

S'investir dans la lumière

Les écoles de demain

CS Design

Les Écoles Azrieli, Montréal • WAA + NEUF Architectes + BPA + Kodem + CSDesign • Inspiration couverture: Alexandre St. Jean

Avant-propos

Au cours de leur parcours scolaire, les étudiants passent des milliers d’heures dans des lieux d’apprentissage. Trop souvent, ces espaces interfèrent activement avec l’apprentissage des élèves. De nombreuses salles de classe sont mal conçues, mal éclairées et peu propices à l’enseignement, et il est difficile d’y travailler, à la fois comme étudiant et comme enseignant.

Ce guide fournit les bases pour créer non seulement des espaces d’apprentissage dotés d’un excellent éclairage, mais aussi une façon de repenser la façon dont les écoles sont conçues. En mettant l’accent sur la qualité de la lumière, la flexibilité et la durabilité, ce guide s’appuie sur les recherches actuelles sur la façon dont l’éclairage peut améliorer les expériences d’enseignement et d’apprentissage. La qualité de la lumière d’un espace d’enseignement n’est pas qu’un simple « petit plus », elle contribue directement à un apprentissage efficace. Les salles de classe bien conçues ont besoin d’un éclairage

flexible pour s’ajuster aux différents types d’enseignement et d’apprentissage. L’éclairage de la salle de classe doit également soutenir une variété de différents types d’interactions entre les élèves et les enseignants. Enfin, ce guide souligne la nécessité cruciale de mettre l’accent sur la durabilité en matière d’éclairage : tirer parti de la lumière du soleil, de la lumière indirecte et des nouvelles technologies pour créer un meilleur éclairage, de manière plus durable. Les architectes, les enseignants, les administrateurs scolaires, les parents et les élèves doivent repenser la façon dont nous tirons parti de l’éclairage dans nos espaces d’apprentissage pour favoriser un enseignement efficace dans l’expérience pédagogique.

Ne vous contentez pas de lire ce livre. Apportez-le à votre directeur d’école, à vos communautés d’apprentissage professionnelles, à votre conseil scolaire et à votre commissaire scolaire et changez la façon dont votre école locale conçoit l’éclairage.

ADAM FINKELSTEIN

Directeur associé, Environnements d’apprentissage, Services d’enseignement et d’apprentissage, Université McGill

L’intérêt pour la qualité de l’éducation de nos enfants et, plus particulièrement, pour la qualité des écoles québécoises, s’est considérablement accru. De nombreuses publications dans la presse populaire ont mis en lumière le tragique état de délabrement et le manque évident d’évolution de nos bâtiments scolaires. Le renouvellement et la réinvention de notre parc de bâtiments éducatifs sont essentiels et inévitables.

En tant qu’enseignant, père et architecte, je crois que notre société peut donner la priorité à la refonte et à la transformation de nos écoles afin de mieux refléter l’évolution des pédagogies et de fournir à nos enfants des endroits stimulants et épanouissants pour apprendre. Considérée comme une priorité par le gouvernement provincial actuel, la construction de nouvelles écoles devrait s’inscrire dans une perspective à long terme, privilégiant des solutions de conception intelligentes et intégrées, et des dépenses en immobilisations axées sur la durabilité, l’entretien et la qualité des environnements.

CS Design travaille avec la lumière et c’est par la lumière que nous pouvons le mieux contribuer à cette initiative. Au cours de la dernière décennie, nous avons collaboré avec des architectes, des ingénieurs et des designers pour créer des espaces à faible consommation d’énergie, lumineux et sûrs, pour adapter la technologie et

le design au service des étudiants. Un bon éclairage a un impact profond sur le bien-être des élèves, leur concentration, leur sentiment d’appartenance et, en fin de compte, leur performance.

Nous espérons que ce guide complétera les ressources déjà substantielles offertes par le groupe Lab-École, en fournissant un niveau de détail plus élevé et une focalisation sur les questions relatives à l’éclairage. Les solutions proposées ne doivent pas limiter l’inspiration créative du concepteur de l’école mais offrir une réponse ou un point de départ à une sélection des conditions identifiées par le Lab-École. Les environnements éducatifs sont complexes et doivent être considérés de manière globale. Les informations fragmentaires que nous fournissons doivent être synthétisées et adaptées par chaque concepteur, client et partie prenante.

Nous espérons que d’autres professionnels du design suivront notre exemple en offrant des guides supplémentaires sur des sujets comme l’audiovisuel, l’acoustique ou l’architecture de paysage. C’est à travers un processus de conception intégratif et itératif qu’une compréhension plus vaste et approfondie de l’architecture scolaire, respectueuse de son site et de sa culture, pourra émerger.

CONOR SAMPSON, OAQ, RAIC, IESNA, MALD, AAPQ • ISO Liaison Officer, Canada (TC 274)
Associé et fondateur

CS Design

Table des matières

Mission	6
Principes fondamentaux	
Qualité de la lumière	7
Flexibilité	7
Durabilité	7
Design et conception	
Orientation et lumière du jour	8
Salle de classe	10
Aires de circulation	12
Espace partagé – Salle des sports	14
Espaces extérieurs	16
Bibliographie/Revue de la documentation	18

Mission

Dans la foulée du vif intérêt que suscite depuis quelque temps la qualité des milieux scolaires québécois, comme en témoignent l’excellent travail de l’initiative Lab-École et l’adoption récente d’une « politique nationale d’architecture », il nous incombe, à nous architectes et designers, de considérer ce qui constitue un lieu propre à l’apprentissage. Il est important de développer une architecture à l’écoute des besoins éducatifs des enfants québécois, adaptée à notre culture, à notre environnement et à nos caractéristiques distinctives.

