

Objets diffusants

Défi scientifique

Physique / Lumière

Cycle 3 - Cycle 4

Durée du défi	40/55 minutes
Matériel	Téléphone ou tablette avec l'application Fizziq, lampe torche, gilet équipé de bande retro-réfléchissante, vêtement clair, vêtement sombre
Phénomènes ou notions approchés	Source de lumière Objets diffusants Propagation de la lumière
Lexique	Eclairage, lux, luminance, objet diffusant, source de lumière

Défi lancé aux élèves

« Pourquoi est-il conseillé de porter un gilet équipé de bande rétro réfléchissantes (gilet jaune) lorsque l'on circule à vélo le soir alors que dans le noir on ne le voit pas plus qu'un manteau sombre ou qu'un manteau clair ? »
« Tu devras, avec tes camarades, en faire un compte rendu clair, photos, explications et mesures à l'appui. »

Une fois le défi lancé, vous pouvez laisser une dizaine de minutes aux élèves pour qu'ils explorent l'application (individuellement ou en groupe selon le nombre de téléphones ou tablettes à disposition), découvrent et choisissent les capteurs qui leur semblent pertinents d'utiliser.

Vous pourrez aussi reformuler le défi sous forme plus « guidée » en ajoutant la question suivante :
« Quel vêtement diffuse le mieux la lumière ? »

Des prolongements sont proposés pour travailler sur la propagation rectiligne de la lumière

Prérequis éventuels

La durée de ce défi dépendra de la maîtrise de l'application par les élèves. Si c'est la première fois qu'ils l'utilisent, il serait utile de leur présenter l'application et les différentes possibilités qu'elle offre. Vous retrouverez ces informations ci-dessous.

Les élèves peuvent avoir été sensibilisés ou non à la notion de source primaire de lumière et d'objets diffusants. Ce défi peut être à l'origine de l'étude de ces notions et peut être étayé par des apports documentaires.

Remarques techniques :

- Les indications sur les appareils de mesure se retrouvent également directement dans l'application quand on ouvre un appareil de mesure en allant dans le « i » (en haut à droite de l'écran).
- L'application étant toujours en développement, de nouveaux appareils de mesures vont être développés, vous retrouverez donc les informations concernant ces outils dans l'application directement.

Aides

Ces aides sont à destination des enseignants ou des élèves.

Vous pouvez envisager différentes manières de vous en servir :

- Les « lire » aux élèves (en les reformulant éventuellement) au fur et à mesure de leur expérimentation.
- Les imprimer, les découper et les distribuer selon le besoin (par groupe par exemple).

Liens vers quelques sites utiles et notice

- <https://www.fondation-lamap.org/fr/fizziq> : Vous retrouverez ici les différents documents pédagogiques proposés en lien avec l'utilisation de l'application FizziQ, notamment des défis pour les élèves que vous pouvez adapter en fonction de vos objectifs et de vos classes
- <https://www.fizziq.org/>: Vous y retrouverez notamment des protocoles donc vous pouvez vous inspirer pour créer vos propres protocoles
- <https://www.youtube.com/channel/UCa3FIR94qwb3iaohwjGzchw/featured> : Vous y trouverez des vidéos de moins de 2 min chacune permettant une prise en main rapide de l'application.

Vous trouverez ci-dessous les informations concernant les mesures réalisables dans le cadre de ce défi avec le capteur "luxmètre" des tablettes ou téléphones. Le niveau d'explication que vous trouverez ici est plutôt adapté à des adultes souhaitant comprendre la manière dont les capteurs fonctionnent. Pour les élèves, le choix peut être de les laisser explorer les différents outils et appareils de mesure si vous en avez le temps. Leur rapidité de prise en main dépendra de la connaissance qu'ils ont de l'application (si Fizziq a déjà été utilisée au cours d'un autre moment de classe).

Outil : le luxmètre – mesure de l'éclairement.

Le luxmètre mesure l'éclairement reçu uniformément par une surface. Son unité est le lux (lx). Un lux correspond à l'éclairement d'une surface qui reçoit un flux lumineux d'un lumen par mètre carré.

