

#8

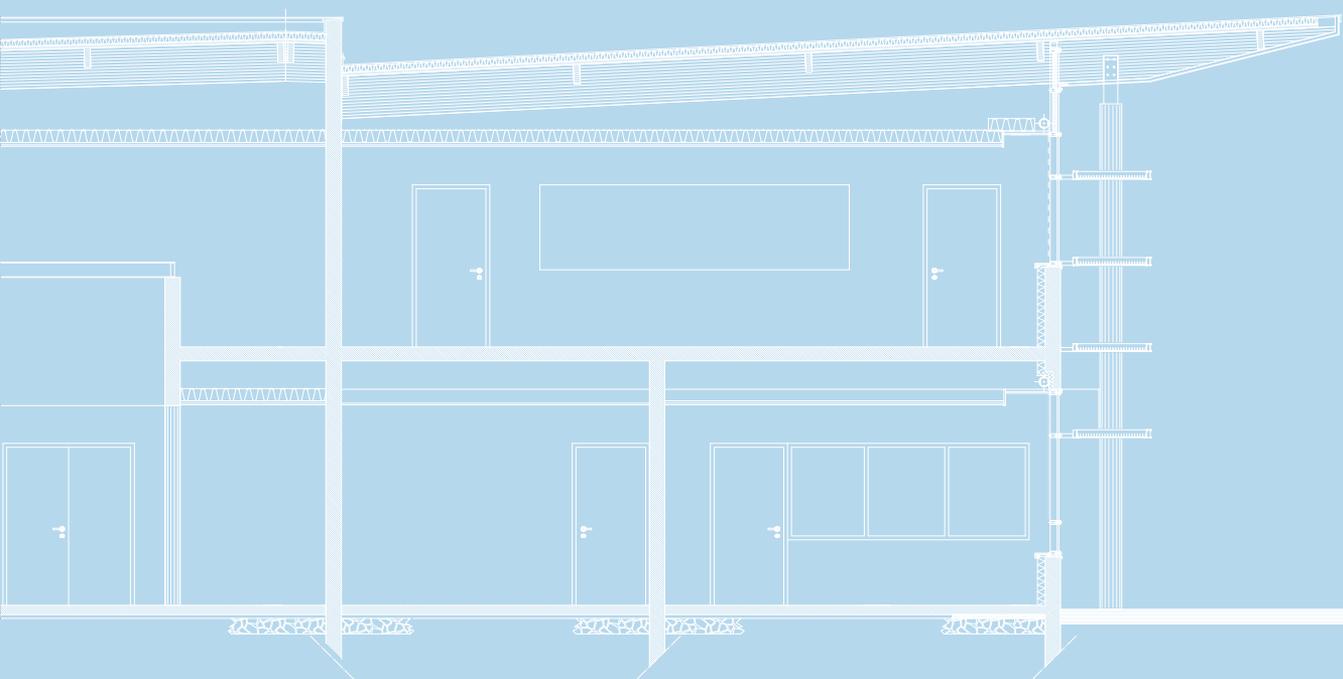


Architecture

Cahiers du <sup>14</sup>Ca.u.e

# L'ÉCOLE DE DEMAIN

## Repenser les espaces d'apprentissage



# Pourquoi ce guide ?

---

Dans un article publié en 2017 dans les Cahiers du CERFEE<sup>1</sup> et intitulé "La mobilité, clé de nouvelles pratiques", Laurent Jeannin, maître de conférences en Sciences de l'éducation à l'Université de Cergy-Pontoise, et titulaire de la Chaire Transition<sup>2</sup> cite Seymour Papert qui, en 2003, faisait ce constat éloquent :

***"Un élève qui se serait endormi au 19<sup>ème</sup> siècle, pour se réveiller 150 ans plus tard, ne serait finalement pas tellement dépaysé. Si ce n'est les vêtements, la physionomie de son environnement ne serait pas à ce point changée qu'il ne saurait plus trouver des points de repères"***

Au cours des cinquante dernières années, les technologies liées à l'informatique ont tenté de modifier le fonctionnement pédagogique des classes<sup>3</sup> sans réelle efficacité :

***"Imaginer au 19<sup>ème</sup> siècle, une diligence tirée par des chevaux, à laquelle on aurait rajouté un réacteur pour aider à sa progression dans les montées".***

Encore aujourd'hui, les technologies jouent trop souvent le rôle de réacteur pour la diligence.

