



MOOC

Physique des objets du quotidien

du micro-onde au smartphone

Ulysse Delabre,
Antoine Deblais, Pascale Rallion

Université de Bordeaux, LOMA
MAPI (Mission d'Appui à la Pédagogie et l'Innovation)



Service
Audiovisuel
Multimédia

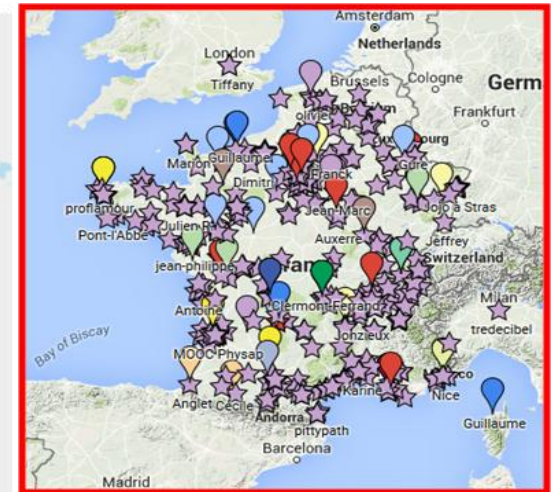
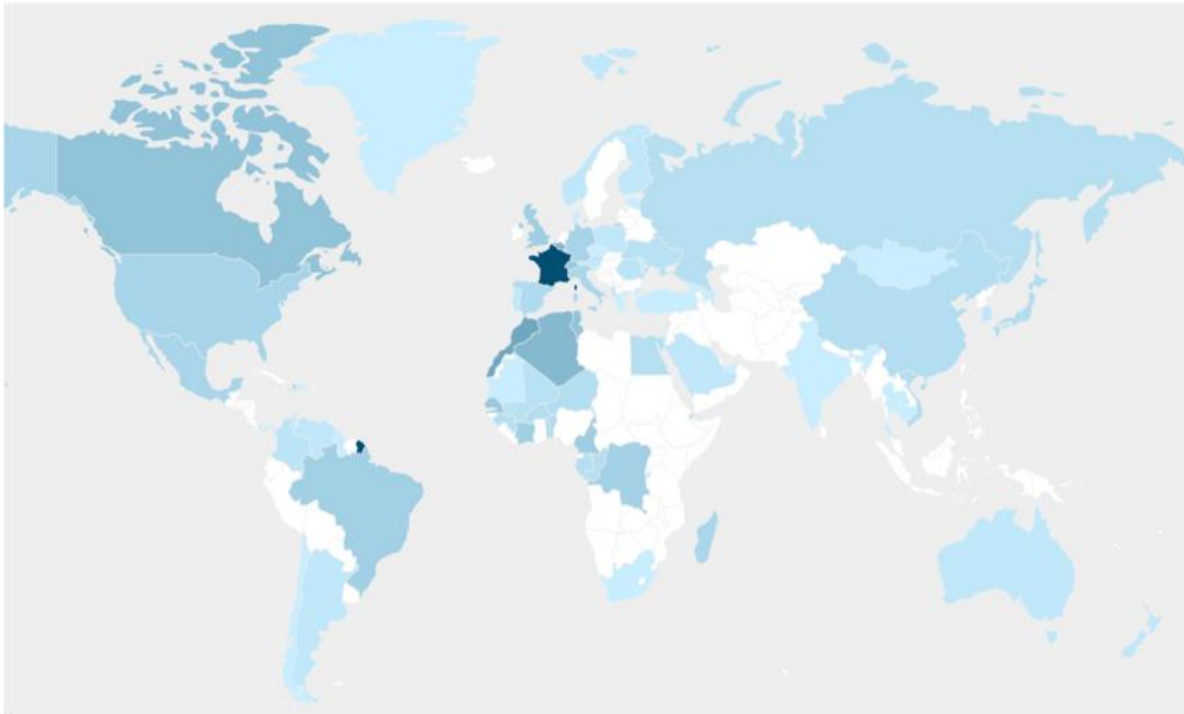


université
de **BORDEAUX** / Unité de formation
de physique

Quelques chiffres clés

→ Cours publié du 23 mars au 20 mai 2016

6260 inscrits issus de 84 pays identifiés



Quelques parallèles entre un MOOC et l'enseignement de la physique dans le supérieur

→ Comment

... enseigner à un public très **hétérogène** ?

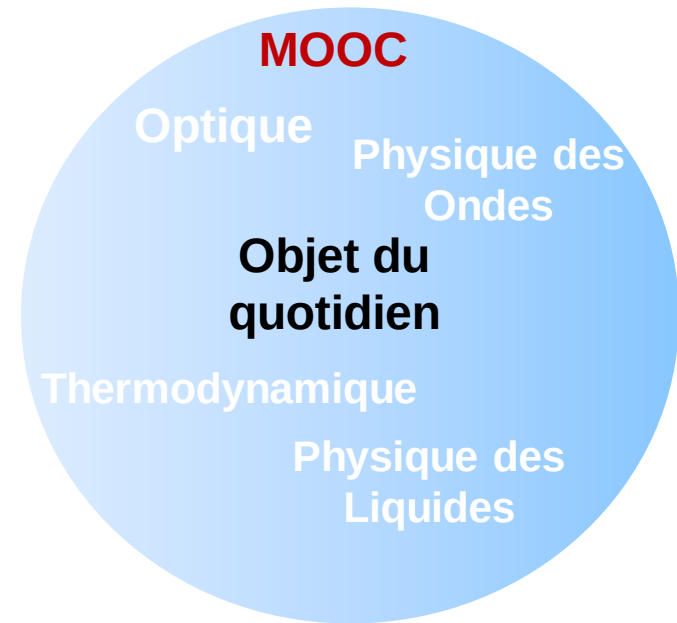
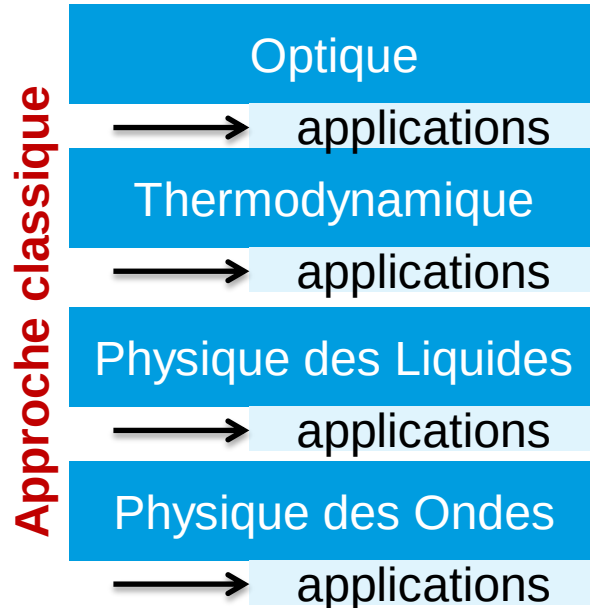
... **introduire la modélisation, la mise en équation** ?