Remarque

Le luxmètre est un capteur situé au niveau de la caméra frontale de la plupart des portables. Il est donc parfois plus complexe de réaliser la mesure désirée, le capteur étant situé face à l'utilisateur utilisant le smartphone.

Précision

La fréquence de mise à jour des données dépend des capteurs du portable utilisé et est, en général supérieure à 10 hertz, soit 10 données prise par seconde. Les luxmètres de nos appareils (smartphones ou tablettes) ne sont pas des appareils de précision. Ils ne donnent pas une valeur précise de l'éclairement mais nous permettent tout de même de quantifier grossièrement des éclaircissements et de mesurer, comme dans le cas présent, des variations. Il est donc nécessaire d'utiliser des sources lumineuses relativement puissante (lampe torche ou smartphone avec luminosité réglée au maximum dans le cas de la réflexion sur le tissu).

Outil : Caméra – mesure de la luminance.

La caméra des smartphones permet de calculer la luminance du flux lumineux qui est reflété par les objets qui sont dans son champ. La luminance est proportionnelle à l'intensité lumineuse mais ne tient pas compte de la surface de la source lumineuse. C'est le ressenti visuel de l'intensité lumineuse.

Remarque

La luminance globale calcule la luminance moyenne de tous les pixels de l'image capturée par la caméra. La luminance ponctuelle calcule la luminance des pixels centraux de l'image capturée par la caméra. Dans Fizziq, la luminance est calculée comme la moyenne des composants rouge, vert et bleu détectés par la caméra du smartphone sur l'ensemble de l'image et rapportée à la valeur de calibration.

Précision

La fréquence de mise à jour des données dépend des capteurs du portable utilisé et est, en général supérieure à 10 hertz, soit 10 données prise par seconde. Attention, les smartphones ajustent constamment les capteurs de luminosité pour que l'image soit la meilleure possible, il est donc nécessaire de calibrer l'instrument, ce qui permet de fixer la paramètres d'acquisition de l'image et donc de pouvoir la luminance observée par rapport à la luminance initiale.

Réalisation du défi

Avant de répondre au défi....

Selon la méthode choisie par les élèves : éclaircissement ou luminance, demandez aux élèves de chercher où se trouve le capteur utilisé et de trouver un moyen simple de vérifier qu'il se situe bien à l'endroit envisagé.

Pour cela il « suffit » de cacher le capteur (caméra frontale ou caméra du smartphone) et d'observer des variations selon la lumière reçue par l'appareil.

Une fois qu'ils ont compris quel capteur était sensible aux variations, vous pouvez leur faire prendre conscience de l'importance de rechercher la position du capteur avant de commencer toute mesure, afin de ne pas fausser les résultats (en obstruant la caméra par exemple...)

Points d'attention

- Il est intéressant d'interroger les élèves sur les choix réalisés et les conclusions à dégager de ces différentes manières de procéder.

- Les élèves devront manipuler ici dans le noir ou dans une pièce plongée dans la pénombre pour éviter les perturbations liées à d'autres sources lumineuses. Attention à la luminosité des écrans lors de la mesure de l'éclairement.
- Il est nécessaire de sensibiliser les élèves au fait que les mesures réalisées doivent être réalisées dans des conditions expérimentales similaires : même lampe torche employée pour chaque mesure, même distance entre le vêtement et le capteur ...
- Les élèves mesurant l'éclairement devront veiller à se trouver à une distance constante au fil des mesures réalisées pour que les valeurs d'éclairement obtenues selon le vêtement soient comparables. Le fait que cette mesure nécessite l'utilisation de la caméra frontale, complique les manipulations car les élèves ne peuvent simultanément mesurer et visualiser les résultats. Il faudra donc veiller à protéger les smartphones ou tablettes pour éviter les chutes de matériel car de nombreuses manipulations du matériel seront certainement nécessaires
- La luminance ponctuelle est un choix à privilégier par rapport à la luminance moyenne. En effet, il sera plus simple pour les élèves de cibler un endroit précis du vêtement et de mesurer le flux lumineux reflété par le vêtement. Si la luminance moyenne est choisie, il faudra veiller à ce que la caméra ne capture bien que le vêtement et qu'il n'y ait pas de débordements sur d'autres éléments : mur, table, chaise...

