des outils mathématiques et scientifiques pour les disciplines générales et professionnelles ;
- d'entraîner à la lecture de l'information, à sa critique, à son traitement en privilégiant l'utilisation de l'outil informatique ;
- de développer les capacités de communication écrite et orale.

Ces programmes doivent préparer à la poursuite d'études et à la formation tout au long de la vie. Ils permettent, le cas échéant, d'achever la validation du socle commun de connaissances et de compétences.

Les attitudes développées chez les élèves

L'enseignement des mathématiques et des sciences physiques et chimiques doit contribuer à développer chez l'élève des attitudes transversales :

- le sens de l'observation ;
- la curiosité, l'imagination raisonnée, la créativité, l'ouverture d'esprit ;
- l'ouverture à la communication, au dialogue et au débat argumenté ;
- le goût de chercher et de raisonner ;
- la rigueur et la précision ;
- l'esprit critique vis-à-vis de l'information disponible ;
- le respect de soi et d'autrui ;
- l'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques, pour la vie publique et les grands enjeux de la société ;
- le respect des règles élémentaires de sécurité.

La démarche pédagogique

La classe de mathématiques et de sciences physiques et chimiques est avant tout un lieu d'analyse, de recherche, de découverte, d'exploitation et de synthèse des résultats.

La démarche pédagogique doit donc :

1. Prendre en compte la bivalence

L'enseignement des mathématiques et des sciences physiques et chimiques ne se résume pas à une juxtaposition des deux disciplines. Il est souhaitable qu'un même enseignant les prenne en charge toutes les deux pour garantir la cohérence de la formation mathématique et scientifique des élèves.

Les sciences physiques et chimiques fournissent de nombreux exemples où les mathématiques interviennent pour modéliser la situation. De même, une notion mathématique a de nombreux domaines d'application en sciences physiques et chimiques. Certaines notions en mathématiques peuvent être introduites dans le cadre des thèmes du programme de sciences physiques et chimiques.

2. Privilégier une démarche d'investigation

Cette démarche, initiée au collège, s'appuie sur un questionnement des élèves relatif au monde réel. Elle permet la construction de connaissances et de capacités à partir de situations problèmes motivantes et proches de la réalité pour conduire l'élève à :

- définir l'objet de son étude ;
- rechercher, extraire et organiser l'information utile (écrite, orale, observable) ;
- inventorier les paramètres et formuler des hypothèses ou des conjectures ;
- proposer et réaliser un protocole expérimental permettant de valider ces hypothèses ou de les infirmer (manipulations, mesures, calculs) ;
- choisir un mode de saisie et d'exploitation des données recueillies lors d'une expérimentation ;
- élaborer et utiliser un modèle théorique ;
- énoncer une propriété et en estimer les limites.

3. S'appuyer sur l'expérimentation

Le travail expérimental en mathématiques s'appuie sur des calculs numériques, sur des représentations ou des figures. Il permet d'émettre des conjectures en utilisant les TIC.

Le travail expérimental en sciences physiques et chimiques permet en particulier aux élèves :

- d'exécuter un protocole expérimental en respectant et/ou en définissant les règles élémentaires de sécurité ;
- de réaliser un montage à partir d'un schéma ou d'un document technique ;
- d'utiliser des appareils de mesure et d'acquisition de données ;
- de rendre compte des observations d'un phénomène, de mesures ;
- d'exploiter et d'interpréter les informations obtenues à partir de l'observation d'une expérience réalisée ou d'un document technique.

4. Identifier les acquisitions visées : connaissances, automatismes et capacités à résoudre des problèmes.

L'activité mathématique est fondée sur la résolution de problèmes. Celle-ci engage la mobilisation de connaissances et d'automatismes en calcul comme dans les autres domaines mathématiques.

1. Dans ce texte, on désigne par "élève" tout apprenant en formation initiale sous statut scolaire ou en apprentissage, et en formation continue.

En sciences physiques et chimiques, la résolution de situations-problèmes nécessite la mobilisation régulière de compétences expérimentales de base (connaissance du matériel, des dispositifs, des techniques ; capacité à les mettre en œuvre ; attitudes adaptées).

L'acquisition de ces compétences de base fait l'objet d'un travail de mémorisation dans la durée. L'acquisition d'automatismes nécessite un entretien régulier, progressif, et qui sollicite la réflexion des élèves. Conjointement à ces exercices d'entraînement et de mémorisation, le professeur propose fréquemment à ses élèves des problèmes issus de la vie courante, du domaine professionnel, en relation avec les thèmes de sciences physiques et chimiques ou les thématiques de mathématiques.

Ces problèmes donnent l'occasion de réinvestir et de consolider les connaissances et les savoir-faire, ainsi que de développer l'autonomie et l'aptitude à modéliser. La résolution de problèmes nécessite la mise en œuvre des quatre compétences suivantes qui doivent être évaluées :

- rechercher, extraire et organiser l'information ;
- choisir et exécuter une méthode de résolution ;
- raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale, valider un résultat ;
- communiquer à l'aide du langage scientifique et d'outils technologiques.

5. Prendre appui sur des situations liées aux champs professionnels

Les compétences scientifiques doivent être construites, le plus souvent possible, à partir de problèmes issus du domaine professionnel ou de la vie courante.

En retour, il s'agit de réinvestir ces compétences comme outils pour la résolution de problèmes rencontrés dans d'autres contextes.

6. Proposer des activités de synthèse

Des activités de synthèse et de structuration des connaissances et des capacités visées, en mathématiques comme en sciences physiques et chimiques, concluent la séance d'investigation, d'expérimentation ou de résolution de problèmes.

7. Construire une progression adaptée

L'architecture des programmes de seconde, de première et de terminale professionnelles n'induit pas une chronologie d'enseignement mais une simple mise en ordre des concepts par année.

Une progression "en spirale" permet à l'élève de revenir plusieurs fois sur la même notion au cours de la formation, lui laissant ainsi le temps de la maturation, de l'assimilation et de l'appropriation.

La maîtrise du raisonnement et du langage scientifique doit être acquise progressivement, en excluant toute exigence prématurée de formalisation. Le vocabulaire et les notations ne sont pas imposés a priori ; ils s'introduisent en cours d'étude selon un critère d'utilité en privilégiant avant tout la compréhension des situations étudiées.