... **réintroduire la physique dans le quotidien des étudiants**
(compréhension théorique et expérimentale) ?

... **présenter la recherche fondamentale** ?

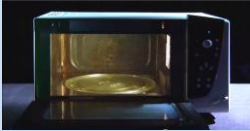
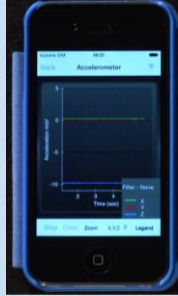
Quelques originalités du projet

→ Une démarche inversée et intégrée : à partir des objets du quotidien

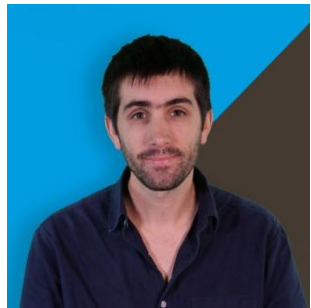


Déroulement :

6 semaines de cours du 23 mars au 20 mai 2016

Semaine	S0	S1	S2	S3	S4	S5
Thème	Introduction et présentation du MOOC	Le four à micro-onde 	Le liquide vaisselle 	Les écrans et afficheurs 	CD/DVD/Blu-ray 	Smartphones 
Thèmes		Onde, Electromagnétisme dans la matière, Transferts thermiques	Tension de surface, Mouillage, Détergence, Bulles de savon, Interférences	Polarisation, Lunette 3D, Biréfringence, Cristaux Liquides	Diffraction, Codage, Thermodynamique de la gravure	Capteurs, Expériences de physique avec un smartphone,

L'équipe pédagogique du MOOC



Ulysse
Delabre



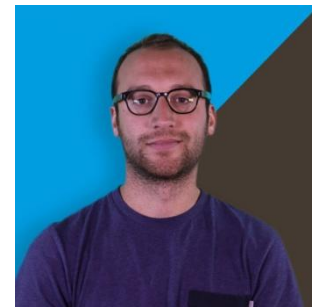
Christine
Grauby-
Heywang



Emmanuel
Abraham



Jean
Oberlé



Antoine
Deblais



Jérôme
Degert



Hamza
Chraïbi



Baptiste
Fabre



Philippe
Barberet

université
de BORDEAUX

Unité de formation
de physique

Avec l'aide de la MAPI

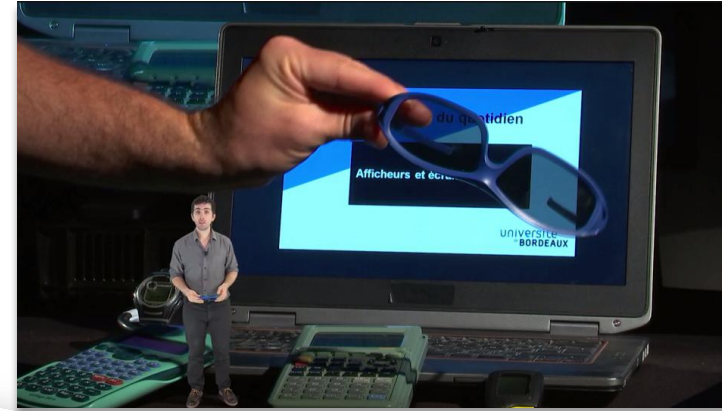


Déroulement :

6 semaines de cours du 23 mars au 20 mai 2016

→ Scénario par semaine :

- teaser vidéo présentant la thématique de la semaine



- vidéos de cours intégrant des expériences de physique filmées et commentées
- quizz, exercices
- forum thématique
- Vidéo réponses aux questions des forums

Trois niveaux proposés sans restriction d'accès !

- 6260 inscrits avec des niveaux très variés : du Bac jusqu'au doctorat
- motivations différentes

 **ESSENTIEL**

 **NIVEAU CONFIRMÉ**

 **NIVEAU EXPERT**

Modélisation



Les vidéos de cours et les Quizz

Université de Bordeaux Physique des objets du quotidien

Rechercher un cours

liquide vaisselle

Retour sur l'expérience du Teaser

I - Les propriétés d'une interface : de l'énergie de surface à la forme des gouttes
Quiz & A vous d'expérimenter

II - Le mouillage d'une goutte sur un solide : du mouillage au pouvoir de détergence
Quiz & A vous d'expérimenter

III - Actions en volume des tensioactifs : bicouche, émulsions et autres structures
Quiz

IV - Les bulles de savon : des couleurs des bulles géantes aux implications pour la biologie
Quiz & A vous d'expérimenter

— Immersion en Laboratoire
Quiz

Forum de la semaine 2 : vos questions !

