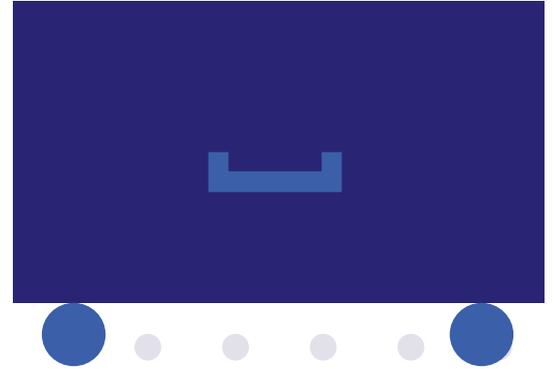
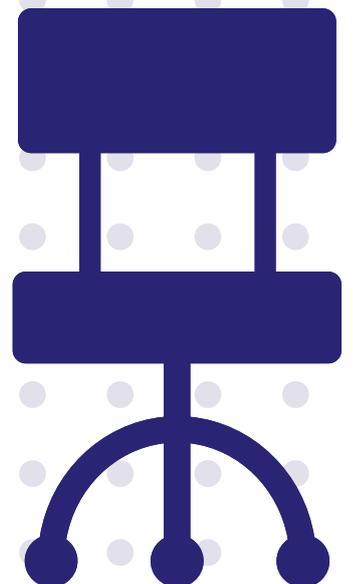
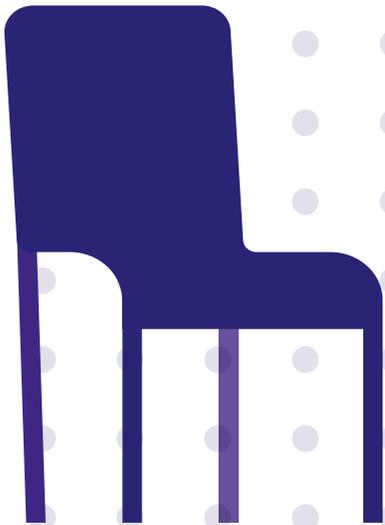
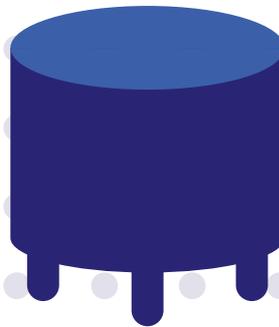
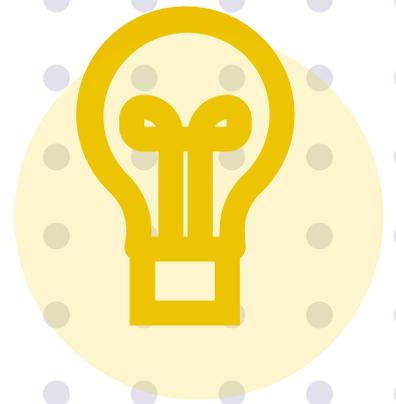


LE MOBILIER



L'éclairage

Des conseils pratiques pour mettre en œuvre
la métamorphose des espaces d'apprentissages.



INTRODUCTION

Assurer le confort visuel des élèves c'est proposer des conditions lumineuses favorables à une vision sans fatigue, c'est-à-dire une vision ressentie comme non désagréable et qui ne demande pas d'efforts à faire pour bien voir et se sentir bien.

La qualité lumineuse des salles de classe dépend d'un certain nombre de paramètres. Le site Rénoover mon école les a identifiés : « Il s'agit principalement du contraste dans le champ visuel de l'élève, du niveau et de l'uniformité des éclairages, de la directivité de la lumière dans la salle de classe, du rendu des couleurs et de l'apparence colorée de la lumière, de la présence ou non de sources éblouissantes et du papillotement de la lumière ».



QUELQUES DÉFINITIONS (issues du Larousse)

Types de sources lumineuse :

- Néon : éclairage par tube fluorescent.
- Led : abréviation de l'anglais light emitting diode, désignant une diode électroluminescente. Il s'agit d'une diode qui émet des radiations lumineuses lorsqu'elle est parcourue par un courant électrique et que l'on utilise pour l'affichage électronique de données (heure, notamment), la signalisation, etc.
- Fluorescence : propriété que possèdent certains matériaux d'absorber la lumière et de la réémettre sous forme de rayonnement de longueur d'onde plus grande.
- Bioluminescence : production de lumière par des organismes vivants.