L'école est pensée en tant que bâtiment destiné au temps de l'éducation dans la journée et composé de plusieurs espaces structurants comme les classes, les couloirs de circulations, les espaces extérieurs de récréation etc. Et si on essayait, pour une fois, de vraiment faire bouger les choses.

Face aux nombreux défis qu'affrontent les acteurs des collectivités, ce guide propose de les sensibiliser aux liens entre l'architecture et les spécificités d'une école du 21<sup>ème</sup> siècle.

**Le rôle du CAUE prend ici tout son sens.** L'idée est de pouvoir **accompagner les collectivités** à porter ces projets qui doivent aujourd'hui incorporer **le bien-être** des usagers, **les nouveaux paramètres de la société, du système scolaire** et de l'éducation en évolution, voire en révolution. Porter l'école de demain, le numérique et toutes les nouvelles technologies dans les faisabilités, **être un support à l'innovation et agir.**

Ce guide ne prétend pas définir un modèle type parfait pour les écoles du 21<sup>ème</sup> siècle. Cette publication permet toutefois de faire ressortir plusieurs idées qui pourront stimuler la création de modèles garants de succès pour les écoles à bâtir.

# Introduction

S'intéresser à ce que sera l'école du 21<sup>ème</sup> siècle, nous pousse inévitablement à nous interroger sur la **notion d'"espace scolaire"**.

Cette association de mots désigne, avant tout, **l'ensemble des lieux dédiés aux différentes formes d'apprentissage des savoirs et de socialisation de celles et ceux qui les fréquentent.**<sup>4</sup>

Il s'agit, donc, de mettre fin à l'association de l'espace scolaire à la salle de classe.

L'espace scolaire **inclut ainsi les couloirs, la cour de récréation, le hall, la médiathèque, le restaurant scolaire ou encore les espaces extérieurs, végétalisés ou non, qui entourent le bâtiment de l'école.**

Cependant, un premier constat s'impose aujourd'hui, celui de l'ancrage de la distinction établie le plus souvent entre ces différents espaces, et plus généralement, entre scolaire, périscolaire et non scolaire. Ainsi, la définition de l'espace scolaire dépend étroitement de la conception qu'une société se fait de l'éducation et de la pédagogie, ainsi que de la façon dont un lieu est habité.

Des réformes successives, des remaniements ministériels, en passant par le déploiement du plan numérique dans les écoles, le résultat est net : **l'architecture scolaire est laissée de côté depuis plusieurs années.**

Si la décentralisation a permis une rénovation majeure du bâti scolaire à partir des années 1980, aujourd'hui encore, pour les nouvelles constructions, les projets intègrent davantage des considérations environnementales, esthétiques ou financières qu'une réflexion sur la manière dont **le bâti scolaire peut favoriser les apprentissages et le climat scolaire**<sup>5</sup>.

L'école, au sens large est, avec les parents, un des **premiers creusets de la culture et de l'éducation**, et a beaucoup évolué à travers les générations. Elle a constitué pour nous tous, enfants, un lieu initial d'éveil et d'expériences.

Au-delà des orientations pédagogiques choisies et du talent des enseignants, **le lieu, lui aussi doit être stimulant**, il doit être l'enveloppe qui protège autant qu'elle rassure, grâce à une **organisation harmonieuse et sensible de ses espaces intérieurs et extérieurs.**

L'école d'aujourd'hui et de demain est ainsi un lieu de vie et d'apprentissage pour les élèves et le personnel de l'établissement. Les conditions d'accès et d'accueil par une **architecture adaptée** constituent **un levier qui permet d'améliorer la qualité de vie** pour tous et les conditions d'apprentissage des élèves. Il s'agit d'une **reconfiguration "qualitative"** des espaces d'apprentissage et de vie scolaire.

