

# PHY209

## Projet de recherche expérimentale



## L1 Parcours Physique Recherche

Sylvie ZANIER, PhITEM C105, [sylvie.zanier@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:sylvie.zanier@univ-grenoble-alpes.fr) (resp. UE)

Christophe RAMBAUD, PhITEM C102, [christophe.rambaud@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:christophe.rambaud@univ-grenoble-alpes.fr)

|     | Nom             | Prénom   |
|-----|-----------------|----------|
| M.  | AMACHANTOUX     | BAPTISTE |
| M.  | ARANEGA         | HUGO     |
| M.  | BARDY           | NICOLAS  |
| M.  | DAUZET          | JULIEN   |
| M.  | DEBIEUVRE       | ENZO     |
| M.  | DEVALLIERE      | BENJAMIN |
| M.  | DROZ-VINCENT    | MAEL     |
| MME | GAUTHIER        | MARION   |
| M.  | HENON SAYAH     | HUGO     |
| M.  | JOSEPH          | LIONEL   |
| M.  | KISSLER         | ESTEBAN  |
| M.  | KRAIF           | FELIX    |
| M.  | LAFOND          | TOM      |
| M.  | LE HELLO        | LOUIS    |
| MME | LEHMANN CHAUDOT | MAHEVA   |
| MME | LERONDEL        | MEIJE    |
| M.  | LIEUTARD        | LOUKA    |
| MME | LIMON BERMEJO   | EMMA     |
| M.  | MORELLET        | DANIEL   |
| M.  | NOBLE           | MATEO    |
| MME | OLIVE MADRUENO  | LAURA    |
| MME | PROUTIERE       | NINA     |
| M.  | SONZOGNI        | TIMO     |
| MME | SOUTOUL         | AMBRE    |
| MME | VILLIETTE       | AISLINN  |
| MME | WALMSLEY        | ABIGAEL  |

Tout le monde est là ?

Effectif 26

pour 2 \* 4 projets

6 trinômes

+ 2 quadrinômes

# Présentation de l'activité

**But** s'initier à la recherche par la pratique de la démarche scientifique dans une activité expérimentale

- S'intéresser à un phénomène physique, concevoir une expérience, un protocole de mesure
- Effectuer des observations, des mesures, les exploiter, chercher (ou confronter à) une modélisation théorique
- Effectuer une synthèse, en rendre compte par la rédaction d'un article scientifique

**4h TD + 36h TP**

**≈ 1<sup>er</sup> séance / semaine tout le long du S2**

# Calendrier prévisionnel

2025

| n° sem | Lundi 8h-12h       | Mardi 8h-12h         | séance n° | Contenu prévisionnel   |
|--------|--------------------|----------------------|-----------|--|
| 3      | 13-janv.           |                      | 1         | TD : présentation de l'activité, travail sur la démarche expérimentale, mise en groupe et choix des sujets |
| 4      | 20-janv. 4 projets | 21-janv. 4 projets   | 2         | découverte du sujet, premiers tests, premières mesures <b>en demi-groupe</b>                               |
| 5      | 27-janv. 4 projets | 28-janv. 4 projets   | 3         | suite du travail expérimental <b>en demi-groupe</b>  |
| 6      | 3-févr.            |                      | 4         | suite du travail expérimental  |
| 7      | 10-févr.           |                      | 5         | <b>EVA1 45min</b> + suite du travail expérimental  |
| 8      | 17-févr.           |                      | 6         | rendu EVA1 + suite du travail expérimental   |
| 9      | 24-févr.           |                      | 7         | suite du travail expérimental  |
| 10     |                    |                      |           | <i>Vacances d'hiver</i>  |
| 11     |                    |                      |           | <i>partiels</i>  |
| 12     | 17-mars            |                      | 8         | échanges entre groupes + suite du travail expérimental   |
| 13     | 24-mars            | 25-mars "labo libre" | 9         | <b>lundi EVA2 1h (45 min projet rech expé + 15 min intro rech)</b> + suite du travail expérimental         |
| 14     | 31-mars            | 1-avr. "labo libre"  | 10        | lundi rendu EVA2 + suite et fin du travail expérimental  |
| 15     | 7-avr.             |                      | rédaction | <b>Article v1 à rendre pour lundi 12h</b>  |
| 16     | 14-avr.            |                      | rédaction | <b>Article v2 à rendre pour lundi 12h</b>  |
| 17     | (L Pâques)         | 22-avr.              | rédaction | <b>Article v3 (final) à rendre pour mardi 12h</b>  |
| 18     |                    |                      |           | <i>Vacances de printemps</i>   |
| 19     | 5-mai              |                      |           | <i>ET1 à partir de mercredi</i>  |
| 20     | 12-mai             |                      |           | <i>ET1</i>   |

# PHY209 = Introduction à la recherche et projet de recherche expérimentale" = 6 ECTS

- 8 séminaires recherche × 1h (sur 2 ans)
- 2h présentation recherche + 2h visite labo
- projets recherche expé = 4h TD + 36h TP

**Total 52h présentiel + travail hors présentiel attendu !**

## Evaluation

- CC1 = intro aux métiers de la recherche  
+ 4 séminaires recherche = 15 %
- CC2 = 2 évaluations individuelles sur table = 35 %  
sur l'avancée du projet de recherche
- CC3 = article de recherche sur votre projet = 50 %  
travail collectif

Une autorisation de diffusion vous sera demandée en fin de semestre

## Année 2023-24

- [J-PR-UGA-2024-1](#) *Découverte de l'infrarouge*, Mathys DARGERE, Noa OUERGHI et Thomas BOUCHARD
- [J-PR-UGA-2024-2](#) *Étude du rayonnement d'une ampoule incandescente*, Candice CHAPOT, Antoine BENEYTON et Eva GUEDJ
- [J-PR-UGA-2024-3](#) *Etude expérimentale d'oscillateurs harmoniques couplés, pour modéliser les vibrations des molécules de CO<sub>2</sub>*, Tibor DONIN DE ROSIERE, Timothée LOISEAU et Clément PETROD-LAPERRIERE
- [J-PR-UGA-2024-4](#) *Surfusion et changements d'état*, Rahel BÖTTCHER, Gaspard MADRID et Evan PINET
- [J-PR-UGA-2024-5](#) *Conduction thermique à travers des métaux*, Erwan BAUDRAND, Ulysse CHABOT, Jules DUFRESNE
- [J-PR-UGA-2024-6](#) *La balance de Cotton, caractérisation et mesure des champs magnétiques en courant continu*, Titouan FRANCOIS, Leheren FOURRIER et Oscar BLOHORN

