

LIVRET PEDAGOGIQUE

VILLES DE NUIT



SCIENCE CITOYENNE

**PROJET POUR IDENTIFIER
LES SOURCES DE
POLLUTION LUMINEUSE**

LIVRET D'APPRENTISSAGE VILLES DE NUIT

Auteurs:

**Lucía García Sánchez-Carnerero
Alejandro Sánchez de Miguel**

Mise en page:

Daniel Lisbona Rubira

Edition:

Miguel Ángel Queiruga Dios

Traduit de l'anglais par:

Jean-Yves Soetinck

Cette unité pédagogique est partagée
par les sites web:

<https://ibercivis.es>

<https://ciencia-ciudadana.es>

Référence Editeur

ISBN: 978-84-15575-12-2

Publié sous licence CC BY-SA 4.0 ES

SCIENCE CITOYENNE PROJET POUR IDENTIFIER LES SOURCES DE POLLUTION LUMINEUSE

Dans cette unité pédagogique vous trouverez:

- **Support pédagogique du professeur**
- **Livret d'activités étudiant**



VILLES DE NUIT

SOMMAIRE

Introduction - page 1

1.- Objectifs d'apprentissage - page 2

2.- La pollution lumineuse - page 4

**3.- Proposition éducative de l'action
citoyen-Scientifiques** - page 5

**4.- Education scientifique et inclusive dans
les écoles** - page 6

**5.- Mise en Œuvre du projet et
méthodologie** - page 7

Annexes : **Solutions aux activités
proposées** - page 8



**VILLES DE NUIT
SUPPORTS
PÉDAGOGIQUES**

PROJET DE CITOYENS SCIENTIFIQUES POUR LOCALISER LES SOURCES DE POLLUTION LUMINEUSE

INTRODUCTION

Ce plan de cours doit être utilisé dans la classe des élèves de 12 et 13 ans et vise à éduquer ses utilisateurs sur le thème de la pollution lumineuse. En plus d'une prise de conscience, les étudiants seront initiés au projet de science citoyenne Villes de Nuit, grâce auquel ils apprendront à localiser les sources de pollution lumineuse et comment contribuer à la science en tant que citoyen scientifique.

<https://citiesatnight.org/>

Les pages suivantes traiteront : lumière artificielle la nuit en général, différents types de pollution lumineuse, leurs effets négatifs ainsi que le moyen le plus efficace d'installer les sources d'éclairage de manière à minimiser tout impact négatif.

Le projet Villes de Nuit avec ses objectifs et sa relation avec la science citoyenne sont expliqués durant le cours. La théorie est accompagnée d'activités suggérées adaptées au niveau des étudiants. En outre, le document contient des liens Internet vers d'autres informations intéressantes pour les étudiants et les enseignants.

Avec cette unité, les auteurs ont l'intention de rassembler des contenus qui peuvent être mis en œuvre en classe, et qui peuvent servir de guide pour que les étudiants et les enseignants puissent participer à ce projet de science citoyenne.

Pour qu'un projet de science citoyenne puisse accroître la contribution des chercheurs, il faut que les diffuseurs et un large éventail de bénévoles participent. La participation des étudiants et des enseignants contribuera directement à l'étude de la pollution lumineuse.

1

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les principaux objectifs de ce texte sont énumérés ci-dessous :

- Promouvoir la sensibilisation à l'environnement en soulignant l'importance d'un éclairage artificiel de qualité la nuit ainsi que l'impact de la lumière artificielle la nuit sur tous les êtres vivants et en soulignant la nécessité de préserver les régions sans pollution lumineuse.
- Promouvoir la coopération en appréciant l'élaboration d'un projet avec la participation de tous ses partenaires.
- Promouvoir la conscience citoyenne et la responsabilité sociale en évaluant l'importance des actions individuelles dans le développement d'un projet environnemental mondial.
- Développer les compétences scientifiques en participant à un véritable projet scientifique.
- Faire comprendre les principales sources de pollution lumineuse, ainsi que les mécanismes permettant d'éviter la pollution lumineuse.
- Sensibiliser aux effets négatifs de la lumière artificielle sur la santé humaine.
- Familiariser les étudiants et les enseignants avec le concept de la science citoyenne et sensibiliser la population à l'importance de la science citoyenne en tant qu'outil de transformation de la société.

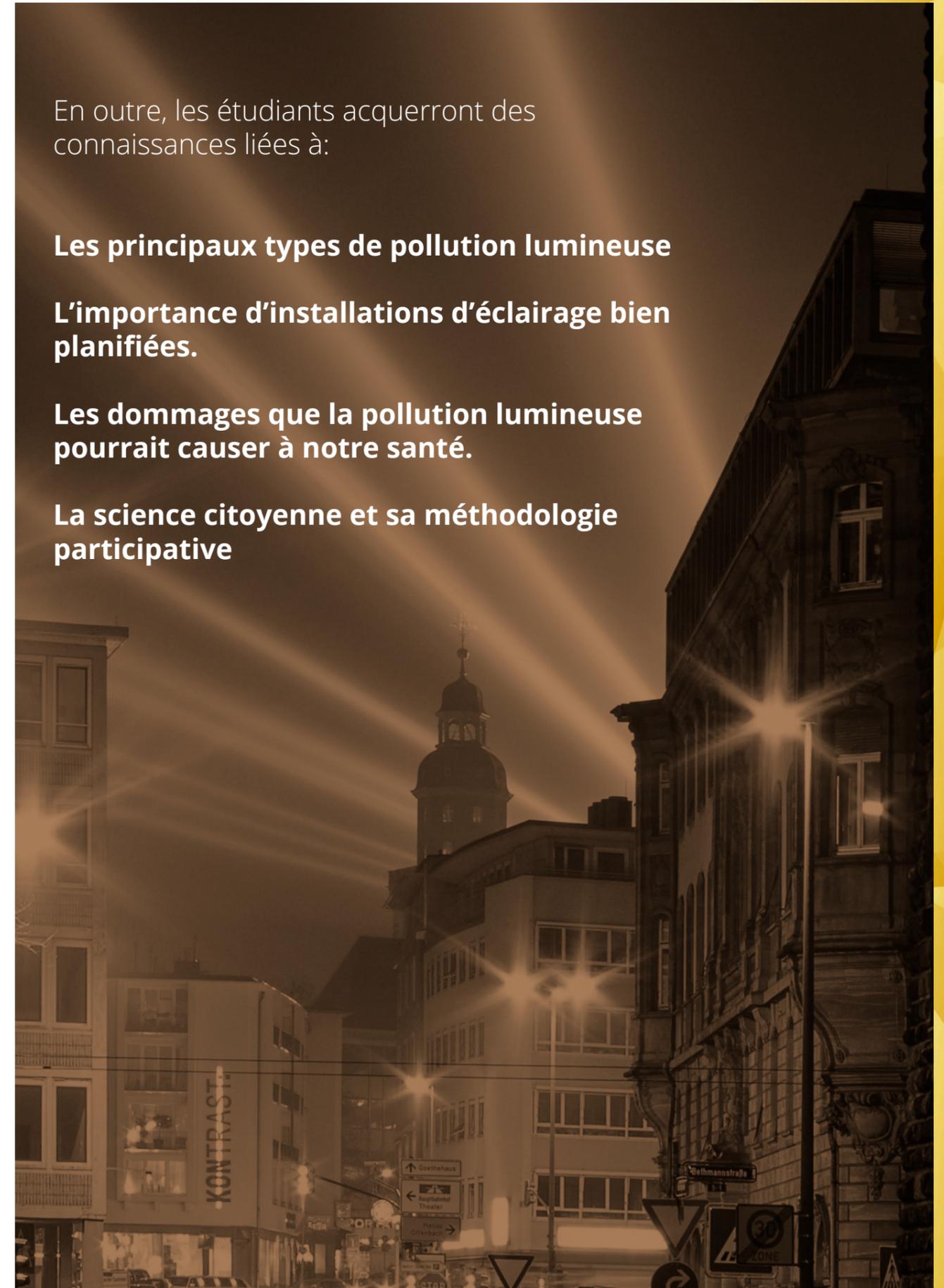
En outre, les étudiants acquerront des connaissances liées à:

Les principaux types de pollution lumineuse

L'importance d'installations d'éclairage bien planifiées.

Les dommages que la pollution lumineuse pourrait causer à notre santé.

La science citoyenne et sa méthodologie participative



2

POLLUTION LUMINEUSE

L'étude de la pollution lumineuse par l'utilisation d'images satellite est l'une des méthodes de recherche les plus innovantes qui a actuellement un grand impact scientifique et social. Ce type de recherche a évolué rapidement au cours des dernières années. Certains des résultats scientifiques ayant le plus grand impact mondial ont été réalisés à l'aide de ce type d'analyse.

La majorité des images prises par les astronautes ne sont pas cataloguées, localisées ou géoréférencées. En outre, les agences spatiales publient moins de 1 % de ces photos par le biais de communiqués de presse ou de médias sociaux. Les 99% restants sont stockés dans la base de données de la NASA où ils sont pour la plupart inutilisés. Ces images incluent également des photographies d'étoiles, d'aurores boréales, d'astronautes et de couchers de soleil. Beaucoup de scientifiques veulent utiliser ces images mais n'ont pas les ressources pour localiser les données dont ils ont besoin.

Pour rendre les données plus accessibles, les images doivent être géo-référencées afin qu'elles correspondent à une carte de la région. Pour commencer ce processus, il faut identifier les villes, les villes ou les zones représentées dans les images.

Les images de l'ISS prises de la Terre la nuit après 2003, en haute résolution et en couleur sont les plus utiles pour le géo-référencement.

Le module présentera aux étudiants l'application «Lost at Night» (V2) conçue pour contribuer de manière substantielle à la localisation de telles images. L'application fait partie du projet «Villes de Nuit».

<https://lostatnight.org>

3

SCIENCE CITOYENNE À L'ÉCOLE

La science semble souvent déconnectée de notre vie quotidienne. Sans une bonne communication entre les scientifiques et la société, les gens peuvent se sentir incompetents pour comprendre le développement de la recherche, les processus de collecte de données ou les résultats obtenus à partir d'un projet scientifique.

La science citoyenne vise à rapprocher la science de la société, à former le public et à encourager les contributions aux projets en cours. En outre, il permet aux gens de participer davantage à des activités scientifiques qui génèrent de nouvelles connaissances et une meilleure compréhension de la nature en général. La société peut jouer un rôle fondamental dans les sciences en produisant des données, en recueillant, en analysant ou en décrivant des objets de recherche.

En introduisant la science citoyenne dans les écoles, la recherche scientifique est encouragée et rendue plus accessible. Les étudiants auront une meilleure compréhension des sciences

parce qu'ils interagiront avec plusieurs étapes de la recherche.