LFC, LED ou halogènes : quelles différences?

Source : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-reduire-facture-electricite.pdf>

Les lampes à LED consomment peu d'électricité et durent jusqu'à 40 000 heures, de quoi compenser leur prix d'achat plus élevé. C'est la meilleure solution d'éclairage domestique, à condition qu'elles durent plus de 20 000 heures et soient classées A+ ou A++ sur l'étiquette énergie.

Les lampes fluocompactes (LFC) consomment également peu d'électricité et durent environ 8 000 heures. Majoritairement classées en A sur l'étiquette énergie, elles sont une solution économique car d'un prix moins élevé que les LED.

Les lampes halogènes durent environ 2000 heures et consomment beaucoup plus d'électricité, d'où leur classement en C ou D. Elles ne sont plus vendues depuis septembre 2018.

Les normes

La norme NF-EN-12464-1 est une norme européenne. Elle concerne l'éclairage des lieux de travail intérieurs et fixe les exigences imposées en la matière, c'est-à-dire les limites que doivent respecter l'éclairage des lieux de travail et l'environnement immédiat.

norme européenne NF-EN-12464-1			
Zones, tâches, activités	Éclairage moyen à maintenir (lux) valeur minimale	Indice d'éblouissement d'inconfort (UGR) valeur maximale	Indice de rendu des couleurs (Ra) valeur minimale
Bâtiments scolaires, salle de classe primaire et secondaire	500	19	80

Ainsi, pour chaque application, trois critères sont définis :

> La valeur de l'éclairage moyen à maintenir (Lux) sur la surface de la zone de travail prend en compte les aspects de confort visuel, de bien-être, les exigences de l'ergonomie visuelle, de la sécurité et de l'économie. La valeur de 500 Lux est retenue pour les bâtiments scolaires.

> L'indice d'éblouissement d'inconfort ou UGR pour Unified Glare Rating (en anglais) est une mesure définie par la Commission internationale de l'éclairage (CIE) pour mesurer le taux d'éblouissement produit par la luminosité dans un environnement précis. L'indice pour les activités de bureaux est de 19.

> La valeur minimale de l'indice de rendu des couleurs (IRC) est requise. Cet indice permet de quantifier la fidélité de restitution de la couleur du sujet éclairé. Cet indice varie entre 1 et 99. Ainsi, un IRC égal à 100 correspond à la lumière naturelle du jour, cela signifie que les couleurs sont perçues sans aucune déperdition pour l'œil humain. Cependant, il est important de noter que les lampes qui diffusent une lumière artificielle ne peuvent avoir un IRC supérieur à 90. La valeur de 80 est retenue dans les locaux où le travail se fait de manière continue.

Une luminosité adaptée aux locaux et aux usages

Lux recommandés

100

couloirs

200

rayonnage d'une bibliothèque
cantine, zone de détente

300

salle des personnels

500

salle de classe, d'études, de lecture

750

salle d'art

ACCESSIBILITÉ

Quels que soient les besoins particuliers de l'élève, c'est à l'école de s'assurer que l'environnement est adapté à sa scolarité. L'éclairage fait partie intégrante de la prise en compte des besoins particuliers des élèves et enseignants présentant des troubles visuels.

C'est pourquoi, la qualité des ambiances lumineuses au sein des établissements scolaires, inclut désormais la notion d'inconforts visuels tant pour les élèves que pour les enseignants. En effet, l'éclairage est devenu un sujet de santé publique. **Au même titre que la qualité de l'air, la lumière de qualité :**

- > prend en compte des besoins différenciés selon l'âge ou l'état de la vision,
- > apporte du bien-être en s'adaptant aux moments de la journée de travail,
- > améliore le climat scolaire,
- > favorise les apprentissages, et les rythmes biologiques...

En classe, environ 70 % à 80 % des informations que nous recevons passent par le canal visuel. C'est pourquoi, de bonnes conditions d'éclairage naturel et artificiel sont indispensables pour assurer le confort visuel nécessaire, aussi bien aux élèves qu'aux adultes, à l'accomplissement des diverses tâches requises au cours de la journée en fonction des activités d'apprentissage proposées.