La conférence expérimentale : Cyclones en bulle

Semaine 3 - Les écrans et afficheurs

NIVEAU CONFIRMÉ

LES PROPRIÉTÉS DES TENSIOACTIFS ET LEURS STRUCTURES EN VOLUME

INFO DE DÉBOGAGE POUR L'ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Monomère (concentration inférieure à la CMC) : répartition entre la solution et l'interface

Micelle (agrégat sphérique) au dessus de la CMC, vue en coupe

Film de Gibbs (adsorption à l'interface)

Small Unilamellar Vesicles (SUV) : $\varnothing = 15-30$ nm

Large Unilamellar Vesicles (LUV) : $\varnothing = 100-200$ nm

Giant Unilamellar Vesicles (GUV) : $\varnothing = 1-10$ μ m

Molécule amphiphile dans l'eau

Télécharger la vidéo : Haute définition (720p) / Standard (512p) / Smartphone (320p)



Semaine 4

1. Supports optiques : réseaux de diffraction

2. Observation en lumière monochromatique

• Rappels de la partie 1 :

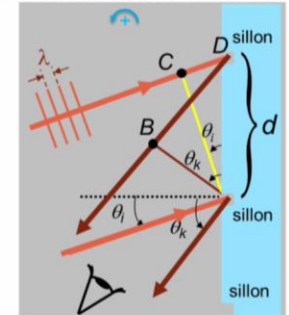
La formule des réseaux permet de connaître la direction des différents ordres de diffraction

Interférences constructives si :

$$\delta = BD + CD = k\lambda$$

$$\begin{cases} BD = d \sin \theta_k \\ CD = d \sin \theta_l \end{cases}$$

$$\sin \theta_k + \sin \theta_l = k \frac{\lambda}{d}$$



(1 point possible)

Question : Pourquoi un disque Bluray, éclairé en incidence normale, ne diffracte pas la lumière ? (plusieurs réponses possibles)



Le fait qu'il y ait des équations vous :

■ aide à comprendre les principes de cours

■ empêche de comprendre les principes de cours

■ semble inutile

■ permet de comprendre comment modéliser les phénomènes de tous les jours et de les prédire

☐ Car en incidence normale, le pas du réseau est plus grand que 1, ce qui rend la loi de diffraction inapplicable.

☐ Car le $\sin(\theta)$ est plus grand que 1, ce qui rend la loi de diffraction inapplicable.

☐ Car le $\sin(\theta)$ est plus grand que 1, ce qui rend la loi de diffraction inapplicable.

☐ Car le pas du réseau est très petit et la loi des réseaux n'est pas définie dans ces conditions.

Question : On place un polariseur sur le chemin d'un faisceau de lumière. Son intensité lumineuse est $I_0 = 1 \text{ kW/m}^2$. On mesure maintenant l'intensité derrière l'analyseur placé avec angle $\theta = \frac{\pi}{4}$ par rapport au polariseur d'entrée. Quelle est l'intensité lumineuse en kW/m^2 mesurée derrière l'analyseur ?

? kW/m^2

AFFICHER LA RÉPONSE

Vous avez utilisé 0 essais sur 2

Un cours intégrant des expériences originales et des vidéos d'immersion en laboratoire

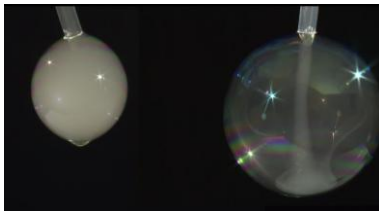
- 87 expériences filmées
- 17 vidéos d'expériences/semaine



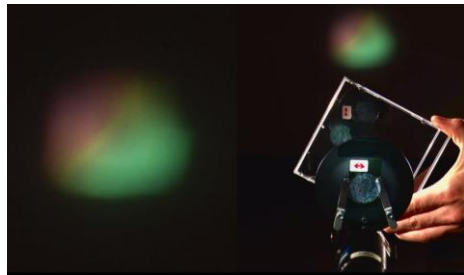
Mesurer la vitesse de la lumière avec du chocolat



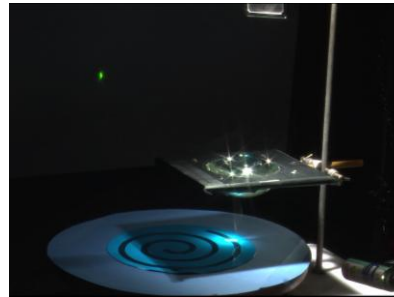
Observer des cellules avec son smartphone