Ce petit guide est conçu pour accompagner *Penser l’école de demain*, une publication réalisée par l’organisme Lab-École, un OBNL préoccupé par le design de nos écoles. Lab-École évoque positivement les environnements lumineux et propose une série de « fragments » de design à recombinaison en « assemblages », ou en environnements scolaires complets. Notre guide propose un approfondissement sur la façon de créer ces environnements lumineux positifs, en offrant une approche générale des premiers principes jumelée à des traitements spécifiques des fragments du Lab-École.

Dans leur étude de 2005, McCreery et Hill esquissent pour nous l’évolution insidieuse de la conception des écoles, illustrant ainsi une évolution des environnements entièrement dépendants du soleil, vers une conception basée sur des ouvertures minimales (apparemment pour préserver l’énergie), complétées par un éclairage fluorescent. Il semblerait que la boucle soit bouclée, la majorité des études sur l’éclairage soulignant l’impact positif de la lumière du jour dans les écoles et se moquant de la rigidité et de la mauvaise qualité des vieilles sources lumineuses électriques. Ainsi, du point de vue de la conception, certains principes fondamentaux, tels que l’implantation des bâtiments et la qualité de l’éclairage, devraient jouer un rôle dominant dans le développement d’environnements de qualité.

Les initiatives de durabilité bien intentionnées de LEED et de WELL Building adoptent souvent une perspective « plus il y en a, mieux c’est » lorsqu’il s’agit de lumière du jour, ignorant les aspects dynamiques de qualité et de quantité (intensité) de cette ressource primaire. Lorsque de nombreux auteurs discutent des impacts positifs ou négatifs des vues, les discussions sur l’éblouissement, le gain de chaleur et les vues potentiellement distrayantes devraient être mises de l’avant. Il est clair que toute la lumière du jour n’est pas égale. Pour toute discussion sur la lumière du jour, il est également important de souligner l’utilisation incohérente de la terminologie : « lumière du soleil » devrait être utilisé pour faire référence à la contribution directe du soleil, alors que « lumière du jour » devrait faire référence à la lumière de la voûte céleste, soit un ciel couvert ou clair, soit une lumière indirecte réfléchie.

Un réflexe général dans la documentation est d’opposer « lumière naturelle » et « lumière artificielle », alors que toute lumière est « naturelle ». Le processus de production des lumens varie, certains étant dérivés de l’électricité, d’autres du soleil. À proprement parler, les concepteurs devraient se concentrer sur la qualité et la continuité du spectre lumineux. Presque universellement méprisée, la « lumière électrique » fluorescente a très peu à voir avec les moyens de production, le spectre, la flexibilité ou le cycle de vie des produits à DEL qui occupent la majorité des nouveaux marchés de l’éclairage. Dans les latitudes nordiques, il va de soi que, pendant les mois d’hiver, les écoles ne peuvent tout simplement pas compter sur la lumière du jour ou du soleil pour fournir un éclairage de qualité fiable; un bon éclairage électrique est une obligation.

On a beaucoup écrit sur l’évolution de la pédagogie et des méthodes d’enseignement, en passant d’une salle de classe tout usage à des espaces d’apprentissage souples et actifs, avec des espaces individuels adaptés aux différents styles d’apprentissage et à une variété d’activités. Cette accessibilité et cette souplesse sont explorées dans ce document, et un nouveau type de modèle éducatif symbolise un engagement national à l’égard de questions comme le rapport avec la nature, l’inclusion sociale et le lien entre l’activité physique et l’espace. En plus de refléter ces initiatives, la conception de l’éclairage scolaire doit façonner activement la perception spatiale et fournir de nouveaux moyens d’influencer les résultats d’apprentissage.

Principes fondamentaux



Qualité de la lumière

Chaque source de lumière blanche peut être réfractée en une série de couleurs, comme par un prisme. Ces couleurs constituent la distribution spectrale de la source. Lorsqu’il manque des couleurs ou qu’elles sont déficientes, notre perception des couleurs des objets éclairés par une source est déformée. La lumière blanche acquiert une certaine teinte, chaude ou froide, en fonction de la quantité des couleurs qui composent le spectre visuel. Il s’agit d’un phénomène naturel en soi : les levers et couchers de soleil sont chauds, et le soleil de midi est froid.

Deux mesures générales sont utilisées pour évaluer la qualité de la lumière : la température de couleur proximale (TCP) et l’indice de rendu des couleurs (IRC).^{*} La première échelle examine la tonalité des couleurs et fait référence à une masse de fer chauffée : les objets froids sont de couleur jaune, comme une bougie, et les masses chaudes brillent en bleu, comme une flamme de gaz. Le deuxième indice examine la qualité d’une source, donnant une lecture basée sur une échelle de 1 à 100, où 100 imite la lumière d’une source incandescente.

Le rendu et la reconnaissance des couleurs sont des éléments clés dans un environnement éducatif. Pour éviter la fatigue oculaire, améliorer la qualité de l’expérience d’apprentissage et de l’environnement visuel, les sources doivent être à spectre complet et offrir un rendu de couleurs élevé.

