



SHINE SMART, SHINE BRIGHT

Comprendre les enjeux d'éclairage urbain

thématique : énergie et efficacité énergétique



Cofinancé par
l'Union européenne



Introduction

L'activité "**Brillez intelligemment**" vise à sensibiliser les élèves aux enjeux de l'optimisation de l'utilisation de la lumière en journée dans les centres-villes et zones commerçantes. Dans un contexte où l'efficacité énergétique et le bien-être des citoyens sont au cœur des préoccupations urbaines, cette activité propose une approche pratique et réflexive pour comprendre et améliorer la gestion de l'éclairage urbain.

À travers trois phases complémentaires, les élèves exploreront les politiques publiques actuelles, collecteront des données sur le terrain et proposeront des solutions innovantes. Ils développeront ainsi des compétences en analyse critique, en méthodologie scientifique et en engagement citoyen, tout en abordant des concepts clés tels que la pollution lumineuse, l'intégration de la lumière naturelle et l'efficacité énergétique.

Cette activité encourage une réflexion approfondie sur l'impact de l'éclairage sur notre environnement urbain et invite les élèves à devenir des acteurs du changement dans leur communauté. En combinant théorie et pratique, "Shine Smart, Shine Bright" offre une opportunité unique de contribuer concrètement à l'amélioration de notre cadre de vie tout en développant une conscience écologique et citoyenne.

Disciplines



biologie

géographie

Objectifs de développement durable

7 ÉNERGIE PROPRE
ET D'UN COÛT
ABORDABLE



11 VILLES ET
COMMUNAUTÉS
DURABLES



12 CONSOMMATION
ET PRODUCTION
RESPONSABLES





L'activité en bref

Structure du protocole

Phase 1 : Analyse documentaire

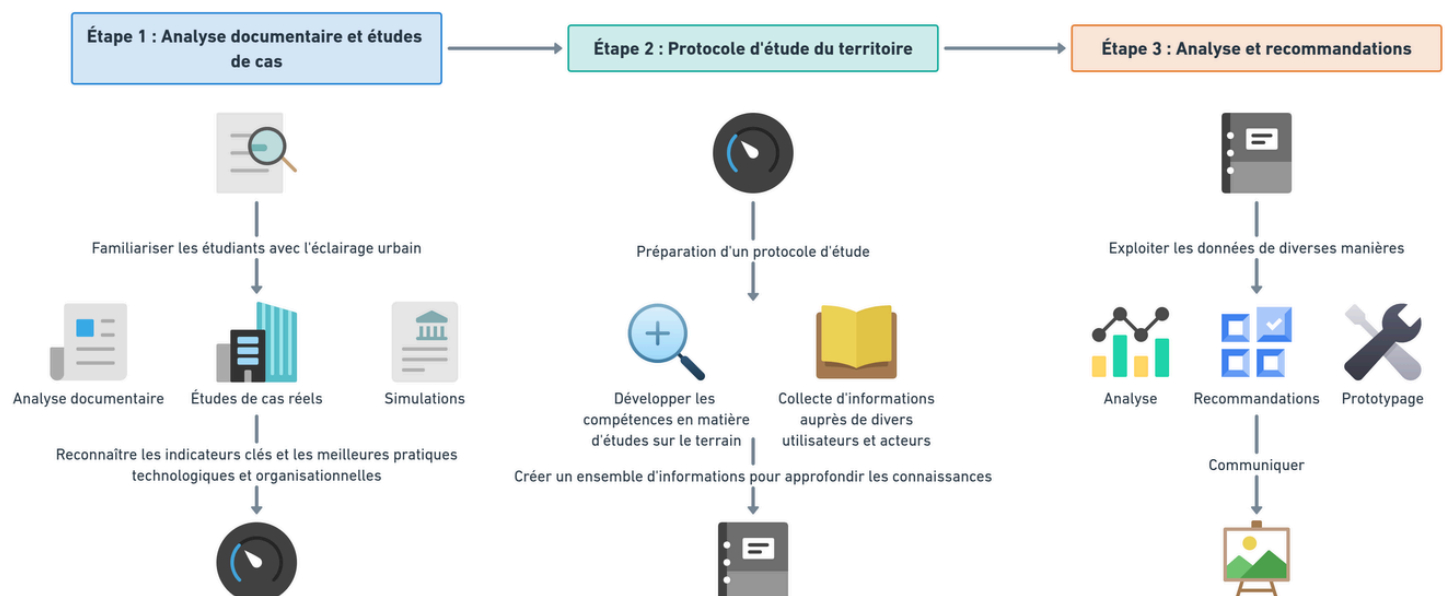
La Phase 1 pose les bases du projet en familiarisant les élèves avec l'éclairage urbain à travers trois activités principales. D'abord, ils étudient les documents techniques et réglementaires pour comprendre le cadre légal et les normes actuelles. Ensuite, ils analysent en groupes des études de cas réelles de villes ayant mis en place des solutions innovantes, en utilisant une grille d'analyse structurée. Enfin, ils participent à des simulations pour appliquer leurs connaissances. Cette première phase leur permet de maîtriser les concepts clés comme la pollution lumineuse, l'efficacité énergétique et les systèmes d'éclairage adaptatif. Les compétences et connaissances acquises les préparent aux phases suivantes d'observation sur le terrain et de recherche de solutions.

Phase 2 : Protocole d'étude sur le territoire

La phase 2 est une étude pratique où les élèves analysent l'éclairage de leur territoire. Ils observent et documentent les différents types d'éclairage présents, identifient les zones bien ou mal éclairées, et évaluent l'utilisation de la lumière naturelle dans les espaces urbains. Les élèves utilisent des fiches d'observation pour noter méthodiquement leurs constats sur le terrain. Ils recensent les types de luminaires présents, leur état, leur positionnement et leur impact sur l'environnement urbain. Ils évaluent également l'éclairage des commerces, notamment les vitrines et les panneaux publicitaires lumineux. Pour compléter leurs observations, les élèves recueillent les retours des usagers et des commerçants à travers des questionnaires simples. Ces entretiens permettent de comprendre la perception de l'éclairage par les différents acteurs du territoire et d'identifier les problématiques concrètes liées à l'éclairage urbain, comme le sentiment de sécurité ou le confort visuel. Cette démarche peut d'ailleurs être amorcée ou réalisée entièrement au sein même de l'établissement scolaire, permettant aux élèves de s'exercer dans un environnement familier et d'éviter les contraintes liés à l'étude de terrain.