L'objectif principal du projet Villes de Nuit est d'appliquer la méthodologie de la science citoyenne pour résoudre un problème qui serait autrement inaccessible, à savoir l'identification des villes parmi l'immense nombre de photographies nocturnes prises par les astronautes de la Station Spatiale Internationale.

Au cours de ce processus, les citoyens scientifiques :

Apprenez ce qu'est la pollution lumineuse et prenez conscience de la quantité de lumière urbaine émise dans l'espace.

Ils participeront à un vrai projet scientifique.

Une carrière scientifique potentielle sera encouragée.

4

EDUCATION SCIENTIFIQUE DANS LES ÉCOLES

Le 21ème siècle exige que les enseignants adoptent des pratiques innovatrices en classe, car les jeunes étudiants devront avoir des compétences scientifiques et de la pensée critique.

Pour que quelqu'un soit capable de faire des recherches scientifiques, il aura besoin des trois compétences suivantes selon le rapport technique Pisa 2015.

- 1) Pouvoir donner une explication scientifique à des phénomènes**
- 2) Pouvoir évaluer et concevoir la recherche scientifique**
- 3) être capable d'interpréter les données et les preuves scientifiques.**

La mise en œuvre d'activités de recherche en classe est un aspect très important du développement de ces capacités, car elle permettra aux étudiants d'acquérir une meilleure compréhension de la science et de la façon d'appliquer les méthodologies scientifiques par l'expérimentation. En outre, il peut servir de guide pour aider les étudiants à reconnaître que la science qu'ils effectuent dans la salle de classe est liée à la recherche scientifique réelle et les institutions de recherche.

La science citoyenne couvre tous les besoins suivant:

- Alphabétisation scientifique, impliquant tous les étudiants dans les processus de développement scientifique.
- La recherche scientifique du 21ème siècle : percevoir l'activité scientifique comme quelque chose de réel, nécessaire et lié à la société.
- Inclusion sociale. La science citoyenne s'adresse à tous les citoyens sans distinction de sexe, d'âge, de race, de statut social, etc.

Il est important de souligner l'inclusion de ce projet, tant dans la salle de classe que dans la société. Sa conception permet la participation de personnes gravement handicapées et de groupes défavorisés de toutes sortes. Il convient aux écoles de différents niveaux et ne fait aucune distinction entre les sexes.

Nous sommes conscients que pour qu'un projet scolaire soit inclusif, il est nécessaire de répondre aux divers besoins des élèves, ce qui favorise une plus grande participation au processus d'enseignement-apprentissage. Le projet Villes de Nuit peut être utilisé comme base pour ce type d'éducation inclusive, puisque la simplicité des activités expérimentales facilite une mise en œuvre étendue des adaptations scolaires en fonction des besoins des étudiants impliqués.

5

MISE EN ŒUVRE DU PROJET ET MÉTHODOLOGIE

Chaque jour, des astronautes à bord de la Station Spatiale Internationale prennent des photos de notre planète. Certains ont été publiés dans les médias, mais près d'un demi-million d'images restent non catégorisées dans une énorme archive de la NASA, ce qui rend les images difficiles à localiser si on les recherche. Le projet Villes de Nuit vise à utiliser ces images pour réaliser la première carte mondiale haute résolution de la terre la nuit en couleur. Actuellement, il existe une carte de la terre la nuit, mais avec une résolution beaucoup plus faible, qui nous fournit seulement des vues floues des villes lorsqu'elles sont zoomées. De plus, la carte existante ne contient que des images originales en noir et blanc. Villes de Nuit travaille sur une nouvelle carte qui sera non seulement une amélioration drastique en termes de résolution, mais en utilisant des images en couleurs, la carte sera une nouvelle source inestimable de données scientifiques.

Le projet Villes de Nuit a déjà passé plusieurs étapes ces dernières années et a déjà lancé différentes applications qui visent à réaliser des tâches spécifiques nécessaires pour compléter le processus.

Actuellement, l'application « Lost at Night » demande aux utilisateurs d'aider à identifier les villes en leur présentant une liste de villes possibles basée sur le nadir de l'ISS (l'emplacement que l'ISS a survolé à la verticale au moment où la photo a été prise). Par exemple, en utilisant le nadir d'une image non identifiée qui a été prise sur la ville de Saragosse en Espagne, l'application indiquera probablement que cela pourrait être Madrid, Bilbao ou toute autre ville dans la région approximative de Saragosse.

Les contours visuels des villes de nuit sont différents de ce que nous avons l'habitude de voir sur une carte géographique. Cependant, la forme de la Tamise qui traverse Londres, la forte illumination du Nil en Égypte et les différentes couleurs de l'éclairage public de Berlin Est et Ouest seront bientôt familières à tous ceux qui décident de contribuer à ce projet.

ANNEXES: SOLUTIONS AUX ACTIVITÉS PROPOSÉES

Veillez trouver ci-dessous les solutions aux activités proposées

ACTIVITÉ 1

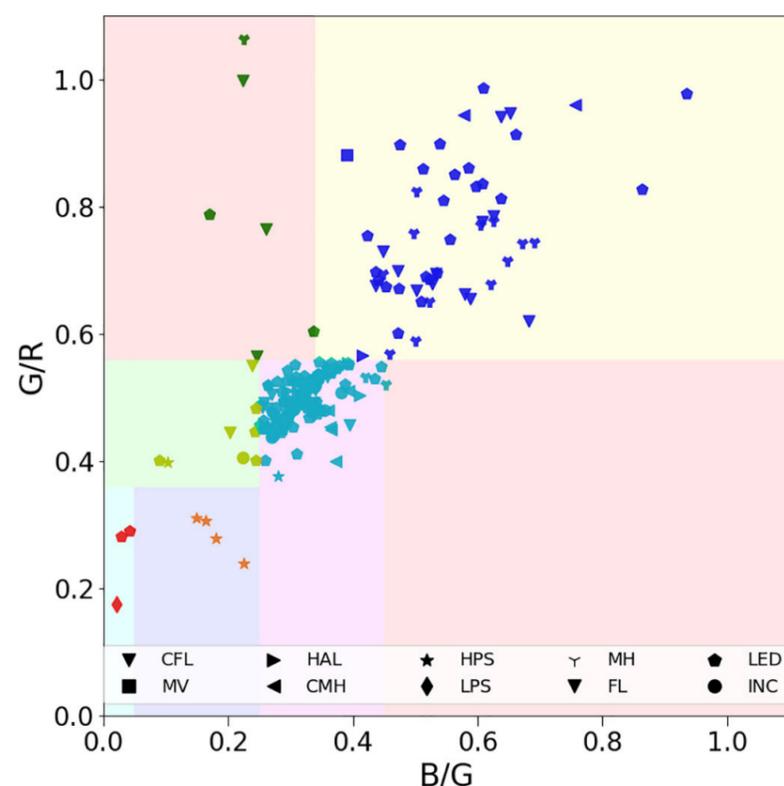
Pour réduire au minimum la quantité de lumière émise vers le ciel et réduire la pollution lumineuse, il est nécessaire d'éviter les lampes dont la conception permet à la lumière de briller vers le haut (images b) et c)).

A cet égard, les lanternes a) et d) sont assez bien conçues, cependant, une partie de la lumière est émise horizontalement et sa dispersion à la fois dans les luminaires et dans l'atmosphère produira encore un pourcentage de lumière dispersée vers le haut.

Par conséquent, en termes d'orientation, la meilleure option pour réduire la pollution lumineuse serait lanterne e)

ACTIVITÉ 5

Les sources lumineuses seront placées sur le graphique en fonction de la technologie du point d'émission. Par conséquent, les points doivent être regroupés dans des nuages similaires à ceux indiqués dans le graphique ci-dessous :



ACTIVITÉ 6

La première image montre un cas **d'intrusion de lumière** ; les lampadaires émettent de la lumière dans la chambre d'une maison, les empêchant de dormir dans l'obscurité.

Dans la deuxième image, nous voyons **une rue inégalement éclairée**. Bien que le lampadaire nous permette de voir le garçon avec le chien, la voiture qui se trouve à proximité sur le côté droit de l'image est beaucoup moins visible.

La troisième image montre **l'éblouissement produit par un puissant flash photo. Un éblouissement intense** altère notre vision. Par conséquent, afin d'éviter les situations dangereuses, ces types de lumières brillantes doivent être utilisés avec prudence. Dans le cas de cette image c'est une photographie prise dans un parc pendant la journée. S'il avait été pris dans une voiture en mouvement par exemple, il pourrait influencer sur la vision des conducteurs.

La dernière image montre un exemple **d'accumulation**. Pour que la bibliothèque ait une quantité suffisante de lumière, beaucoup moins d'ampoules sont nécessaires.

VILLES DE NUIT LIVRET D'ACTIVITÉS ÉTUDIANT

SOMMAIRE

Introduction - page 1

1.- Qu'est-ce que la pollution lumineuse ? - page 2

2.- Effets négatifs de l'éclairage artificiel la nuit - page 3

3.- Types de pollution lumineuses - page 6

4.- Comment installer un éclairage efficace - page 9

5.- Villes de Nuit - page 15

6.- Activités - page 20

INTRODUCTION

Ce plan de cours doit être utilisé dans la classe des élèves de 12 et 13 ans et vise à éduquer ses utilisateurs sur le thème de la pollution lumineuse. En plus d'une prise de conscience, les étudiants seront initiés au projet de science citoyenne Villes de Nuit, grâce auquel ils apprendront à localiser les sources de pollution lumineuse et comment contribuer à la science en tant que citoyen scientifique.

<https://citiesatnight.org/>

Les pages suivantes traiteront : lumière artificielle la nuit en général, différents types de pollution lumineuse, leurs effets négatifs ainsi que le moyen le plus efficace d'installer les sources d'éclairage de manière à minimiser tout impact négatif.

Le projet Villes de Nuit avec ses objectifs et sa relation avec la science citoyenne sont expliqués durant le cours. La théorie est accompagnée d'activités suggérées adaptées au niveau des étudiants. En outre, le document contient des liens Internet vers d'autres informations intéressantes pour les étudiants et les enseignants.

Avec cette unité, les auteurs ont l'intention de rassembler des contenus qui peuvent être mis en œuvre en classe, et qui peuvent servir de guide pour que les étudiants et les enseignants puissent participer à ce projet de science citoyenne.

Pour qu'un projet de science citoyenne puisse accroître la contribution des chercheurs, il faut que les diffuseurs et un large éventail de bénévoles participent. La participation des étudiants et des enseignants contribuera directement à l'étude de la pollution lumineuse.

1- QU'EST CE QUE LA POLLUTION LUMINEUSE ?