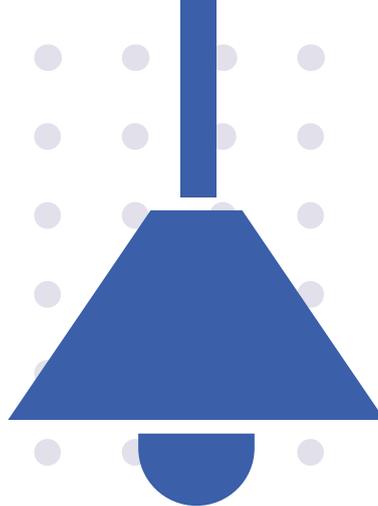
La perception et l'acuité visuelle de chacun sont naturellement différentes et variables. Aussi, ceux-ci peuvent aussi se manifester par une vision floue, un champ rétréci ou entrecoupé, des difficultés de balayage du regard, une vision réduite en forte luminosité ou pénombre, une sensibilité aux variations brusques de lumière, une absence de relief, une absence de couleur... Certains élèves avec des troubles visuels peuvent, par exemple, présenter une hypersensibilité sensorielle visuelle qui produit chez eux un effet de surstimulation.



Ce phénomène a une influence sur leur comportement général, leur capacité d'attention et de concentration, de coordination, leur fatigabilité. Il peut également générer des réactions très vives, voire inadaptées car il provoque un état de stress intense. C'est pourquoi, il est important d'adapter l'éclairage des classes et des différents espaces de l'école aux besoins et aux recommandations qui tiennent compte de ces différences. Un niveau d'éclairage suffisant et adéquat (qui ne produit pas d'éblouissement et permet de bien distinguer les couleurs notamment) est nécessaire pour mener les activités scolaires dans de bonnes conditions.

La présence de lumière naturelle et la connexion avec l'extérieur déterminent aussi fortement la qualité de vie dans les espaces de l'école.

Le confort visuel dépend également du niveau et du **type de lumière** (naturelle ou artificielle), des possibilités de moduler celle-ci en fonction des besoins particuliers des élèves, notamment pour des activités spécifiques (projection, écriture, utilisation d'ordinateurs ou dans les dortoirs, par exemple) et de la connexion visuelle avec l'extérieur depuis les classes et les espaces communs. C'est pourquoi, il est indispensable de prendre en compte la question liée aux sources lumineuses, aux caractéristiques de l'éclairage (l'intensité, la tonalité, la couleur, la longueur d'onde), mais également à l'utilisation et au temps d'exposition aux outils numériques (tableaux interactifs, tablettes, ordinateurs).



Dispositifs d'éclairage et de signalisation pour aider les personnes avec des troubles de la vision à l'école :

- > Les situations d'éclairage doivent être uniformes avec un éclairage le plus homogène possible, notamment pour limiter les zones d'ombre et les passages de situations éclairées à sombres et inversement. Ceci permet d'assurer une certaine sécurité.
- > Concernant les **teintes**, il est préférable de privilégier les teintes chaudes moins agressives et éblouissantes.
- > Par rapport à l'**orientation de l'éclairage**, il vaut mieux privilégier un éclairage indirect, voire semi-indirect, pour éviter les phénomènes d'éblouissement très gênants et d'autant plus pour une personne malvoyante.
- > Ensuite, pour proposer un éclairage et une signalétique adaptés à une **personne malvoyante**, il va falloir jouer sur l'environnement : il faut, par exemple, privilégier les contrastes entre les murs et le sol, des plinthes par rapport au sol et aux murs, de l'encadrement des portes. Ceci facilite l'orientation et les déplacements de la personne. Il faut aussi privilégier un revêtement mat et non brillant pour éviter les reflets.
- > Il y a également tout un travail à faire sur le **choix des couleurs**. Il faut par exemple éviter le blanc partout car c'est assez agressif et éblouissant.

L'espace « Snoezelen » :

L'environnement lumineux est donc un des éléments affectant fortement les performances de ces élèves ainsi que leur humeur. Pour favoriser la relaxation, la stimulation de la perception et de l'apprentissage, la concentration des élèves en fonction de leurs besoins, un espace « Snoezelen » ou multisensorielles peut être installée dans la classe. Ce concept néerlandais vise la détente et le bien-être des élèves en situation de handicap, dans un espace apaisant, dédié à l'exploration sensorielle, en jouant sur des effets lumineux, l'alternance des couleurs, les ombres, les volumes et les variations d'intensité lumineuse. Les couleurs chaudes rouge, orange, jaune stimulent et les couleurs froides telles que le bleu, indigo, violet ou neutre comme le vert, apaisent.