Le professeur a toute liberté dans l'organisation de son enseignement. Il doit cependant veiller à atteindre les objectifs visés par le programme et par la certification.

8. Intégrer les TIC dans les apprentissages

L'outil informatique (ordinateur et calculatrice) doit être utilisé pour développer des compétences en mathématiques et en sciences physiques et chimiques.

L'objectif n'est pas de développer des compétences d'utilisation de logiciels, mais d'utiliser ces outils afin de favoriser la réflexion des élèves, l'expérimentation et l'émission de conjectures.

L'utilisation d'un tableur, d'un grapheur, d'un logiciel de géométrie dynamique ou d'une calculatrice graphique facilite l'apprentissage des concepts et la résolution des problèmes.

L'utilisation de l'expérimentation assistée par ordinateur est privilégiée dès que celle-ci facilite la manipulation envisagée et son exploitation (étude de phénomènes transitoires, mise en évidence des facteurs influents sur le phénomène observé, exploitation d'une série de mesures conduisant à une modélisation, etc.).

Dans ce contexte, l'enseignement des mathématiques et des sciences physiques et chimiques participe à la maîtrise des technologies usuelles de l'information et de la communication. Il contribue ainsi à la validation du B2i.

9. Mettre l'élève au travail, individuellement ou en groupe

Les travaux de résolution d'exercices et de problèmes, en classe ou au cours d'une recherche personnelle en dehors du temps d'enseignement, ont des fonctions diversifiées :

- la résolution d'exercices d'entraînement, associée à l'étude du cours, permet aux élèves de consolider leurs connaissances de base, d'acquérir des automatismes et de les mettre en œuvre sur des exemples simples ;
- l'étude de situations plus complexes, sous forme de préparation d'activités en classe ou de problèmes à résoudre ou à rédiger, alimente le travail de recherche individuel ou en équipe ;
- les travaux individuels de rédaction doivent être fréquents et de longueur raisonnable ; ils visent essentiellement à développer les capacités de mise au point d'un raisonnement et d'expression écrite.

10. Diversifier les modes d'évaluation

L'évaluation des acquis est indispensable au professeur dans la conduite de son enseignement. Il lui appartient d'en diversifier le type et la forme : évaluation expérimentale, écrite ou orale, individuelle ou collective, avec ou sans TIC. Lors d'une évaluation, des questions peuvent porter sur des domaines des deux disciplines.

Analyse critique d'expérimentations de bac. pro.

Nous allons porter nos critiques sur des expérimentations téléchargées sur internet.

Les expérimentations choisies portent sur les programmes suivant :

CME4 :

1. Pourquoi le métal semble-t-il plus froid que le bois ?

Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
Vérifier expérimentalement que pour un même apport d'énergie la variation de température de deux matériaux est différente. Vérifier expérimentalement que deux corps en contact évoluent vers un état d'équilibre thermique.	Savoir que c'est la quantité de chaleur transférée et non la différence de température qui procure la sensation de froid ou de chaud. Savoir que l'élévation de température d'un corps nécessite un apport d'énergie.	Comparaison de la sensation de chaleur de deux matériaux à une même température (métal/bois ou eau/air) Comparaison des capacités thermiques massiques et de conduction thermique de différents matériaux. Représentation d'une chaîne énergétique par un schéma. Détermination expérimentale de l'ordre de grandeur d'une capacité thermique massique.

2. Comment utiliser l'électricité pour chauffer ou se chauffer ?

Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
Mesurer l'énergie et la puissance dissipées par effet Joule par un dipôle ohmique. Calculer une puissance dissipée par $P = \frac{U^2}{R}$ étant donnée pour un dipôle ohmique. Calculer une énergie dissipée par effet Joule, la relation $E = \frac{U^2 t}{R}$ étant donnée pour un dipôle ohmique. Identifier les grandeurs, avec leurs unités et symboles, indiquées sur une plaque signalétique.	Savoir que les dipôles ohmiques transforment intégralement l'énergie électrique reçue en énergie thermique. Savoir que la chaleur et le rayonnement sont deux modes de transfert de l'énergie. Savoir que la chaleur se propage par conduction et par convection.	Mesure d'une quantité d'énergie consommée par l'installation électrique avec un compteur d'énergie électrique. Interprétation des indications fournies par un compteur d'énergie électrique. Analyse de documents sur les convecteurs électriques, les plaques électriques, bouilloires électriques, etc. Évaluation de la consommation en énergie d'une installation domestique.

3. Comment utiliser un gaz ou un liquide inflammable pour chauffer ou se chauffer ?

Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
Réaliser une expérience de combustion d'un hydrocarbure et identifier les produits de la combustion. Mettre en évidence que de l'énergie thermique est libérée par la combustion d'un hydrocarbure. Écrire et équilibrer l'équation d'une combustion d'un hydrocarbure.	Connaître les produits de la combustion complète ou incomplète d'un hydrocarbure dans le dioxygène. Savoir que la combustion d'un hydrocarbure libère de l'énergie.	Calcul de la masse ou du volume d'un réactif ou d'un produit dans une réaction chimique connaissant son équation. Mesure de l'ordre de grandeur de la chaleur dégagée par la réaction de combustion d'un composé organique. Recherche documentaire : danger des combustions incomplètes, effets du monoxyde de carbone sur l'organisme humain, effet de serre. Recherche documentaire sur les chaudières à gaz, à fioul, à bois.

Quatres ressources sont données dans ce chapitre :

- Un T.P. de calorimétrie utilisant l'E.X.A.O.
- Pourquoi la personne ne se brûle-t-elle pas les mains ?
- Activité et cours sur le thème : Pourquoi le métal semble-t-il plus froid que le bois ?
- Le chauffe tasse japonais.