Saviez-vous qu'en plus de la pollution des sols, de l'air et du bruit, la lumière artificielle peut avoir de graves conséquences environnementales pour les humains, la faune et la flore et notre climat ?

L'éclairage artificiel altère le cycle naturel de lumière et d'obscurité de l'environnement. Elle est considérée comme une pollution lumineuse lorsque la lumière est excessivement brillante, mal dirigée, éblouit les gens ou lorsqu'une zone spécifique est inégalement éclairée (non uniforme).

Un bon indicateur pour estimer la quantité de pollution lumineuse est la luminosité du ciel car diverses sources lumineuses envoient la lumière vers le haut éclairant l'atmosphère, ceci est appelé la lueur du ciel. Les villes produisent de la lumière artificielle non seulement grâce à leurs lampadaires, mais aussi grâce à l'utilisation de lampes ornementales qui illuminent les façades, les bâtiments et les monuments.

Outre les villes, il existe également de nombreuses sources de pollution lumineuse en dehors des villes, comme les aéroports, les zones industrielles, les autoroutes, les phares de véhicules et les bateaux de pêche en mer.

Afin d'allonger artificiellement la journée, notre réaction la plus courante au coucher du soleil est d'allumer les lumières. Nous éclairons les maisons, les parcs, les rues et les routes. Nous éclairons l'intérieur des usines où nous travaillons 24 heures par jour et nous éclairons les serres et les fermes pour augmenter la productivité.

Nous installons l'éclairage artificiel de manière excessive, gaspillant de l'énergie et de l'argent sans être conscients qu'il provoque des effets néfastes sur la santé des gens, qui n'accèdent plus à leurs nuits de sommeil dans l'obscurité complète.

En outre, la lumière artificielle affecte également négativement les animaux et les plantes, endommageant les habitats nocturnes en modifiant les rythmes biologiques de nombreuses espèces. Et en désorientant les animaux migrateurs, qui encore une fois peut avoir un impact sévère sur un écosystème.



L'obscurité naturelle disparaît tandis que la lumière artificielle inonde les villes et illumine le ciel. Les effets négatifs de la perte de l'obscurité peuvent sembler abstraits, mais ils génèrent une série de conséquences négatives que nous allons étudier dans les pages suivantes.

Photo en pose longue d'une ville et de sa circulation

La pollution lumineuse comprend tous les effets néfastes générés par la lumière artificielle.

2- EFFETS NÉGATIFS DE LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

Non seulement la pollution lumineuse nous empêche de voir les étoiles, mais elle affecte aussi notre santé, notre sécurité et notre environnement, générant une augmentation inutile des consommations énergétiques et de la pollution atmosphérique associée à la production d'électricité.



Plus lumineux ne signifie pas plus sûr !

INCIDENCES SUR LA SÉCURITÉ

La nature offre des spectacles fascinants durant la nuit

Un éclairage puissant génère un sentiment psychologique de protection et de sécurité, mais cela ne signifie pas nécessairement que la protection réelle et la sécurité réelle soient sensiblement augmentées.

Par exemple, si l'éclairage n'est pas uniforme et que les zones sombres sont associées à des zones fortement éclairées, cela nous demande plus d'efforts pour distinguer les objets qui nous entourent et cela peut par conséquent diminuer notre sécurité. De plus, un éclairage trop lumineux ou mal orienté peut provoquer des éblouissements, particulièrement dangereux sur les routes.

Un autre aspect à considérer est que la lumière peut nous faire nous sentir en sécurité dans des situations non sécurisées créant un faux sentiment de protection.

ALTERATION DES ECOSYSTEMES

La grande majorité des êtres vivants utilisent la lumière naturelle et les cycles sombres pour réguler certains de leurs comportements liés à la reproduction, à l'alimentation, au sommeil ou à la protection contre les prédateurs. La lumière artificielle nocturne a des effets négatifs et parfois mortels sur de nombreuses créatures, notamment les mammifères, les amphibiens, les poissons, les insectes et les oiseaux.

LES ÉTOILES DISPARAISSENT

Pour ceux d'entre nous qui vivent dans les villes, la nuit n'est plus noire et beaucoup d'entre nous ont oublié que nous devrions pouvoir voir des milliers d'étoiles au-dessus de nos têtes. Beaucoup de gens n'ont jamais vu la Voie Lactée et ne savent pas qu'un ciel étoilé sans lune émet suffisamment de lumière pour pouvoir aller se promener à la campagne. Juste la lumière des étoiles suffit pour vous faire projeter une ombre. Et un ciel sombre peut être si spectaculaire qu'il peut transformer n'importe quel endroit au hasard en destination de vacances.

L'augmentation de la lueur du ciel, due à la dispersion de la lumière artificielle dans les gaz et les particules de l'atmosphère, entraîne une détérioration des conditions d'observation astronomique. Les espèces migratrices qui utilisent les étoiles pour s'orienter sont également touchées.

DÉPENSES ÉNERGÉTIQUES

Un éclairage trop lumineux entraîne des dépenses inutiles. Et un tel gaspillage d'énergie a de grandes conséquences économiques et environnementales. Si l'humanité investissait dans l'amélioration de la qualité de l'éclairage artificiel la nuit, des millions d'êtres vivants seraient sauvés et nous pourrions réduire les émissions de CO2 en même temps.

Image de la voie lactée

EFFETS SUR LA SANTÉ

Les êtres humains ont besoin de lumière le jour et d'obscurité la nuit pour que nos horloges biologiques fonctionnent correctement. Ce n'est que lorsque nous sommes dans le noir que notre corps sécrète une hormone appelée mélatonine qui joue un rôle important dans la régulation des rythmes circadiens et du sommeil.

Les écrans d'ordinateur et de télévision ainsi que d'autres appareils électroniques émettent de la lumière artificielle. L'utilisation de ces appareils jusqu'à tard dans la nuit modifie et peut nous empêcher de générer la mélatonine dont nous avons besoin.

Les décalages dans la production de la mélatonine peuvent conduire à des problèmes tels que le stress, l'insomnie, le diabète et même l'obésité.

***Avez-vous déjà
remarqué à quel
point il est difficile
de s'endormir après
avoir utilisé votre
smartphone au lit
pendant un moment ?***

Si vous voulez minimiser ces effets, vous devez installer des ampoules de teinte chaudes à la maison et utiliser des applications spéciales pour changer la température de couleur de vos écrans électroniques de sorte qu'ils émettent de la lumière froide pendant le jour et de la lumière chaude la nuit.

Utiliser n'importe quel type d'appareil avec un écran lumineux quelques minutes avant le sommeil peut affecter la qualité de notre repos et provoquer l'insomnie.

3 - TYPES DE POLLUTION LUMINEUSE

Une grande partie de l'éclairage extérieur est actuellement conçu de manière peu efficace. Il est généralement soit trop lumineux, soit mal dirigé et parfois même complètement inutile.

Parmi les différents types de pollution lumineuse, il y a :

EBLOUISSEMENT

L'éblouissement est causé par une intensité lumineuse trop élevée ou par une lumière mal dirigée. Il peut causer un inconfort et une déficience visuelle partielle. Quand l'éblouissement est extrême, par exemple le flash d'un appareil photo ou la foudre lors d'un orage, il peut provoquer une réaction photochimique sur la rétine de l'œil provoquant une décoloration temporaire de l'opsine, dont la récupération peut prendre plusieurs secondes.

INTRUSIONS LUMINEUSES

Bien que les lampadaires soient censés éclairer les rues, de nombreux lampadaires mal dirigés illuminent nos maisons et nous empêchent de dormir dans l'obscurité.

Bien que l'utilisation de stores pour couvrir les fenêtres puisse empêcher la lumière d'entrer, dans les régions plus chaudes, ils ne sont pas pratiques pendant l'été lorsque la chaleur force les gens à ouvrir les fenêtres et les volets pendant la nuit.



La lumière artificielle de la ville émise vers le ciel est réfléchiée par les nuages.

LUMINOSITÉ DU CIEL

Les villes sont généralement lumineuses.

La lumière, réfractée dans les molécules de notre atmosphère, devient diffuse et cela nous empêche de voir les étoiles.

Dans la nature, où il fait sombre, les nuages nocturnes semblent de couleur noire. Dans les grandes villes, cependant, ils reflètent la lumière dirigée vers le ciel, par conséquent les nuages commenceront à apparaître orange ou bleu selon la couleur des lumières de la ville.

Les astronomes mesurent la luminosité du ciel pour déterminer la qualité des observations qui peuvent être faites dans un endroit précis. Ces mesures sont généralement exprimées en magnitudes / arcsecond².

Les valeurs de luminosité du ciel les plus élevées, correspondent aux ciels les plus sombres, comme ceux des zones rurales situées loin des villes. Expliquons pourquoi cela se produit.

Les astronomes grecs de l'antiquité ont nommé les étoiles les plus brillantes visibles après le coucher du soleil «étoiles de la première magnitude», et ils ont classé les autres étoiles comme «étoiles de la seconde magnitude» et ainsi de suite avec les étoiles les plus faibles étant «étoiles de la sixième magnitude».

Bien que modifié, le système grec est encore utilisé aujourd'hui. L'échelle moderne des magnitudes comprend des étoiles de magnitude 0, mais les corps célestes les plus brillants sont toujours classés comme ceux de moindre magnitude. En fait, le Soleil a une magnitude de -26,74.

En termes de magnitude, la luminosité du ciel se comporte de la même manière que la luminosité des étoiles. Pour cette raison, dans un environnement urbain où le ciel est fortement affecté par la pollution lumineuse, les mesures seraient d'environ 17 mag / arcsec², tandis que dans les endroits où il y a moins de sources de pollution lumineuse et avec des ciels plus sombres les valeurs pourraient être jusqu'à 21 mag / arcsec².

Les scientifiques utilisent des appareils appelés photomètres pour obtenir des mesures de la luminosité du ciel qui aident à évaluer la qualité des observations astronomiques.

Les photomètres peuvent être installés pendant des mois ou des années afin d'étudier l'évolution de la pollution lumineuse. Et peut nous fournir des mesures spécifiques d'un lieu particulier à un moment précis.



TESS photomètre Design par Complutense Université de Madrid

Les villes sont généralement très éclairées.

CHARGE MENTALE

Trop de publicité lumineuse sur les routes peut être dangereuse car elle pourrait distraire les conducteurs.

Augmenter l'intensité lumineuse ne rend pas nécessairement les routes plus sûres. L'installation d'un éclairage uniforme uniformément étalé les rend certainement plus sûrs car il permet aux gens de voir plus clairement.

Las Vegas, Nevada (USA) est l'une des villes les plus éclairées de la planète. Sa luminosité peut être observée à 400 km.



Éclairages de la ville de Las Vegas

La luminosité des villes ne cesse d'augmenter.