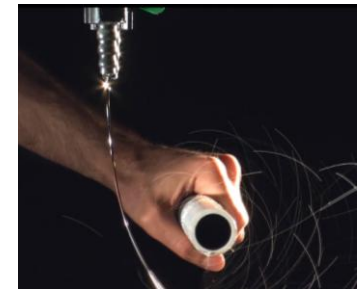
Vidange d'une bulle



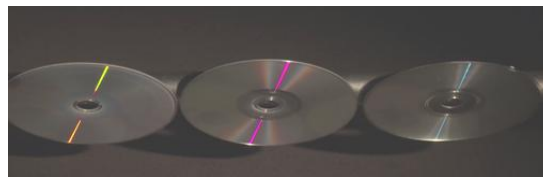
Observer la biréfringence



Gravure d'un CD géant

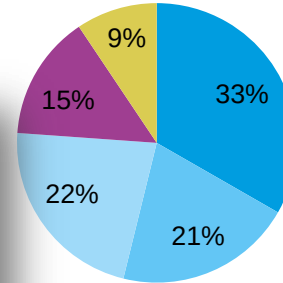


Déviation d'un jet d'eau



*Diffraction CD/DVD
Blu-ray*

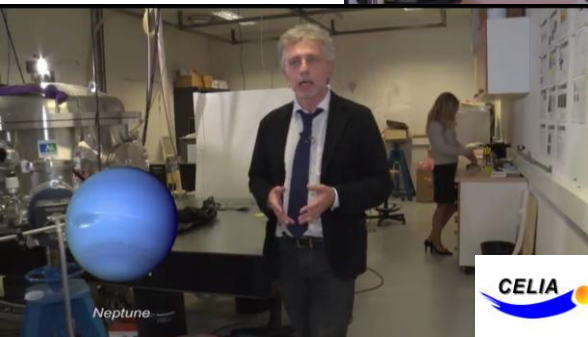
Combien d'expériences présentées dans ce cours connaissiez-vous déjà ?



■ 0
■ 1
■ 2
■ 3
■ 4 ou plus

9 immersions en laboratoire : lien entre physique appliquée et recherche fondamentale

"Les immersions en Labo" est vraiment une très bonne idée et nous montre encore que la connaissance n'a pas de limite. »



Emmanuel Abraham, (Laboratoire LOMA), *Voir l'invisible à l'aide d'impulsions laser ultra-brèves*

Hamid Kellay, (Laboratoire LOMA)
Cyclones en Bulle

Christine Grauby Heywang (LOMA)
La physique au service de la Biologie

Dimitri Batani , (Laboratoire CELIA), *La fusion nucléaire et les secrets du Laser Mégajoule*

Etienne Brasselet, (Laboratoire LOMA), *Faire tourner la lumière avec des cristaux liquides*

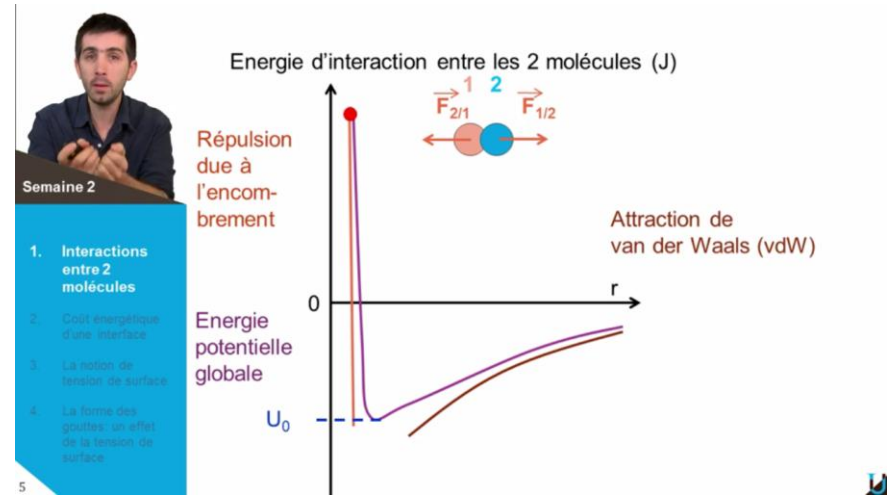
Sarah Fechtenbaum, (Laboratoire LAB), *Etudier la naissance des étoiles grâce à la spectroscopie*

Yannick Petit, (Laboratoire CELIA), *Structuration du verre par laser*

Géraldine Bourda (LAB)
Les systèmes de référence : de la Terre aux confins de l'Univers

Frédéric Perrot (CENBG)
Du neutrino à la datation du vin

L'envers du décor



Pour mieux comprendre l'origine de ces interactions, clic considérons ici deux molécules appelées 1 clic et 2 clic. Clic Ces molécules sont éloignées d'une distance r

Quand les molécules sont très éloignées, le nuage d'électrons de l'une peut agir sur le nuage d'électrons de l'autre molécule. Cela revient à ce que les 2 molécules induisent des moments dipolaires comme nous l'avons vu dans le cas de l'eau à propos du micro onde. Ici c'est un peu la même chose. La molécule 1 crée un champ électrique qui perturbe la molécule 2. L'interaction entre ces deux molécules est alors attractives clic comme l'indique le sens des forces de 1 sur 2 et de 2 sur 1, !. Ces interactions sont appelées les interactions de van der Waals en hommage au physicien néerlandais van der Waals. Clic Dans un graphique qui représente l'énergie d'interaction entre ces deux molécules en fonction de la distance, on peut tracer l'évolution de l'énergie d'interaction. Clic Plus les molécules se rapprochent plus, plus les attractions de van der Waals sont importantes et plus l'énergie baisse. Il est donc favorable pour les molécules de se rapprocher. Clic Cela permet de tracer cette partie de la courbe.

Clic diapo

Des expériences à faire chez soi chaque semaine !

À VOUS D'EXPÉRIMENTER

À VOUS D'EXPÉRIMENTER



Nous vous proposons de tester la loi de Malus avec vos lunettes 3D.

Il vous suffit alors de positionner 2 paires de lunettes 3D à l'envers (comme montré dans la vidéo, attention au sens !).

En tournant l'inclinaison d'une paire par rapport à l'autre vous pouvez tester la loi de Malus : quand les lunettes sont perpendiculaires entre elles (image de droite), la lumière est bloquée ! C'est l'extinction. Quand les lunettes sont parallèles, la lumière passe (image de gauche) !