Phase 3 : Analyse et recommandations

La troisième et dernière phase du projet vise à transformer les observations et analyses en actions concrètes. Les élèves synthétiseront leurs découvertes des phases précédentes pour développer des recommandations pratiques et innovantes concernant l'optimisation de l'éclairage urbain. Cette phase cruciale permet de passer de la théorie à la pratique en proposant des solutions adaptées au contexte local, tout en sensibilisant les acteurs du territoire aux enjeux de l'éclairage intelligent. À travers l'analyse des données collectées, l'élaboration de recommandations et la possibilité de prototyper des solutions, les élèves deviennent de véritables acteurs du changement dans leur communauté.



Pour bien démarrer

Le protocole peut être entièrement réalisé en deux à trois séquences. Vous pouvez décider de réaliser uniquement l'étape 1 (environ 30 minutes à 1 heure), les étapes 1 et 2 (1 séquence en salle + 1 visite sur site), ou les étapes complètes (une séquence supplémentaire pour conclure et proposer des recommandations).

Mesures	Durée	Difficulté	Matériel
Analyse documentaire et études de cas	30 minutes à 1 heure	★☆☆☆☆	<ul style="list-style-type: none">● Ordinateurs ou tablettes avec accès Internet pour la recherche documentaire et/ou la documentation présélectionnée sur le sommeil● Du papier et des stylos pour prendre des notes● Papier ou carton mousse au format A3 (format recommandé) pour conclure l'étape
Protocole d'étude du territoire	2 heures (en dehors de la classe)	★★★☆☆	<ul style="list-style-type: none">● Appareils photo ou smartphones pour la documentation● Ordinateurs pour l'analyse des données
Analyse et recommandations	30 minutes à 1 heure	★★★★☆	<ul style="list-style-type: none">● Supports de présentation (affiches, projecteur)● Matériaux de prototypage en fonction des projets choisis

Glossaire

Mots clé et concepts	Definitions
Pollution lumineuse	Excès de lumière artificielle nocturne qui perturbe l'environnement et la santé humaine.
Efficacité énergétique	Optimisation de la consommation d'énergie pour un service rendu équivalent ou supérieur.
Lumière naturelle	Éclairage provenant du soleil, variable selon l'heure et les conditions météorologiques.
Éclairage adaptatif	Système d'éclairage qui s'ajuste automatiquement en fonction des conditions environnantes.
Lux	Unité de mesure de l'éclairement lumineux, représentant le flux lumineux reçu par unité de surface.
Cadre réglementaire	Ensemble des lois et normes régissant l'éclairage public et commercial.
Confort visuel	Conditions d'éclairage permettant une vision claire et confortable, sans éblouissement ni fatigue oculaire.
Biodiversité nocturne	Ensemble des espèces animales et végétales actives la nuit, souvent affectées par l'éclairage artificiel.
Éclairage intelligent	Systèmes d'éclairage utilisant des capteurs et des contrôles automatisés pour optimiser l'utilisation de la lumière.
Empreinte carbone	Mesure de l'impact des activités humaines sur l'environnement en termes d'émissions de gaz à effet de serre.
Chronobiologie	Étude des rythmes biologiques, notamment l'impact de la lumière sur les cycles circadiens.
Photopollution	Terme désignant spécifiquement la pollution causée par un excès de lumière artificielle.



Protocole

Phase 1 : Analyse documentaire

Contexte de la séquence : Dans cette première phase, les élèves explorent concrètement les politiques d'éclairage urbain à travers l'analyse de documents et d'études de cas. Répartis en petits groupes, ils examinent des réglementations locales, des rapports municipaux et des projets d'éclairage innovants. Cette immersion documentaire leur permet de découvrir comment différentes villes gèrent leur éclairage, depuis les aspects techniques (types de luminaires, systèmes de contrôle) jusqu'aux considérations environnementales et économiques.



Objectifs d'apprentissage : Les élèves développent des compétences pratiques en analysant des documents techniques et réglementaires sur l'éclairage urbain. Ils apprennent à utiliser une grille d'analyse structurée pour évaluer des études de cas, et s'exercent à présenter leurs découvertes sous forme de posters ou présentations numériques. À travers la comparaison de différentes approches de gestion de l'éclairage, ils acquièrent les outils conceptuels nécessaires pour la phase suivante d'observation sur le terrain.

Conceptualisation



Notre hypothèse générale pour l'ensemble du protocole est la suivante : **une meilleure intégration de la lumière naturelle et une optimisation de l'éclairage artificiel dans les centres-villes et les zones commerçantes peuvent améliorer l'efficacité énergétique et le bien-être des citoyens.**

Dans cette phase initiale, nous explorons comment les politiques publiques actuelles d'éclairage urbain prennent en compte l'utilisation de la lumière naturelle. Cette étape nous permet de poser les bases pour comprendre la situation actuelle et identifier les potentielles lacunes dans l'approche existante. Nous analyserons les réglementations en vigueur et effectuerons des observations sur le terrain pour évaluer l'adéquation entre les politiques et les réalités pratiques. Cette analyse contribuera à notre compréhension globale de l'optimisation de l'éclairage en journée dans les zones urbaines commerçantes, nous permettant ainsi de commencer à tester notre hypothèse générale.

Pour étudier notre hypothèse sur l'optimisation de l'éclairage urbain, nous explorerons plusieurs concepts clés qui résonnent directement avec notre problématique :

- La **pollution lumineuse** est au cœur de notre étude. Elle englobe l'**éblouissement**, la **luminescence du ciel nocturne**, et la **lumière intrusive**. Ces phénomènes sont directement liés à notre hypothèse car ils représentent les conséquences négatives d'un éclairage mal optimisé. En comprenant ces aspects, nous pourrions mieux évaluer l'impact de l'éclairage actuel et proposer des solutions pour le réduire.
- L'**intégration de la lumière naturelle** est un concept crucial pour notre hypothèse. Elle implique l'utilisation de **systèmes de contrôle adaptatifs**, de **matériaux réfléchissants**, et de **conceptions architecturales** spécifiques. Ces éléments sont essentiels pour maximiser l'utilisation de la lumière naturelle et réduire la dépendance à l'éclairage artificiel, ce qui est au cœur de notre hypothèse d'optimisation.
- L'**efficacité énergétique** est un autre concept clé. Elle englobe les **technologies basse consommation**, la **gestion intelligente**, les **systèmes de gradation**, les **détecteurs de présence**, et les **LED avancées**. Ces technologies sont directement liées à notre hypothèse car elles offrent des moyens concrets d'optimiser l'utilisation de la lumière tout en réduisant la consommation d'énergie.
- Enfin, le **cadre réglementaire**, comprenant les **normes techniques**, les **recommandations internationales**, et les **politiques locales**, est essentiel à notre étude. Il nous permettra de comprendre les contraintes légales et les opportunités d'amélioration dans l'optimisation de l'éclairage urbain, aspect crucial pour valider notre hypothèse et proposer des solutions réalisables.