4- COMMENT INSTALLER UN ECLAIRAGE EFFICACE

Chaque endroit et chaque situation ont des besoins différents en matière d'éclairage. Notre chambre juste avant d'aller dormir n'a pas besoin de la même lumière qu'une salle d'opération dans un hôpital juste avant une intervention chirurgicale.

Pour utiliser uniquement la lumière nécessaire pour chaque lieu et situation, de manière, à ce que son utilisation soit durable et génère un impact négatif minimal, une série de lignes directrices doit être suivies en fonction de ses caractéristiques différentes.

PUISSANCE

Les ampoules consomment de l'électricité. L'énergie consommée chaque seconde est appelée puissance, et elle est mesurée en watts (W) dans le système international d'unités.

De toute l'énergie électrique consommée par une lampe allumée, seule une fraction devient lumière. Une partie de l'énergie est émise sous forme de chaleur et d'autres sous forme de rayonnement non visible.

La fraction d'énergie qui est transformée en lumière visible, chaque seconde, est appelée flux radiant et son unité, dans le système international, est le watt.

La sensibilité de l'œil humain varie selon l'intensité lumineuse. La puissance lumineuse perçue est appelée flux lumineux et, dans le Système international d'unités, elle est mesurée en lumen (lm).



Lampes à différentes puissances

EFFICACITÉ

L'efficacité est définie comme la relation entre le flux lumineux émis par une ampoule et la puissance qu'elle consomme.

Il est exprimé en lumens par watt (lm/W). Pour minimiser l'énergie dépensée pour la production de lumière artificielle et minimiser les watts tout en obtenant les mêmes lumens, des lampes plus efficaces devraient être utilisées.

Technologie	Efficacité (lm / W)
LED	4.5 - 200
Sodium haute pression	85 - 150
Sodium basse pression	100 - 120
Fluorescent	60 - 104
Iodures métalliques	80
Vapeur de mercure	40 - 55
Incandescence tungstène	5 - 17.5

Tableau des efficacités lumineuses des différentes technologies.

TEMPERATURE DE COULEUR

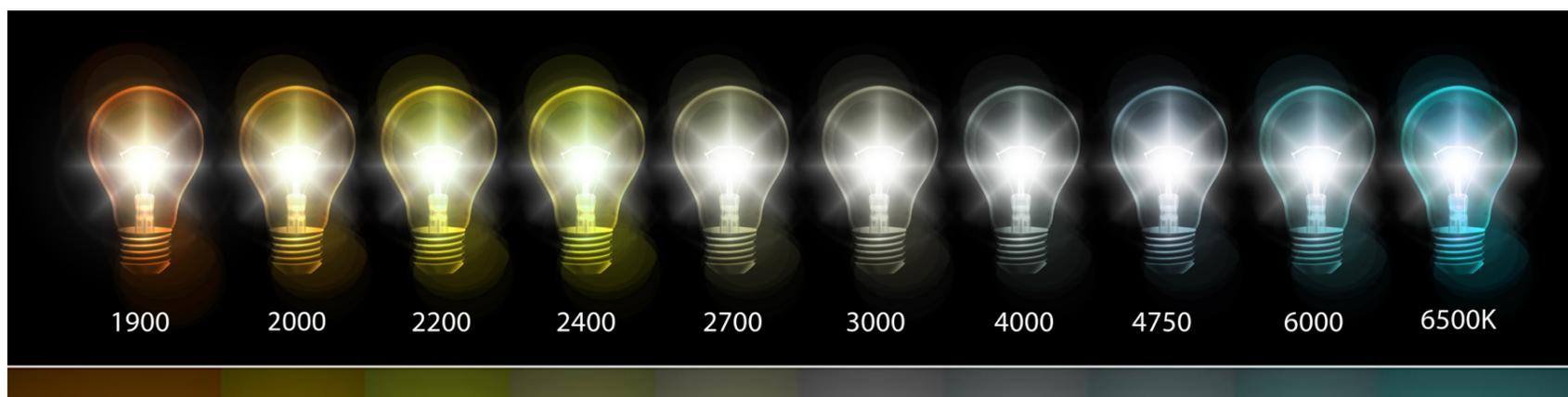
La lumière est une onde électromagnétique dont l'énergie dépend de sa longueur d'onde. Dans le cas de la lumière visible, la plus énergétique est la bleue et la moins énergétique est la rouge.

Les lampes peuvent émettre de la lumière avec une «température de couleur» différente, qui est mesurée en Kelvin. La lumière est chaude si sa couleur est orange ou rougeâtre et froide si les couleurs blanches ou bleues prédominent.

Si nous installons l'éclairage chaud dans nos chambres et dans les zones de détente, nous aiderons notre corps à générer la mélatonine dont il a besoin pour se reposer. Idéalement, les ampoules 2700K devraient être choisies pour les chambres où il y a une certaine activité tandis que les ampoules 2200K sont plus appropriées à utiliser juste avant l'heure du coucher.

Lors d'activités qui nécessitent beaucoup de précision ou qui sont effectuées à la lumière du jour, l'utilisation d'un éclairage plus froid nous aidera car il nous permet de faire une distinction plus claire entre les couleurs.

En fin de compte, il s'agit d'imiter la lumière naturelle. Par temps clair, la température de couleur du soleil est d'environ 5800K. La lumière du feu utilisée par nos ancêtres pour éclairer leurs espaces de vie était entre 2000K et 2200K.



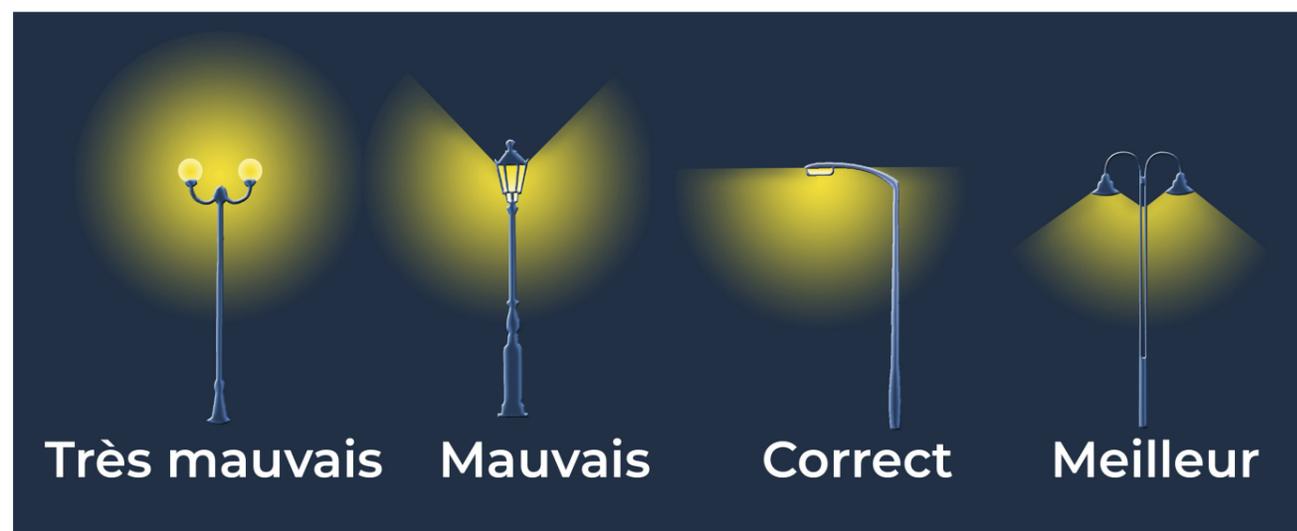
Sensation visuelle de la température de couleur de différentes sources à 200lux.

DIRECTION

La lumière artificielle doit être correctement dirigée vers sa cible. Il est très important de diriger la lumière uniquement vers l'endroit où elle est nécessaire, surtout à l'extérieur, car l'émission de lumière dans d'autres directions n'est pas seulement un gaspillage d'énergie, mais a des effets négatifs sur le ciel et les écosystèmes.

Les lampadaires illuminent les rues ou les espaces extérieurs publics. Et lorsque vous allumez un bâtiment, la lumière ne doit jamais pointer vers le haut, afin d'éviter d'éclairer le ciel avec le reflet sur la façade.

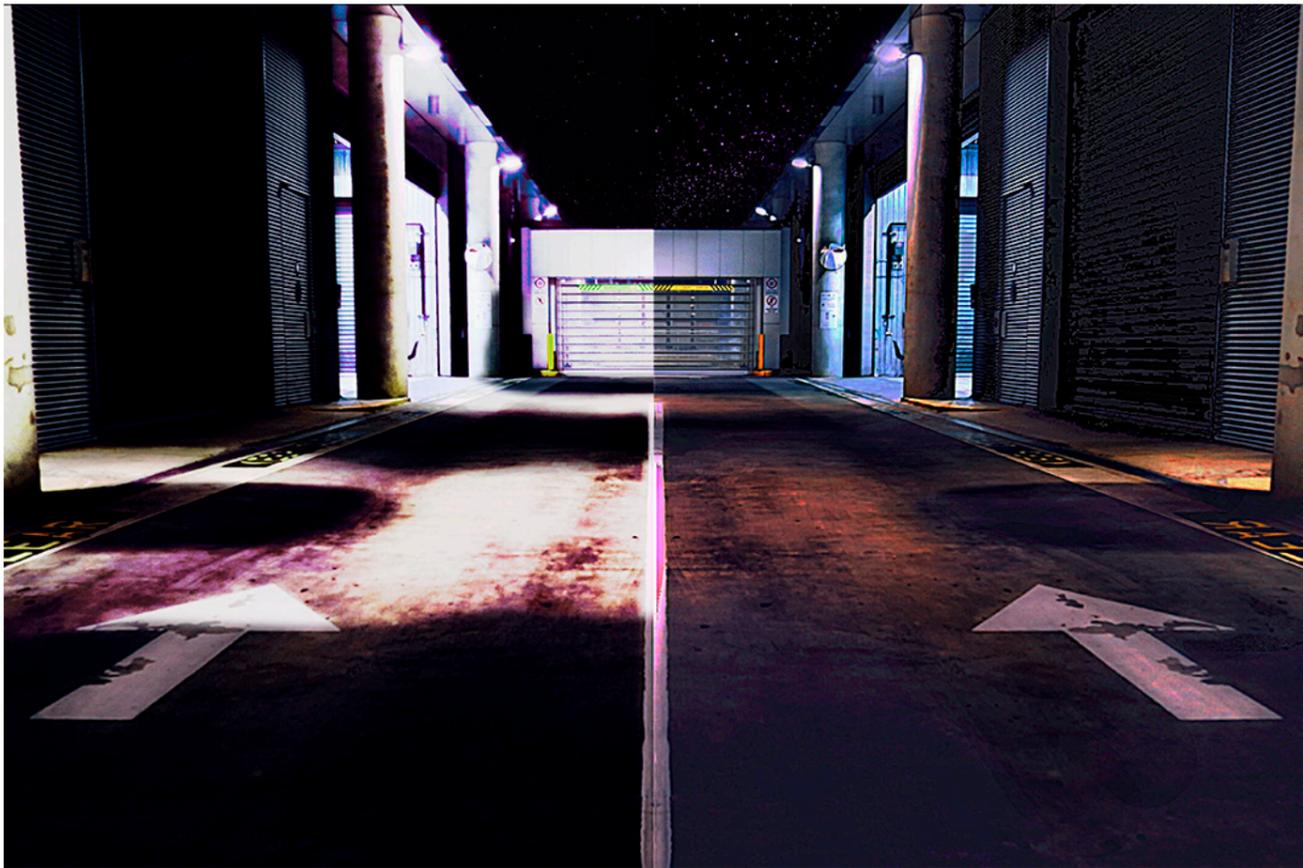
Les lampadaires de type « boule » sont extrêmement inefficaces. Il est préférable d'utiliser des lampadaires carénés avec la source placée horizontalement et le flux lumineux dirigé vers le bas.