## Année 2022-23

- [J-PR-UGA-2023-1](#) *Étude sur la diffusion du glycérol dans l'eau par méthode optique*, Maxens PUPIN, Célian RANGUIS et Rodrigo LIEUTHIER
- [J-PR-UGA-2023-2](#) *Étude de différents modes de résonance : du diapason à la flûte traversière*, Adrien BAYLAC, Suzanne GORON et Elio MENIRI-TRIPIER
- [J-PR-UGA-2023-3](#) *Propagation et dispersion des ondes électromagnétiques et acoustiques, dans l'espace libre et dans un guide d'onde*, Laly BOYER, Laura RIVIERE et Coralie VILLARD
- [J-PR-UGA-2023-4](#) *Mesure de la vitesse de la lumière par le biais des interférences lumineuses.*, Marthe CHARVOLIN, Luis AREVALO RUIZ et Suzanne MAS
- [J-PR-UGA-2023-5](#) *Études de la biréfringence du scotch et de la polarisation de la lumière*, Camille GUENEE, Lena GAILLY et Niavo RANDRIAMALISOA

## Année 2021-22

- [J-PR-UGA-2022-1](#) *Étude de l'efficacité calorifique des pierres à whisky*, Juliette CHRETIEN, Ludivine DESREZ et Camila PINEDA
- [J-PR-UGA-2022-2](#) *Étude des résonances mécaniques : des nœuds de vibration d'une corde et d'une plaque vibrante à la modulation d'amplitude du chant d'un verre*, Marius BRUN, Hugo DERBEY et Víctor MARTÍN PARRA
- [J-PR-UGA-2022-3](#) *Conception d'un spectroscope à réseau holographique afin de décomposer le spectre d'émission d'un gaz*, Abigail TROUILLET, Eliot RASCHETTI et Johane VILLETTTE

## Année 2020-21

- [J-PR-UGA-2021-1](#) *Courants de Foucault : influence de la conductivité électrique des métaux et de l'intensité du champ magnétique sur l'évolution du coefficient des frottements induits*, Samuel REBOUD-MAQUIN, Zélie ROUQUIE et Jean-Francis MASSAT
- [J-PR-UGA-2021-2](#) *L'unique point commun entre chercheurs et castagnettes : ils rai(ré)sonnent*, Océane LONCLE, Mathieu MALLET, Jules LE BOT, Mark MAKHOUL
- [J-PR-UGA-2021-3](#) *Concevoir un spectromètre optique à réseau et mesurer une constante fondamentale*, Eléa PAQUIS, Nicolas BORDENEUVRE et Alexandre McKENZIE
- [J-PR-UGA-2021-4](#) *Études de la polarisation de la lumière, de la physique ondulatoire à la chimie optique*, Khaled ARFAOUI, Timothé COURTIAL et Gwendal MONIER

SUJETS PROPOSÉS  
les années passées  
(pour mémoire)

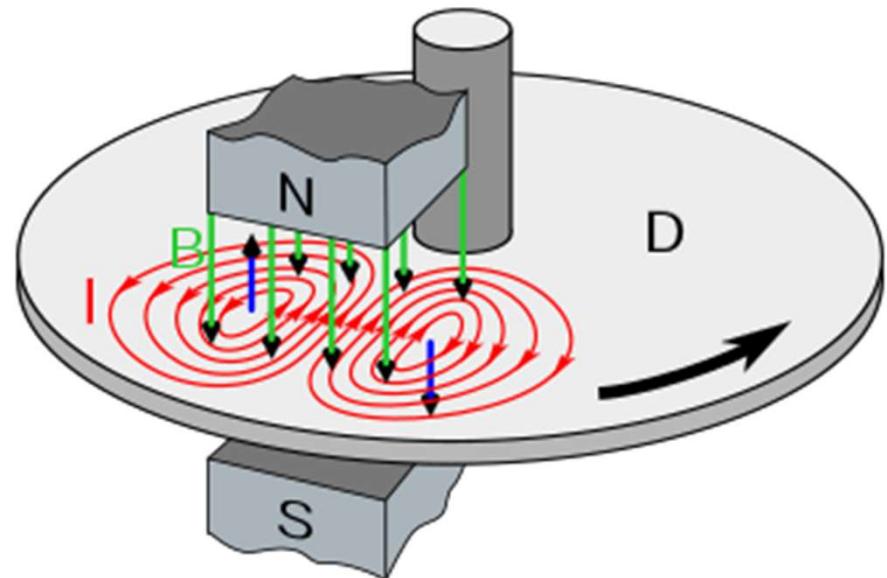
# FREINAGE PAR COURANTS DE FOUCAULT

**Mots clefs** : magnétisme, induction, électricité, mécanique, dissipation d'énergie, métaux, conductivité

Capteurs de vitesse, de champ magnétique, acquisition vidéo

Modélisation d'une trajectoire de chute en présence de frottements

**ELECTROMAGNETISME  
& MECANIQUE**



# RESONANCES

**Mots clefs** : vibrations, oscillations sinusoïdales forcées, ondes stationnaires, fréquences fondamentale et harmoniques, acoustique musicale

Cordes vibrantes, guitare, cavité d'air, résonateur de Helmholtz, micro, haut-parleur, analyseur de spectre

Influence de divers paramètres sur la hauteur de la note

MECANIQUE  
& ACOUSTIQUE



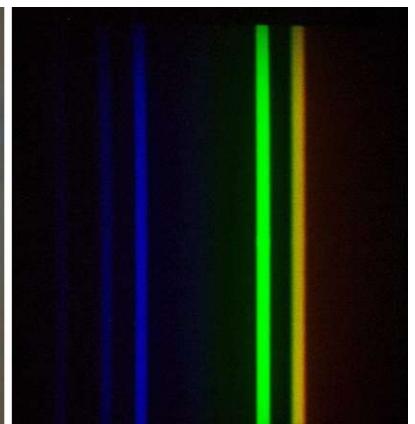
# SPECTROMETRIE OPTIQUE

**Mots clefs** : interférences, diffraction, réseau, image, longueur d'onde, spectre d'émission

Alignment laser,  
fabrication d'un appareil de mesure, étalonnage

Niveaux d'énergie d'un atome,  
mesure d'une constante fondamentale  
de la physique

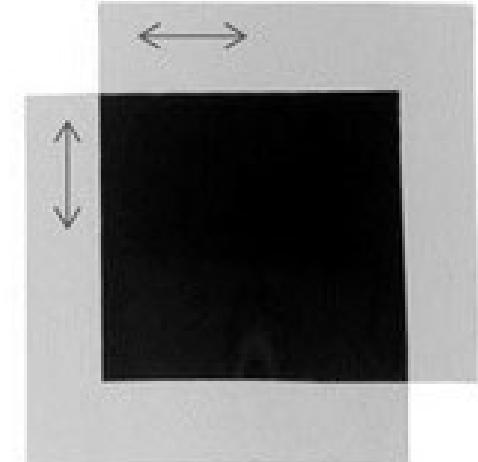
**OPTIQUE ONDULATOIRE  
& INSTRUMENTATION**