Pour les plus motivés, vous pouvez même prendre une photo de l'intensité lumineuse transmise avec votre smartphone et mesurer l'intensité lumineuse (avec votre smartphone et une application gratuite Luxmètre par exemple (voir semaine 5) ou avec le logiciel Image J par exemple présenté en semaine 0) en fonction de l'angle entre les deux paires de lunettes ! A vous alors de tracer le graphique de l'intensité lumineuse en fonction de l'angle entre les deux lunettes. Envoyez alors la photo du graphique ! Est ce que la loi de Malus est

À VOUS D'EXPÉRIMENTER



Nous vous proposons ici une belle illustration du théorème de Babinet en observant et en mesurant l'épaisseur d'un cheveu par diffraction !

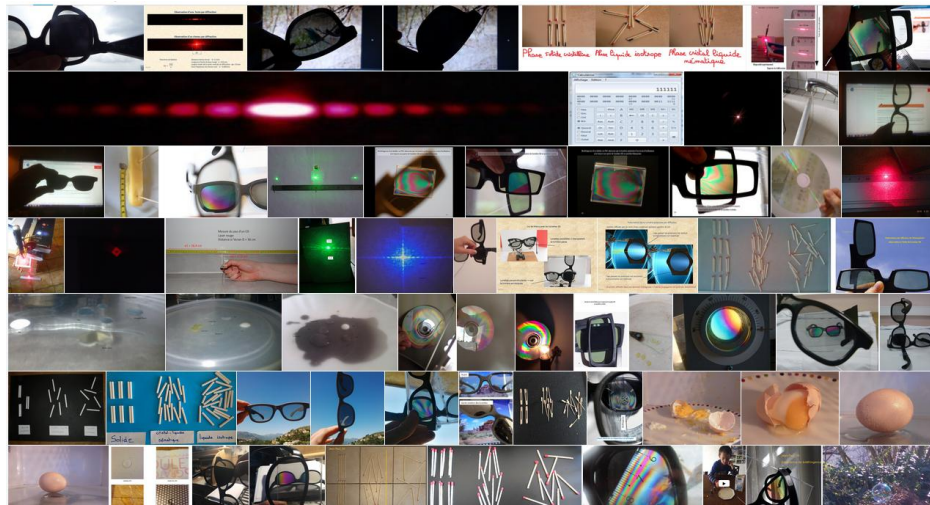
Le cheveu est équivalent pour la diffraction à une fente comme nous venons de le voir.

A vous de positionner votre laser, ensuite accrochez votre cheveu à un support (avec du scotch par exemple) et observez la figure de diffraction sur un mur (situé à 1 m au moins) ! Pour les plus motivés, il est même possible de mesurer la taille du cheveu. C'est le travail qui vous est proposé ci-dessous !

Voici par exemple un support très simple pour maintenir votre cheveu réalisé uniquement avec du papier et du scotch en quelques minutes (le cheveu est au centre verticalement) :



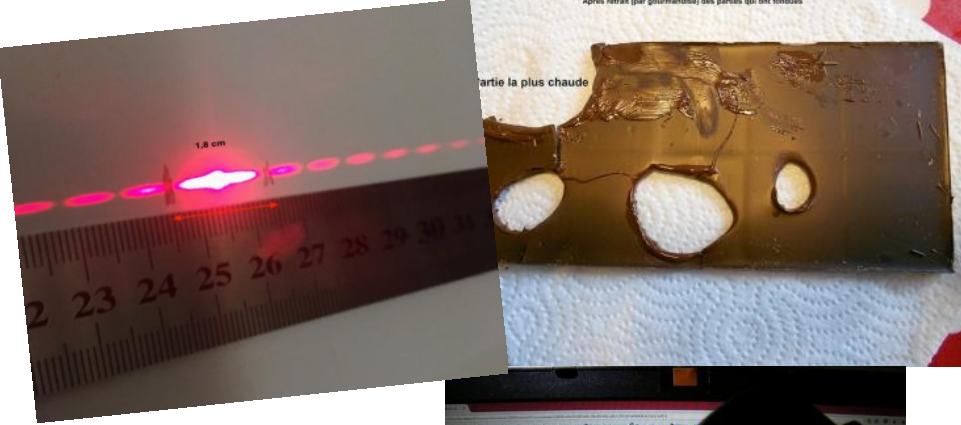
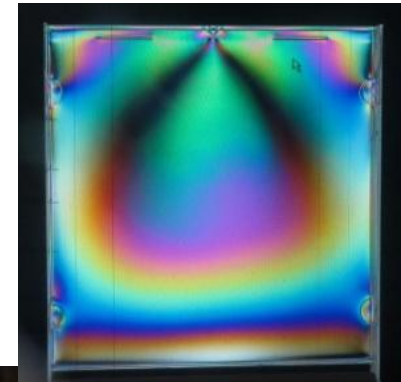
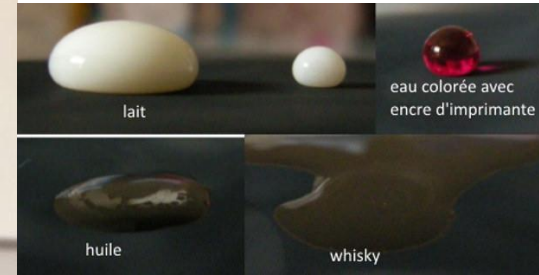
Photos d'expérience publiées sur Flickr



Des expériences à faire chez soi chaque semaine !



À VOUS D'EXPÉRIMENTER



Comment détourner son smartphone pour faire des expériences au quotidien ?