Cette approche multidimensionnelle, combinant l'étude de la pollution lumineuse, l'intégration de la lumière naturelle, l'efficacité énergétique et le cadre réglementaire, nous permettra d'évaluer de manière approfondie notre hypothèse sur l'optimisation de l'éclairage urbain dans les centres-villes et zones commerçantes.

Investigation par les élèves

Étude documentaire et analyse réglementaire

Pour cette première étape, l'enseignant peut soit préparer une liste de ressources documentaires pertinentes sur les réglementations nationales et locales en matière d'éclairage urbain, soit laisser les élèves rechercher ces ressources eux-mêmes, en classe ou à la maison, selon les modalités, le temps disponible et l'accès à internet.

Ces ressources peuvent inclure des **documents municipaux, des rapports d'urbanisme, et des articles scientifiques sur l'éclairage urbain**. Les élèves, **répartis en petits groupes de 3 ou 4 pour l'ensemble de la phase**, analyseront ces documents pour identifier les normes locales sur l'éclairage urbain. Ils devront se concentrer sur les plages horaires d'éclairage, les intensités maximales autorisées, et les exigences énergétiques.

Études de cas

Toujours en groupe, les élèves analyseront des études de cas réelles d'initiatives d'éclairage urbain innovantes et de plans lumière. Ils exploreront des solutions telles que les **systèmes de gestion centralisée de l'éclairage**, les **capteurs de luminosité et de présence**, et les **LED à intensité variable, illustrés dans de vrais agglomérations**.

L'enseignant fournira une grille d'analyse structurée pour guider leur réflexion (cf. annexe).

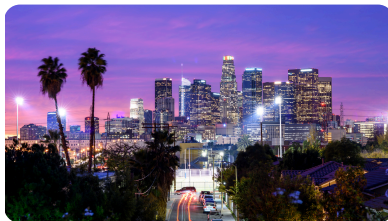
Voici quelques exemples d'initiatives qui peuvent être proposées aux élèves pour étude :

[Plan Lumière à Lyon, France](#)



Pionnier dans la gestion intelligente de l'éclairage urbain. Lancé en 1989, ce plan vise à mettre en valeur le patrimoine architectural de la ville tout en réduisant la consommation énergétique. Il utilise des technologies LED et des systèmes de contrôle adaptatifs pour ajuster l'éclairage en fonction des besoins.

[Programme LED à Los Angeles, États-Unis](#)



Projet de remplacement massif des lampadaires par des LED connectées. Initié en 2009, ce projet a permis de remplacer plus de 140 000 lampadaires par des LED, réduisant la consommation d'énergie de 63% et les émissions de CO2 de 47 600 tonnes par an. Le système inclut un contrôle à distance et une maintenance prédictive.

[Normes écologiques de Toronto \(Canada\)](#)



Lignes directrices et exigences de conception durable pour les nouveaux projets de développement privés et municipaux. Comprend la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre des nouveaux bâtiments avec des recommandations sur l'éclairage.

Chaque groupe présentera son analyse à la classe, en mettant en évidence les leçons apprises et leur applicabilité potentielle à leur propre contexte urbain. Ils présenteront leurs trouvailles sous forme de courtes présentations de 5

minutes à la classe, sous forme de poster ou de présentation (sur Canva, PowerPoint, Prezi, Animaker ...), en incluant des démonstrations virtuelles. L'enseignant guidera une discussion de classe pour synthétiser les informations recueillies, identifier les meilleures pratiques technologiques qui pourraient être appliquées localement, et réfléchir aux implications de ces technologies en termes d'efficacité énergétique, de coût et de durabilité.



Pour vous aider, une présentation de quelques outils graphiques qui pourraient permettre aux élèves de créer une présentation attrayante avec un effort réduit est disponible dans la section aller plus loin de ce protocole.

Simulation d'une ville et résolution de problèmes

Dans cette dernière étape, les élèves participeront à une **simulation interactive d'une ville fictive confrontée à divers défis d'éclairage urbain**.

L'enseignant présentera un **scénario détaillé comprenant des problèmes tels que la surconsommation énergétique, la pollution lumineuse, et le manque de sécurité dans certaines zones**. Les élèves, répartis en équipes, joueront le rôle de consultants en éclairage urbain. Ils devront :

- **Analyser les problèmes présentés dans le scénario.**
- **Proposer des solutions basées sur les connaissances acquises lors de l'étude documentaire et de l'analyse des études de cas.**
- **Élaborer un plan d'action détaillé, incluant les technologies à déployer, les modifications réglementaires nécessaires, et un budget estimatif.**
- **Présenter leur plan à la classe, qui jouera le rôle du conseil municipal.**

Cette simulation permettra aux élèves d'appliquer de manière pratique les connaissances acquises, de développer leurs compétences en résolution de problèmes et de comprendre les complexités de la mise en œuvre de solutions d'éclairage urbain intelligent dans un contexte réel.

Restitution et réflexion

À l'issue de cette première phase d'étude documentaire, les élèves auront acquis une **compréhension approfondie des politiques et réglementations en matière d'éclairage urbain**. Ils auront développé des compétences en **analyse critique des documents officiels**, en **étude de cas concrets**, et en **compréhension des enjeux techniques et réglementaires**.

Les élèves seront capables d'identifier les bonnes pratiques, de comprendre les innovations technologiques et de relier les objectifs des politiques publiques aux solutions concrètes. Ils auront également acquis des compétences en **analyse comparative d'initiatives urbaines** et en **évaluation des impacts environnementaux et économiques des différentes solutions d'éclairage**.

Pour approfondir la réflexion sur cette phase documentaire, les enseignants pourront utiliser les questions suivantes :

- "Quelles différences avez-vous observées entre les approches des différentes villes étudiées ?"
- "Comment les innovations technologiques peuvent-elles être adaptées au contexte local ?"
- "Quels sont les principaux défis dans la mise en œuvre de politiques d'éclairage intelligent ?"