# POLARISATION DE LA LUMIERE

**Mots clefs** : onde transversale, direction de vibration, Interaction lumière/matière, absorption, longueur d'onde, couleurs

Découverte de la polarisation, observation, filtres, réflexion, diffusion, pouvoir rotatoire ou biréfringence, spectrométrie



**OPTIQUE VECTORIELLE  
& COULEURS**

# CHAUFFER ET REFROIDIR

**Mots clefs** : température, chaleur, énergie, échanges, changement d'état, liquide, solide, fusion, cristallisation, dissolution

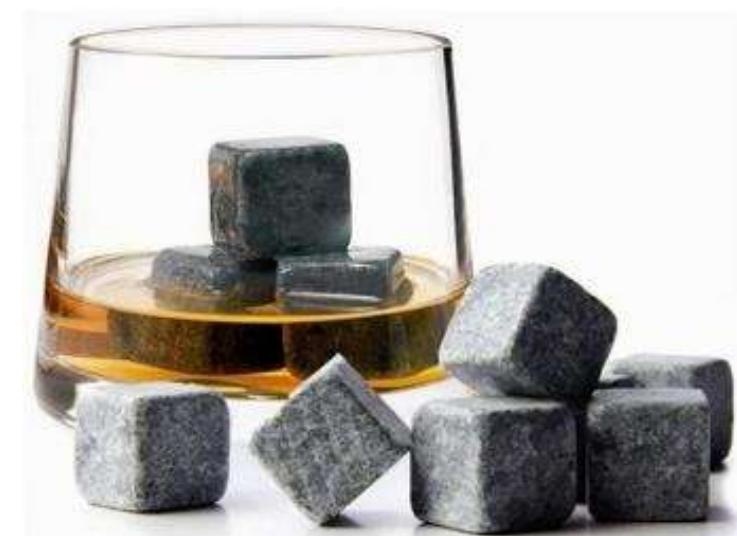
**Matériel** : thermomètre, calorimètre, étalonnage

**Étude** : capacité thermique, chaleur latente, surfusion

**THERMOMETRIE  
& CALORIMETRIE**



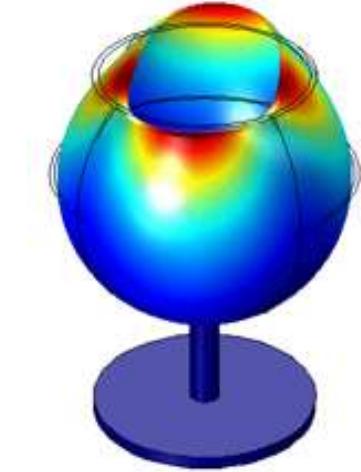
Déclenchement d'une chaufferette



Pierres à Whiskey

# VERRES CHANTANTS ET AUTRES SONS DE CLOCHE

**Mots clefs** : vibrations, oscillations libres, ondes stationnaires, résonances, fréquences fondamentale et harmoniques, timbre, acoustique musicale



**Matériel** : microphone, haut-parleur, acquisition de signal numérique, analyseur de spectre

<http://www.lkb.upmc.fr/optomechanics/voir-un-verre-se-deformer-sous-leffet-du-son/>

**Étude** : influence de divers paramètres sur la hauteur de la note

JM Courty, Pour La Science

MECANIQUE  
& ACOUSTIQUE

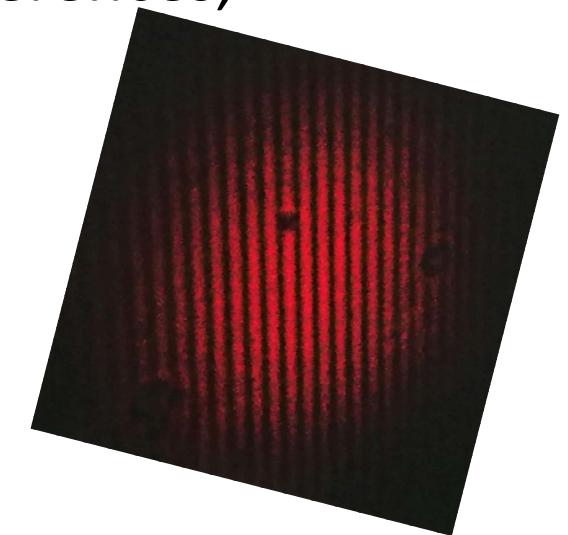


# FABRICATION D'UN RESEAU HOLOGRAPHIQUE POUR LA SPECTROMÉTRIE

**Mots clefs** : ondes planes, longueur d'onde, interférences, période spatiale, diffraction, spectre

**Matériel** : alignement laser, miroirs, objectifs, photographie, développement

**Étude** : géométrie, franges d'interférence



OPTIQUE ONDULATOIRE  
& PHOTOGRAPHIE

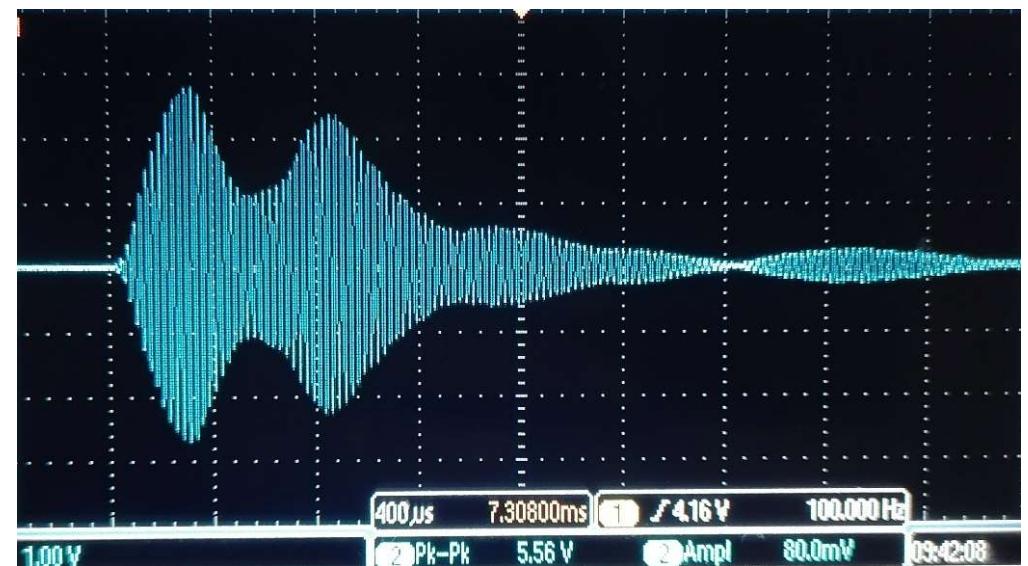
# VITESSE ET DISPERSION D'UNE ONDE (EM et acoustique)