Semaine 5 : Les Smartphones

Expérience préliminaire*

Partie 1 - Les capteurs et outils du smartphone

1- De l'écran de Smartphone à l'écran Retina *

Complément: Mesurer la taille des pixels par diffraction *

2- Tester la polarisation de son Smartphone *

3- L'accéléromètre *

4- Le capteur photographique *

5- Le GPS et la relativité (Complément)

Partie 2- Expériences de physiques avec un Smartphone

1- Analyse de trajectoire *

2- Etude du pendule simple *

3- Résonance d'une bouteille et mesure de la vitesse du son *

4- Phénomène de battement *

5- L'effet Doppler *

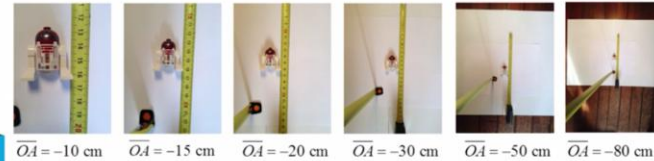
6- Mesurer de la vitesse du son par effet Doppler avec un Smartphone * (Complément)

7- Mesurer la distance focale de son smartphone

8- Transformer son Smartphone en microscope *



Tester la relation de conjugaison



Calcul du grandissement γ

$\gamma = -0,05$ $\gamma = -0,031$ $\gamma = -0,022$ $\gamma = -0,0145$ $\gamma = -0,0085$ $\gamma = -0,0055$

Mesurer la taille d'un cheveu

Calibration avec une règle

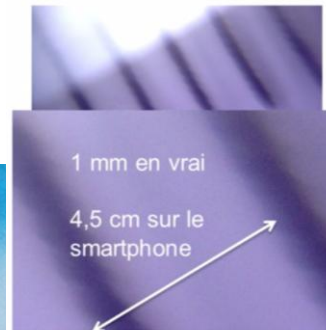


Image d'un cheveu

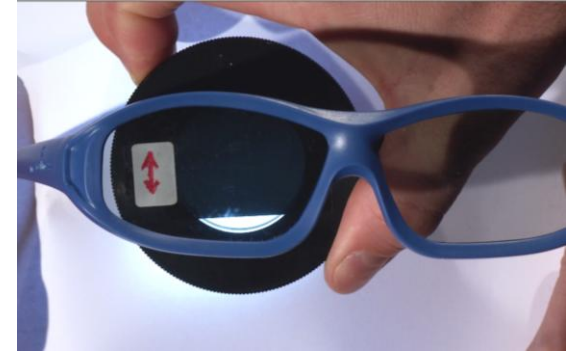


Donc un cheveu mesure environ $d \approx \frac{0,003}{0,045} \times 1 \text{ mm} = 0,0667 \text{ mm} \approx 67 \mu\text{m}$

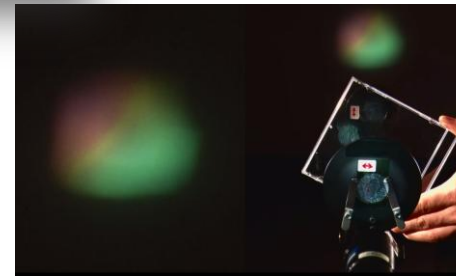
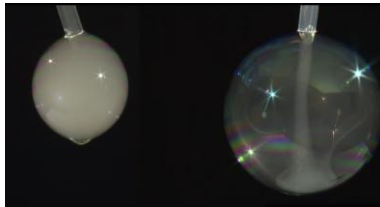
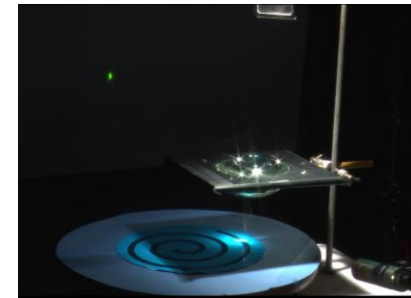
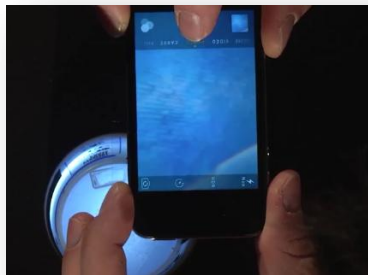


Conclusions

- Un cours qui a permis de (ré)-introduire la physique dans le quotidien
- Plusieurs expériences simples à refaire chez soi pour les étudiants !
- Création d'une vidéothèque d'expériences



Pour être informé : moocphysique@u-bordeaux.fr



« Bonjour, On en devient accro comme les séries américaines qui sortent 24 h après les U.S ! On essaie de se dégager du temps pour avancer, faire les expériences, se creuser les méninges pour les calculs théoriques (ardus mais pas rebutants). Bref, c'est un super MOOC, tout est à garder ! Une évaluation aurait pu se faire pour avoir un petit diplôme ! »

« Un grand merci à l'équipe pour tout ce travail ! J'ai appris et compris beaucoup de choses grâce à ce MOOC qui a éveillé ma curiosité. On en redemande de la physique des objets du quotidien si bien expliquée et présentée. À bientôt j'espère. »