L’optique joue également un rôle dans notre lecture de la qualité de la lumière. Le contraste et l’uniformité de la lumière contribuent à façonner notre lecture de l’espace, de la couleur et de la texture. En équilibrant soigneusement l’éclairage des murs et des plafonds et en contrôlant l’éblouissement à l’aide de films, de stores et d’éclairage électrique, on augmente le niveau de confort, on diminue la fatigue oculaire et on améliore la concentration des élèves.

^{*}Il existe des échelles plus complexes (voir IESNA TM-30-18) qui évaluent mieux les produits à DEL, mais elles ne sont pas d’usage courant au moment d’écrire ces lignes.



Flexibilité

De nombreux travaux indiquent que notre système hormonal circadien suit ou peut être réglé par l’intensité et la direction de certaines longueurs d’onde de lumière blanche, chaude ou froide. Ce qui n’est pas clair, c’est l’équilibre entre ces facteurs et les moyens de leur déploiement délibéré. De nombreux articles fournissent des récits subjectifs et circonstanciels d’éducateurs utilisant des tonalités de couleurs variées (TCP) pour moduler l’humeur et les niveaux d’attention des élèves. Ces fonctions sont utilisées conjointement avec d’autres méthodes d’enseignement, ne permettant qu’une seule conclusion : la flexibilité et l’accessibilité des contrôles sont des éléments positifs.

L’éclairage peut être réglé, tant en intensité qu’en tonalité, avec des scènes prédéfinies (groupes de luminaires dans une configuration particulière) permettant des corrélation entre les activités et les réglages d’éclairage. Les éducateurs et les élèves peuvent contrôler l’éclairage au moyen de contrôles muraux, d’applications ou de tablettes, avec de multiples points de contrôle qui démocratisent l’accès.

Il a été démontré qu’en offrant des contrôles d’éclairage flexibles, on obtient de meilleurs résultats d’apprentissage, un sentiment d’autonomie et une meilleure efficacité énergétique. En plus des contrôles de l’utilisateur, des capteurs peuvent généralement être ajoutés pour contrôler les stores, pour équilibrer la lumière du jour et les charges électriques (tant du point de vue de l’éclairage que du gain de chaleur), pour éteindre les lumières lorsque personne n’est présent et pour fournir une rétroaction sur le cycle de vie des luminaires.



Durabilité

La consommation d’énergie des systèmes est le principal objectif de la plupart des initiatives de durabilité des bâtiments. Cela se répercute sur la consommation d’énergie et l’efficacité énergétique, tant au niveau des luminaires (puces à DEL et alimentation des contrôles) qu’au niveau des contrôles, du cycle de vie (quelle est sa longévité?), de l’énergie incorporée dans la production des luminaires et de la maintenance. Parmi les autres facteurs, mentionnons le contrôle de la pollution lumineuse et de l’intrusion de la lumière, deux problèmes essentiellement extérieurs.

Il va sans dire que ces facteurs sont interdépendants : une consommation d’énergie moindre signifie généralement une durée de vie plus longue pour le produit; une meilleure optique signifie qu’il y a plus de lumière là où elle est nécessaire. Ce qui est laissé de côté dans cette équation, c’est le design : comment l’architecture fonctionne-t-elle de concert avec les luminaires pour façonner des environnements lumineux? Quels sont les finis architecturaux? Des orientations différentes nécessitent-elles des solutions différentes?

À l’exception notable de la norme WELL, les mesures de durabilité négligent généralement les aspects qualitatifs difficiles à mesurer de l’éclairage qui ont un impact significatif sur les résultats d’apprentissage, par le biais de la perception spatiale, de l’acuité visuelle, du sentiment d’appartenance et de la pédagogie. Ultiment, les installations d’éclairage doivent être planifiées pour le cycle de vie de l’école. L’éclairage doit améliorer la qualité perçue et réelle de l’architecture, et s’adapter avec souplesse aux changements, réduisant ainsi le besoin d’entretien et de remplacement. Tandis que l’éclairage fluorescent nécessite un entretien régulier pour changer les ampoules, le choix des DEL est un exercice ponctuel, avec des implications permanentes.... d’où la nécessité de bien faire les choses de prime abord.

Design et conception

Orientation et lumière du jour

La lumière du jour est la référence utilisée par défaut lors de l'évaluation d'un flux lumineux électrique. La lumière du jour offre un excellent rendu des couleurs et une excellente connexion avec l'extérieur.

Utiliser la lumière du jour à bon escient

Pour bien éclairer à la lumière du jour, il faut comprendre le climat et les habitudes d'utilisation d'un bâtiment, ainsi que le lieu, l'emplacement et l'ombrage des fenêtres et des puits de lumière en fonction de leur orientation solaire.

Un bon système d'éclairage à la lumière du jour offre à la fois une qualité de l'environnement et des avantages quantitatifs :

- une lumière du jour équilibrée, diffuse et non éblouissante provenant de deux directions ou plus;
- des niveaux de luminosité suffisants pour les tâches à accomplir dans l'espace;
- dispositifs d'ombrage variables pour réduire l'intensité lumineuse des programmes audiovisuels et du travail effectué à l'ordinateur;
- des fenêtres pour l'intérêt, la détente et la communication visuelle avec l'extérieur.

Les avantages d'une bonne lumière du jour

Une bonne lumière du jour contribue à créer un sentiment de confort physique et mental, et ses avantages vont bien au-delà du simple fait d'offrir un éclairage fonctionnel.

Cela peut être dû en partie à la qualité plus douce et plus diffuse de la lumière du jour et au fait qu'elle varie en intensité et en teinte, ce qui n'est pas le cas pour l'éclairage électrique. La lumière du jour fournit une lumière de haute qualité pour la plupart des tâches visuelles et offre un meilleur rendu des couleurs.