**Mots clefs** : retard à la propagation d'un train d'onde, espace libre ou confiné, modes de propagation, dispersion

**Matériel** : générateur de signaux électriques, câble coaxial, oscillo ; émetteurs/récepteurs ultrasonores, tuyaux cylindriques ou plaques de différentes dimensions

**Étude** : mesure de temps de propagation en fct de la distance, différents types d'onde et de milieu, libres ou limités (guides d'onde)

**PROPAGATION  
ONDE GUIDÉE**



# MESURER LA VITESSE DE LA LUMIERE

**Mots clefs** : retard à la propagation d'une impulsion, interférences, cohérence, contraste

**Matériel** : laser pulsé, interféromètre à monter (rails, miroirs, lames, ...), capteur (photodiode, CCD, ...)

**Étude** : modélisation de la superposition de deux impulsions décalées, contraste d'une figure d'interférences



PROPAGATION D'ONDE,  
OPTIQUE ONDULATOIRE

# DIFFUSION DE PARTICULES

**Mots clefs** : diffusion de particules,  
vitesse de diffusion en fonction du temps,  
coefficient de diffusion fct de divers paramètres

**Matériel** : différents liquides (eau, glycérol, ...),  
matériel pour réfraction (laser, cuves, ...)

[https://femto-physique.fr/physique\\_statistique/diffusion-moleculaire.php](https://femto-physique.fr/physique_statistique/diffusion-moleculaire.php)

**Étude** : optique géométrique,  
réfraction dans un milieu inhomogène (mirage),  
simulation numérique, ...

**PHENOMENE DE TRANSPORT  
& REFRACTION**



# LES COULEURS DU SCOTCH

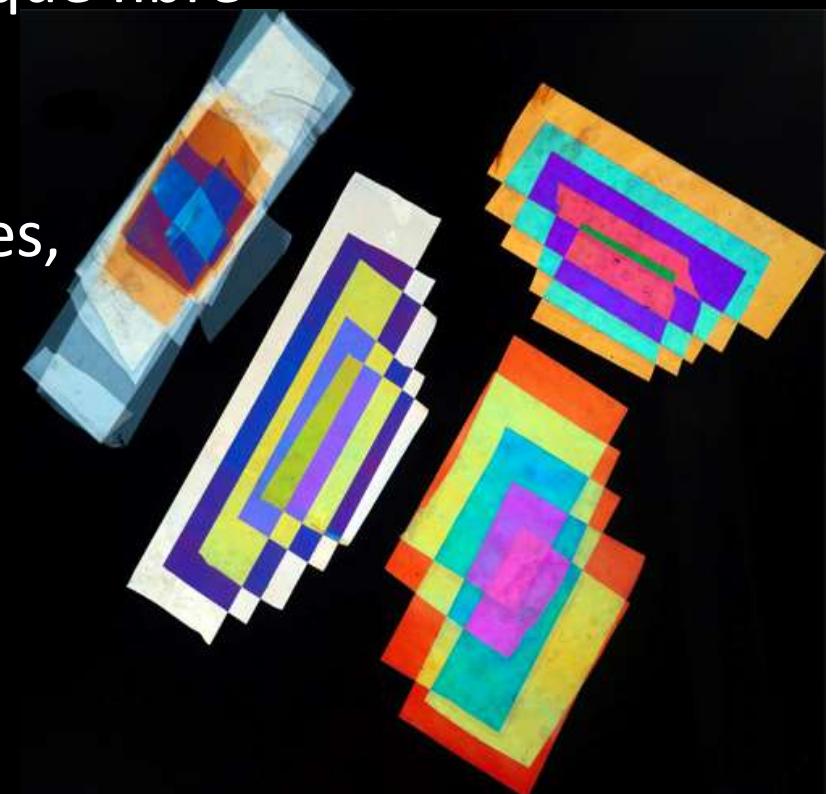
## en lumière polarisée

**Mots clefs** : polarisation de la lumière, couleur et spectre, biréfringence par contraintes, microscope polarisant, photoélastimétrie

**Matériel** : projection d'image en lumière polarisée-analysée, projection de spectre, spectromètre numérique fibré

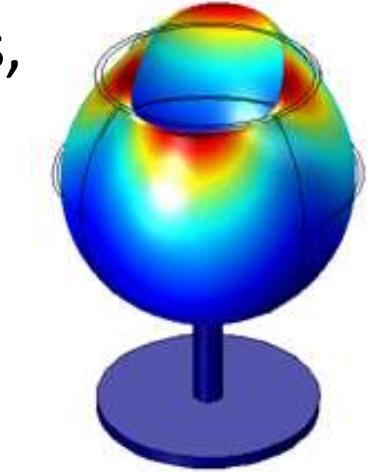
**Mesures** : analyse de la couleur, du spectre, en fonction de l'orientation, du nb de couches, du matériau, ... rechercher une loi générale

POLARISATION  
& SPECTROSCOPIE



# VERRES CHANTANTS ET AUTRES SONS DE CLOCHE

**Mots clefs** : vibrations, ondes stationnaires, résonances, fréquence fondamentale et harmoniques, timbre, acoustique musicale



**Matériel** : verres, plaques, diapasons, microphone, haut-parleur, carte d'acquisition numérique, analyseur de spectre

<http://www.lkb.upmc.fr/optomechanics/voi-r-un-verre-se-deformer-sous-leffet-du-son/>

**Étude** : influence de paramètres sur la hauteur de la note (volume, hauteur, densité du liquide, ...), détection de la vibration