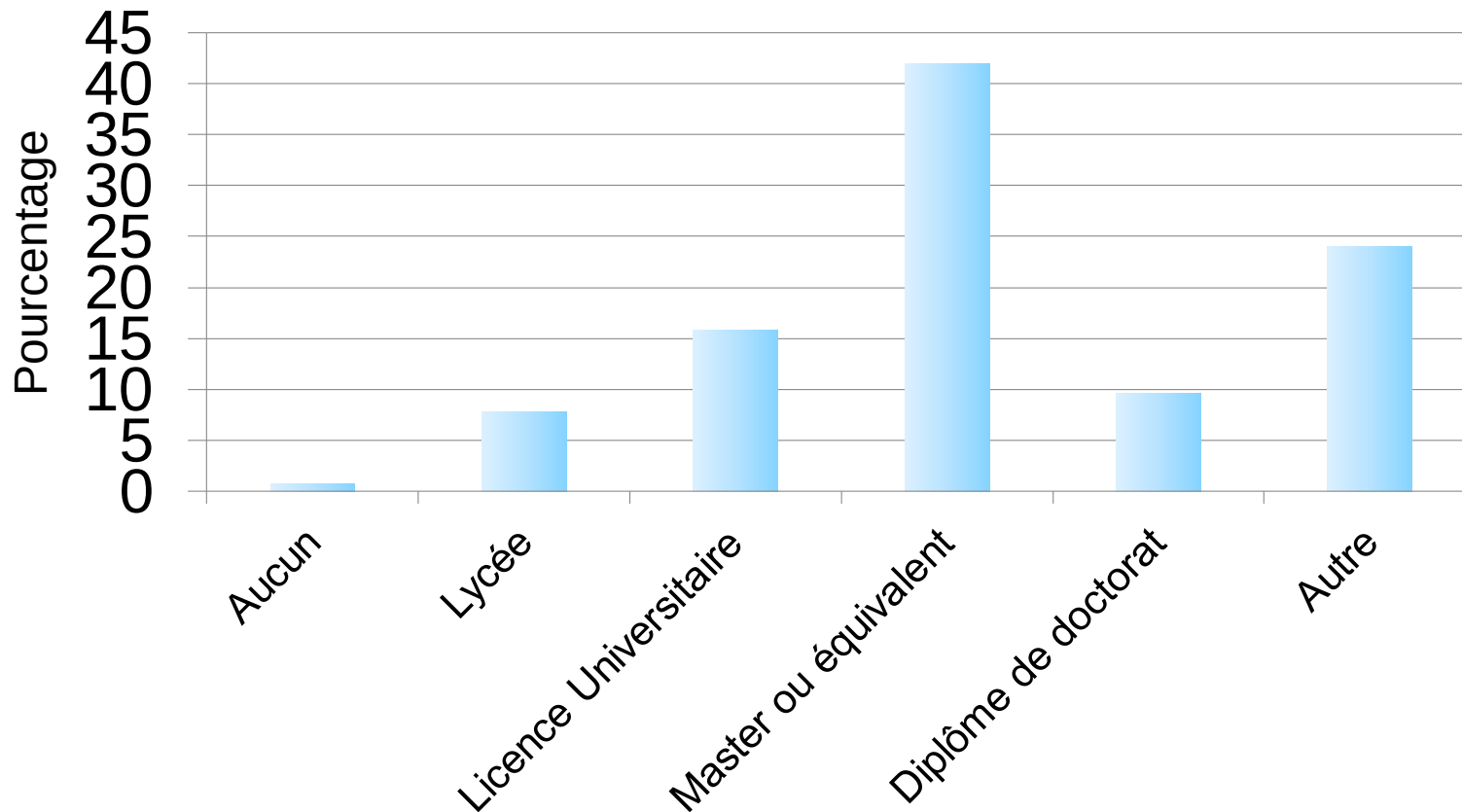
« Bravo et merci pour ce très beau MOOC : très sympa, très suggestif, très pédagogique, pouvant être intéressant à plusieurs niveaux d'apprentissage et dans divers domaines de la physique. »

« L'ingéniosité que vous avez déployée pour concevoir des expériences toutes plus étonnantes les unes que les autres est à la mesure des efforts que vous nous avez demandé pour les faire et pour essayer de résoudre au mieux tous les problèmes techniques. J'ai passé énormément de temps sur tous les aspects de ce MOOC : expériences et résolution des Quiz, afin d'en comprendre un maximum. Et c'est avec grand plaisir que je me suis acquitté de la résolution de la plupart des problèmes. »

« J'espère que vous avez plein d'autres idées à la fois objets du quotidien et Ondes et matières ! C'était vraiment de bons moments pour mieux comprendre, appliquer , modéliser (ça me paraît toujours une performance), et s'amuser. »

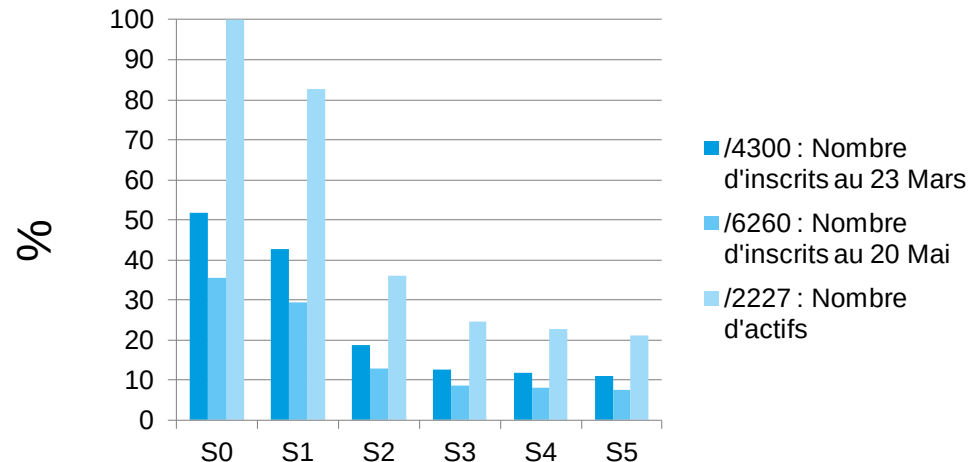
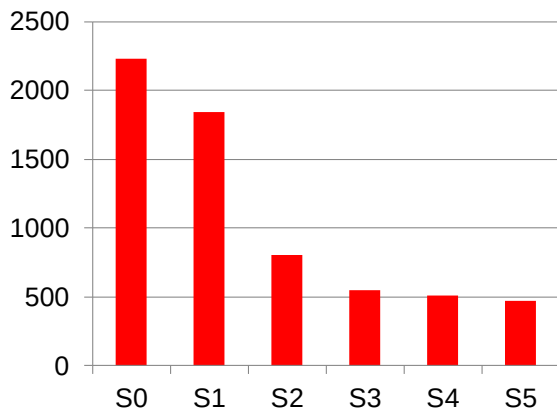
Qui sont les apprenants ?