SL1 :

1. Quel est le comportement de la lumière traversant des milieux transparents de natures différentes ?

Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
Vérifier expérimentalement les lois de la réflexion et de la réfraction. Déterminer expérimentalement l'angle limite de réfraction et vérifier expérimentalement la réflexion totale. Déterminer expérimentalement la déviation d'un rayon lumineux traversant une lame à faces parallèles et un prisme.	Connaître les lois de la réflexion et de la réfraction. Savoir que la réfringence d'un milieu est liée à la valeur de son indice de réfraction. Connaître les conditions d'existence de l'angle limite de réfraction et du phénomène de réflexion totale.	Description, à l'aide du tracé des rayons, du parcours de la lumière dans une lame à faces parallèles, dans un prisme ... Détermination expérimentale de l'indice de réfraction d'une substance à partir de l'angle limite de réfraction. Recherche historique sur Descartes.

2. Comment une fibre optique guide-t-elle la lumière ?

Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
Étudier expérimentalement les conditions de propagation d'un rayon lumineux dans une fibre optique. Décrire, à l'aide d'un schéma, le chemin de la lumière dans une fibre optique.	Associer phénomène de réflexion totale et fonctionnement d'une fibre optique. Distinguer fibres optiques à saut d'indice et à gradient d'indice.	Recherche documentaire sur l'application des fibres optiques. Réalisation d'une fontaine lumineuse. Utilisation de la relation $\sin \alpha < \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$ pour déterminer « l'ouverture numérique d'une fibre ».

Une ressource est donnée dans ce chapitre :

- Activités et cours sur comment dévier la lumière ?

MODULE CME4 : "Comment se chauffer ?"		THEMATIQUE : Comprendre les enjeux des économies d'énergies	Date :
Classe :	NOM :	Prénom :	

Les dispositifs de chauffage consomment de l'énergie. Pour chauffer un liquide on utilise généralement de l'électricité ou du gaz.

Dans cette séquence nous allons modéliser le fonctionnement d'un ballon d'eau chaude en réalisant un ensemble de mesures permettant de déterminer l'énergie consommée par la source de chaleur et l'énergie reçue par le liquide chauffé.

Nous comparerons ensuite ces deux valeurs et nous en déduisons le rendement de notre dispositif

EXPERIENCE : Dans un calorimètre, on chauffe pendant 10 minutes, à l'aide d'une résistance électrique, 200g d'eau initialement à température ambiante. On enregistre les variations de la température de l'eau à l'aide du dispositif ExAO.

Protocole expérimental :

- Mesurer à l'aide de l'éprouvette graduée le volume d'eau correspondant à la masse souhaitée

$$V_{\text{eau}} = \dots\dots\dots$$

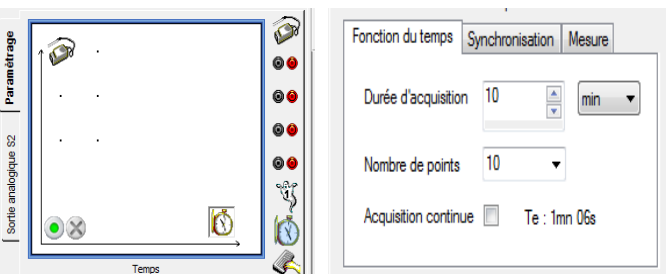
Remarque : c'est le bas du ménisque qui doit se trouver en face de la graduation

- Introduire l'eau prélevée avec l'éprouvette dans le calorimètre
- Réaliser les branchements électriques en suivant le schéma ci-contre et mettre en marche le wattmètre



6V = attention !

- Préparer le système d'acquisition ExAO comme présenter ci-dessous :

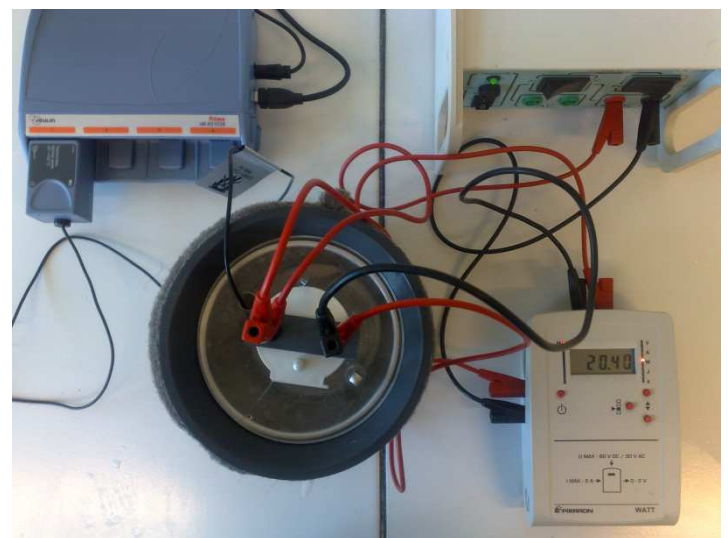
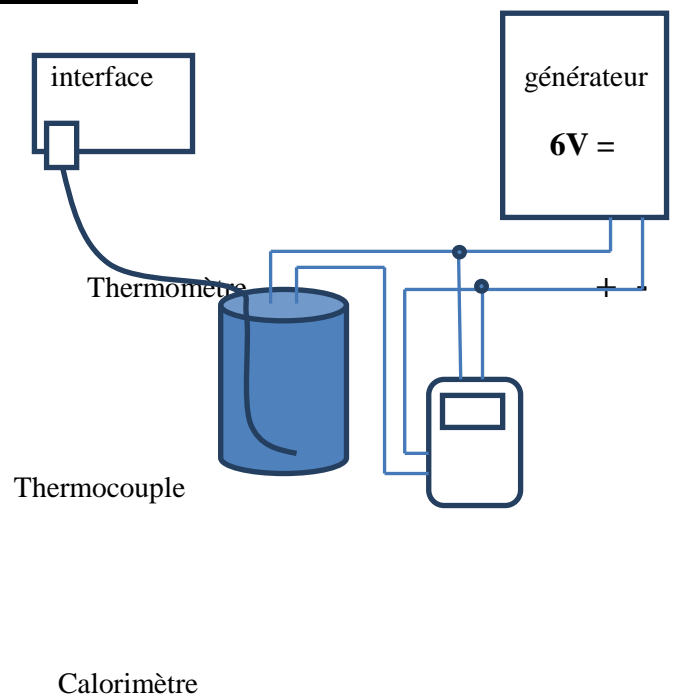


APPELER le PROFESSEUR pour qu'il vérifie votre montage et les paramètres du système d'acquisition

- Mettre l'interrupteur de l'alimentation électrique sur la position 1 et lancer l'enregistrement

6) Lorsque l'acquisition des mesures est terminée enregistrer votre fichier sous l'intitulé : "NOM1-NOM2-calorimétrie"

Schéma :



Travail à faire pendant l'enregistrement

1) En appuyant sur les flèches haut/bas du wattmètre afficher puis noter ci-contre

- la valeur en volts (V) de la tension U aux bornes de la résistance → U =
- la valeur en ampères (A) de l'intensité I du courant dans la résistance → I =
- la valeur en watts (W) de la puissance P dissipée dans la résistance → P =

2) Effectuer le produit de la tension par l'intensité $U \times I$ → $U \times I = \dots\dots\dots$

Quelle relation peut-on écrire entre P, U et I ?