L'architecture scolaire doit ainsi conduire à construire des espaces favorables aux élèves, aux enseignants et aux équipes pédagogiques et administratives. **Les espaces d'apprentissage sont ainsi repensés selon de nouveaux critères** : adaptabilité, flexibilité, modularité, polyvalence... Les espaces de vie scolaire sont également redéfinis selon des critères de qualité de vie des élèves et du personnel : confort, durabilité, sécurité, accessibilité, propreté, convivialité...

Depuis quelques années, un bon nombre de chercheurs, pédagogues ou spécialistes de l'architecture scolaire, se penchent sur ces problématiques.

Au centre du débat entre les collectivités et l'État, aux compétences partagées, se trouvent les usagers, mais aussi **l'équilibre à établir entre la qualité architecturale et l'adaptation permanente aux exigences nouvelles d'accueil et de pédagogie.**

**Cette publication est basée sur deux travaux majeurs, réalisés à l'étranger :**

- **l'organisme LAB-école, qui a publié en 2019 "Penser l'école de Demain"**
- **le projet de recherche HEAD (Holistic Evidence and Design) qui a fait l'objet d'un rapport intitulé "Clever Classroom" publié en 2015**



*Différents organismes de recherches et développement sur la problématique de redéfinition des espaces scolaires*

# Le numérique



**Les nouvelles technologies chamboulent notre quotidien et nos comportements.** Nous sommes obligés de revoir notre façon de penser.

Aujourd'hui tout le monde sait que l'on peut travailler n'importe où et que notre vision du travail, notre façon de travailler et notre productivité sont en train d'évoluer. C'est le cas aussi à l'école, sur le trajet de l'école, dans son salon. Ces pratiques numériques sont amenées à devenir notre quotidien, et cela nous pousse à **devoir repenser les espaces d'apprentissage très formels** et à réinterroger l'architecture scolaire.

La démocratisation des outils numériques requestionne depuis les années 2000 les usages pédagogiques et donc la forme scolaire<sup>6</sup>.

Les termes "**espace d'apprentissage**", ou "**espace scolaire**", regroupe une réflexion sur l'espace, l'intégration pédagogique des outils et ressources numériques. Le numérique et ses usages remettent en jeu l'espace scolaire et le reconfigurent, non seulement

parce que les élèves et de plus en plus d'enseignants sont habitués à vivre et travailler avec les technologies digitales, mais surtout parce que "**apprendre**" ne signifie plus trouver une information mais pouvoir la traiter selon diverses modalités.

Le déploiement et l'usage du numérique dans les classes, dans les centres de documentation et plus généralement dans l'enceinte de l'école sont-ils de simples réadaptations des pratiques pédagogiques actuelles ? Ou de réelles révolutions ?

## L'ÈRE DU NUMÉRIQUE

*Le numérique interroge toute l'organisation scolaire, tout un modèle de savoirs et de conceptions pédagogiques. En 2013, la loi d'orientation offre une large part à la question numérique promouvant l'utilisation de l'outil dans les pratiques pédagogiques. Il s'agit de rassembler les "acteurs de l'école" autour d'un objectif : "faire entrer l'école dans l'ère du numérique".*



*La salle de classe du 21<sup>e</sup> siècle*  
Bien qu'un SMART BOARD ait été installé, cet outil se contente en définitive de remplacer le tableau traditionnel vers lequel a toujours convergé l'attention. De plus cette technologie, tout comme le tableau, ne suscite qu'une participation périphérique et perpétue le modèle classique de l'environnement pédagogique centré sur le professeur.