Le modèle 3D illustré sur ces pages est inspiré du modèle *École Pavillonnaire* tiré du document réalisé par Lab-École, *Penser l'école de demain* (pp. 190-191).

Dispositifs à prendre en considération



Bandeaux réflecteurs



Stores



Films

Orientation et vitrage

Les grands vitrages sont les bienvenus lorsqu'ils sont orientés vers le nord, où la lumière du jour est la plus uniforme et où les problèmes d'éblouissement gênant sont rares. Les salles de classe orientées vers l'est et l'ouest peuvent recevoir une lumière du jour abondante et présenter un faible risque d'éblouissement pendant les heures normales d'occupation. Les grands vitrages doivent être évités lorsqu'ils sont orientés vers le sud. Si un grand vitrage est appliqué vers le sud, une source d'ombrage externe doit être prévue pour contrôler le degré de pénétration de la lumière du soleil. Les écoles devraient être situées de façon optimale avec leur axe longitudinal aligné avec les points cardinaux Est-Ouest, la plupart des espaces étant ainsi orientés vers le nord.

Trajectoire du soleil

Il est toujours préférable de moduler les façades et la volumétrie pour contrôler l'exposition à la lumière du jour et la pénétration des rayons (en fonction de l'orientation principale) plutôt que d'appliquer des solutions correctives après que les principales décisions conceptuelles ont été établies.

Économie d'énergie

Les écoles sont majoritairement occupées pendant l'hiver. De ce point de vue, les dispositifs de contrôle de l'éclairage intérieur sont plus appropriés que les dispositifs de contrôle de l'éclairage extérieur, qui peuvent potentiellement accumuler de la neige. En hiver, les stores peuvent aider à augmenter les gains de chaleur en laissant passer le rayonnement solaire, ce qui réduit la consommation d'énergie. En été, les stores peuvent être fermés pour éviter l'éblouissement et les gains de chaleur non désirés.

Redirection de la lumière

Les bandeaux ou les films réflecteurs sur la façade sud aident à répartir la lumière plus uniformément à l'intérieur, fournissent de l'ombre pour réduire la lumière solaire directe et mitigent l'éblouissement. De plus, le gain de chaleur peut être géré par l'orientation et le contrôle de la lumière du jour.

Systèmes motorisés

Les occupants qui baissent les stores pour éviter l'éblouissement oublient souvent de les relever, employant plutôt l'éclairage électrique lorsque la lumière du jour pourrait être utilisée. Les systèmes motorisés peuvent être calibrés pour maximiser la lumière du jour et minimiser les charges d'énergie, en repositionnant les stores dans leur mode par défaut lorsqu'ils ne sont pas utilisés.

Fenêtres

Il est généralement recommandé d'éviter les étalages sur les vitrines, ou même d'y appuyer de grands meubles. Garder le vitrage dégagé peut maximiser les avantages environnementaux de la lumière du jour.

Salle de classe

Les principales stratégies à utiliser lors de l'éclairage de salles de classe sont les suivantes :


- 1 Éclairer les surfaces verticales;
- 2 Accentuer l'éclairage sur l'enseignant;
- 3 Combiner luminaires suspendus directs et indirects, et les disposer parallèlement à la paroi de la fenêtre pour recueillir la lumière du jour;
- 4 Installer des stores contrôlés par des capteurs de lumière du jour;
- 5 Utiliser des luminaires décoratifs pour des zones de lumière diffuse.

Les jeunes enfants et la perception de la profondeur

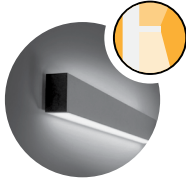
La perception visuelle et la motricité fine des enfants se développent jusqu'à l'âge de 12 ans. Étant donné cette évolution constante, il est important d'avoir une lumière plus directe afin d'augmenter la profondeur du champ de vision.

Une solution idéale pour les écoles primaires est d'utiliser des luminaires avec seulement 30 % de lumière vers le haut et 70 % de lumière vers le bas. La portion de lumière directe génère une meilleure définition qui aide à la perception de la profondeur.


Une combinaison de luminaires



Direct and indirect Suspendu



Direct and indirect Mural

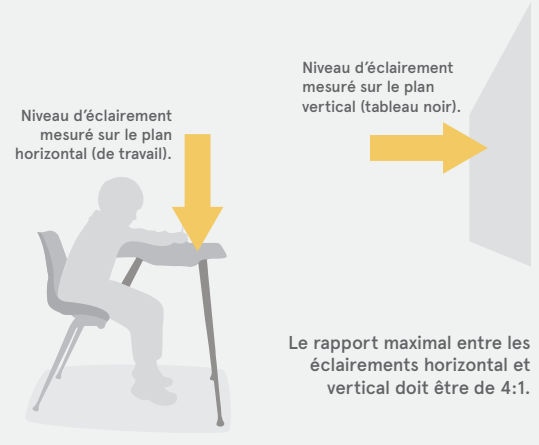


Décoratif

Le modèle 3D illustré sur ces pages est inspiré du modèle *École Pavillonnaire* tiré du document réalisé par Lab-École, *Penser l'école de demain* (pp. 48-49).

Comment réduire la fatigue visuelle?