La lumière génère un sentiment psychologique de sécurité, mais pour que la sécurité soit réelle, la lumière doit être uniforme.

UNIFORMITÉ

L'uniformité est définie par la façon dont le flux de lumière est réparti sur une surface éclairée. Une conception adéquate de l'éclairage permet aux surfaces d'être uniformément éclairées avec la même intensité en tous points, évitant ainsi un fort contraste entre les points lumineux et les zones d'ombres.



Une rue très intense mais inégalement éclairée (à gauche) n'est pas plus sûre qu'une rue uniforme faiblement éclairée (à droite).

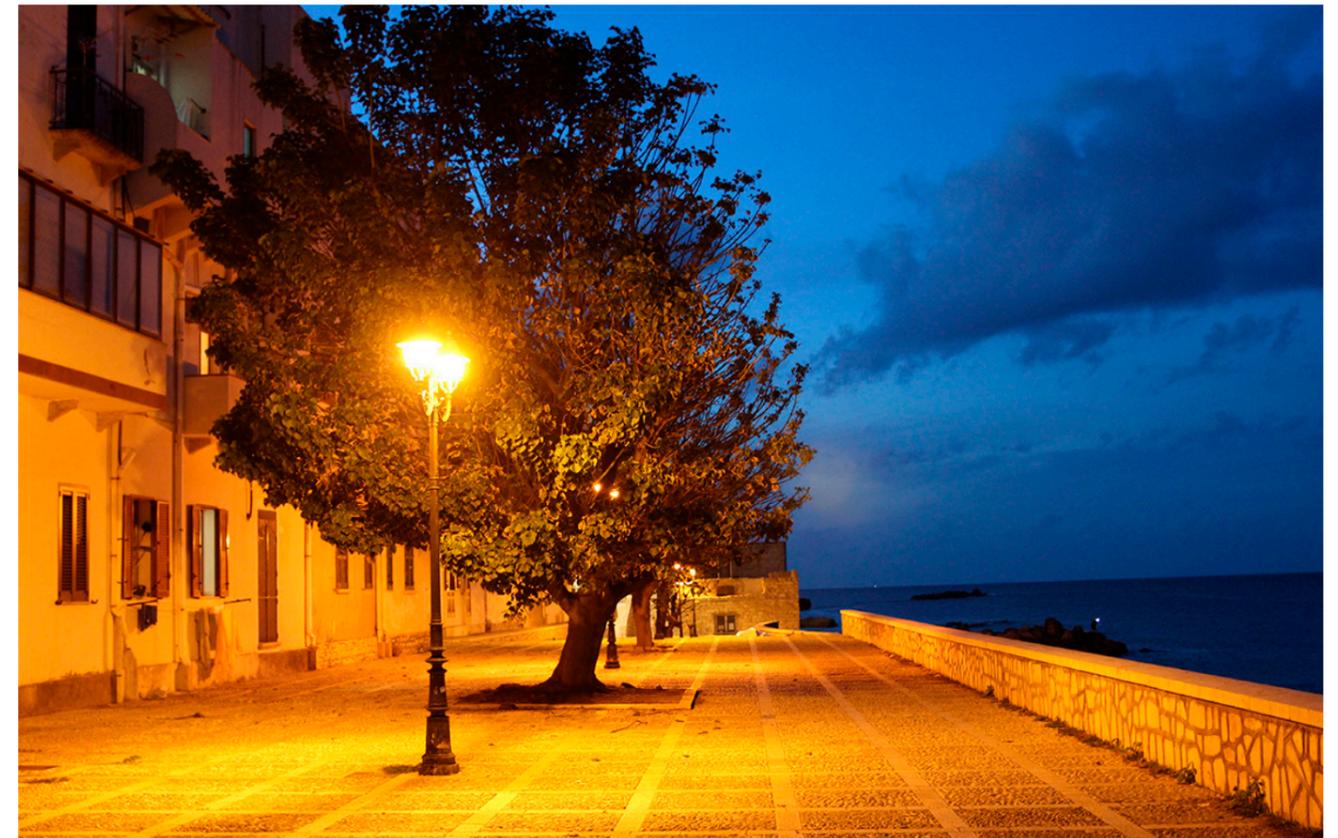
L'éclairage uniforme produit un confort visuel, facilitant la vision.

HORAIRE D'UTILISATION

La lumière émise par les villes est un indicateur significatif de l'activité de ses habitants car notre première réaction au coucher du soleil est d'allumer toutes nos lumières, essayant ainsi d'allonger artificiellement notre journée.

Les premiers endroits où nous avons tendance à allumer les lumières sont dans nos maisons, nos magasins et nos lieux de travail. Les lampes de rue sont allumées peu avant le coucher du soleil tandis que les boutiques tentent d'attirer notre attention sur leurs vitrines en éclairant leurs fenêtres. Peu de temps après, les lumières ornementales s'allument sur les monuments et les façades.

La grande majorité des sources lumineuses restent allumées toute la nuit, même si elles ne sont pas utilisées. Nous pourrions réduire la consommation d'énergie en éteignant ou en atténuant les lumières inutiles à certains créneaux horaires et en installant des capteurs de présence sur les routes et les rues dans des conditions de faible circulation.

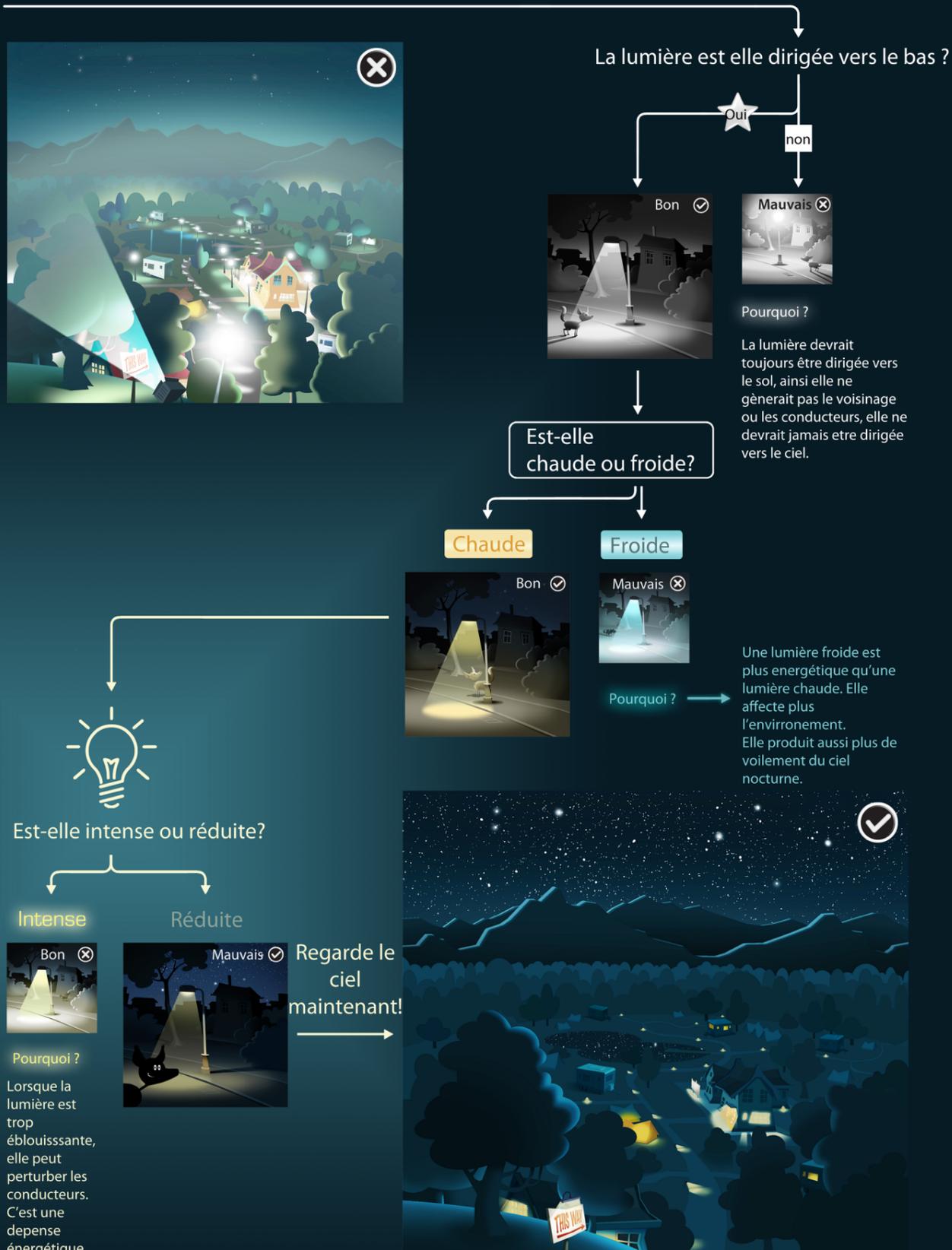


Les capteurs de présence sont particulièrement utiles dans les zones à faible trafic.

Toutes les caractéristiques doivent être analysées dans leur globalité pour installer l'éclairage approprié à chaque endroit.

ANALYSER LA POLLUTION LUMINEUSE

Avec ces 3 questions sur les sources de lumière de ta ville



5-VILLES DE NUIT

Saviez-vous que les astronautes de la Station spatiale internationale (ISS) seraient en mesure de dire quand vous allez dormir ? Les habitudes nocturnes des habitants de n'importe quelle ville génèrent des différences dans les modèles d'éclairage qui sont facilement repérables de l'espace.