Utilisation du luxmètre pour mesure de l'éclairement.

Avantage

Pas de nécessité de calibrer l'appareil.

Les valeurs obtenues ont pour unité le lux, la grandeur n'est pas ici rapportée à un pourcentage lié à l'étalonnage du capteur.

Exemples de mesures



Captures d'écrans du cahier d'expérience de l'application Fizziq.

Eclairement (lux) - 1/12/2020 - 15h0mn27			
1 :	0.00 s		5.6 lux
2 :	8.4 s	Habit sombre	5.6 lux
3 :	14.0 s	Habit clair	62.7 lux
4 :	19.9 s	Gilet jaune	300 lux

Partie du document PDF généré à partir du cahier d'expérience.

Ces mesures ont été réalisées dans le noir en éclairant le tissu à l'aide d'une lampe torche et en plaçant le luxmètre à une quinzaine de centimètres du tissu étudié.

On remarque aisément que l'éclairement de la lumière diffusé par les différents vêtements capturé par le luxmètre est supérieur pour le gilet jaune et qu'elle s'atténue si les vêtements sont sombres. On en conclut donc trivialement que le gilet jaune est un meilleur objet diffusant par rapport aux autres vêtements testés.

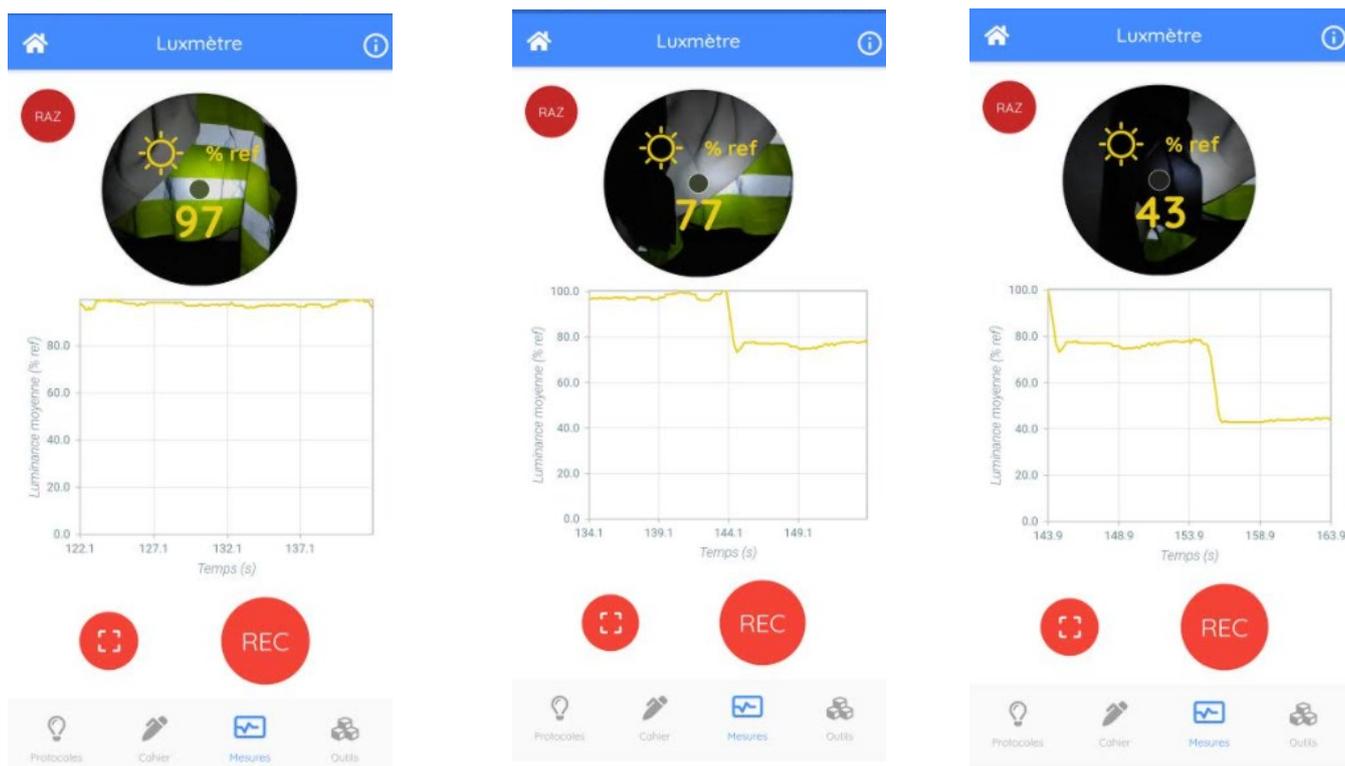
Utilisation du luxmètre pour mesure de la luminance ponctuelle.