La plupart des espaces d'enseignement devraient être éclairés uniformément pour éliminer les ombres marquées et les forts contrastes de lumière et d'obscurité. Les élèves passent beaucoup de temps à travailler à leur bureau, ce qui signifie un changement constant entre les positions « regard vers l'avant » et « regard vers le bas », ou une transition de la mise au point horizontale à verticale. L'œil doit s'ajuster rapidement à la distance, à l'angle et à l'éclairage. Éviter les contrastes importants contribue à réduire la fatigue.



Éclairage de l'enseignant

Tout comme dans un auditorium ou en vidéoconférence, les étudiants apprennent plus facilement en présence d'un intermédiaire. Le langage et l'expression corporels sont importants pour faire passer le message. Le fait de permettre au présentateur de se mettre dans la lumière permet d'accorder une plus grande attention à la présentation. Une lumière directionnelle provenant du haut encadre le présentateur, tandis qu'une lumière douce et directionnelle orientée à 45 degrés améliore la lecture des expressions faciales et du langage corporel de celui-ci.

Uniformité

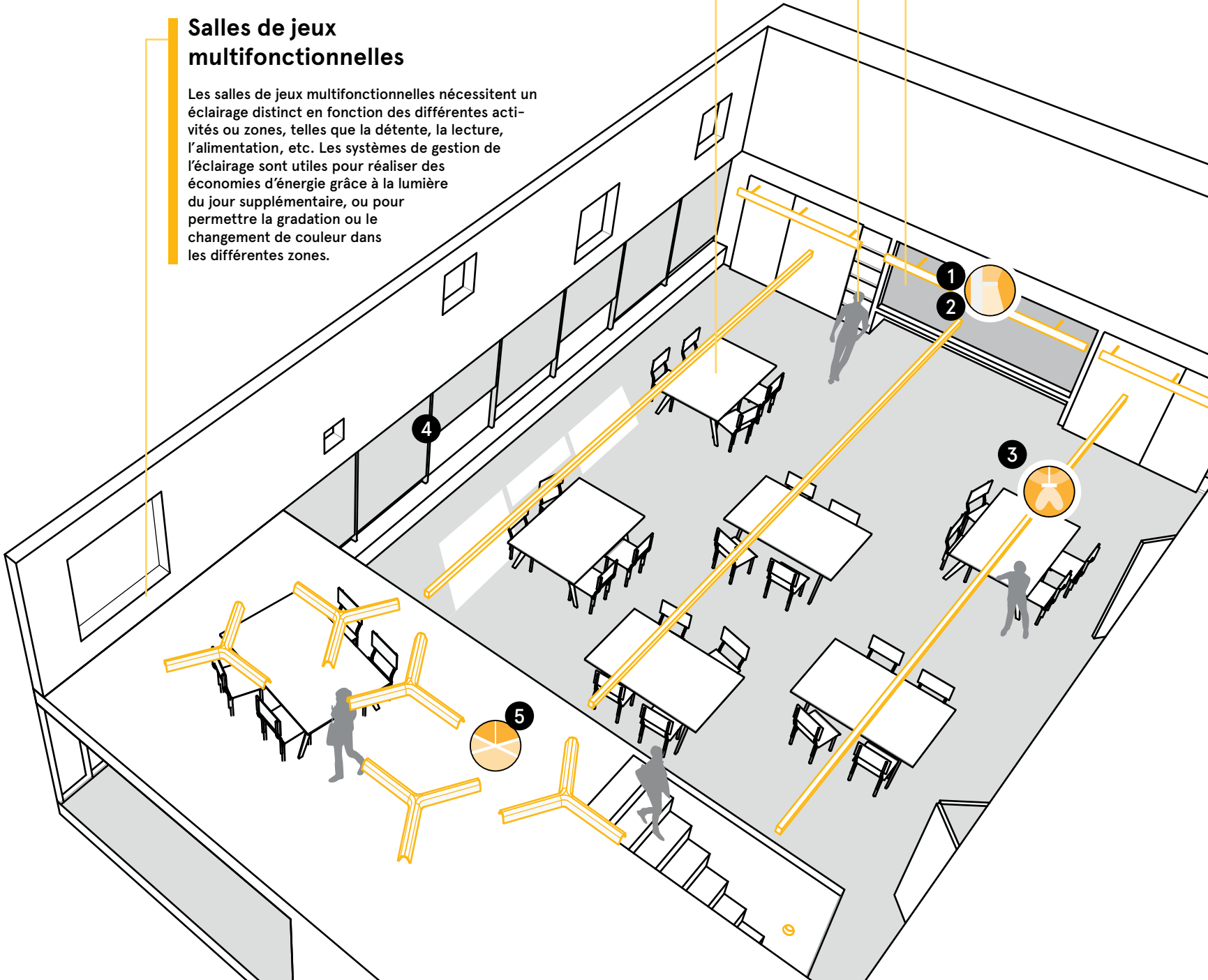
Des ratios d'uniformité lumineuse élevés (max 4:1) sont recommandés. Concrètement, cela se traduit par une diminution de la fatigue oculaire, les élèves passant des livres aux tableaux blancs et aux présentateurs. Pour atteindre cet objectif, il est recommandé d'utiliser un éclairage direct/indirect et d'incorporer une distribution indirecte très large de type « batwing », en plus de l'éclairage mural dédié.

Tableaux noirs

L'éclairage des surfaces d'affichage du tableau noir améliore grandement leur visibilité et maintient l'attention de l'observateur. La lumière rasante crée une forte luminance près de la source de lumière. L'installation d'un éclairage de la pièce qui permet d'éclairer la partie inférieure du tableau peut compenser cet effet.