CONFORT VISUEL ET BIEN-ÊTRE

Autant l'éclairage artificiel sait s'adapter à tout espace, quelles que soient ses caractéristiques et son environnement en fonction des résultats souhaités, autant la qualité de la lumière naturelle dans un bâtiment dépend totalement de la qualité de la conception architecturale, qui doit garantir le confort optimal des occupants, en fonction des usages.

La maîtrise de l'apport de lumière naturelle dans une pièce, en toutes circonstances, doit être un pré-requis, qui se conjugue idéalement avec la vue vers l'extérieur, qui constitue également un élément de confort, pour peu qu'elle ait été bien appréhendée. Permettre au regard de se projeter loin apaise en accroissant l'effet d'espace. A contrario, une vue directe sur l'activité extérieure (rue, espace récréatif ou sportif, ...) est un motif de déconcentration.

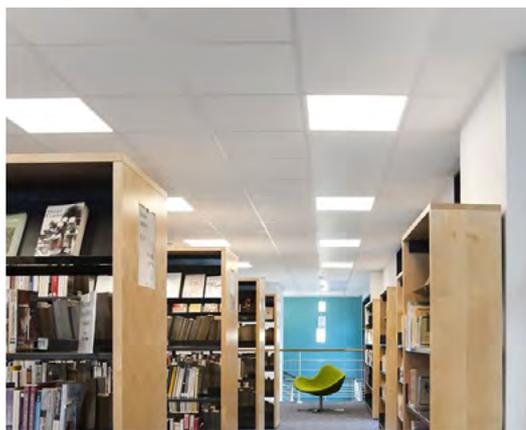
Ce travail sur la lumière naturelle, forcément contextuel, doit tenir compte de la localisation géographique du bâtiment, de son environnement proche et lointain (topographie, bâtiments avoisinants, ...), de son, ou plutôt de ses orientations, du choix des teintes intérieures, de la volumétrie propre à chaque espace, de la quantité, de l'implantation et de la géométrie des baies vitrées dans les murs de façades ou en toiture, et des usages divers.



Mais l'équation n'est pas qu'à une seule inconnue, car il faut prendre en compte un paramètre très important, c'est-à-dire le soleil, pour éviter éblouissement et échauffement. Sa course, variable tout au long de la journée, mais aussi en fonction des saisons, complexifie la donne. Sans oublier le cas où le soleil est absent !

Le soleil ne doit pas être subi, il doit être dompté pour être au service du confort.

Malgré tous les équipements et procédés techniques disponibles aujourd'hui, une mauvaise conception en matière de traitement de la qualité de la lumière naturelle n'est quasiment jamais rattrapable, à contrario de l'éclairage artificiel. C'est donc bien au stade du projet architectural que tout se joue, pour toute la durée de vie du bâtiment. Cette phase de conception architecturale mérite donc une attention soutenue de la part de tous les acteurs.



La technique en matière d'éclairage artificiel a énormément progressé. Tout, ou presque, et quel que soit le contexte, est aujourd'hui possible, que ce soit en matière de confort visuel, de rendement, de rendu des couleurs, de puissance, d'automatisation et même d'esthétique. La conception de l'éclairage artificiel mérite également une approche fine et raisonnée pour offrir une qualité de lumière adaptée, efficace, frugale en énergie, reposante et confortable.

Le niveau d'automatisation de l'éclairage artificiel, allumage, extinction, gradation, doit vraiment être apprécié au cas par cas, car il peut être une source de déconcentration, voire de difficulté d'adaptation aux changements lumineux pour certaines personnes, même minimes. La possibilité pour l'utilisateur de "reprenre la main" doit idéalement rester possible.

Il en est de même pour les dispositifs de protection solaire mobiles automatiques, qui modulent l'éclairage naturel en fonction de l'ensoleillement. Là aussi, ils peuvent être source de déconcentration permanente.

Souvent plus considéré comme un élément de décoration, les luminaires sont un élément indispensable dans l'environnement de travail. En effet, ils contribuent largement au bien-être des élèves/étudiants.