3) Pendant combien de temps chauffe-t-on l'eau dans le calorimètre ? → t = min = s

4) On donne la relation $E = P \times t$. Calculer E
(E est l'énergie, en joules, consommée par la résistance) → E = × =

Travail à faire après l'enregistrement

1) A partir de l'enregistrement noter :

- la valeur de la température initiale de l'eau θ_i → $\theta_i = \dots\dots\dots$
- la valeur de la température finale de l'eau θ_f → $\theta_f = \dots\dots\dots$

2) Calculer la différence $\theta_f - \theta_i$ → $\theta_f - \theta_i = \dots\dots\dots$

3) Calculer la quantité de chaleur Q absorbée par l'eau (utiliser la formule donnée en cours)

4) Effectuer le rapport $\eta = \frac{Q}{E}$ (η lettre grecque qui se lit "êta") → $\eta = \frac{Q}{E} = \dots\dots\dots$

Est-ce que toute l'énergie fournie par la résistance a servi à chauffer l'eau ? Justifier votre réponse.

.....

.....

.....

.....

CONCLUSIONS :

Le rendement que vous avez calculé se situe (si vous avez manipulé correctement) entre 0,7 et 0,9. Pour un chauffe-eau électrique (ballon d'eau chaude) du commerce les rendements annoncés sont normalement de l'ordre de 0,9 à 0,95 ce qui signifie quand même qu'une déperdition de chaleur a lieu dans l'installation elle-même. Celle-ci peut correspondre à une perte de 6°C à 10 °C par jour pour un ballon de 200L sans aucune utilisation d'eau chaude. Il est donc utile de choisir un ballon adapté à sa consommation habituelle qui ne soit donc pas surdimensionné et de choisir un modèle performant et bien isolé.

**η est appelé :
"rendement" du système**



Sortir la résistance de chauffage de l'eau et la laisser refroidir à l'air

5) A l'aide des fonctionnalités du logiciel :

- ajuster automatiquement l'échelle du graphique (voir TP précédent)
- modéliser la fonction s'ajustant au mieux sur les points obtenus

pour cela cliquer sur le bouton  puis sélectionner la fonction adaptée

Cocher les valeurs proposées par le logiciel puis cliquer sur Modéliser

6) Noter la valeur du coefficient "a" proposée par le logiciel :

$$a = \dots\dots\dots$$

A quoi correspond ce coefficient ? Quel est son unité ?

.....

7) Calculer le rapport $a_1 = \frac{\theta_f - \theta_i}{t}$ →

Comparer a et a₁ :

.....

Il vous reste du temps ?

1) Mesurer à l'ohmmètre la valeur, en ohms (Ω), de la résistance R de chauffage

R =

11) Calculer le rapport $\frac{U^2}{R}$ →

$\frac{U^2}{R} = \dots\dots\dots$

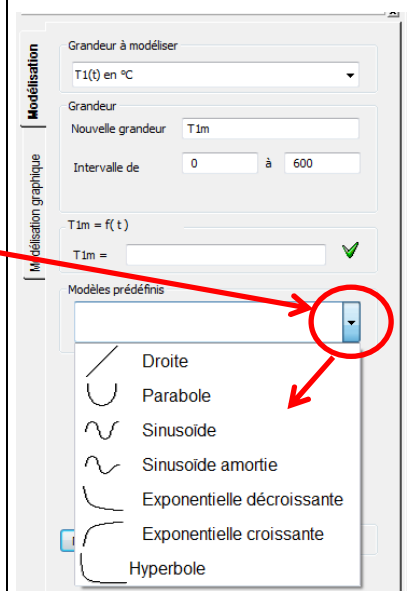
La valeur de ce rapport se rapproche-t-elle de la valeur d'une mesure déjà effectuée, laquelle ?

En conséquence quelle nouvelle relation peut-on écrire entre ?

DEFINITIONS : $P = \frac{U^2}{R}$ et $E = \frac{U^2 \cdot t}{R}$

Vos calculs vérifient-ils ces formules ? Expliquer.

.....



$a_1 = \frac{\theta_f - \theta_i}{t} = \dots\dots\dots$



Problématique : Pourquoi la personne ne se brûle-t-elle par les mains ?



Expérience 1

Relever à l'aide d'un thermomètre la température de la salle.

$T_{\text{salle}} = \dots\dots\dots$

Relever à l'aide d'un thermomètre la température à la surface de votre peau (main).

$T_{\text{peau}} = \dots\dots\dots$

On dispose de deux plaques constituées de matériaux différents.



Relever à l'aide d'un thermomètre la température à la surface des deux plaques.

Température de la plaque	Température du bois

Que constatez-vous ?

- Placer votre main sur la plaque 1
- Placer votre main sur la plaque 2

Quelle plaque vous semble la plus "froide" ? Pouvez-vous expliquer ce résultat ?

.....
.....
.....
.....

 **Faire vérifier les résultats**

Expérience 2

À quelle température est le glaçon ?

$T_{\text{glaçon}} = \dots\dots\dots$

On se propose de placer un glaçon sur chacune des plaques.

Sur quelle plaque pensez-vous que le glaçon va fondre le plus rapidement ?

.....
.....
.....
.....



➤ Expérience : Réaliser cette expérience

Qu'observe-t-on ?

.....
.....
.....
.....

Ce résultat vous paraît-il surprenant ? Pourquoi ?

.....
.....
.....
.....

Comment pouvez-vous l'expliquer ?