Phase 2 : Protocole d'étude sur le territoire



Contexte de la séquence : Cette phase met en œuvre une démarche scientifique concrète pour collecter des données dans des centres-villes et zones commerçantes présents sur le territoire des élèves. Les élèves mesureront l'intensité lumineuse, estimeront les consommations énergétiques et recueilleront des retours qualitatifs sur la perception de l'éclairage par les usagers. Ils analyseront aussi l'apport de la lumière naturelle pour mieux comprendre son potentiel dans la réduction des coûts énergétiques et l'amélioration du confort visuel.

Objectifs d'apprentissage : Cette phase vise à développer les capacités d'analyse des élèves à travers la collecte et l'interprétation de données tant quantitatives que qualitatives. Les élèves apprendront à évaluer les déséquilibres entre l'éclairage artificiel et la lumière naturelle, tout en établissant des liens concrets entre leurs observations et les enjeux d'énergie, de confort et de qualité de vie. Cette approche permettra également aux élèves de mieux comprendre les spécificités de leur territoire et d'ancrer leur apprentissage dans un contexte local tangible.

Conceptualisation

En s'appuyant sur les conclusions de la phase initiale d'étude documentaire, cette deuxième étape permet d'approfondir notre compréhension de la problématique en adoptant une posture de chercheur. Cette approche permet aux élèves de s'approprier les concepts fondamentaux de la démarche scientifique : formulation d'hypothèses, élaboration de protocoles, collecte et analyse de données.



L'hypothèse que nous souhaitons explorer est simple : **l'éclairage artificiel dans nos centres-villes n'est pas toujours adapté aux usages, ce qui entraîne du gaspillage énergétique et de l'inconfort.**

Pour vérifier cette hypothèse, les élèves développeront une méthodologie d'investigation approfondie qui les initiera aux concepts clés de la recherche scientifique : variables dépendantes et indépendantes, contrôle des paramètres, reproductibilité des mesures. Cette approche commence par la collecte de données objectives, utilisant des instruments de mesure précis comme les luxmètres pour quantifier l'intensité lumineuse à différents moments de la journée et sous diverses conditions météorologiques. Ces mesures seront complétées par une analyse détaillée des consommations énergétiques, obtenue grâce à l'étude des relevés de compteurs et des factures d'électricité des commerces et de l'éclairage public. Parallèlement, une dimension qualitative sera explorée à travers des entretiens approfondis avec les différents acteurs du territoire, introduisant les élèves aux méthodes de recherche en sciences sociales.



Concepts clé : **La représentativité de l'échantillon** fait référence à la mesure dans laquelle un échantillon reflète avec précision les caractéristiques de la population plus large dont il est issu. Un échantillon représentatif garantit que les résultats de l'étude peuvent être généralisés à l'ensemble de la population. **Le biais d'observation** est une erreur qui se produit lorsque les attentes ou les préférences d'un chercheur influencent les observations ou le processus de collecte de données. Ce biais peut conduire à des résultats et des conclusions inexacts, car le chercheur peut se concentrer par inadvertance sur des données qui étayent ses hypothèses tout en négligeant les preuves contraires. **L'analyse qualitative** est une méthode de recherche utilisée pour interpréter des données non numériques, telles que des textes, des entretiens et des observations. Elle se concentre sur la compréhension des significations, des modèles et des idées sous-jacentes plutôt que sur la mesure des quantités. L'analyse qualitative est souvent utilisée pour explorer des phénomènes complexes et approfondir la compréhension des expériences et des points de vue des participants.

Les commerçants seront interrogés sur leurs pratiques d'éclairage, leurs contraintes et leurs besoins spécifiques. Les passants et usagers de l'espace public participeront à des enquêtes de satisfaction portant sur leur perception du confort visuel et leur sentiment de sécurité. Cette approche permet de capturer la dimension humaine et sociale de l'éclairage urbain, dépassant ainsi la simple analyse technique tout en développant l'esprit critique des élèves.

Investigation par les élèves

Suite à la phase d'étude documentaire et réglementaire, aux analyses de cas et simulations, les élèves auront acquis un socle de connaissance devant leur permettre de **développer une méthodologie d'étude simple à appliquer sur le terrain afin de se posturer en tant qu'observateur et analyste de la problématique étudiée.**

Les élèves concevront un **protocole d'étude de l'éclairage combinant observations visuelles et retours qualitatifs.** Ce protocole pourra intégrer l'observation de la présence de systèmes d'éclairage intelligents (détecteurs de mouvement, minuteries), de LED, et de systèmes de contrôle de la luminosité, la luminosité perçue et l'ambiance générale à différents moments de la journée et dans diverses conditions météorologiques, les modalités d'éclairage public et celles utilisés par les commerçants.

Les élèves développeront des **fiches d'observation pour noter leurs constats sur l'éclairage et les technologies utilisées, et évaluer les sources lumineuses.** Ils créeront également des questionnaires pour recueillir les retours des usagers. Ces outils sont disponibles ci-dessous à titre d'exemples et en annexe pour impression.

FORMULAIRE D'OBSERVATION - ÉCLAIRAGE URBAIN

Groupe :

Emplacement :

Date :

Heure :

Inventaire des éclairages

Type de luminaire

État visible (bon, moyen, mauvais)

Nombre de dispositifs d'éclairage à cet endroit

Hauteur des éclairages (estimation en mètres)

2. Zones d'illumination

Zones surexposées (trop lumineuses) Oui Non

Zones mal éclairées (trop sombres) Oui Non

Zones correctement éclairées Oui Non

Qu'est-ce qui rend la zone excessivement lumineuse ? (trop de lumières, éblouissement intense) :

Qu'est-ce qui engendre l'obscurité ? (peu de lumières, ombres) :

Pourquoi la zone est-elle bien éclairée ? (lumière homogène, sans éblouissement) :

3. Emploi de la lumière naturelle

Surfaces réfléchissantes (des miroirs, murs éclairés) Oui Non

Obstacles (par exemple, arbres, bâtiments) Oui Non

Vos réflexions sur l'utilisation de la lumière naturelle :

4. Avis des utilisateurs - (Interrogez 2 à 3 personnes et enregistrez leurs impressions)

Pensent-ils que l'éclairage est : Trop éblouissant Trop sombre Juste ce qu'il faut

Commentaires additionnels des utilisateurs :

5. Éclairage de vente (Observez l'éclairage utilisé par les boutiques ou les annonces)

Éclairage de présentation (décrire la catégorie et l'intensité lumineuse)

Existe-t-il des panneaux publicitaires éclairés ? Oui Non

L'éclairage commercial a-t-il un impact sur l'éclairage public et, le cas échéant, de quelle manière ? Oui Non

(par exemple, gêne de l'éclat, augmente la clarté)

Observations additionnelles

QUESTIONNAIRE DE PERCEPTION - ÉCLAIRAGE URBAIN

Groupe :

Emplacement :

Date :

Heure :

Questions destinées aux commerçants

Comment évalueriez-vous l'éclairage présent de votre vitrine ?