Avantage

Très simple à mettre en œuvre.

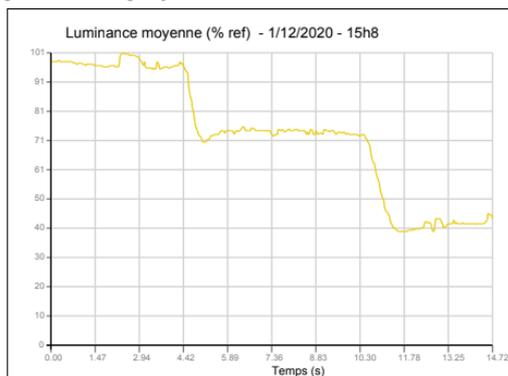
Le calibrage permet de réaliser une comparaison directe de la luminance entre les différents tissus testés.

Exemples de mesures

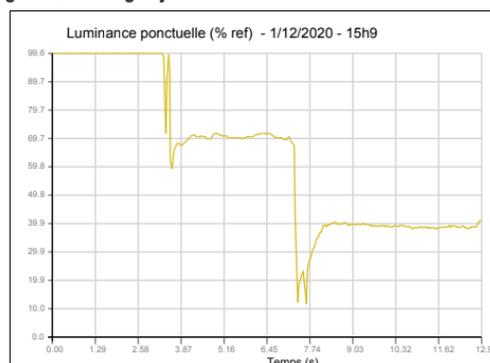


Capture d'écran des différentes mesures réalisées.

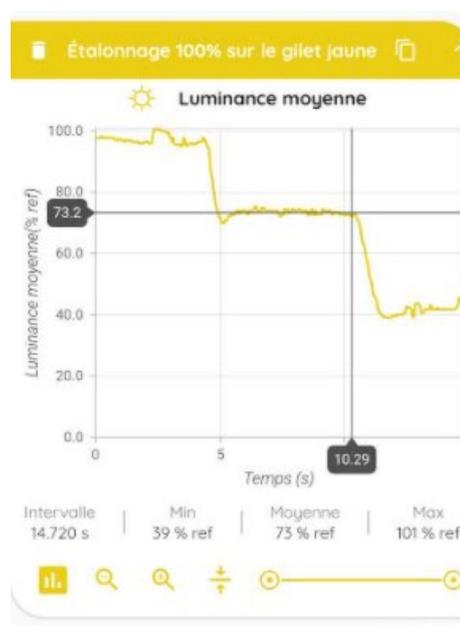
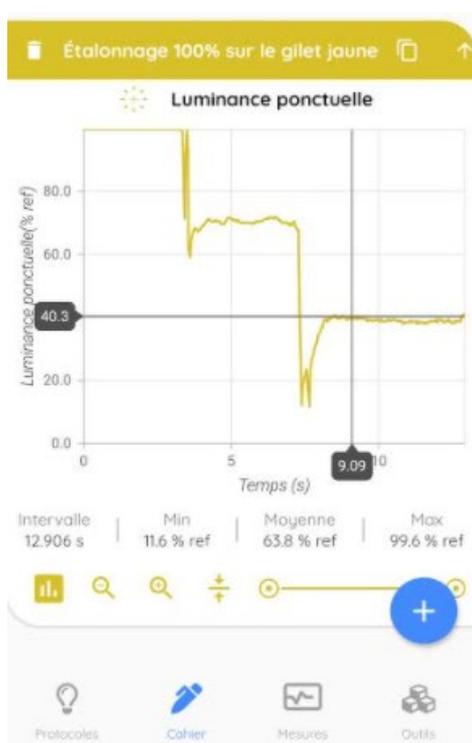
Étalonnage 100% sur le gilet jaune



Étalonnage 100% sur le gilet jaune



Partie du document PDF généré à partir du cahier d'expérience.