.....
.....
.....
.....



Faire vérifier les résultats

On donne les conductivités thermiques suivantes :

Matériau	λ en W/(m.°C)
Air sec	0,026
Laine de verre	0,041
Bois de sapin	0,015
Porcelaine	0,928
Verre	1,13
Acier	46
Cuivre	390

Répondre à la problématique :

.....

.....

.....

.....

.....

.....



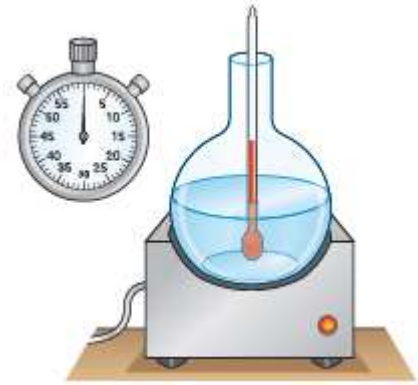
Capacités

- ❖ C1 – vérifier expérimentalement que pour un même apport d'énergie la variation de température de deux matériaux est différente ;
- ❖ C2 – Vérifier expérimentalement que deux corps en contact évoluent vers l'état d'équilibre thermique.

Activité : Quantité de chaleur

Matériel :

- Eau ;
- Dispositif chauffant muni d'un ballon avec bouchon et d'un thermomètre;
- Pétrole ;
- Chronomètre.



Protocole :

1. Grâce à l'éprouvette graduée verser une quantité de 200 mL d'eau dans le ballon.
2. Relever la température du liquide. $\theta_1 = \dots \dots \dots ^\circ\text{C}$
3. Démarrer le chauffe ballon au déclenchement du chronomètre
4. Arrêter le chronomètre lorsque la température du liquide atteint $\theta_2 = 40^\circ\text{C}$.
5. Relever la durée nécessaire pour que le liquide s'élève à la température θ_2 . $T = \dots \dots \dots \text{min} \dots \dots \text{s}$
6. Reproduire les étapes 1. à 5. en remplaçant l'eau par de le pétrole.

.....

Observation :

- Comparer les durées nécessaires pour chacun des liquides subisse la même élévation de température.

- Pour une même élévation de température et une même masse, la quantité de chaleur fournie dépend-elle de la nature du corps ? Justifier la réponse

- Lorsqu'on fournit de la chaleur à un corps, élève-t-on toujours sa température ? Donner des exemples.

Interprétation :

➤ Compléter le tableau suivant :

Liquide	Température initiale θ_1	Température finale θ_2	Variation de température $\theta_2 - \theta_1$	$Q = m \times C (\theta_2 - \theta_1)$
Eau				
Pétrole				

➤ Calculer pour chacun des liquides, la quantité de chaleur reçue par la formule :

$$Q = m \times C (\theta_2 - \theta_1) \left\{ \begin{array}{l} Q : \text{quantité de chaleur reçue en joules (J)} \\ C : \text{capacité thermique massique en } J/kg \cdot ^\circ C \\ m : \text{masse du corps chauffé en kg} \\ \theta_2 - \theta_1 : \text{variation de température, en } ^\circ C, \text{ entre l'état initial et l'état final.} \end{array} \right.$$

On donne les capacités thermiques des liquides: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Pour l'eau : } C = 4\,180 J/kg \cdot ^\circ C \\ \text{Pétrole : } C = 2\,100 J/kg \cdot ^\circ C. \end{array} \right.$

➤ Comparer les quantités de chaleur de l'eau et du pétrole.

.....

Conclusion:

- La durée de chauffage correspond à une quantité d'énergie diffusée du chauffe ballon au liquide.
- Plus la durée de chauffage est grande, plus l'énergie diffusée du chauffe ballon au liquide sera grande.
 - Ainsi il faut fournir plus d'énergie au liquide « eau » qu'au liquide « pétrole » pour une même élévation de température.

La quantité d'énergie reçue par un corps est dépendante de la nature de sa composition.

Coefficients de conduction thermique

Matériau	λ en W/(m·°C)
Air sec (au repos)	0,026
Polystyrène expansé	0,039
Laine de verre	0,041
Bois de sapin	0,15
Placoplâtre	0,46
Verre	1,13
Béton plein	1,75
Acier (0,1 C)	46
Aluminium	200
Cuivre	390

3. Capacité thermique massique :

La quantité de chaleur Q transférée à un corps est donnée par la relation :

$$Q = m c (\theta_2 - \theta_1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q : \text{chaleur transférée en joules (J)} \\ m : \text{masse du corps en kg} \\ c : \text{capacité thermique massique en J/(kg}\cdot\text{°C)} \\ \theta_2 : \text{température finale en } ^\circ\text{C} \\ \theta_1 : \text{température initiale en } ^\circ\text{C} \end{array} \right.$$

Capacités thermiques massiques de différents matériaux

Matériau		c (J/ (kg·°C))
Solides	Aluminium	900
	Fer	460
	Cuivre	390
	Plomb	130
Liquides	Eau	4180
	Éthanol	2400
	Pétrole	2100
	Huile d'olive	1200

Le chauffe tasse japonais :

Problématique :



Tu as acheté un chauffe tasse qui fonctionne sous une tension de 220 V. Il permet de maintenir le café chaud ou encore de le chauffer un peu. Tu as prévu de partir quelques semaines au Japon. Tu prévois d’emmener le chauffe tasse lors de ce voyage. La façon dont le chauffe tasse maintient à la bonne température un café dépend de la puissance fournie par cet appareil. **Est-ce que la puissance fournie par le chauffe tasse sera la même en France et au Japon ? Ta mission sera de à répondre à cette question.**

Pour t’aider, tu disposes de 4 documents disponibles dans le dossier technique. Après avoir lu le dossier technique, tu rédigeras un compte rendu sur lequel figureront les réponses aux questions suivantes :

1. En ce qui concerne le chauffe tasse, quelle question dois-tu te poser pour savoir si le chauffe tasse est aussi efficace au Japon ?

👉 **Appel 1 : Appelle le professeur pour lui présenter le questionnement.**

2. On souhaite savoir comment varie la puissance fournie par le chauffe tasse en fonction de la tension d’alimentation.
 - a. Propose une hypothèse.
 - b. Expérience :

Par la suite, le chauffe tasse sera assimilé à une résistance de 20 ohm.