- **Répartition des apprenants par niveau d'études**
(Unité : nombre de personnes)

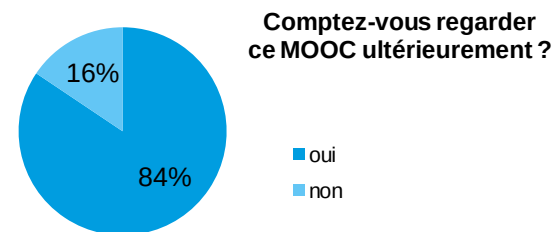
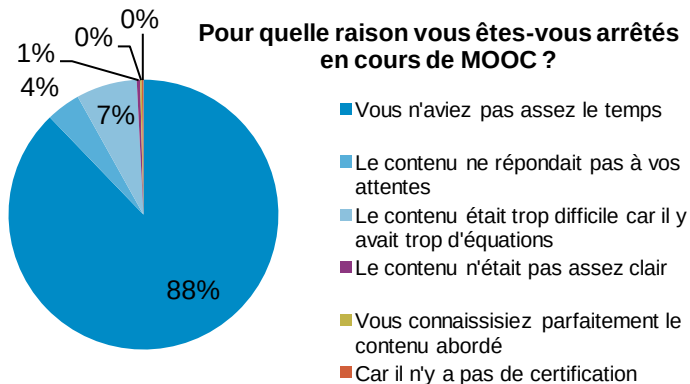


Activités des apprenants

→ Bilan quantitatif des activités proposées :



Pour obtenir une attestation de suivi avec succès : 50 % du niveau Essentiel
453 attestations délivrées



Retours sur les différentes semaines liées à l'optique

Semaine 3 : Les Ecrans et Afficheurs

Expérience préliminaire *

Partie 1- La polarisation de la lumière

- 1- Qu'est ce que la lumière ?
- 2- Nature vectorielle de la lumière
- 3- Production d'une lumière polarisée *
- 4- La loi de Malus *
- 5- Les lunettes 3D *

Partie 2- Optique anisotrope

- 1- Les milieux uniaxes
- 2- Les déphaseurs
- 3- Les lames d'ondes *
- 4- Conclusion

Partie 3- Les cristaux Liquides

- 1- Structure et transition de phase *
- 2- Action du cristal liquide sur la lumière polarisée *
- 3- Créer un pixel: le contrôle électrique *

Partie 4- Compléments:

- 1- Les afficheurs rétro éclairés : calculatrice *
- 2- La technologie IPS
- 3- Faire un écran opaque contrôlable

À VOUS D'EXPÉRIMENTER

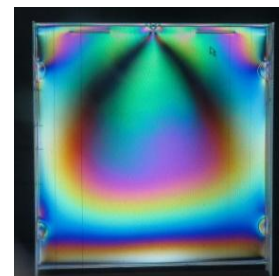


Nous vous proposons de tester la loi de Malus avec vos lunettes 3D.

Il vous suffit alors de positionner 2 paires de lunettes 3D à l'envers (comme montré dans la vidéo, attention au sens !).

En tournant l'inclinaison d'une paire par rapport à l'autre vous pouvez tester la loi de Malus : quand les lunettes sont perpendiculaires entre elles (image de droite), la lumière est bloquée ! C'est l'extinction. Quand les lunettes sont parallèles, la lumière passe (image de gauche) !

Pour les plus motivés, vous pouvez même prendre une photo de l'intensité lumineuse transmise avec votre smartphone et mesurez l'intensité lumineuse (avec votre smartphone et une application gratuite Luxmètre par exemple (voir semaine 5) ou avec le logiciel Image J par exemple présenté en semaine 0) en fonction de l'angle entre les deux paires de lunettes ! A vous alors de tracer le graphique de l'intensité lumineuse en fonction de l'angle entre les deux lunettes. Envoyez alors la photo du graphique ! Est ce que la loi de Malus est



À VOUS D'EXPÉRIMENTER

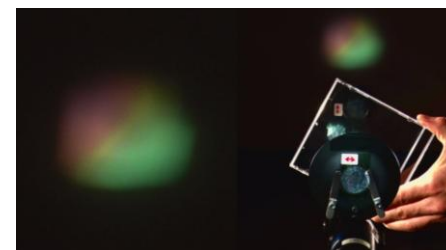


A vous de tester la polarisation de la lumière polarisée par diffusion.

Prenez vos lunettes 3D (dans le bon sens !) ou un polariseur d'appareil photographique et prenez des photos selon les deux directions de polarisations du ciel bleu. Il faudra alors vous placer correctement par rapport à la direction du soleil.

Vous pouvez aussi refaire l'expérience chez vous de la lumière diffusée par un verre d'eau contenant quelques gouttes de lait !

N'oubliez pas d'envoyer vos photos sur la galerie du MOOC par mail à l'adresse suivante get90others@photos.flickr.com ! Indiquez le titre de votre photo dans l'objet du message (ex : "Polarisation du ciel par (votre nom)") et indiquez dans le corps message, les détails de l'expérience (ex : "lieu



Immersion en laboratoire

Thème 1 : **Faire tourner la lumière avec les cristaux liquides,**
E. Brasselet , LOMA

Thème 2 : **La fusion nucléaire et les secrets du Laser Mégajoule,**
D. Batani, CELIA