Certains luminaires vont s'adapter au rythme biologique – rythme circadien – et reproduire à l'identique les variations d'intensité et de couleur de la lumière naturelle tout au long d'une journée. Les variations d'intensité lumineuse vont se faire entre 3 types de lumières :

> **Lumière neutre** : ajustement de l'éclairage en fonction des besoins optiques personnels

> **Lumière dynamique ou lumière froide** : favorise la concentration et augmente la productivité en stimulant la sécrétion de sérotonine

> **Lumière douce ou lumière chaude** : favorise les activités de relaxation, lecture, pause, déjeuner, échanges...

Le confort visuel dépend de :

> la source lumineuse (est-elle majoritairement artificielle ou naturelle ? s'agit-il d'éclairage fluorescent ou à LED ? ...)

> L'ambiance lumineuse, elle-même caractérisée par :

- le niveau lumineux de la tâche visuelle et son uniformité

- La présence d'éblouissement (outils numériques)

- La présence de reflets

- La présence d'ombres gênantes, le modelé des objets, le rendu des visages

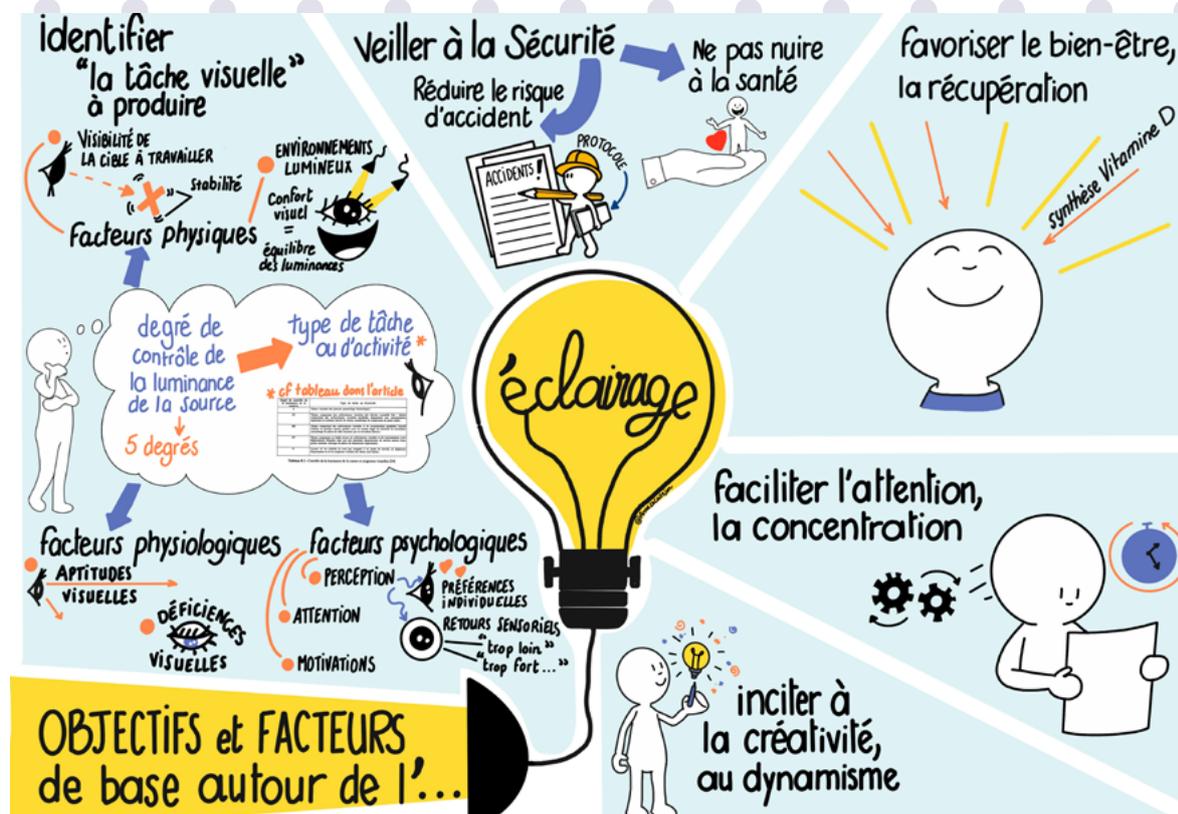
- Le rendu des couleurs et l'apparence colorée de la lumière

- Les contrastes lumineux dans le champ visuel

- l'occupant et certains facteurs physiologiques (âge, taille, pathologie de la vision...)