- Réalise le schéma d’une expérience permettant de vérifier cette hypothèse.
- Etablis la liste de matériel nécessaire.
- Rédige le protocole expérimental permettant de répondre à la question.

👉 **Appel 2 : Appelle le professeur pour lui présenter le protocole expérimental.**

- c. Réalise l’expérience. Fais au moins 6 mesures. Présente tes résultats dans un tableau.
 - d. Conclue.
3. En utilisant les résultats de la question 2c, propose une modélisation de la puissance P en fonction de la tension U . Tous les choix réalisés devront être justifiés.

👉 **Appel 3 : Appelle le professeur pour lui expliquer la démarche réalisée.**

4. Réponds à la question de départ : Est-ce que la puissance fournie par le chauffe tasse sera la même en France et au Japon ? Rédige une conclusion en justifiant.
5. La puissance évolue-t-elle de la même manière pour d’autres valeurs de résistance ? Explique la démarche utilisée.

Dossier technique :

Document 1 : Caractéristiques techniques du chauffe tasse.



Agacé de boire votre café froid ?? Ne cherchez plus, nous avons la solution grâce à ce chauffe tasse. Il permet de maintenir un café chaud à la bonne température. Il est constitué d'une résistance qui chauffe par effet Joule. La puissance électrique fournie par le chauffe tasse est assez importante. La puissance fournie par l'appareil est même suffisante pour chauffer votre café froid ! Il fonctionne sous une tension efficace de 220 Volt.

Document 2 : Tension efficace du courant électrique fourni dans plusieurs pays :

Pays	Tension efficace
France	220 V
Japon	100 V
Allemagne	220 V

Document 3 : Fiche technique du Wattmètre

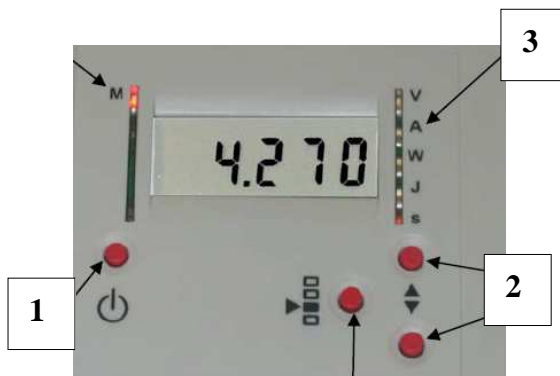


Le wattmètre est un appareil qui permet de mesurer la puissance en Watt (W) consommée par un appareil.

Cet appareil permet aussi de mesurer d'autres grandeurs électriques dont la tension en Volt (V).

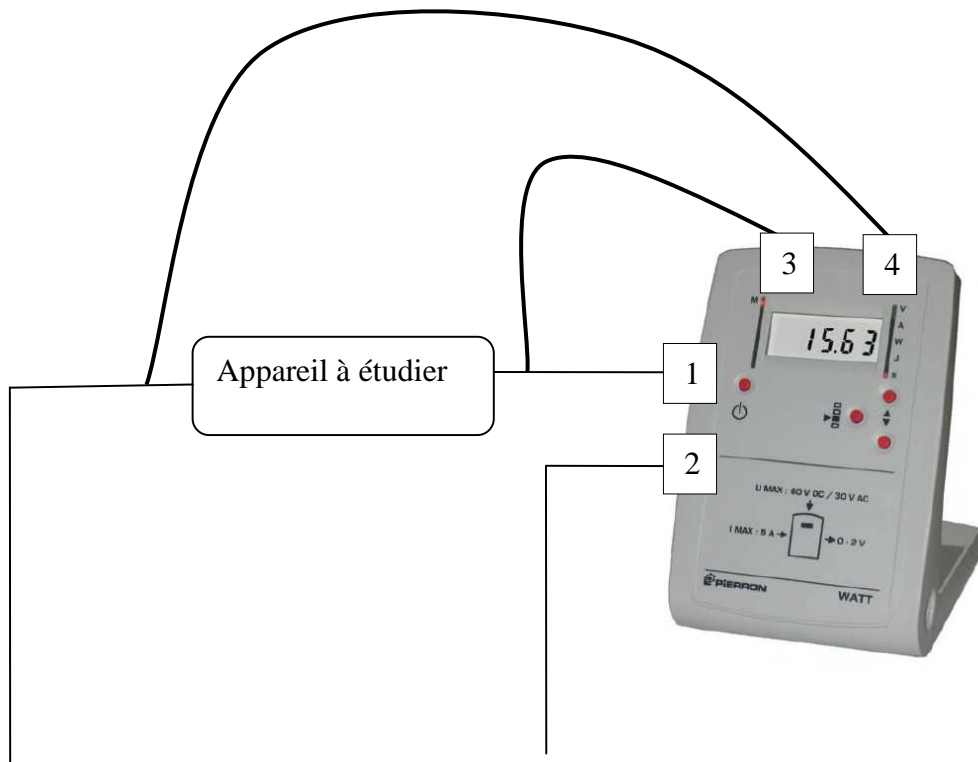
L'écran de l'appareil est reproduit ci-dessous.

- Bouton 1 : Allumer ou éteindre l'appareil.
- Bouton 2 : Sélectionner la grandeur électrique à lire en montant ou descendant avec les flèches. Devant la grandeur sélectionnée, un indicateur rouge apparaît (3).



Document 4 : Comment brancher un Wattmètre ?

Un Wattmètre mesure à la fois la tension U aux bornes d'un appareil et l'intensité I qui traverse l'appareil.



Reste du circuit électrique

L'intensité traversant l'appareil à étudier est mesurée entre les bornes 1 et 2 du wattmètre.

La tension aux bornes de l'appareil à étudier est mesurée entre les bornes 3 et 4 du wattmètre.