Captures d'écrans du cahier d'expérience de l'application Fizziq.

Ces mesures ont été réalisées dans le noir en éclairant le tissu à l'aide d'une lampe torche et en plaçant la caméra de l'appareil à une trentaine de centimètres des tissus testés.

Le calibrage a été réalisé en prenant pour luminance de référence la luminance des bandes rétro réfléchissantes du gilet jaune puis en balayant les différents tissus testés.

Le calibrage ayant été fait sur le gilet jaune, il est normal que la luminance détectée soit approximativement de 100%. On remarque aisément que la luminance décroît lorsque l'on éclaire le vêtement clair puis le vêtement sombre et donc que le gilet équipé de bande rétro réfléchissante est un meilleur objet diffusant que les autres vêtements.

Remarques :

La prise en main de l'application FizziQ est très intuitive. Sur les différentes captures d'écran de l'application, vous voyez que l'on peut soit enregistrer de manière continue des données ou réaliser des mesures ponctuelles. L'élève peut ensuite, à l'aide de curseur en dessous des graphiques enregistrés, changer la plage d'observation en changeant les minimum et maximum sur les axes. Cela permet de ne garder que la partie des mesures qui nous intéresse pour conclure. Où même tracer directement des graphiques à partir de données prises ponctuellement comme nous l'avons réalisé pour l'éclairiment.

Les élèves peuvent ensuite envoyer leur compte rendu (le cahier d'expérience) par l'outil de leur choix en créant un document pdf. Ils peuvent auparavant y ajouter une photo de leur protocole d'expérience, des commentaires et des conclusions. Ils peuvent également renommer tous les graphiques par un simple « clic » sur la partie à modifier.

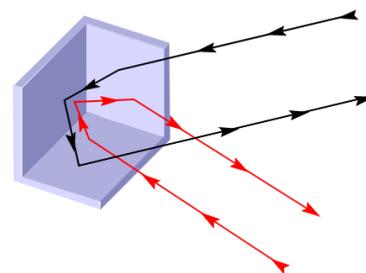
A retenir :

Les sources primaires de lumière sont des objets qui produisent la lumière qu'ils émettent. Les objets diffusants sont des objets qui reçoivent la lumière préalablement puis la dispersent dans toutes les directions. Ils diffusent la lumière.

Certains objets transmettent, d'autres absorbent et d'autres diffusent la lumière. Dans la majorité des cas, les 3 phénomènes ont lieu mais si une grande partie de la lumière est absorbée, l'objet ne peut diffuser qu'une petite partie de la lumière restante.

Prolongements possible :

- Où faut-il se trouver par rapport à la source primaire pour que les bandes rétro réfléchissantes soient le plus efficace possible ?
- Travail sur le fonctionnement des dispositifs rétro réfléchissant et de la présence de catadioptré. Les catadioptrés étant des demi-cubes réfléchissants faits de miroirs tous agencés côte à côte. Etant donné que les miroirs sont disposés à 90° les rayons incidents sont réfléchis sur les surfaces du demi-cube et sont renvoyés vers la source de lumière.
- Lien entre la couleur de l'objet et la lumière qu'il reçoit et absorbe ou diffuse.
- Etude de la propagation de la lumière en travaillant sur le déplacement d'une source de lumière et donc passage d'une zone d'ombre à une zone éclairée selon la position de la source par rapport à l'instrument de mesure.
- Etude possible en lien avec la sensibilisation à la sécurité routière et aux risques liées aux pratiques de nos élèves sur les espaces routiers.



Programmes cycle 4

Signaux pour observer et communiquer :

Associer l'émission et l'absorption d'un rayonnement à un transfert d'énergie.

- Rayonnement émis par un objet.
- Absorption d'un rayonnement par un objet.

Distinguer une source primaire (objet lumineux) d'un objet diffusant.

Exploiter expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux.

Auteur

Antoine HUPELIER

Remerciements

Aline CHAILLOU, Christophe CHAZOT

En partenariat avec Trapeze.digital



Date de publication

Décembre 2020

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75 006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