Quelles sont vos heures d'éclairage ?

Utilisez-vous des systèmes d'éclairage automatisés ou intelligents ? Si tel est le cas, lesquels ?

Quel est l'impact de l'éclairage sur votre facture d'énergie ?

Avez-vous obtenu des retours de clients au sujet de l'éclairage de votre magasin ?

Questions pour les piétons

Comment évaluez-vous l'éclairage dans cette zone ? (Trop sombre / Suffisant / Trop lumineux)

Vous sentez-vous en sécurité avec l'éclairage actuel ?

L'éclairage de la façade vous paraît-il adéquat ?

Remarquez-vous des zones particulièrement peu éclairées ?

L'éclairage vous dérange-t-il (éblouissement, reflets) ?

Questions à poser à la municipalité

Quelles sont les politiques en vigueur concernant l'éclairage urbain ?

Y a-t-il un projet de modernisation de l'éclairage public ?

Quels sont les coûts énergétiques associés à l'éclairage public dans cette zone ?

Avez-vous reçu des réclamations concernant l'éclairage dans ce secteur ?

Quelles initiatives sont mises en œuvre pour optimiser la consommation énergétique ?

Une fois la méthode et les outils définis, l'enseignant organisera une sortie de terrain dans une rue commerçante ou un quartier central de la ville afin d'illustrer les problématiques découvertes lors de la phase d'analyse documentaire et de remplir les différents éléments quantifiables et qualifiables autour de la problématique. Vous pouvez coupler la fiche d'observation avec un outil de cartographie pour créer une visualisation des points étudiés sur une carte (comme sur uMap). Les élèves peuvent noter les emplacements des points de lumières, zones d'éclairage, lampadaires, panneaux réfléchissants ou publicitaires ... sur papier et prendre une photo de chaque éléments d'intérêt. Ils

identifieront les zones qui semblent sur-éclairées, sous-éclairées ou inadaptées aux usages, en se basant sur leurs observations visuelles et sur les retours des usagers qu'ils interrogeront brièvement.

Adaptation du protocole pour une étude intra-établissement

Si vous souhaitez réaliser une phase de test du protocole ou si vous ne pouvez pas vous rendre sur le terrain en ville, vous pouvez réaliser cette phase en restant au sein de votre établissement. D'une part, cela permet aux élèves de tester et affiner leur méthodologie dans un environnement contrôlé et familier avant une éventuelle application en contexte urbain. Deuxièmement, cette adaptation offre une alternative viable pour les enseignants qui, pour des raisons logistiques, administratives ou de sécurité, ne peuvent pas organiser de sorties sur le terrain.

Bien que cette version soit une forme "dégradée" du protocole initial, elle permet néanmoins d'atteindre les objectifs d'apprentissage essentiels :

- Le développement de compétences méthodologiques dans la collecte et l'analyse de données
- La compréhension des enjeux liés à l'éclairage et à l'efficacité énergétique
- L'apprentissage de la démarche scientifique et de l'esprit critique
- La capacité à formuler des recommandations basées sur des observations concrètes

De plus, l'établissement scolaire présente une diversité d'espaces et d'usages qui en fait un excellent terrain d'étude, permettant aux élèves de confronter différentes problématiques d'éclairage dans un contexte réel et significatif pour eux. Voici quelques conseils pour réaliser le protocole au sein de l'établissement scolaire :

Conseil 1 : Planifiez en fonction des contraintes de l'établissement. Identifiez les créneaux horaires disponibles, les zones accessibles et les autorisations nécessaires. Tenez compte des horaires de cours, des périodes d'occupation des salles et des règles de sécurité spécifiques à votre établissement.



Conseil 2 : Réalisez une cartographie stratégique. Créez un plan détaillé incluant les différents types d'espaces (salles de classe, couloirs, espaces communs) mais aussi les particularités techniques comme l'orientation des bâtiments, les sources de lumière naturelle, et les installations électriques existantes. Cette cartographie doit prendre en compte les zones à usage spécifique (laboratoires, salles informatiques) qui ont des besoins particuliers en éclairage.

Conseil 3 : Adaptez votre protocole aux spécificités scolaires. Concentrez-vous sur trois aspects clés :

- L'impact sur les activités pédagogiques (lecture, travail sur écran, tableaux)
- Les variations d'éclairage selon les saisons et les horaires de cours
- Les contraintes budgétaires et techniques propres aux établissements publics

Conseil 4 : Organisez une collecte de données multi-sources. Combinez :

- Des mesures techniques (luminosité, consommation énergétique)
- Des observations pendant différentes activités scolaires
- Des retours d'expérience de tous les usagers (élèves, enseignants, personnel)
- Une analyse des factures énergétiques de l'établissement

Conseil 5 : Intégrez les enjeux de maintenance. Prenez en compte :

- La durée de vie des équipements d'éclairage
- Les coûts et la fréquence d'entretien
- La disponibilité des pièces de rechange
- Les compétences techniques requises pour la maintenance

Restitution et réflexion

Les élèves développeront des compétences en **recherche documentaire**, en **analyse comparative de cas d'étude internationaux**, et en **présentation de résultats**. Ils apprendront à comparer différentes approches d'éclairage urbain et à identifier les meilleures pratiques.

Pour approfondir la réflexion, les enseignants pourront également utiliser les questions d'ouverture suivantes pour stimuler les discussions :

- "Quelles différences observez-vous entre les approches des différentes villes étudiées ?"
- "Comment les innovations technologiques ont-elles influencé les stratégies d'éclairage urbain ?"
- "Quelles solutions pourraient être adaptées à notre contexte local ?"

Phase 3 : Analyse et recommandations

Contexte de la séquence : Cette phase engage les élèves à analyser leur protocole d'étude, formuler des recommandations concrètes pour optimiser l'éclairage dans les centres-villes et commerces. Ils imagineront des actions locales, testeront des solutions, créeront des mini-prototypes (optionnel) et partageront leurs résultats avec la communauté pour sensibiliser les décideurs.



Objectifs d'apprentissage : Les élèves seront amenés à analyser et évaluer la pertinence du protocole d'étude utilisé, proposer des solutions basées sur une analyse rigoureuse et développer des actions citoyennes pour tester ces solutions. Ils devront réaliser des présentations claires et structurées, formuler des recommandations concrètes et réalisables, et pourront concevoir des mini-prototypes pour illustrer leurs solutions. Enfin, ils apprendront à communiquer efficacement leurs résultats pour mobiliser la communauté.