Salles de jeux multifonctionnelles

Les salles de jeux multifonctionnelles nécessitent un éclairage distinct en fonction des différentes activités ou zones, telles que la détente, la lecture, l'alimentation, etc. Les systèmes de gestion de l'éclairage sont utiles pour réaliser des économies d'énergie grâce à la lumière du jour supplémentaire, ou pour permettre la gradation ou le changement de couleur dans les différentes zones.



Aires de circulation

Les « passages adjacents » font référence à un lieu où les aires de circulation s’adaptent avec souplesse aux plus grands espaces de travail environnants.

De par leur proximité avec des lieux de travail ouverts, leur éclairage, limité au passage proprement dit, doit être un ratio basé sur l’éclairage des tâches à proximité. Cela évite de créer des contrastes gênants et inconfortables avec le cadre de travail.

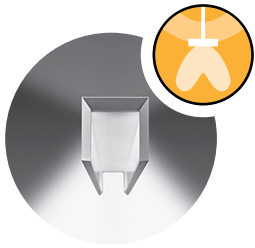
L’éclairage variable ponctuel doit être adapté à l’utilisation et son intensité doit pouvoir être modulée.

Le modèle 3D illustré sur ces pages est inspiré du modèle *École Pavillonnaire* tiré du document réalisé par Lab-École, *Penser l’école de demain* (pp. 80-81).

Principales caractéristiques à prendre en compte

- Éblouissement
- Contrôles
- Uniformité
- Stores
- Films

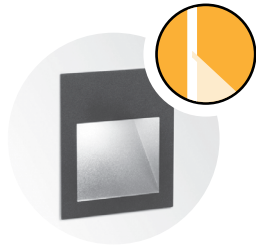
Une combinaison de luminaires



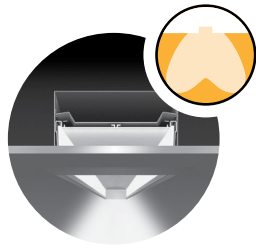
Éclairage direct et indirect

Les luminaires qui intègrent des composantes ascendantes et descendantes, ou des distributions d’éclairage direct et indirect, créent des espaces qui semblent plus hauts et qui sont visuellement plus lumineux.

De plus, le contraste visuel est réduit sur les surfaces de travail, ce qui réduit la fatigue oculaire des élèves, en façonnant les surfaces et les volumes.



Éclairage mural encastré



Éclairage direct encastré

Corridors

Les longs couloirs scolaires sont d’excellents espaces où les jeunes enfants peuvent développer leur vision. Les jeunes enfants ont plus de difficultés à comprendre les distances et les objets tridimensionnels. Un mélange d’éclairage direct et indirect dans le couloir peut leur permettre de distinguer clairement les objets.

Espaces de détente

Mettre en évidence les points focaux et les zones de détente.

Escaliers

Les escaliers à forte circulation, généralement encombrés entre les séances de classe, exigent un niveau d’éclairage plus élevé que les escaliers à circulation normale. Des systèmes tels que des minuteries (synchronisées avec les changements de classe) ou des détecteurs de présence, peuvent être utilisés pour moduler l’éclairage en fonction des habitudes d’utilisation.

Lumière du jour

Les aires de circulation sont à même de subir de grands écarts d’éclairage et d’uniformité. Des niveaux de lumière du jour dépassant les recommandations de l’IESNA sont donc acceptables, voire souhaitables, à condition que l’éblouissement soit maîtrisé. Cependant, lorsque l’espace de transition débouche sur un espace sombre tel qu’un auditorium, il convient de ne pas suréclairer la circulation qui y mène.

Espace partagé – Salle des sports

Efficacité énergétique

Les lumières installées en hauteur dans les grands espaces doivent produire une quantité considérable de lumens pour que l'espace soit bien éclairé. Pour produire ces lumens, il convient d'utiliser des sources lumineuses avec un fort rendement lumens/watt. Les grands espaces doivent répondre à des normes d'économie d'énergie, ce qui complexifie d'autant plus la tâche de les éclairer convenablement.

Coûts d'entretien

La plupart des grands espaces sont dotés de très hauts plafonds. De longues heures de fonctionnement entraînent un changement d'ampoules et/ou un entretien plus fréquent. De hauts plafonds signifient que des élévateurs coûteux sont nécessaires pour changer les lumières, et chaque utilisation de ces élévateurs peut finir par coûter plus cher que les pièces de rechange ou l'énergie consommée par les appareils.

Constamment remettre à plus tard le remplacement de lampes défectueuses peut donner l'impression que l'espace est négligé et « en ruine ».

Une solution consiste à utiliser des luminaires à longue durée de vie couplés à des systèmes de gestion de l'éclairage pour une plus grande souplesse d'utilisation dans le temps et l'espace.