- l'activité à réaliser (lecture, écriture, chant, sport, travaux manuels...) et donc du type de local qu'on cherche à éclairer.

APPRENTISSAGE DES ÉLÈVES



Degré de contrôle de la luminance de la source	Type de tâche ou d'activité
I	Tâches visuelles très précises (assemblage électronique).
II	Tâches comportant des sollicitations visuelles très élevées (contrôle fin) ; tâches comportant des sollicitations visuelles modérées demandant une concentration importante et continue (travail de bureau, assemblage de composants de petite taille).
III	Tâches comportant des sollicitations visuelles et de concentration modérées (travail d'atelier en position assise), parfois avec un certain degré de mobilité du travailleur (assemblage de pièces de taille moyenne par un travailleur debout).
IV	Tâches comportant un faible niveau de sollicitations visuelles et de concentration, avec déplacements fréquents dans une aire restreinte (manutention de service autour d'une grosse machine, montage de pièces de dimensions importantes).
V	Locaux où les salariés ne sont pas assignés à un poste de travail, se déplacent fréquemment et où les exigences visuelles des tâches sont faibles.

Tableau 8.1 : Contrôle de la luminance de la source et exigences visuelles [24]

R. Floru. Eclairage et vision.. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques de l'INRS NS149, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 1996, hal-01420151

Le confort visuel contribue à l'apprentissage des enfants.

> Pour se concentrer, un élève a besoin d'une intensité de lumière adaptée à l'activité qu'il mène. Un éclairage trop intense comme une lumière trop faible ou tamisée peuvent être gênants. Une salle de classe peu ou mal éclairée peut entraîner

des conditions peu favorables à l'apprentissage.

> Parmi les cinq sens, et pour la grande majorité des enfants, la vue est primordiale pour recevoir un comprendre une information. En effet, 80% des informations qui nous parviennent du monde extérieur passent par la vue.

> Il est nécessaire d'adapter l'intensité de l'éclairage à l'activité menée : lumière tamisée pour la concentration, lumière plus forte pour l'observation et la manipulation.



Quelle lumière pour quel apprentissage ?

Un éclairage des locaux scolaires mal adapté, avec des niveaux d'éclairement insuffisants, et/ou présentant des éblouissements, est souvent la cause de fatigue visuelle, de maux de tête et de mauvaises postures. Mais il peut aussi avoir une incidence défavorable sur l'activité scolaire de par la difficulté de prise des informations entraînant une baisse de l'intérêt de l'élève et donc une diminution de la concentration.

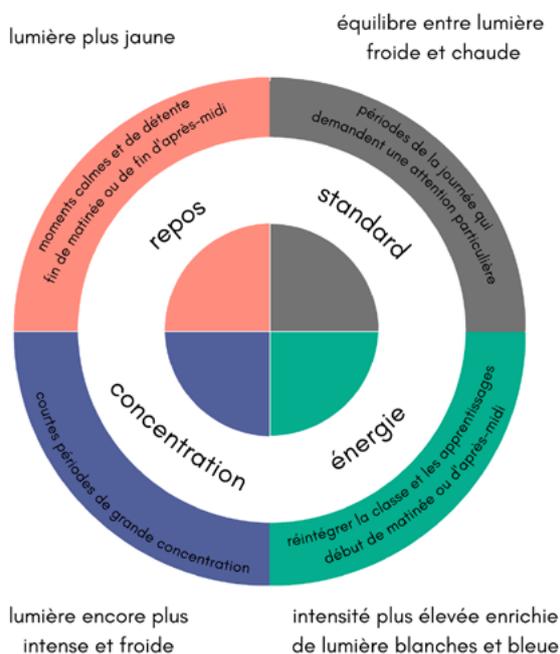
L'éclairage est essentiel dans la qualité d'enseignement et d'apprentissage. Ces dernières années, les méthodes d'enseignement ont évolué avec l'utilisation du numérique. Le choix d'un éclairage adapté a une influence positive sur l'acquisition du savoir, la capacité de concentration, le bien-être et la sécurité. Les solutions d'éclairage ne doivent plus seulement apporter de la luminosité mais créer une ambiance optimale en fonction de la pédagogie employée, de l'enseignement dispensé et des outils utilisés (afin d'éviter une surexposition à différentes sources lumineuses : écrans...).