Conceptualisation

La phase de conclusion permet aux élèves de se positionner comme **acteurs du changement** en transformant leurs observations en actions concrètes pour leur territoire. À travers la présentation de leurs résultats aux décideurs locaux et leur participation aux débats publics, ils développent une véritable **conscience citoyenne** et comprennent leur rôle dans l'amélioration de leur environnement urbain.

Cette démarche leur permettra notamment d'aborder les démarches suivantes à l'échelle de leur classe :

- **La médiation scientifique** constitue un pont essentiel entre les connaissances techniques et le grand public. Elle comprend la transformation de données complexes en informations accessibles, l'adaptation du discours selon les différents publics (commerçants, élus, citoyens), la création de supports de communication efficaces comme les infographies et les présentations, ainsi que l'organisation d'événements de sensibilisation.
- **L'engagement citoyen** représente la capacité des élèves à s'impliquer activement dans la vie de leur communauté. Il se manifeste par leur participation aux processus de consultation publique, la présentation argumentée de solutions basées sur des données scientifiques, le développement d'un dialogue constructif avec les décideurs locaux et la mobilisation d'autres citoyens autour des enjeux identifiés.
- **L'innovation territoriale** représente la capacité à concevoir et mettre en œuvre des solutions adaptées au contexte local. Elle se caractérise par une analyse fine des spécificités du territoire, la proposition de solutions respectueuses des contraintes locales, l'intégration des retours d'expérience des différents acteurs et le développement de projets pilotes pour tester les solutions proposées.

Investigation par les élèves

Afin de conclure le travail autour de la problématique de la lumière urbaine, les élèves pourront réaliser plusieurs actions leur permettant de valoriser leur démarche scientifique :

Analyse des données collectées

Les élèves travailleront en groupes de 3-4 pour analyser l'ensemble des données récoltées sur le terrain. À l'aide d'un tableur collaboratif (type Google Sheets), ils compileront leurs observations, mesures et témoignages. Un modèle de tableau leur sera fourni pour faciliter la classification des informations selon différents critères : intensité lumineuse, horaires d'éclairage, usages observés, retours des usagers. Cette analyse comparative aboutira à un document synthétique présentant les points forts et les axes d'amélioration identifiés. Les élèves utiliseront des outils de visualisation simples (graphiques, cartes thermiques) pour représenter leurs conclusions de manière claire et impactante.

Élaboration des recommandations

Sur la base des études de cas réalisées en phase 1 et de leur analyse des éléments étudiés en phase 2, la classe sera divisée en "tables rondes thématiques" afin de travailler à l'élaboration de recommandations de politiques publiques. Chaque table se concentrera sur un aspect spécifique : solutions techniques, aspects organisationnels, innovations

possibles. Les groupes tourneront toutes les 20 minutes pour enrichir les réflexions de chaque table et permettre à chaque élève de réfléchir à chaque concept clé. L'enseignant fournira une grille d'évaluation permettant aux élèves d'estimer la faisabilité de chaque proposition selon plusieurs critères : coût estimé, complexité technique, acceptabilité sociale, impact environnemental. Les élèves utilisent des outils de brainstorming collaboratif (type Miro ou tableaux blancs) pour organiser leurs idées.

Phase de prototypage (optionnel)

Si vous en avez la capacité et le temps nécessaire à la mise en œuvre de cette étape, les élèves pourront choisir par groupe de 3/4, des solutions simples à prototyper. Selon les moyens disponibles, les prototypes pourraient comprendre la création de maquettes physiques avec des matériaux simples (carton, LED, capteurs basiques), de la modélisation 3D sur SketchUp ou TinkerCAD, la réalisation de montages photos avant/après, la simulation d'éclairage avec des logiciels gratuits comme DIALux ... Chaque groupe disposera d'un temps (par exemple une semaine) pour réaliser son prototype, puis le présentera à la classe.

Restitution et réflexion

À travers cette phase d'investigation, les élèves auront développé des compétences en **analyse de données**, en **élaboration de recommandations** et en **prototypage de solutions**. Leur travail d'analyse comparative des données collectées, combiné à la formulation de propositions concrètes et à la création éventuelle de prototypes, leur permettra de comprendre les enjeux pratiques de l'optimisation de l'éclairage urbain.

Pour conclure l'ensemble du protocole et ouvrir sur d'autres perspectives, les enseignants pourront utiliser les questions suivantes :

- "Comment votre protocole d'étude pourrait-il être amélioré pour une future utilisation ?"
- "Quels ont été les principaux défis rencontrés lors de la collecte et de l'analyse des données ?"
- "En quoi cette étude a-t-elle changé votre perception de l'éclairage urbain et de son impact sur la ville ?"



Exploration d'autres initiatives



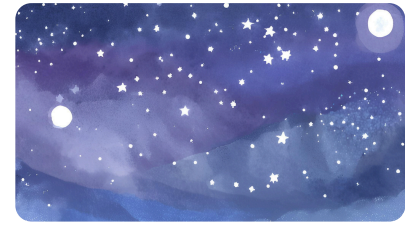
Créer un réseau de capteurs de luminosité connectés pour cartographier l'éclairage urbain

En s'inspirant du projet **Open Light Sensor Network** (<https://www.opensensornetwork.org>), cette activité permet aux élèves de créer leur propre réseau de surveillance de l'éclairage urbain. Les élèves commenceront par assembler des capteurs utilisant des cartes Arduino Uno ou Raspberry Pi équipées de photorésistances LDR et de modules WiFi ESP8266. Pour protéger ces équipements, ils concevront et imprimeront des boîtiers en 3D. La partie programmation se fera en Python ou Arduino IDE, avec la mise en place d'une base de données MySQL pour stocker les mesures et une interface web développée avec Flask ou Node.js. Les données récoltées peuvent être visualisées sur une plateforme en ligne et partagées avec les décideurs locaux pour optimiser l'éclairage public.



Réaliser un diagnostic énergétique participatif des commerces

Cette démarche s'appuie sur le programme **Commerce Éco-Responsable** (<https://www.eco-commerces.fr>) et le projet européen "Smart Retail", qui a démontré un potentiel d'économie d'énergie de 30% dans les commerces participants. Les élèves développeront un questionnaire d'audit standardisé et utiliseront des outils professionnels comme des wattmètres, des luxmètres et des caméras infrarouges pour l'analyse thermographique. En collaboration étroite avec la Chambre de Commerce et d'Industrie locale, ils bénéficieront de formations dispensées par des experts en efficacité énergétique. Les résultats de leurs études seront présentés lors d'ateliers participatifs, permettant ainsi de créer des liens durables entre l'établissement scolaire et le tissu économique local tout en développant des compétences concrètes en analyse énergétique.