Lumière indirecte du soleil

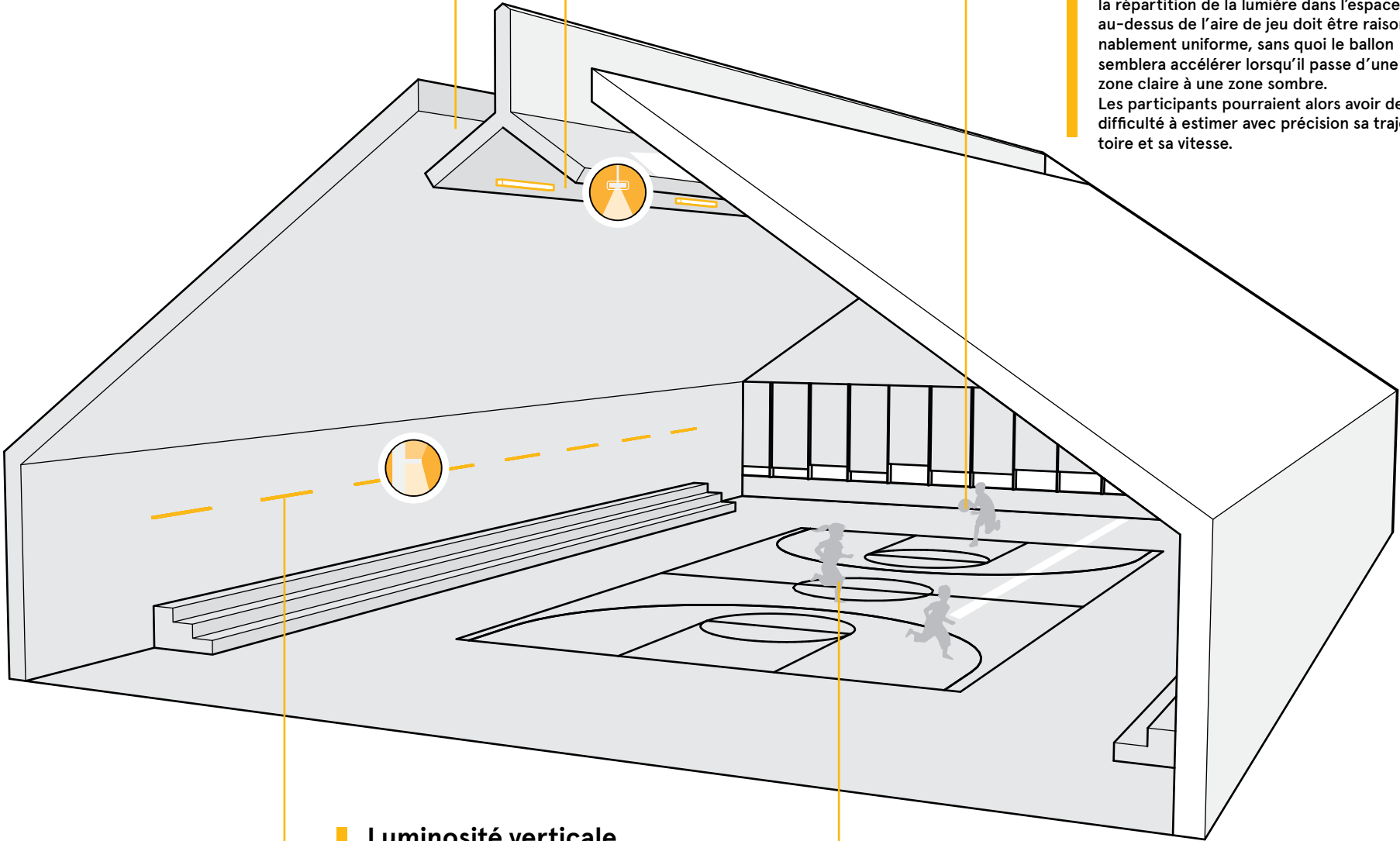
Les éléments architecturaux traitant la lumière du jour (ex. : déflecteurs réfléchissants, bannières, réflecteurs ou luminaires) agissent comme diffuseurs directs de lumière du soleil, réduisant ainsi les reflets et créant un éclairage plus doux et plus uniforme. La lumière directe du soleil provenant des claires-voies, des puits de lumière ou des lanterneaux continus peut créer des conditions d'éclairage désagréables et une luminosité excessive dans les endroits importants.

Flexibilité d'utilisation

Les sources de lumière à longue durée de vie avec systèmes de gestion de l'éclairage permettent une grande souplesse d'utilisation dans l'espace.

Uniformité

Au sein des endroits où des jeux de ballon et d'autres jeux aériens sont pratiqués, la répartition de la lumière dans l'espace au-dessus de l'aire de jeu doit être raisonnablement uniforme, sans quoi le ballon semblera accélérer lorsqu'il passe d'une zone claire à une zone sombre. Les participants pourraient alors avoir de la difficulté à estimer avec précision sa trajectoire et sa vitesse.



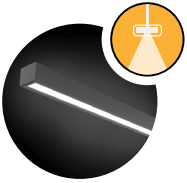
Luminosité verticale

Les surfaces verticales sombres donnent aux grands espaces des airs de grottes peu invitantes. Il est recommandé de réduire le contraste relatif entre les murs et les surfaces horizontales.

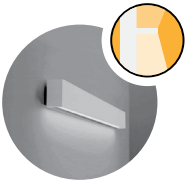
Salle de sport polyvalente

Les sites sportifs conçus pour plusieurs sports devraient veiller à ce que l'éclairage proposé tienne compte des besoins de tous les sports qui y seront pratiqués.

Une combinaison de luminaires



Plafond haut
Direct, suspendu, entretien difficile;



Direct and indirect
Fixation murale

Le modèle 3D illustré sur ces pages est inspiré du modèle *École Pavillonnaire* tiré du document réalisé par Lab-École, *Penser l'école de demain* (p. 100).

Espaces extérieurs

Au Québec, il n'est pas rare de voir le soleil se coucher au beau milieu de l'après-midi en plein hiver, alors que nos journées sont encore loin d'être finies.