Par exemple :

> Les cours de chimie ou biologie auront besoin d'un éclairage permettant de distinguer de très petits objets ou des variations de couleurs même subtiles.

> Les salles de sports et gymnases doivent être dotés d'éclairages résistants aux impacts de ballons par exemple, ou anti-éblouissement pour des sports plus rapides.

> Une salle de classe avec des outils pour la projection doit être équipée de solutions pour occulter la lumière.



Quid des reflets ?

Un éclairage éblouissant augmente la fatigue visuelle et physique. Il peut conduire à une perte de lisibilité temporaire : en présence de luminaires éblouissants, l'œil doit constamment s'adapter à la tâche à accomplir et en même temps, à la source lumineuse se trouvant dans son champ de vision.

En cas d'utilisation d'outils numériques de type Tableau numérique interactif (TNI), l'aménagement du local doit permettre :

- > d'éliminer, du champ visuel, les sources lumineuses gênantes (fenêtres ou luminaires),
- > de respecter un certain équilibre des luminances entre les différentes zones de cet espace visuel : le champ visuel ne peut comporter de zone de luminosité nettement plus forte que d'autres (par exemple les fenêtres),
- > d'éliminer les réflexions gênantes sur l'écran.

Conseil : se rendre sur place pour observer l'efficacité de l'aménagement.



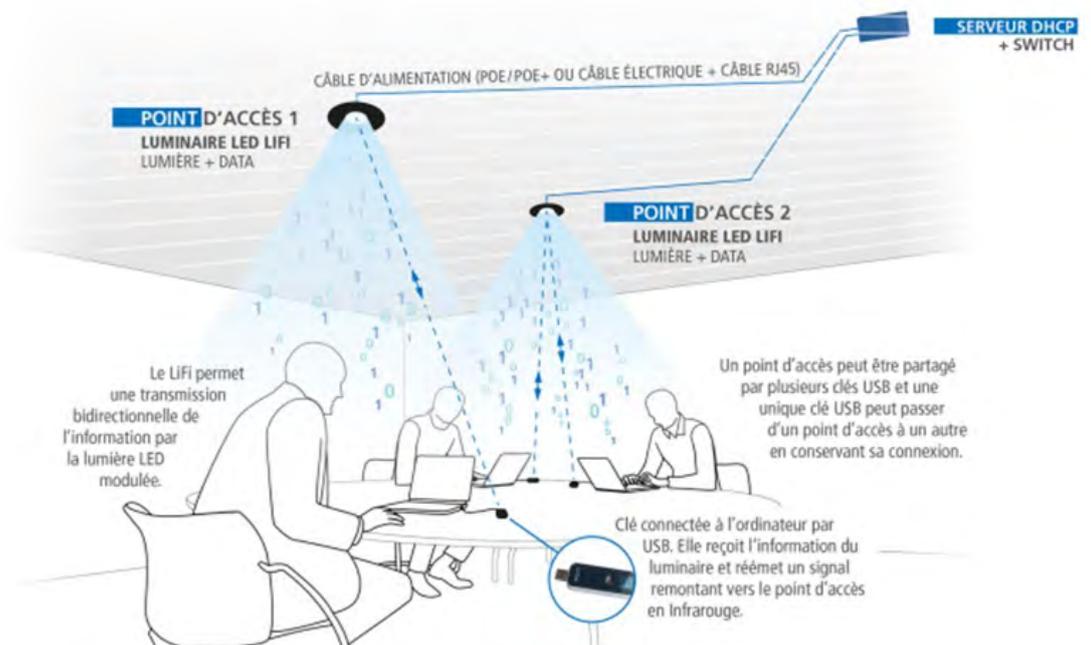
Li-Fi :

Le LiFi, acronyme de Light Fidelity, permet de se connecter à Internet grâce à la lumière d'une ampoule électrique LED

Technologie de communication par la lumière, bidirectionnelle et haut débit, entre un luminaire et une clé USB de réception.

Avantages du LiFi :

- > Connexion hautement sécurisée dans le cône de lumière
- > Connexion sans ondes radio et donc alternative au Wifi
- > Création de zones de connectivité garantie



Très Haut Débit

La LED permet un débit théorique du LiFi bien supérieur à celui du Wifi.

ET À L'EXTÉRIEUR ?