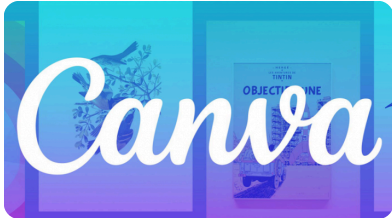
Concevoir une exposition interactive sur la pollution lumineuse

Cette installation artistique et scientifique s'inspire du projet **Loss of the Night** (<https://lossofthenight.blogspot.com>) et de la remarquable exposition "Dark Skies" du Museum d'Histoire Naturelle de Londres. Le cœur de l'exposition sera une maquette interactive d'un quartier équipée d'un système d'éclairage variable utilisant des LED programmables WS2812B. Les élèves développeront également une cartographie dynamique des mesures de pollution lumineuse et créeront une station d'observation virtuelle du ciel nocturne. L'aspect interactif sera renforcé par des interfaces tactiles développées avec Processing et une application mobile de visite. Un espace spécial sera dédié à la démonstration des impacts sur la faune, utilisant des capteurs de présence pour déclencher des animations pédagogiques. Cette exposition pourra être présentée lors d'événements locaux ou installée dans des lieux publics pour maximiser sa portée éducative.



Outils numériques de conception et de création

Canva



Création de graphiques, vidéos, infographies... en collaboration en temps réel

Ressources fournies : Images, graphiques, vidéos, éléments audio

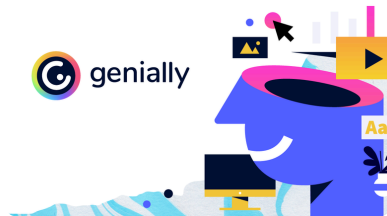
Accessibilité : Très accessible

Fonctionnalités gratuites : accès à des milliers de modèles, éléments graphiques de base, stockage cloud limité

Plan d'éducation disponible gratuitement pour les enseignants



Genially



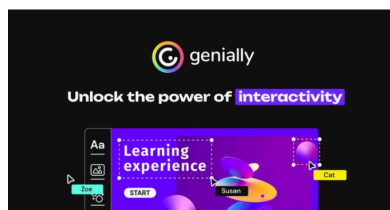
Création de présentations interactives, infographies, jeux, contenus animés

Ressources fournies : Images, graphiques, animations

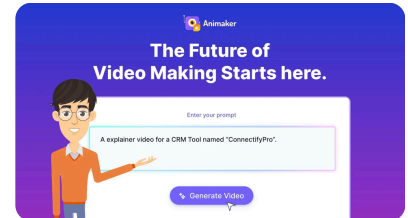
Accessibilité : Accessible

Fonctionnalités gratuites : Accès aux modèles de base, fonctionnalités interactives limitées, publications publiques

Tarifs réduits des comptes professionnels destinés aux enseignants



Animaker



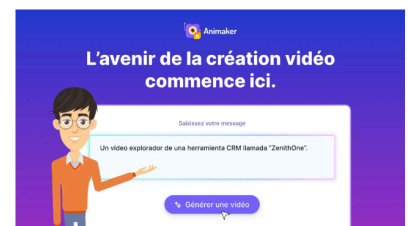
Création de vidéos animées, infographies vidéo, présentations vidéo, GIF animés

Ressources fournies : Images, graphiques, éléments audio, animations

Accessibilité : Modérément accessible

Fonctionnalités gratuites : exportation de vidéos SD, accès limité aux ressources, filigrane sur les vidéos

Aucun plan pour l'éducation



Powtoon



Création de graphiques, présentations, vidéos, infographies, collaboration en temps réel

Ressources fournies : Images, graphiques, éléments audio, animations

Accessibilité : Accessible

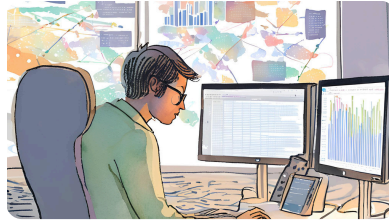
Fonctionnalités gratuites : exportation de vidéos SD, accès limité aux ressources, filigrane sur les vidéos

Réduire les frais d'accès aux comptes professionnels pour les enseignants



Video Maker | Make Videos and Animations Online
Make videos in minutes with...
powtoon.com

Piktochart



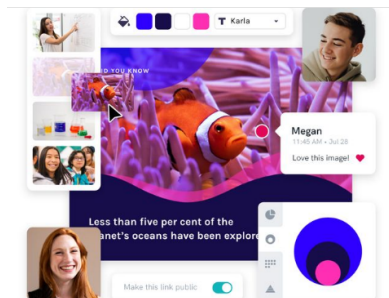
Création d'infographies, présentations, rapports, affiches

Ressources fournies : Images, graphiques, icônes

Accessibilité : Très accessible

Fonctionnalités gratuites : Accès aux modèles de base, exportation limitée à certains formats, stockage limité

Tarifs réduits des comptes professionnels destinés aux enseignants



Freepik & Flaticon



Accès à des ressources de conception, des icônes et des illustrations gratuites et premium

Ressources fournies : Images, icônes, illustrations

Accessibilité : Très accessible

Fonctionnalités gratuites : Accès gratuit aux ressources de base avec attribution

Aucun plan pour l'éducation

<https://www.freepik.com>

<https://www.flaticon.com>

Bibliographie

- **Livres**

[Urban Lighting for People: Evidence-Based Lighting Design for the Built Environment](#) by Navaz Davoudian
Explore les besoins et les expériences des personnes la nuit et comment ceux-ci peuvent être satisfaits par l'éclairage public.

[Light for Cities: Lighting Design for Urban Spaces. A Handbook](#) by Ulrike Brandi and Christoph Geissmar-Brandi
Fournit des exemples concrets illustrant des solutions pour l'éclairage urbain, améliorant l'attractivité des centres-villes.

[The Human and Social Dimension of Urban Lightscapes](#) by Daria Casciani
Explore de nouveaux critères d'intégration de la psychologie humaine dans la conception de l'éclairage urbain moderne, en se concentrant sur les expériences urbaines nocturnes.