Astronaute Samantha Cristoforetti dans la coupola de l'ISS

L'ISS met 92 minutes pour effectuer une orbite complète autour de notre planète, permettant à son équipage de survoler un continent spécifique plusieurs fois par nuit. Avec les appareils photo reflex numériques commerciaux, semblables à ceux que nous pouvons avoir chez nous, les astronautes prennent des photos nocturnes des villes à travers les fenêtres du module d'observation.

Les photographies nocturnes des villes ont une grande valeur scientifique car elles contiennent des informations précieuses sur la lumière émise dans l'espace. Les images prises par les astronautes à bord de l'ISS sont particulièrement intéressantes, puisqu'elles sont les seules disponibles avec cette résolution et ces informations de couleur.

Grâce à ces images, les scientifiques peuvent détecter les changements d'intensité et de température des couleurs au fil du temps.

Par exemple, à l'aide de ces images, une augmentation de la pollution lumineuse causée par les lampes LED nouvellement installées a été détectée. Ce fut une découverte inattendue pour beaucoup car ces dispositifs sont dits plus efficaces que les ampoules orange qu'ils ont remplacées. Les données de couleur des images ISS ont permis aux scientifiques de détecter que les ampoules LED provoquaient une augmentation de la pollution due à leur température de couleur plus froide.

Ville de Madrid vue depuis l'ISS



Avec la transition à la technologie LED, la température de couleur de l'éclairage urbain devient beaucoup plus froide.



Milan en 2012.



Milan en 2015.

SCIENCE CITOYENNE POUR LOCALISER DES IMAGES

Les photographies prises par les astronautes à bord de l'ISS sont la meilleure source de données disponible pour permettre aux scientifiques d'étudier la pollution lumineuse et son évolution dans le temps. Cependant, actuellement, la plupart des images restent inutilisées dans la base de données de la NASA parce que les images sont stockées sans classification, ce qui rend extrêmement difficile de trouver une image d'une ville particulière parmi les plus d'un demi-million de photographies.

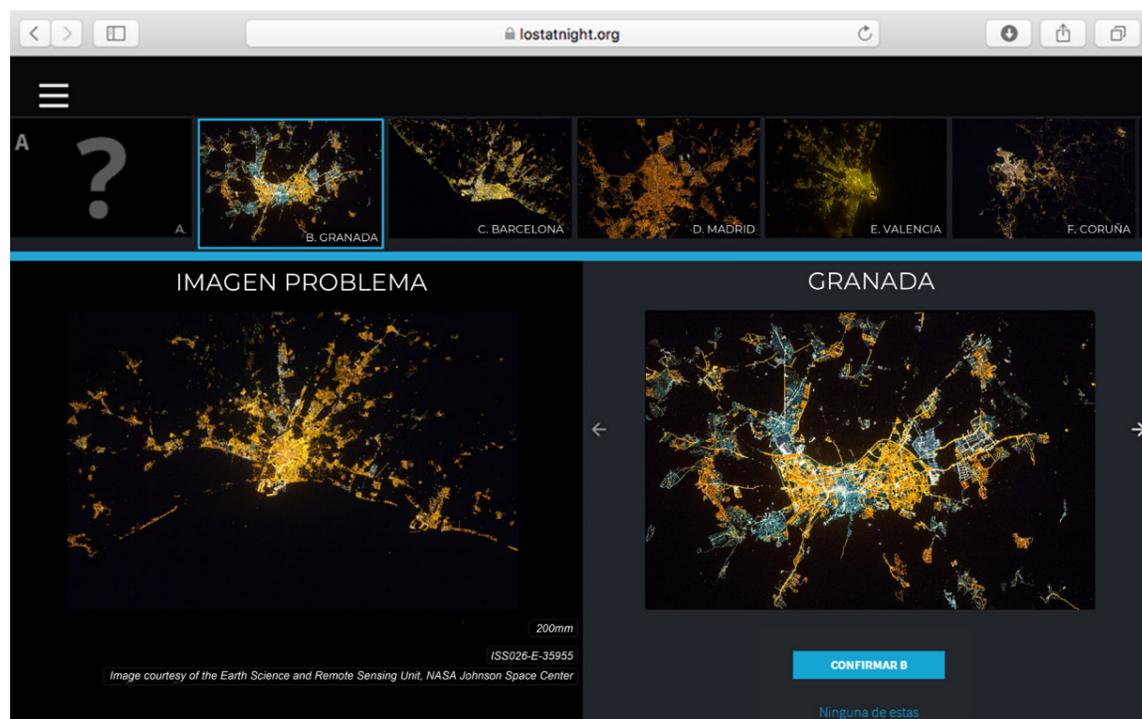
L'objectif du projet « Villes de Nuit » est de localiser toutes les images nocturnes des villes prises à l'ISS et de les utiliser pour faire une carte du monde la nuit.

Le tri des images nécessite automatiquement beaucoup de ressources et serait trop compliqué pour les algorithmes. Cependant, les gens peuvent facilement distinguer les formes de la ville pour voir si elles sont identiques ou différentes.

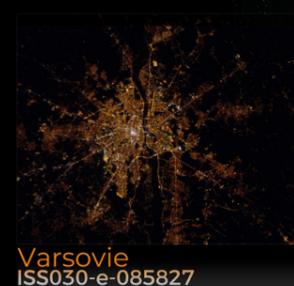
C'est pourquoi plusieurs applications ont été lancées depuis le début de « Villes de Nuit » afin que chacun puisse contribuer à résoudre le plus grand casse-tête du monde. L'exemple ci-dessous est tiré de l'application « Lost at Night » et présente plusieurs options pour identifier la ville qui correspond à l'image non classifiée.

De plus, grâce à ce projet, nous pouvons maintenant comparer l'éclairage entre les villes. Sur la page suivante, vous pourrez étudier 6 images de capitales européennes prises la même nuit avec la même caméra, objectif et temps d'exposition.

Par exemple, grâce à ces données, les experts ont pu vérifier que Madrid est trois fois plus brillante que Berlin.



Copie d'écran de l'application « Lost at Night » - lostatnight.org



L'EUROPE vue depuis LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE



Ces six villes ont été photographiées dans les mêmes conditions et réglages durant la même nuit

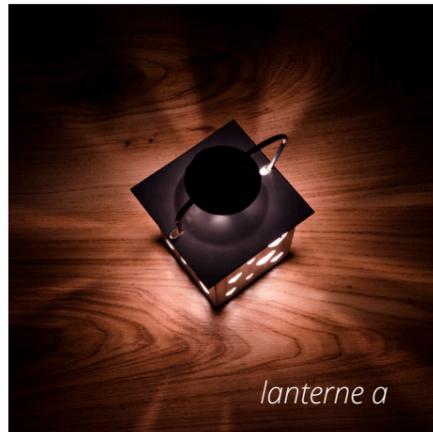
Appareil: Nikon D3S
Optique: AF Nikkor 180 mm
ISO: 6400
Exposition: 20 ms
Date: 11.02.2012/12.02.2012

6 - ACTIVITÉS

ACTIVITÉ 1

La forme du luminaire est très importante pour minimiser la pollution lumineuse.

Parmi les lanternes que vous pouvez voir dans les images suivantes, lesquelles choisiriez-vous pour votre jardin ? Pourquoi ?



lanterne a



lanterne b



lanterne c



lanterne d



lanterne e

Votre réponse:

ACTIVITÉ 2

La température de couleur doit être adéquate pour chaque situation. Quelles ampoules de température de couleur conviendrait à une chambre ? Et pour la cuisine ? Lesquels, selon vous, devraient être installés dans votre rue ? Et dans le parc ?

Votre réponse:

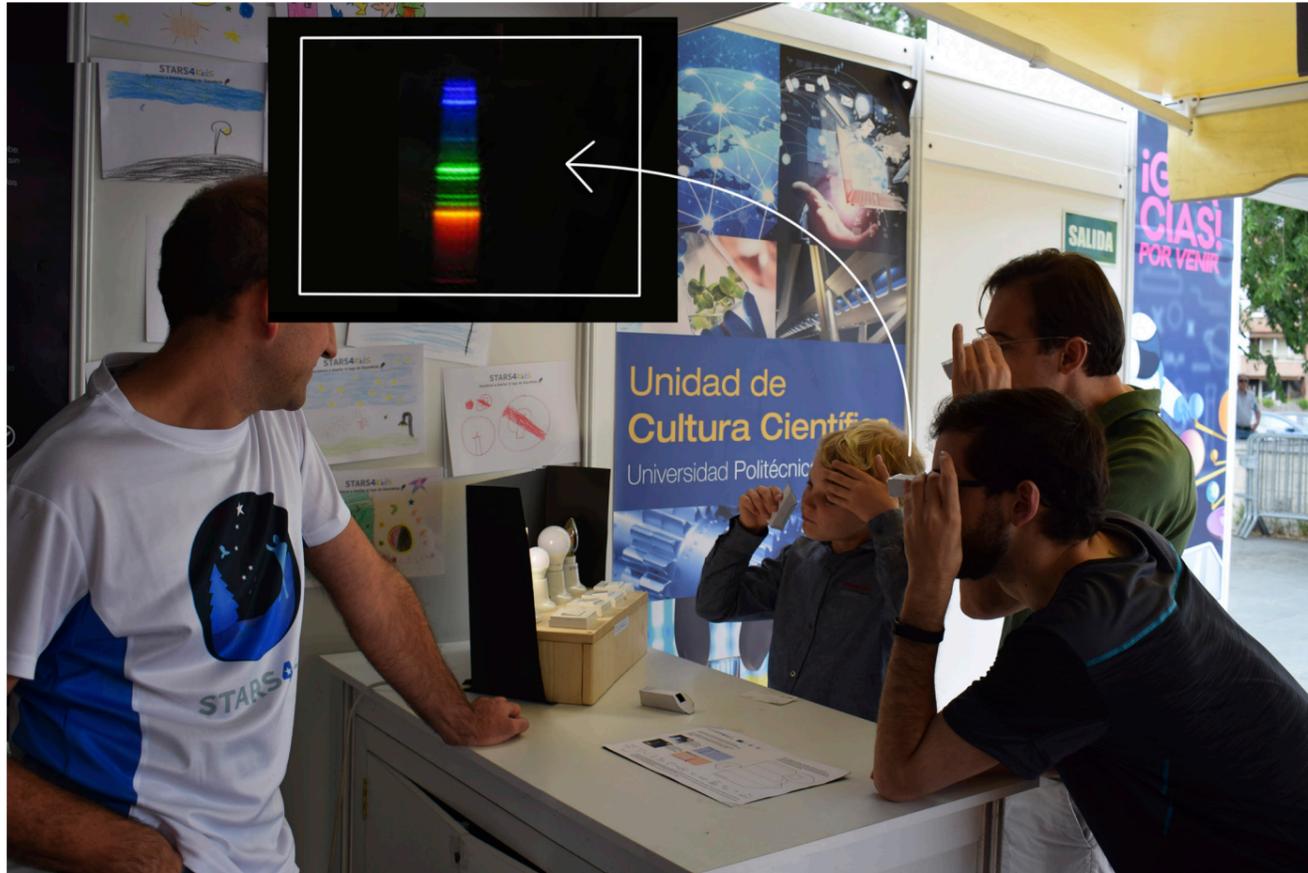
Dressez une liste qui comprend au moins 5 lampes que vous avez d'installé dans votre maison ou dans votre école. Notez l'endroit où elles sont installées, leur puissance, leur température de couleur et indiquez comment vous pourriez améliorer l'éclairage dans ces endroits.