MECANIQUE  
& ACOUSTIQUE



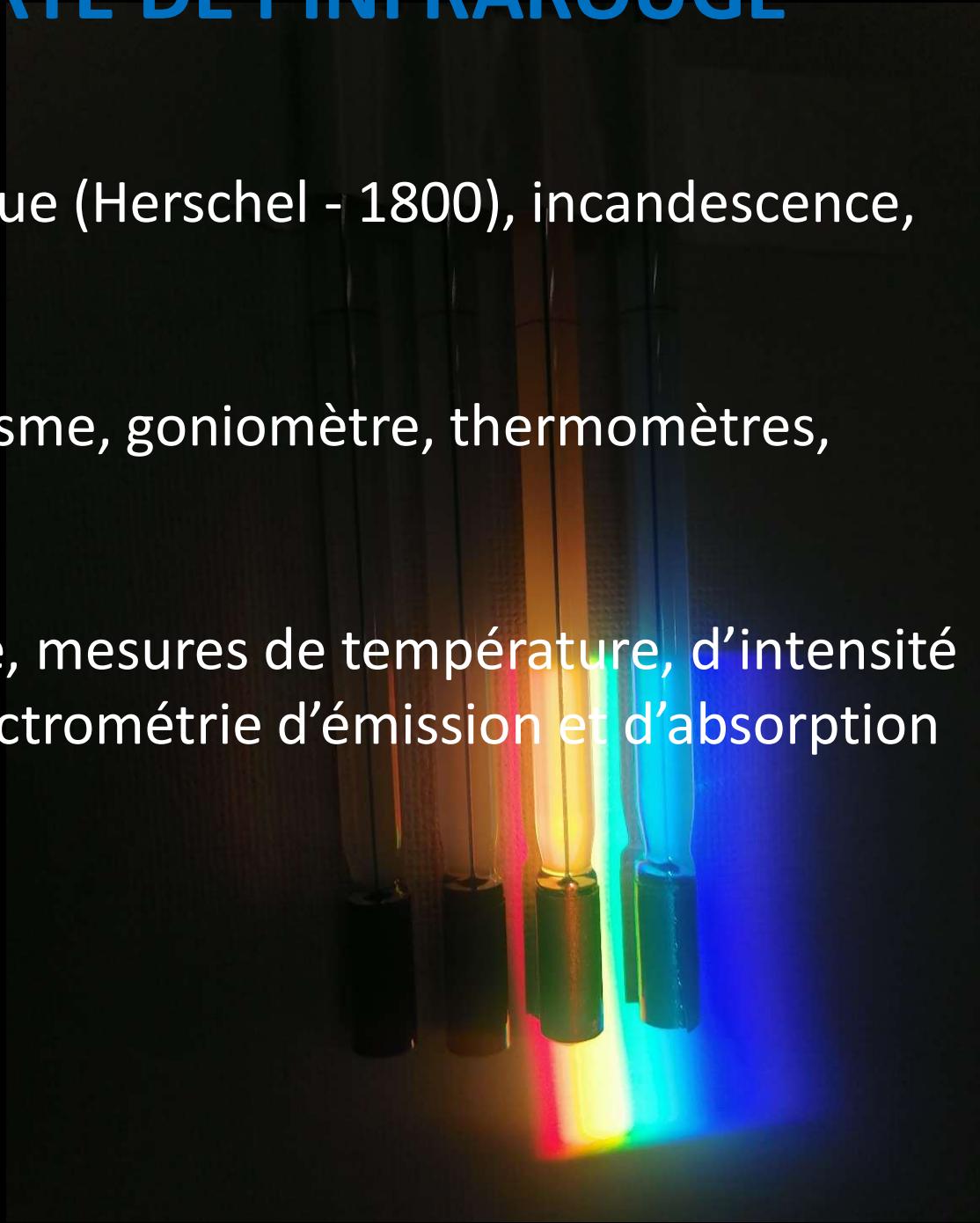
# À LA DECOUVERTE DE L'INFRAROUGE

**Mots clefs** : expérience historique (Herschel - 1800), incandescence, couleur et température

**Matériel** : lampe à filament, prisme, goniomètre, thermomètres, thermopile, spectromètre

**Mesures** : projection de spectre, mesures de température, d'intensité lumineuse ; réfractométrie, spectrométrie d'émission et d'absorption

OPTIQUE &  
ÉNERGÉTIQUE



# RAYONNEMENT INCANDESCENT

**Mots clefs** : loi d'Ohm, résistivité d'un métal, température, puissance électrique, rayonnement thermique

**Matériel** : ampoule à filament de tungstène, alimentation de tension continue, multimètres, filtres colorés, photodiode, spectromètre, caméra thermique

**Mesures** : caractéristique courant-tension, résistance et puissance électrique, spectre d'émission

ÉLECTRICITÉ &  
OPTIQUE



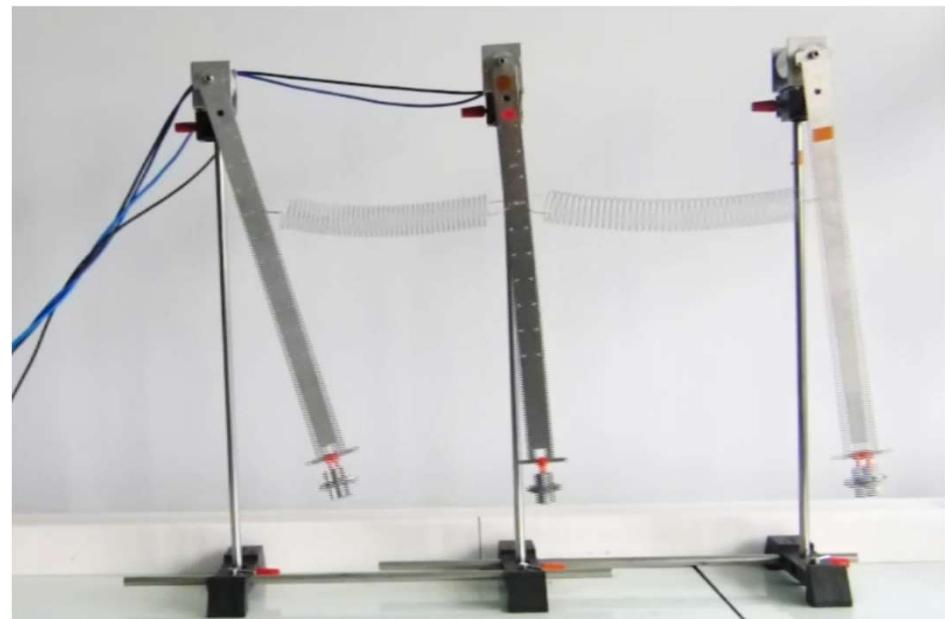
# VIBRATIONS DES MOLÉCULES

**Mots clefs** : oscillations libres, fréquence propre, oscillations forcées, résonance, couplage d'oscillateurs, modes de vibration, symétrie