- **Articles**

[Optimization of Urban Street Lighting Conditions Focusing on Energy Saving, Safety, and Users' Needs](#)
Discute des méthodes permettant d'améliorer l'éclairage public urbain grâce aux nouvelles technologies et aux systèmes de gestion intelligents.

[Sustainable Uniform Urban Lighting: Multi-Objective Optimization and Its Application](#)
Développe un cadre d'optimisation complet pour l'éclairage urbain, abordant la consommation d'énergie et la pollution lumineuse.

[The Sustainability Coefficient of Urban Open Space Illumination](#)
Examine comment un éclairage nocturne réduit peut améliorer l'intimité, faciliter l'observation du ciel nocturne et réduire les coûts énergétiques.

- **Vidéos**

[The Dark Side of Light: TED Talk by Paul Bogard](#)
Une introduction concise aux problèmes de pollution lumineuse et aux solutions pour les zones urbaines.

[Dark City: Mark Major - TEDxSydney](#)
Mark Major explique comment la conception de l'éclairage urbain bénéficie souvent d'une approche « moins c'est plus », mettant l'accent sur la simplicité et la durabilité.

[Smart Street Lights: Safe + Smart City Helmond](#)
Démontre des systèmes d'éclairage public intelligents et dynamiques qui améliorent la sécurité, réduisent la consommation d'énergie et améliorent la qualité de vie urbaine.

[A Sensorial Journey through Lighting: Rhea Mehta - TEDxRAPodarCollege](#)
Rhea Mehta discute du pouvoir de l'éclairage pour influencer les émotions, le comportement et les expériences dans les environnements urbains.

[The Possibilities of Human-Centric Lighting: Sarah Klein - TED@Merck KGaA](#)
Sarah Klein explore la manière dont l'éclairage peut soutenir le bien-être émotionnel et biologique humain, en plaidant pour une approche de conception centrée sur l'humain.

[Smart Lighting, Smarter Cities](#)
Cette vidéo montre comment les villes peuvent utiliser des réseaux d'éclairage intelligents pour économiser jusqu'à 80 % sur leurs coûts énergétiques tout en améliorant les infrastructures urbaines.

- **Projets et technologies**

SoftLight Projects – Urban Lighting from Basics to Applications

Une ressource complète traitant des aspects complexes de l'éclairage urbain, équilibrant les considérations techniques et émotionnelles.

Intelligent Street Lighting

Aperçu des systèmes d'éclairage public adaptatifs aux mouvements des piétons, des cyclistes et des voitures.

Distributed Intelligent Illumination Control in the Context of Probabilistic Graphical Models

Présente une stratégie de contrôle d'éclairage à économie d'énergie distribuée pour les réseaux d'éclairage à l'aide de modèles graphiques probabilistes.

Recovering the City Street Lighting Fraction from Skyglow Measurements

Analyse l'impact de l'éclairage public sur la luminosité urbaine et les méthodes de mesure et d'atténuation de la pollution lumineuse.

- **Science citoyenne**

Globe at Night

Un projet de science citoyenne invitant le public à mesurer et signaler la pollution lumineuse.

Light Pollution Map

Fournit une carte interactive mondiale pour visualiser les niveaux de pollution lumineuse.

Skyglow Project

Une initiative photographique visant à sensibiliser aux effets de l'éclairage urbain.



Formulaire d'observation - Éclairage urbain



FORMULAIRE D'OBSERVATION - ÉCLAIRAGE URBAIN

Groupe :

Date :

Emplacement :

Heure :

Inventaire des éclairages

Type de luminaire

Nombre de dispositifs d'éclairage à cet endroit

État visible (bon, moyen, mauvais)

Hauteur des éclairages (estimation en mètres)

2. Zones d'illumination

Zones surexposées (trop lumineuses)

Zones mal éclairées (trop sombres)

Zones correctement éclairées

Oui Non

Oui Non

Oui Non

Qu'est-ce qui rend la zone excessivement lumineuse ? (trop de lumières, éblouissement intense) :

Qu'est-ce qui engendre l'obscurité ? (peu de lumières, ombres)

Pourquoi la zone est-elle bien éclairée ? (lumière homogène, sans éblouissement)

3. Emploi de la lumière naturelle

Surfaces réfléchissantes (des miroirs, murs éclairés)

Obstacles (par exemple, arbres, bâtiments)

Oui Non

Oui Non

Vos réflexions sur l'utilisation de la lumière naturelle :

4. Avis des utilisateurs - (Interrogez 2 à 3 personnes et enregistrez leurs impressions)

Pensent-ils que l'éclairage est :

Trop éclatant Trop sombre Juste ce qu'il faut

Commentaires additionnels des utilisateurs :

5. Éclairage de vente (Observez l'éclairage utilisé par les boutiques ou les annonces)

Éclairage de présentation

(décrire la catégorie et l'intensité lumineuse)

Existe-t-il des panneaux publicitaires éclairés ?

Oui Non

L'éclairage commercial a-t-il un impact sur l'éclairage public et, le cas échéant, de quelle manière ? Oui Non

(par exemple, génère de l'éclat, augmente la clarté)

Observations additionnelles



Questionnaires de perception de l'éclairage urbain



QUESTIONNAIRE DE PERCEPTION - ÉCLAIRAGE URBAIN

Groupe :

Date :

Emplacement :

Heure :

Questions destinées aux commerçants

Comment évalueriez-vous l'éclairage présent de votre vitrine ?

Quelles sont vos heures d'éclairage ?

Utilisez-vous des systèmes d'éclairage automatisés ou intelligents ? Si tel est le cas, lesquels ?

Quel est l'impact de l'éclairage sur votre facture d'énergie ?

Avez-vous obtenu des retours de clients au sujet de l'éclairage de votre magasin ?

Questions pour les piétons

Comment évaluez-vous l'éclairage dans cette zone ? (Trop sombre / Suffisant / Trop lumineux)

Vous sentez-vous en sécurité avec l'éclairage actuel ?

L'éclairage de la façade vous paraît-il adéquat ?

Remarquez-vous des zones particulièrement peu éclairées ?

L'éclairage vous dérange-t-il (éblouissement, reflets) ?

Questions à poser à la municipalité

Quelles sont les politiques en vigueur concernant l'éclairage urbain ?

Y a-t-il un projet de modernisation de l'éclairage public ?

Quels sont les coûts énergétiques associés à l'éclairage public dans cette zone ?

Avez-vous reçu des réclamations concernant l'éclairage dans ce secteur ?

Quelles initiatives sont mises en œuvre pour optimiser la consommation énergétique ?