Votre réponse:

Source de lumière	Lieux	Puissance	Température de couleur	Comment pouvez vous l'améliorer?
1				
2				
3				
4				
5				

ACTIVITÉ 3: CONSTRUISEZ VOTRE PROPRE SPECTROGRAPHE

Créez votre propre spectrographe maison en suivant les instructions ci-dessous et utilisez-le pour prendre 5 photos de différentes sources de lumière.



Utilisation du spectrographe maison

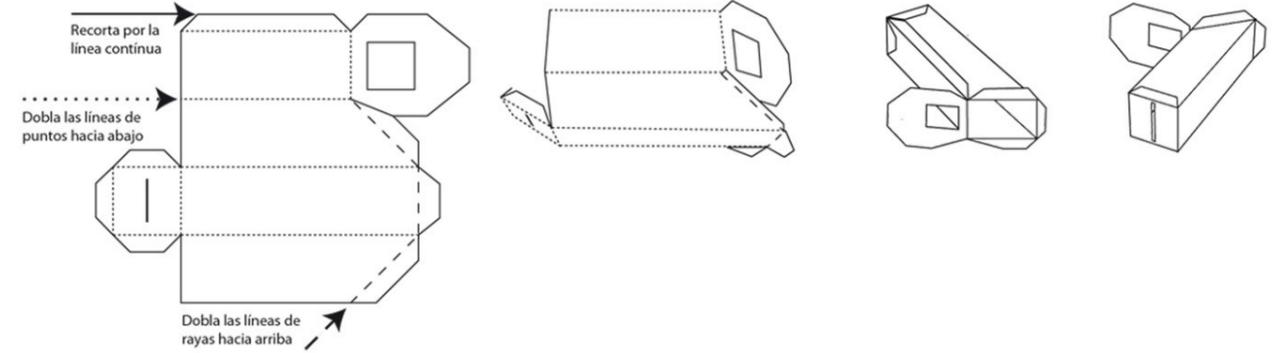


Différentes types de sources lumineuses

Instructions:

1

Couper le long de la ligne continue, à la fois le contour de la figure et la fenêtre carré. Ouvrez soigneusement la fente à l'aide d'un couteau aiguisé. Repliez les lignes en pointillés vers le bas et les lignes en pointillés vers le haut pour former un prisme. Collez tous les onglets à l'exception de ceux situés à la base de la fenêtre.



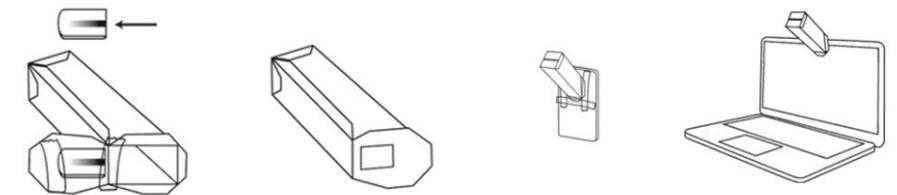
2

Il est nécessaire d'inclure une grille de diffraction pour le faire fonctionner. Vous pouvez en faire un en coupant un CD et en enlevant le calque réfléchissant. Il est important de placer le réseau avec les rainures verticalement afin qu'elles soient parallèles à la fente.

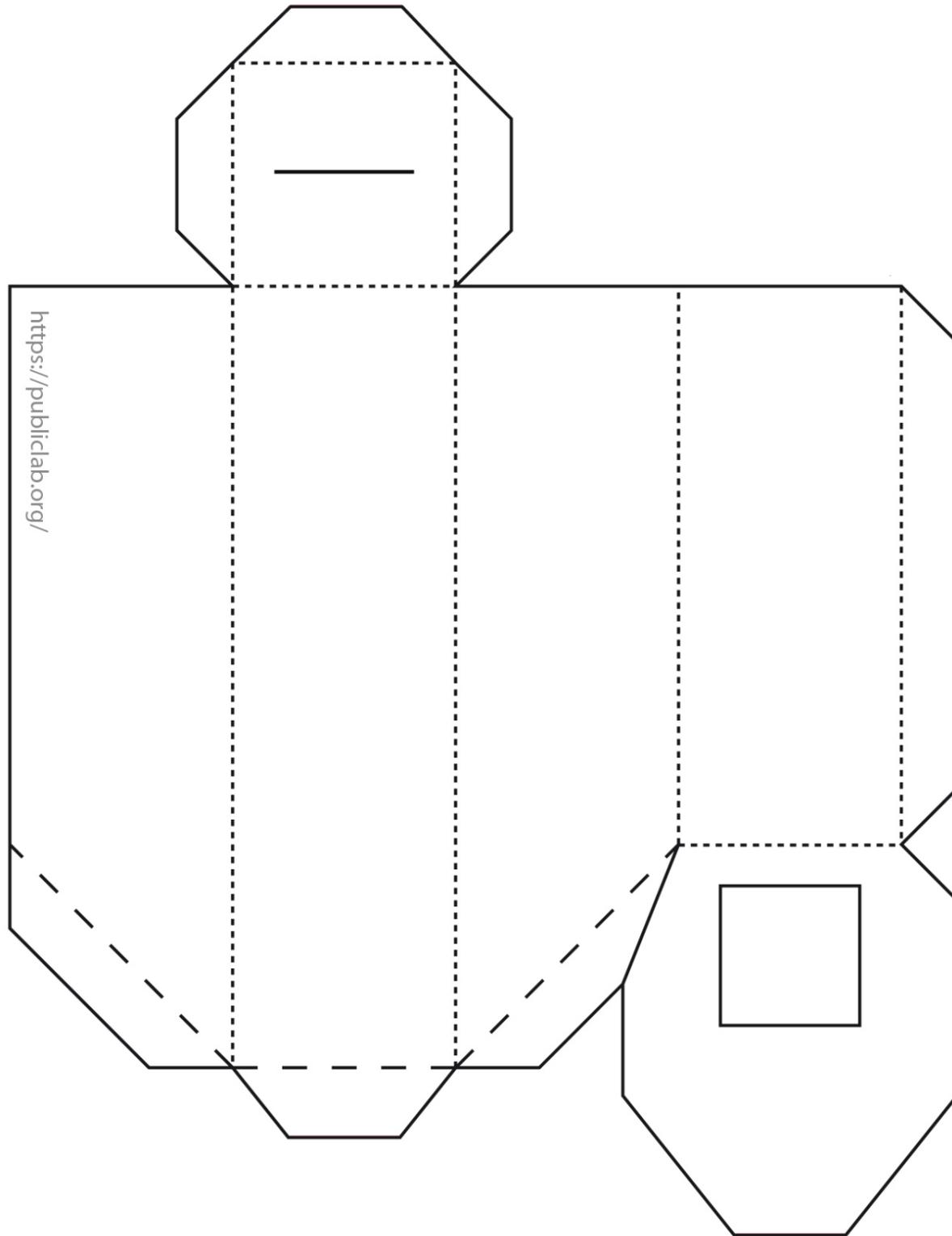


3

Il est nécessaire d'inclure une grille de diffraction pour le faire fonctionner. Vous pouvez en faire un en coupant un CD et en enlevant le calque réfléchissant. Il est important de placer le réseau avec les rainures verticalement afin qu'elles soient parallèles à la fente.

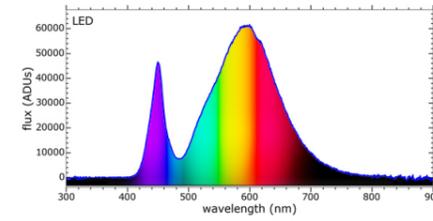


Gabarit d'un spectrographe maison :

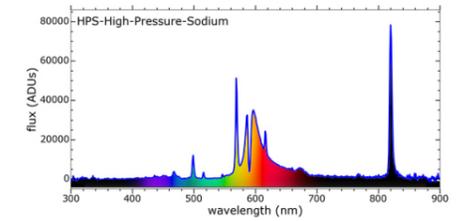


ACTIVITÉ 4

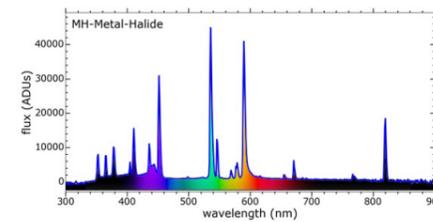
Selon la technologie des ampoules, leurs spectres seront différents. Comparez vos résultats avec les spectres théoriques ci-dessous pour déterminer quel type d'ampoule vous avez utilisé.