**Matériel** : masses, ressorts, pendules, capteurs de mouvement, carte d'acquisition

**Mesures** : oscillations sinusoïdales, battements, décomposition spectrale

MÉCANIQUE &  
ÉLECTRICITÉ



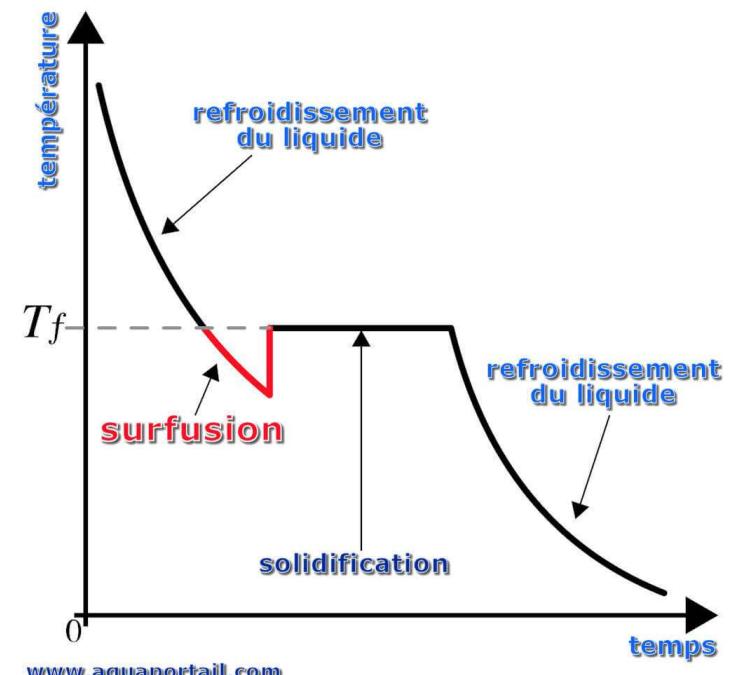
# SURFUSION

**Mots clefs** : transition de phase (changement d'état), chaleur latente, état métastable, surfusion

**Matériel** : calorimètre, chaufferettes, thermomètres

**Mesures** : chaleur latente de fusion et/ou de vaporisation, température de changement d'état

**ÉTATS DE LA MATIÈRE,  
CALORIMÉTRIE**



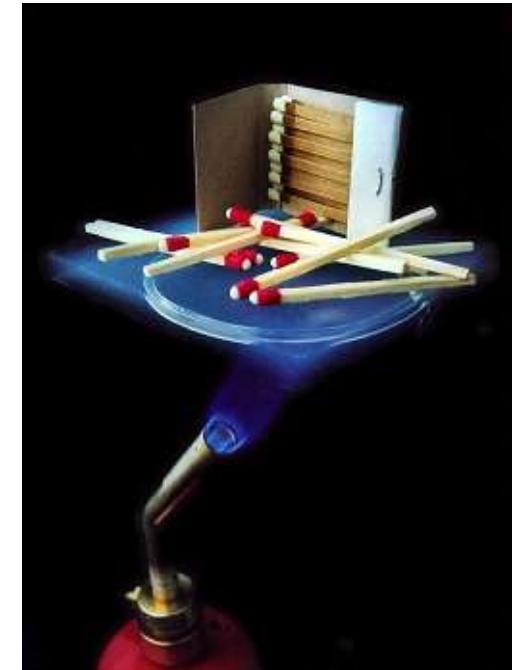
# DIFFUSION DE LA CHALEUR

**Mots clefs** : transferts thermiques (chaleur), conduction, équation de la chaleur

**Matériel** : système chauffant par effet Joule, barres métalliques, thermomètres

**Mesures** : conductivité et diffusivité thermique, pertes thermiques

**THERMODYNAMIQUE**



# BALANCE DE COTTON

**Mots clefs** : champ magnétique, ferromagnétisme, relation courant électrique/magnétisme

**Matériel** : boussoles, électroaimants, teslamètres, balance de ***Cotton (1869-1951)***

**Mesures** : forces de Laplace, effet Hall, champ magnétique

**ELECTROMAGNÉTISME**



# SUJETS PROPOSÉS pour 2025

# SPECKLE ET VÉLOCIMÉTRIE LASER

**Mots clefs** : interférences, diffraction, effet Doppler

**Matériel** : lasers, objectif, diffuseur (écran dépoli), interféromètre (miroir, séparatrice), barrette CCD, moteur à translation

**Mesures** : interfrange, profil d'intensité spatial et temporel, mesure de fréquence

OPTIQUE ONDULATOIRE  
- OPTIQUE COHÉRENTE

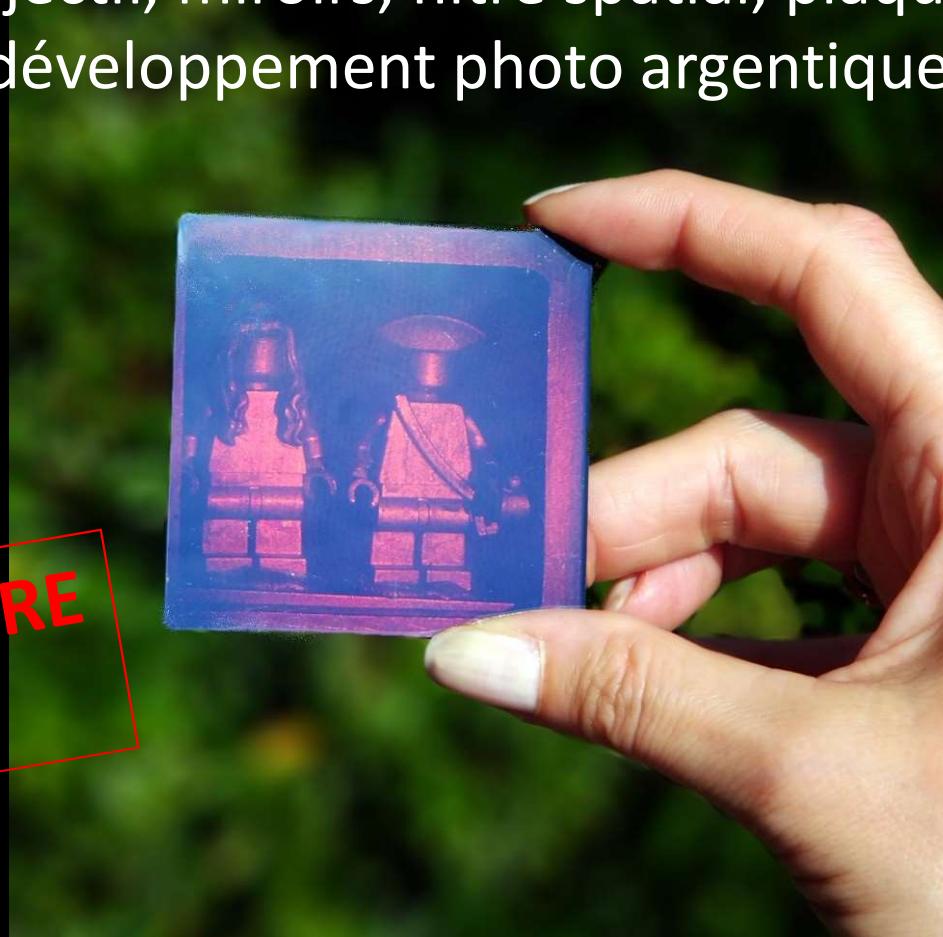
# HOLOGRAPHIE EN RÉFLEXION

**Mots clefs** : interférences, diffraction, imagerie 3D

**Matériel** : laser classe IIIA, objectif, miroirs, filtre spatial, plaques holographiques, produits de développement photo argentique, puissance-mètre