Niveau d'éclairage recommandé : 20 lux pour le cheminement extérieur accessible, les parcs de stationnement extérieurs et la zone menant jusqu'à l'entrée de l'ERP.

L'éclairage extérieur a une fonction utile mais également décorative.

Soumis aux contraintes de la norme électrique NF C 15-100, l'éclairage d'un établissement un point d'éclairage par entrée principale ou de service. Pour respecter l'accessibilité des personnes handicapées, il faudra prévoir en plus un éclairage des cheminements équivalant à un minimum de 20 lux qui sera mesuré au sol.

Le luminaire pour réaliser l'éclairage extérieur doit être étanche.

> **Sécurité (marquage au sol, zones dangereuses)** L'installation la plus classique, parce que la plus économique, est réalisée à l'aide de bornes de faible hauteur dont le faisceau large et rasant accentue le vallonnement du terrain et permet un balisage parfait.

> **cheminement (phosphorescent ou lumineux)**

> **Atténuation : renvoi fiche confort d'été**

> **Éclairage indirect à privilégier : Il est possible d'orienter le flux pour limiter les nuisances lumineuses et éclairer uniquement ce que l'on veut.**



DESIGN, DÉCORATION AMBIANCE

(projection)

La perception lumineuse retranscrit bien des signaux que notre organisme perçoit intuitivement pour s'y adapter : lumière douce pour des temps calmes, lumière vive pour des temps plus actifs par exemple. Elle traduit également certains repères naturels tels ceux liés au climat ou aux saisons, ou encore à la situation géographique et aux espaces (lumière urbaine vs lumière de bord de mer). Enfin, elle est souvent utilisée dans des contextes décoratifs (évènementiels par exemple) et suscite donc des ambiances sociales identifiables (fêtes, concerts, etc ...). Grâce aux outils multimédia notamment, elle devient également un mode d'expression artistique à part entière. Couplée aux autres éléments de constitution des espaces, elle permet donc de renforcer et de suggérer en profondeur différentes tonalités ou thématiques décoratives et éducatives.



> Différents modes d'éclairage pour différentes ambiances :

- Modulation de l'intensité lumineuse
- Variation de couleurs
- Multiplication des sources
- Utilisation des réflexions et atténuations lumineuses sous différentes forme (abats jour)
- Projection multimedia
- Programmation et pilotage à distance
- Modulation des formes éclairantes (signalétique)
- Couleurs et matériaux environnants

> Différentes solutions d'éclairage (voir définitions) :

- LED
- Néons
- Ampoules décoratives
- Vidéoprojection
- Bioluminescence

> Des objectifs multiples :

- Ambiance collective global
- Ambiance individuelle
- Information - signalétique
- Eclairage scénique



EDUCATION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE (EDD) ET ÉCLAIRAGE

L'éducation au développement durable (EDD) permet d'appréhender le monde contemporain dans sa complexité, en prenant en compte les interactions existant entre l'environnement, la société, l'économie et la culture. C'est une éducation transversale, qui s'appuie sur les différents enseignements académiques, et qui repose également sur des projets pédagogiques concrets, qui peuvent notamment être liés à la gestion de l'établissement au quotidien. [Un vademecum pour éduquer au développement durable à l'horizon 2030](#), récemment publié sur eduscol fin janvier 2021, rappelle les enjeux, clarifie les concepts fondateurs de l'EDD et donne de nombreux exemples de mise en œuvre.

Par ailleurs, deux guides ont été produits en 2020 en partenariat entre le ministère de l'Éducation nationale, le ministère de la Transition écologique et l'ADEME pour accompagner [les éco-délégués des collèges](#) (septembre 2020) et [des lycées](#) (décembre 2020).

Les sujets sur lesquels peuvent travailler les élèves et en particulier les éco-délégués sont très nombreux. Ils peuvent notamment porter sur les économies d'énergie liées à [l'éclairage](#) ou la [pollution lumineuse](#) (illustration interactive de l'Office français de la biodiversité)

POUR ALLER PLUS LOIN

Des dossiers, des guides :

Lumières et enfance, LUX N° 259, septembre/octobre 2010, dossier réalisé par Jacques DARMON

Guide « [Rénover l'éclairage des bâtiments tertiaires](#) », ADEME, Collection «Clés pour agir»

Fiche "[Éclairage des locaux scolaires : une approche spécifique](#)", Association française de l'éclairage, www.afe-eclairage.fr