Le chauffe tasse

NOM 1 : _____

NOM 2 : _____

Appel	Attendus	Appréciation du niveau d'acquisition	
Appel n° 1	Question 1.	Appropriation de la problématique Communication claire.	
Appel n° 2	2a. Hypothèse	Hypothèse pertinente posée.	
	2b. Rédaction du protocole expérimental.	Le protocole expérimental permet de valider l'hypothèse Toutes les étapes sont écrites La rédaction est claire et le vocabulaire scientifique correct.	
	2b. Schématisation	Schémas clairs et précis.	
	2b. Liste de matériel	La liste de matériel est complète. Le vocabulaire correct est utilisé.	
	2d. validation de l'hypothèse	La conclusion est cohérente avec l'hypothèse posée. Les données de l'expérimentation sont utilisées.	
Appel n° 3	3. Modélisation.	Une démarche claire est présentée.	
		Justification du type de modélisation.	
		La communication est claire (vocabulaire scientifique, expression générale...)	
Pas d'Appel	4. Réponse à la question.	Démarche correcte. Communication claire.	
	5. Changement de résistance : une influence sur la puissance ?	Démarche correcte. Communication claire.	

Capacités
<ul style="list-style-type: none"> ❖ C1 – vérifier expérimentalement les lois de réflexion et de réfraction ; ❖ C2 – déterminer expérimentalement l'angle limite de réfraction et vérifier expérimentalement la réflexion totale ; ❖ C3 – déterminer expérimentalement la déviation d'un rayon lumineux traversant une lame à faces parallèles et un prisme; ❖ C4 – étudier expérimentalement les conditions de propagation d'un rayon lumineux dans une fibre optique ; ❖ C5 – décrire, à l'aide d'un schéma, le chemin de la lumière dans une fibre optique.

La propagation de la lumière

- ❖ Dans un milieu transparent et homogène, la lumière se propage en ligne droite.
- ❖ La vitesse de propagation de la lumière dans l'air ou dans le vide est : $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
- ❖ L'indice n de réfraction d'un milieu transparent dépend de la vitesse v de propagation de la lumière dans ce milieu :

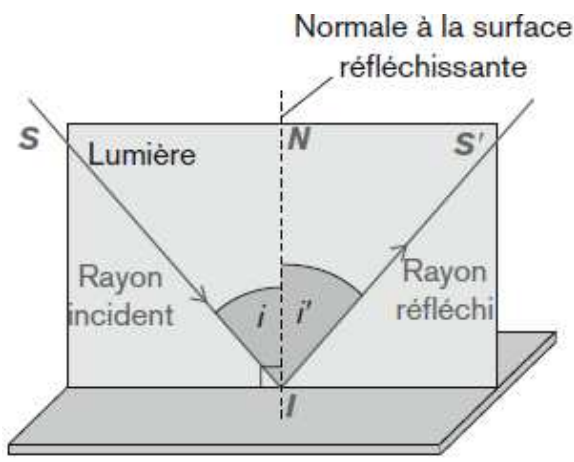
$$n = \frac{c}{v} \quad \left\{ \begin{array}{l} n \text{ est nombre sans unité} \\ c : \text{vitesse dans le vide ou dans l'air (en m/s)} \\ v : \text{vitesse dans le milieu (en m/s)} \end{array} \right.$$

Milieu	Vitesse de propagation (m/s)	Indice n
Air	3×10^8	1
Eau	$2,25 \times 10^8$	1,33
Verre	$1,6 \times 10^8 \text{ à } 2 \times 10^8$	1,5 à 1,9

Comment se réfléchit la lumière ?

Première loi de réflexion : Document : Réflexion d'un rayon lumineux

En observant le document ci-dessus, compléter la phrase suivante :

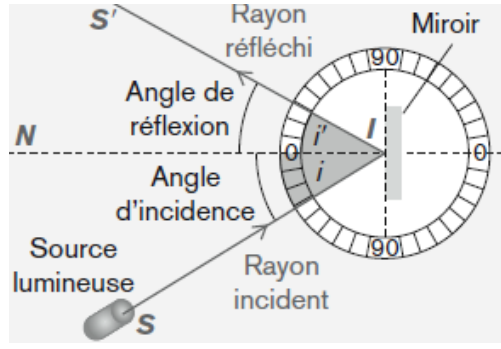
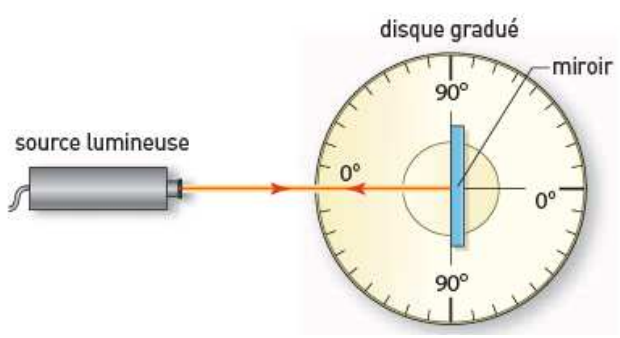


❖ **Première loi de réflexion :**
 Le rayon incident, le rayon et la à la surface réfléchissante au **point d'incidence I** sont dans le même plan. Ce plan est appelé plan d'incidence.

Seconde loi de réflexion :

Protocole expérimental :

- 1) Matériel :
 - ❖ Une source lumineuse et une alimentation ; deux fils de connexion ; un disque gradué ; un miroir.
- 2) Mode opératoire :
 - a. Placer le miroir plan sur le disque gradué comme indiqué sur le schéma.



- b. Allumer la source lumineuse et la régler de manière à obtenir un pinceau lumineux le plus fin possible.
- c. Placer la source lumineuse de telle sorte que le rayon incident arrive sur le point d'incidence I et que l'angle d'incidence i soit égal à 10° .
- d. Mesurer la valeur de l'angle de réflexion i' et reportez-la dans le tableau.

$i(^\circ)$	10	20	30	40	50	60	70	80
$i'(^\circ)$								

Interprétation et conclusion :

- ❖ Pour toutes les valeurs de i : $i' = \dots\dots\dots$
- ❖ **Deuxième loi de réflexion :**
 l'angle de réflexion est égal à l'angle d'.....

Comment se réfracte la lumière ?