**Mesures** : puissance, franges d'interférences

OPTIQUE ONDULATOIRE  
- IMAGERIE



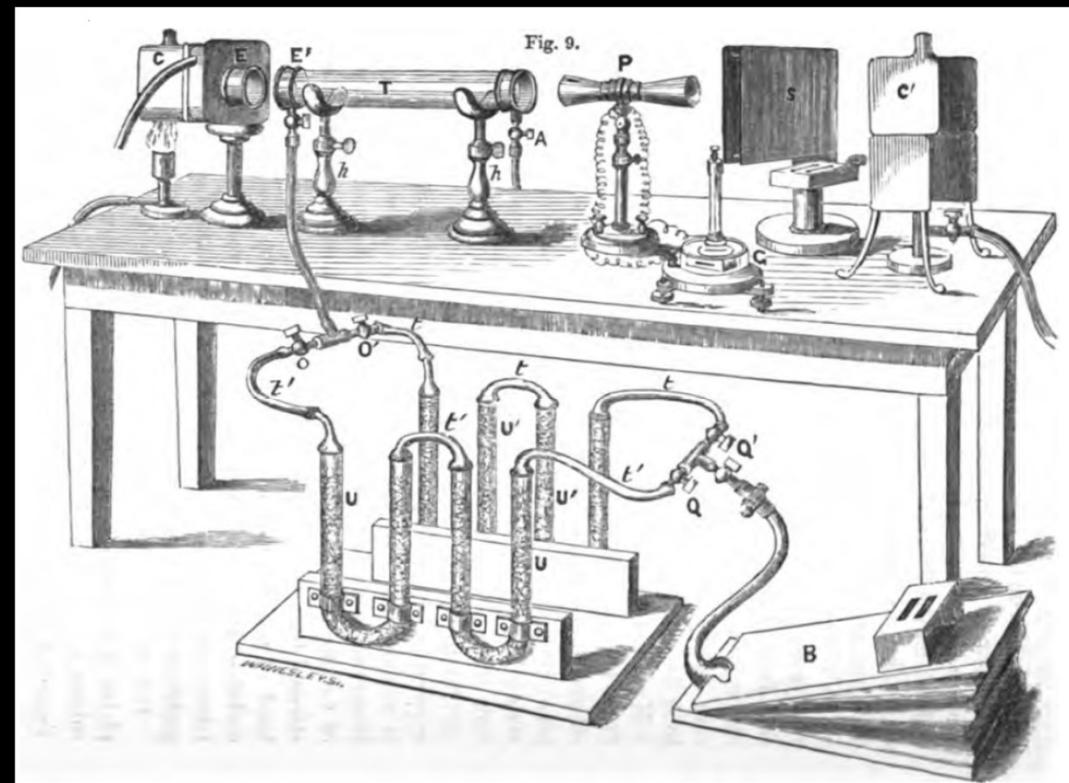
# RAYONNEMENT IR-VIS, GES et EXPERIENCE DE TYNDALL (1861)

**Mots clefs** : rayonnement thermique, émission - absorption

**Matériel** : lampe à incandescence, plaque de métal, spectromètre, puissance-mètre, filtres visible et IR, caméra thermique, cellule à gaz

**Mesures** : spectres et puissance, IR/VIS, émission fct température, absorption fct matériau

**OPTIQUE, ENERGETIQUE  
SPECTROSCOPIE**



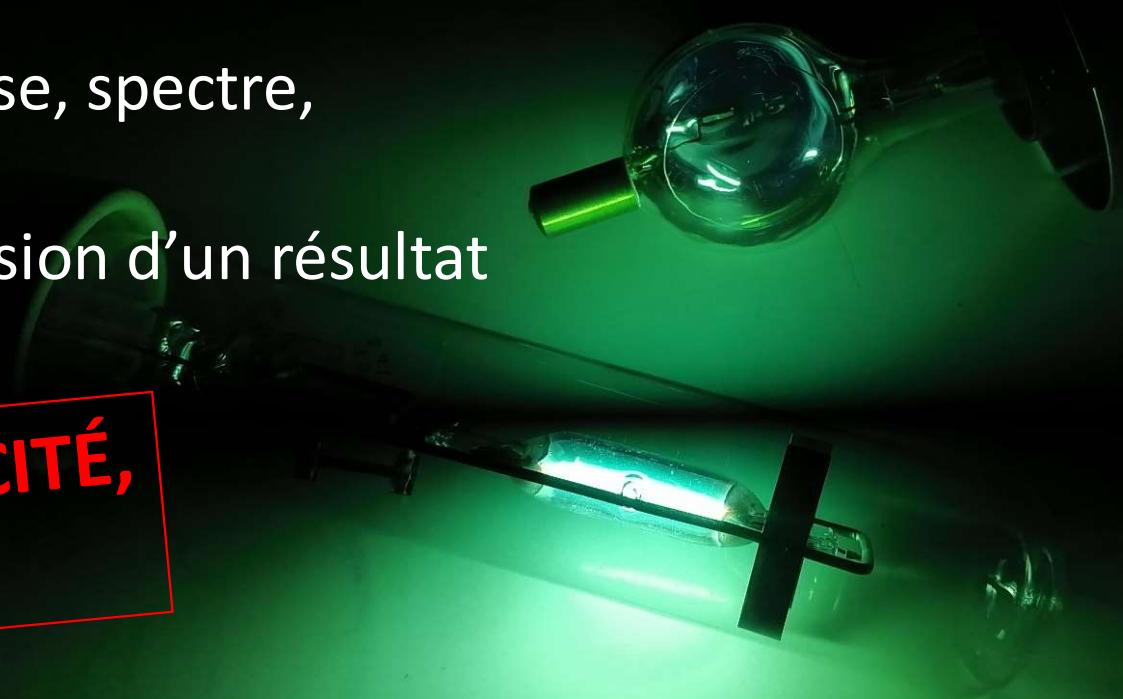
# EFFET PHOTOELECTRIQUE, MESURE DE $h/e$

**Mots clefs** : absorption de photons, courant d'électrons, phénomène quantique, conversion d'énergie, mesure de constante fondamentale

**Matériel** : lampes spectrales, raies visibles et UV, filtres colorés, alimentation de tension continue, résistance, multimètres

**Mesures** : puissance lumineuse, spectre, courant et tension électrique, incertitudes de mesure, précision d'un résultat