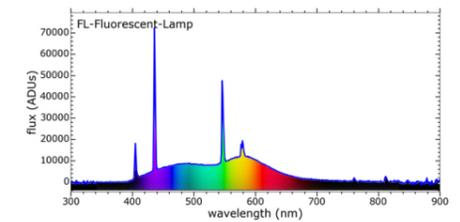
LED



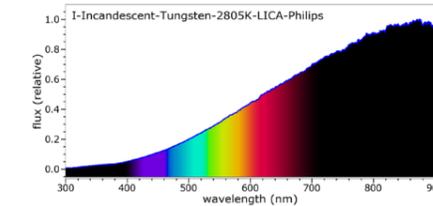
Sodium haute pression



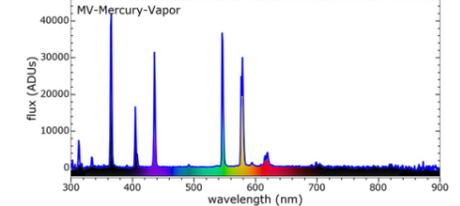
Iodures métalliques



Fluorescence

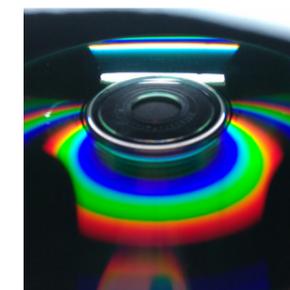


Incandescence Tungstène



Vapeur de mercure

Exemples de spectre lumineux de différentes sources lumineuses à la surface d'un CD, obtenus avec une caméra de smartphone



Soleil



LED



Fluorescence

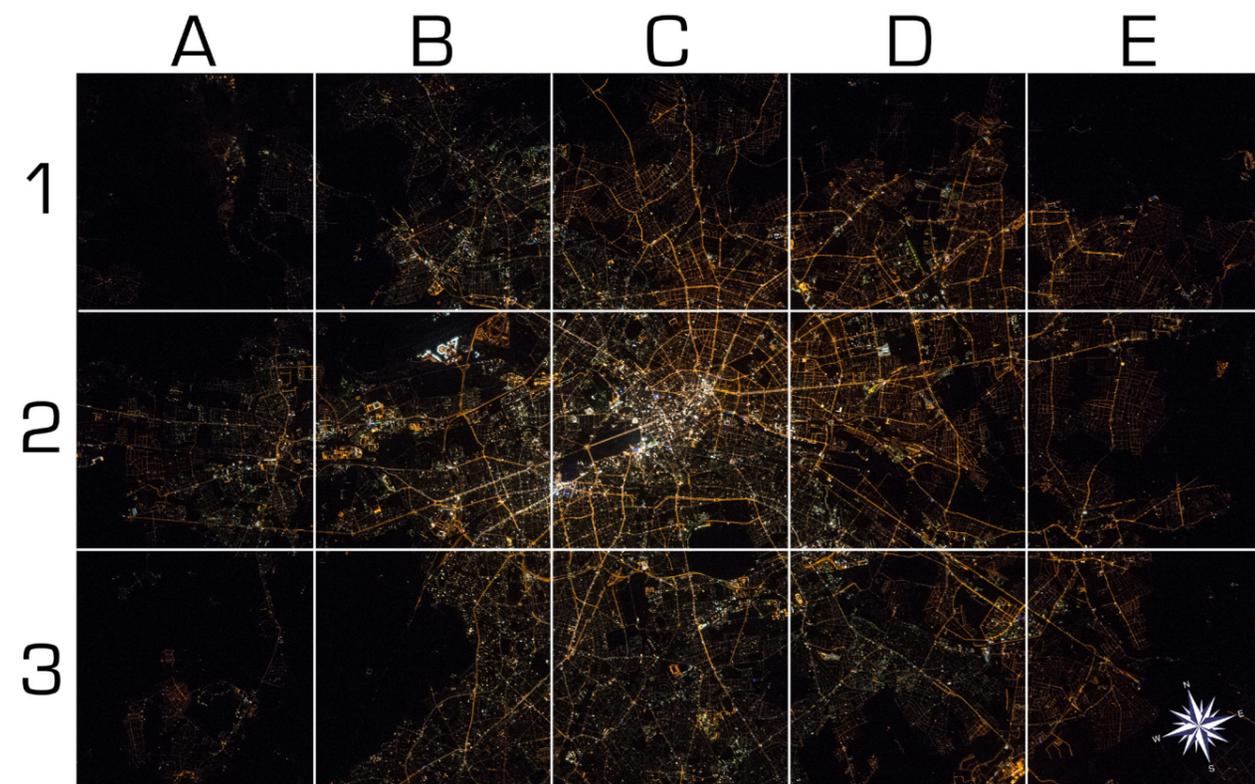


Ampoule à filament

ACTIVITÉ 5

Les images contiennent des informations scientifiques, donc les scientifiques (et maintenant vous !) peuvent les utiliser comme base de données pour étudier la pollution lumineuse.

Dans cet exercice, nous allons mesurer les couleurs de lumière avec une photo en couleur de la ville de Berlin :



Ouvrez cette image avec un programme de retouche d'image (vous pouvez choisir un très simple, comme par exemple Paint). Choisissez le point qui représente le mieux la couleur de l'éclairage dans chaque zone et marquez-le avec le sélecteur de couleur.

Écrivez combien votre couleur est composée de vert, de rouge et de bleu. Faites les divisions marquées sur la table. La zone 1A vous donne un exemple.

Pour obtenir la valeur X, vous devez diviser la quantité de bleu par la quantité de vert. Et pour obtenir la valeur Y, divisez la quantité de vert par la quantité de rouge. Une fois que vous avez terminé, créez un graphique en utilisant les résultats des colonnes X et Y.

Les couleurs placées dans le coin supérieur droit sont les plus gros pollueurs.

zona	Couleur sélectionnée	VERT	ROUGE	BLEU	Bleu / Vert (axe x)	Vert / Rouge (axe y)
1A		85	146	40	0,47	0,58
1B						
1C						
1D						
1E						
2A						
2B						
2C						
2D						
2E						
3A						
3B						
3C						
3D						
3E						

LIENS D'INTÉRÊT

CRÉDITS DES IMAGES

Projet «Cities at Night»
<https://citiesatnight.org/>

Fundación Ibercivis
<https://ibercivis.es>

Fondation Espagnole pour la science et la Technologie
<https://www.fecyt.es>

Catalogue des photographies de la NASA prises par les astronautes à bord de la Station Spaciale Internationale ISS
<https://eol.jsc.nasa.gov/>

IDA - International Dark-Sky Association
<https://www.darksky.org/>

Kit éducatif Lumière qualitative
<https://www.noao.edu/education/qltkit-es.php>

Définition de la pollution lumineuse
<https://www.informea.org/en/terms/light-pollution>

Carte de la Pollution lumineuse mondiale
<https://www.lightpollutionmap.info/>

Logiciels pour changer la température de couleur de l'écran de votre ordinateur
<https://justgetflux.com>

UCM light pollution projects
<https://guaix.ucm.es/darkskies>

Solution graphique Activité 5 : Alejandro Sánchez de Miguel, «Télé-détection colorimétrique de l'impact de la lumière artificielle la nuit (I) : Le potentiel de la Station Spatiale Internationale et d'autres plateformes DSLR» Télé-détection de l'environnement Volume 224, April 2019 , Pages 92-103
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.035>

Ampoule électrique - Jonny Lindner via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/bombilla-actuales-la-luz-resplandor-503881/>

Professeur - Free-Photos via Pixabay
[https://pixabay.com/es/photos/persona-mujer-femal-801829/#_="](https://pixabay.com/es/photos/persona-mujer-femal-801829/#_=)

Honk Kong - David Mark via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/hong-kong-ciudad-urbana-rascacielos-1990268/>

Route - image de SplitShire en Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/carretera-calle-por-carretera-noche-407093/>

Animaux la nuit - Cocoparisienne via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/alce-animales-navidad-1793632/>

Voie Lactée - Pexels via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/la-astronom%C3%ADa-constelación-oscura-1866822/>

Ourson et Ordinateur - Image de DanFa via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/bear-computer-night-lila-dark-2382779/>

Flash - Mircea Ploscar via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/fotograf%C3%ADa-estudio-sesi%C3%B3n-de-fotos-1850469/>

Ville avec nuages - Carloyuen via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/nubes-hong-kong-noche-niebla-haze-2517653/>

TESS photomètre - Lucía García (UCM)
<https://tess.stars4all.eu>

Las vegas - Skeeze via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/las-vegas-tiempo-de-la-noche-599840/>

Lampes - Xegxef via Pixabay (Edited)
<https://pixabay.com/es/photos/luz-lámpara-electricidad-el-poder-1603766/>
Formas de farolas - Producción propia
https://citiesatnight.org/wp-content/uploads/2016/07/Farolas_esp.jpg

Température de couleur - Lucía García - Original bulb - Geralt via Pixabay
<https://pixabay.com/es/illustrations/bombilla-creo-que-idea-solución-2010022/>

Route - Stock ImageSnap via Pixabay - Editée
<https://pixabay.com/es/photos/calle-por-carretera-flechas-2619708/>

Paris - Kevin Phillips via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/torre-eiffel-francia-puesta-de-sol-951517/>

Luminaire solitaire - Samuele Schirò via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/noche-árbol-farola-cielo-930963/>

Analyse Pollution lumineuse - Lucía García | Bande dessinée: Rainer Stock
<https://stars4all.eu/wp-content/uploads/2018/12/correcta-iluminación-nocturna.jpg>

Astronaute Samantha Cristoforetti - ESA
www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2016/03/ESA_astronaut_Samantha_Cristoforetti_in_the_Cupola

Madrid (Espagne) depuis l'ISS - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
<https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS038&roll=E&frame=41064>

Milan (Italie) depuis l'ISS 2012 - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
<https://www.iau.org/static/archives/images/screen/iau1510b.jpg>

Milan (Italie) depuis l'ISS 2015 - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
<https://www.iau.org/static/archives/images/screen/iau1510a.jpg>

Copie d'écran application « Lost at Night » - Lucía García (Includes images from NASA)

Comparaison des villes Européennes - Lucía García (Includes images from NASA)

Lanterne 1 - Goumbik via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/linterna-oscura-lámpara-noche-2938031/>

Lanterne 2 - fancycrave1 via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/la-pared-lámpara-grunge-interior-823611/>

Lanterne 3 - Free-Photos via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/lámparas-linternas-diseño-colgando-918495/>

Lanterne 4 - JerzyGorecki via Pixabay
<https://pixabay.com/es/photos/crepúsculo-lámpara-de-repuesto-2291361/>

Lanterne 5 - leovalente via Pixabay
<https://pixabay.com/photos/lights-pole-street-lamp-posts-340483/>

Type de sources lumineuses - Lucía García

Spectroscope - Lucía García

Spectroscope en papier- Publiclab.org
<https://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf>

Lumière intrusive - Editée
<https://pixabay.com/es/photos/vivir-dormitorio-arquitectura-3104077/>

Lumière peu uniforme
<https://pixabay.com/es/photos/persona-perro-urbana-farola-niño-498197/>

Flash
<https://pixabay.com/es/photos/retrato-flash-tiene-usted-niña-1243972/>

Bibliothèque
<https://pixabay.com/es/photos/los-libros-la-colección-de-2596809/>

Spectre des différentes sources lumineuses - Carlos Tapia (UCM)
<http://www.carlostapia.es/lamparas/lamps.html>

Berlin - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
<https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS035&roll=E&frame=17365>

Péninsule Ibérique - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center
<https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS040&roll=E&frame=81320>

Berlín
<https://pixabay.com/nl/photos/berlin-tv-toren-skyline-alex-4001319/>

Paysage de nuit
<https://pixabay.com/es/photos/por-carretera-de-la-ciudad-403752/>

Étudiante
<https://pixabay.com/es/photos/chica-joven-estudiante-sentado-3718526/>



LIVRET
PÉDAGOGIQUE

PROJET
SCIENCE-CITOYENNE
POUR LOCALISER
LES SOURCES DE
POLLUTION LUMINEUSE



<https://citiesatnight.org>