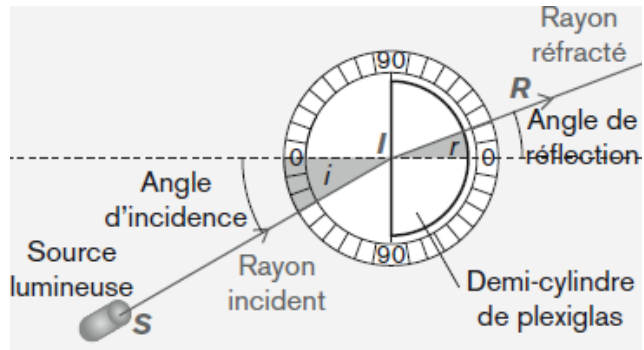
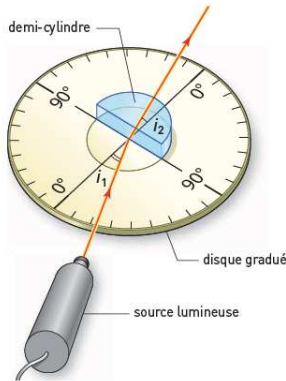
Protocole expérimental :

Matériel :

- ❖ Une source lumineuse et une alimentation ; deux fils de connexion ; un disque gradué ; un miroir.

Mode opératoire :

- Placer un demi-cylindre sur le disque gradué comme indiqué sur le schéma.



- Allumer la source lumineuse et la régler de manière à obtenir un pinceau lumineux le plus fin possible.
- Placer la source lumineuse de telle sorte que le rayon incident arrive sur le point d'incidence I et que l'angle d'incidence i soit égal à 20° .
- Mesurer la valeur de l'angle de réfraction r et reportez-la dans le tableau.
- L'indice de réfraction de l'air $n_1 = 1$, celui du plexiglas $n_2 = 1,4$. Compléter le tableau.

$I (^\circ)$	0	20	30	40	50	60
$R (^\circ)$						
$\sin i$	0	0,34	0,5	0,64	0,77	0,87
$\sin r$						
$\frac{\sin i}{\sin r}$						
$n_1 \times \sin i$						
$n_2 \times \sin r$						

Interprétation et conclusion :

- ❖ Les rapports $\frac{\sin i}{\sin r}$ sont Les produits $n_1 \times \sin i$ et $n_2 \times \sin r$ sont
- ❖ Les sinus des angles d'incidence i et de réfraction r sont inversement aux indices de réfraction n_1 et n_2 des milieux de propagation $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$

**Qu'est-ce que le phénomène de réflexion Totale ?
Comment déterminer l'angle limite de réfraction ?**

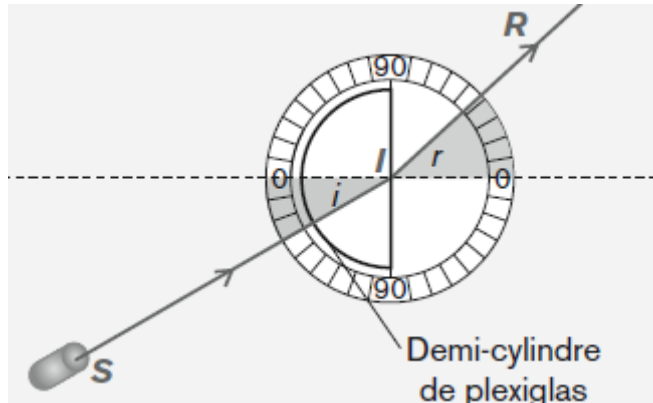
Protocole expérimental :

Matériel :

- ❖ Une source lumineuse et une alimentation ; deux fils de connexion ; un disque gradué ; un miroir.

Mode opératoire :

1. Placer un demi cylindre sur le disque gradué comme indiqué sur le schéma.



2. Allumer la source lumineuse et la régler de manière à obtenir un pinceau lumineux le plus fin possible.
3. Placer la source lumineuse de telle sorte que le rayon incident arrive sur le point d'incidence I et que l'angle d'incidence i soit égal à 25° .
4. Relever la valeur de l'angle de réfraction r . $r = \dots\dots\dots$
5. Augmenter la valeur de l'angle i jusqu'à disparition du pinceau réfracté [IR].
L'angle d'incidence correspondant s'appelle l'angle limite de réfraction. Il est noté λ .

$\lambda = \dots\dots\dots$

6. Augmenter la valeur de i au-delà de la valeur λ . Observer les pinceaux lumineux.

Interprétation et conclusion :

- ❖ Pour un angle incident λ , appelé angle limite de réfraction, le rayon réfracté.....
- ❖ Lorsque le rayon incident i est supérieur à l'angle limite de réfraction λ , le pinceau incident est entièrement..... à la surface de séparation des deux milieux, c'est le phénomène de *réflexion totale*.
- ❖ Lorsque le pinceau lumineux passe du plexiglas ($n_1 = 1,4$) à l'air ($n_2 = 1$) et que l'angle d'incidence est supérieur à l'angle limite de réfraction, il se produit le phénomène de
- ❖ Le pinceau réfracté
- ❖ Le pinceau incident est entièrement..... à la surface de séparation entre le plexiglas et l'air.

Comment dessiner le chemin de la lumière dans une gaine d'une fibre optique ?

Méthode du tracé :

- ❖ Un rayon lumineux pénètre une fibre optique à saut d'indice sous un angle d'incidence i . L'indice de réfraction du cœur de la fibre a pour valeur n_1 , celui de la gaine a pour valeur n_2 .
- ❖ La valeur de l'expression $\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ est appelée *ouverture numérique* de la fibre optique.
- ❖ Pour permettre une réflexion totale à l'intérieur d'une fibre optique, l'angle d'incidence i du rayon lumineux pénétrant la fibre optique doit respecter la relation $\sin i < \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$.

Exemple :

Une fibre optique ($n_1 = 1,35$; $n_2 = 1,49$) a pour ouverture numérique 0,631. Un rayon lumineux pénètre la fibre sous un angle d'incidence de 35° .

- 1) Vérifier que $\sin i < 0,631$.
- 2) Calculer l'angle de réfraction r lorsque le rayon quitte l'air ($n_{air} = 1$) pour pénétrer dans la fibre optique.
- 3) Compléter le schéma en traçant le trajet du rayon lumineux.



Élaboration d'une séquence d'expérimentation

3.1 Diagrammes heuristiques de réalisation d'une expérimentation