OPTIQUE ET ÉLECTRICITÉ,  
MÉTROLOGIE



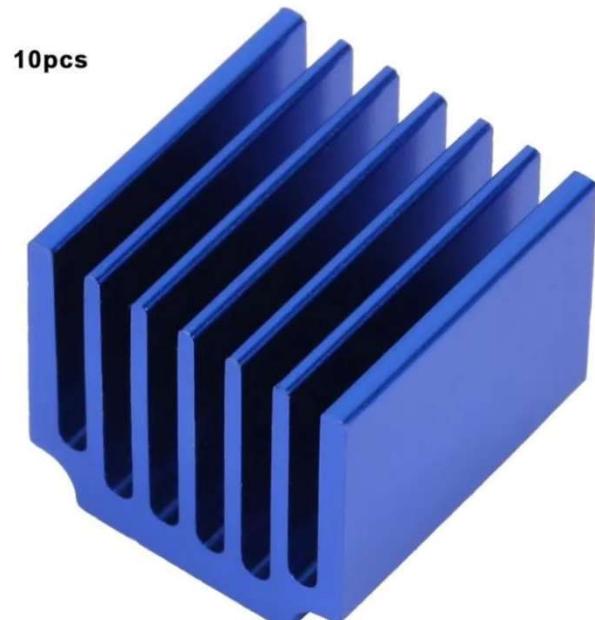
# INGENHOUSZ (1730-1799) ET LES AILETTES DE REFROIDISSEMENT

**Mots clefs** : diffusion/conduction de la chaleur ; température ; loi de Fourier

**Matériel** : barres chauffantes (barres métalliques + cartouches chauffantes) ; thermomètre : thermistance Pt100

**Mesures** : conductivité thermique de différents matériaux ; pertes dans les barres (refroidissement) : influence de la géométrie

**THERMODYNAMIQUE**



# PENDULES ET INERTIE

**Mots clefs** : oscillateurs harmoniques (ou non) ; oscillations libres et forcées ; moment d'inertie

**Matériel** : pendule simple ; pendule pesant composé ; pendule amorti

**Mesures** : période d'oscillation (mesure du temps) ; amplitudes d'oscillation ; frottements

MÉCANIQUE



# ONDES CENTIMÉTRIQUES ET « OPTIQUE »

**Mots clefs** : ondes électromagnétique : longueur d'onde centimétrique ; polarisation ; réfraction ; interférences ; diffraction

**Matériel** : émetteur : diode Gunn ; récepteur : antenne ; polariseur ; prisme et lentille en paraffine

**Mesures** : longueur d'onde ; interfrange ; loi de la réfraction

**ELECTROMAGNÉTISME**



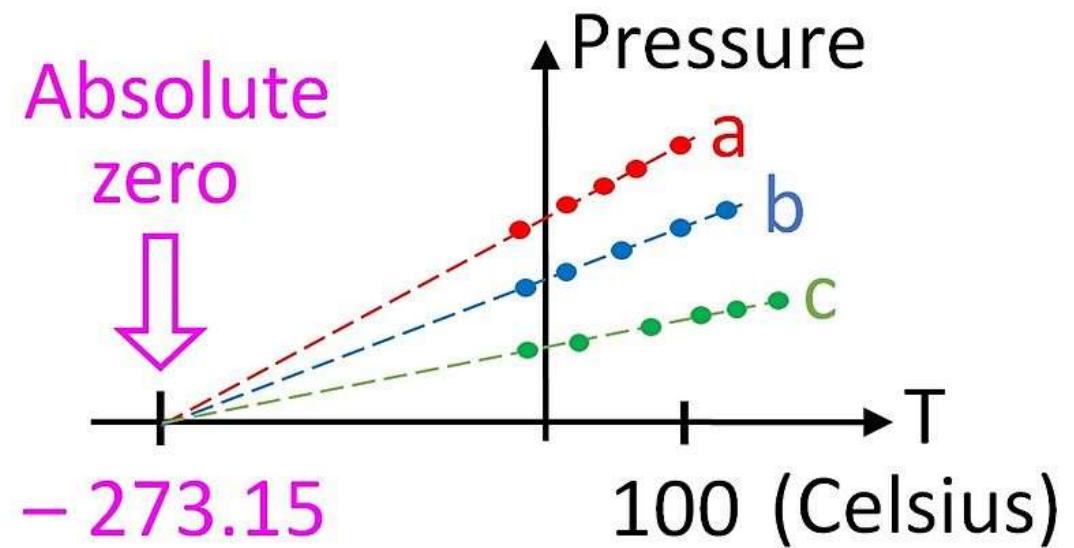
# THERMOMÈTRE A GAZ

**Mots clefs** : échelle de température ; gaz parfait : température et pression ; zéro absolu

**Matériel** : manomètre ; thermomètre ; bain « thermostaté » ; pompe à vide

**Mesures** : pression ; température ; étalonnage thermomètre

**THERMODYNAMIQUE**



# Répartition des sujets

| Tri/quadrinôme   | SUJET  | Salle       |
|--|--|-------------|
| HUGO HENON SAYAH<br>LOUIS LE HELLO<br>MATEO NOBLE                        | <b>SPECKLE /<br/>VELOCIMETRIE LASER</b>                | PhITEM C106 |
| EMMA LIMON BERMEJO<br>MAHEVA LEHMANN CHAUDOT<br>BENJAMIN DEVALLIERE      | <b>HOLOGRAPHIE</b>                                     | PhITEM C107 |
| HUGO ARANEGA<br>ESTEBAN KISSLER<br>AMBRE SOUTOUL                         | <b>RAYONNEMENT IR-VIS,<br/>GES -TYNDALL</b>            | PhITEM C108 |
| TOM LAFOND<br>LAURA OLIVE MADRUENO<br>NINA PROUTIERE<br>ABIGAEL WALMSLEY | <b>EFFET<br/>PHOTOELECTRIQUE</b>                       | PhITEM C109 |
| TIMO SONZOGNI<br>EIJE LERONDEL<br>AISLINN VILLIETTE                      | <b>INGENHOUSZ,<br/>AILETTES DE<br/>REFROIDISSEMENT</b> | PhITEM C118 |
| NICOLAS BARDY<br>ENZO DEBIEUVRE<br>LOUKA LIEUTARD                        | <b>PENDULES ET INERTIE</b>                             | PhITEM C118 |
| MAEL DROZ-VINCENT<br>MARION GAUTHIER<br>LIONEL JOSEPH                    | <b>ONDES<br/>CENTIMÉTRIQUES ET<br/>« OPTIQUE »</b>     | PhITEM C118 |
| BAPTISTE AMACHANTOUX<br>JULIEN DAUZET<br>FELIX KRAIF<br>DANIEL MORELLET  | <b>THERMOMÈTRE A GAZ</b>                               | PhITEM C118 |

Les 2 premières semaines de TP :  
 - sujets en vert : LUNDI  
 - sujets en orange : MARDI