Ce phénomène typique sous nos latitudes nordiques est à prendre en considération lors de la conception de l'espace extérieur des écoles. Les enfants apprécient de pouvoir jouer à l'extérieur une fois la journée d'école finie. L'éclairage de ces lieux joue un rôle primordial: il assure une meilleure sécurité et attractivité des espaces de jeux extérieurs, trop souvent plongés dans la pénombre et délaissés lorsque le soleil se couche.

Éclairage en dehors des heures de classe

Comme la plupart des écoles ferment au crépuscule, le fait de laisser les lumières allumées une heure ou deux après la fin des classes permet d'assurer que les gens qui travaillent ou quittent les lieux peuvent voir. Si l'école est ouverte plus tard, les lumières peuvent fournir une sécurité supplémentaire pour les occupants après la tombée de la nuit.

Si l'école ouvre tôt le matin, avant l'aube, les lumières extérieures peuvent aussi être programmées pour se rallumer une heure ou deux avant que le soleil ne se lève. De cette façon, le personnel et les élèves peuvent voir où ils vont, ce qui assure une sécurité supplémentaire, puisque leur visibilité sera accrue.

Systèmes de gestion d'éclairage

Les systèmes de gestion permettent d'économiser d'importantes quantités d'énergie et de réduire considérablement la pollution lumineuse. Une mesure efficace consiste par exemple à éteindre toutes les lumières, éteindre certaines d'entre elles, ou réduire leur intensité passé une certaine heure.

Les avantages d'un éclairage vers le bas

Avec un luminaire à défilement absolu ("full cut-off"), la lumière est limitée autant que possible à un angle inférieur à 70°. Ce système élimine l'éblouissement et la pollution lumineuse la nuit.



Le modèle 3D illustré sur ces pages est inspiré du modèle *École Pavillonnaire* tiré du document réalisé par Lab-École, *Penser l'école de demain* (pp. 190-191).

Moins il y en a, mieux c'est

Contrairement à l'éclairage intérieur, la lumière de l'éclairage extérieur n'est pas contenue par des enceintes architecturales. L'éclairage extérieur ne devrait être utilisé que lorsqu'il est jugé nécessaire et devrait être appliqué avec le plus grand soin afin de minimiser le gaspillage d'énergie et la pollution lumineuse.

Auvents

Les entrées à auvent sont une extension du bâtiment. Dans le cas des zones à l'abri où l'on s'attend à des conversations passagères ou des rencontres fortuites, et à des groupes de personnes plus nombreux, des éclairages légèrement supérieurs à ceux des entrées ouvertes s'avèrent indiqués.

Points d'entrée

Des points d'entrée clairement éclairés aident à améliorer l'orientation de nuit. L'accent peut être mis sur les verticales qui servent de points de repère visibles depuis une certaine distance.

Entrée du bâtiment

L'entrée devrait aider à effectuer la transition entre les conditions d'éclairage intérieures et extérieures. L'éclairage, l'uniformité et la luminance de l'entrée intérieure et extérieure sont tous des facteurs importants. Les entrées doivent être invitantes et refléter l'ambiance intérieure. À moins qu'une « rupture » distincte ne fasse partie du concept, les TCP et IRC des lampes devraient être basés sur la couleur de l'éclairage intérieur.

À l'échelle humaine

Il convient de garder la lumière au sol, contrairement par exemple aux prisons, où la lumière provient des toits et a tendance à créer des angles d'éclairage et des silhouettes/contraste élevés. Plus n'est pas nécessairement mieux.

Bibliographie

Revue de la documentation

Barrett, P., Zhang, Y., Davies, F., Barrett, L. (2015).
Clever Classrooms – Summary report of the HEAD Project.

Benya, J. R. (2001).
Lighting for Schools – National Clearinghouse for Educational Facilities.

Dilaura D., Houser K., Mistrick R., Steffy G., pour Illuminating Engineering Society of North America (2011). *The Lighting Handbook: Reference and Application, 10th Edition*, section 22, 24, 26 et 35.

Heschong Mahone Group. (2003).
Windows and classrooms: A study of student performance and the indoor environment.

Illuminating Engineering Society (2019). *Lessons in the Classroom.*
<https://www.ies.org/lda/lessons-in-the-classroom/>

Lab-École (2019). *Penser l'école de demain*, Première édition.
<https://www.lab-ecole.com/lancement-publication/>

New Zealand Ministry of Education (2007). *Designing Quality Learning Spaces: Lighting.*

Philips. *Indoor Lighting for Recreational Sports.*
<http://www.lighting.philips.com/main/systems/system-areas/recreational-sports/indoor-sports>

Sepco. *Solar Lighting Systems for Parks and Playgrounds.*
<https://www.lightingdesignlab.com/resources/articles/articles-applications/tips-lighting-large-spaces>

U.S. Department of Energy (2017). *Tuning the Light in Classrooms: Evaluating Trial LED Lighting Systems in Three Classrooms at the Carrollton-Farmers Branch Independent School District in Carrollton, TX*

Winterbottom, M., Wilkins A. (2008).
Lighting and discomfort in the classroom.

2030 Palette. *Top Daylighting Controls.*
<http://2030palette.org/top-daylighting-controls>

Ce document a été rendu possible grâce au généreux soutien et à la collaboration de Lumenpulse Québec, Fluxwerx, Altex et 3M.

lumenpulse[™]
Marché du Québec

FLUXWERX[®]

 **ALTEx**[®]

3M