© Crédit photo : Abaddon1337/Wikipédia.org

1970

## Expérimentations

Exemples

En 1972, le Programme Parkway de Philadelphie destiné à des élèves peu réceptifs à l'enseignement traditionnel supprima, en partie tout au moins, l'espace scolaire.  
En Australie, création des écoles à aire ouverte  
En France, école Saint-Merri, école Vitruve

2017

## Métrie

Le bien-être à l'école

Repenser les espaces d'apprentissage en fonction des usages

### MASSIFICATION

### RESTABILISATION

### MÉTAMORPHOSE

1964

## Massification

Écoles sur catalogue

La conception des établissements et des nouvelles situations d'enseignement sont alors définies à partir des « normes centrales » du ministère de l'Éducation nationale (DEC : la « Barre linéaire » devient, dans la pratique, la forme la plus courante des bâtiments scolaires avec certaines normes de référence par élève. La trame de 7,2 mètres, par exemple, permet de construire vite et pas cher.

1985

## Décentralisation

Les collectivités sont en charge des établissements

Fin de la DEC  
Concours d'architecture  
Programmiste au sein des collectivités

*Frise chronologique évolution des bâtiments scolaires avec la société*

*Depuis les écoles de Jules Ferry jusqu'aux media center de demain, l'architecture et les pédagogies sont liées*

© Crédit image : Magazine de l'éducation, hors-série, novembre 2017, « Repenser les espaces scolaires », à l'usage des acteurs de l'école, page 12-13

Si le modèle de l'enseignement actuel est remis en question, **l'espace de classe traditionnel remplit-il encore sa fonction ? Le numérique ne banalise-t-il pas plus profondément l'espace de classe ?** Qu'en est-il des autres espaces de l'école, à une époque où la technologie numérique redessine le rapport au temps, les relations sociales, la façon d'habiter des lieux ?

Après des discours ambitieux sur les potentialités du numérique à l'école et les investissements considérables réalisés pour équiper technologiquement les établissements d'enseignement, les risques numériques ont pris une place importante dans les discours par rapport aux apprentissages fondamentaux.

Le projet de recherche eRISK (2016-2018) a fait émerger plusieurs typologies de risques. Certains, plus présents que d'autres dans les esprits, font émerger **les notions de bien-être et de qualité de vie à l'école** <sup>7</sup>.

Ces notions peuvent être élargies à d'autres risques dans bien d'autres domaines que le numérique (compteurs linky, ondes wifi, radon, surchauffe en été, mauvaise ventilation des locaux etc.) Ainsi, aujourd'hui, l'environnement physique scolaire se construit en considérant **l'importance de conditions favorables pour optimiser les occasions d'apprentissage** et contribuer ainsi à la réussite des élèves.

Au-delà des pratiques pédagogiques influençant la construction des espaces scolaires, les établissements scolaires doivent respecter certaines normes : incendies, accessibilité, sécuritaires, HQE...



Équipement en tablettes des élèves en maternelles, primaires et déploiement pour les élèves au collège  
© Crédit photo : Jonathan Nackstrand/AFP

## L'ÉQUIPEMENT NUMÉRIQUE DES ÉTABLISSEMENTS

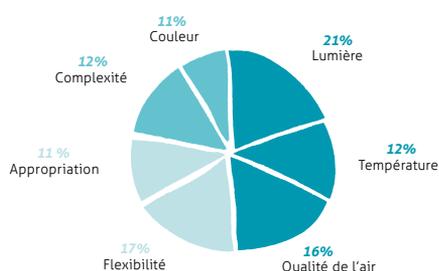
*En France, en moyenne, on compte un ordinateur pour 7,8 élèves des écoles élémentaires. C'est dans les écoles primaires que l'on retrouve le plus de classes dites mobiles, c'est-à-dire de meubles roulants et donc transportables contenant plusieurs équipements multimédias reliés en réseau. On n'en compte toutefois que 3 pour 1 000 élèves. On compte 12,4 TNI (Tableau Numérique interactif pour 1 000 élèves et 12,5 vidéoprojecteurs.*

# Bien-être et qualité de vie

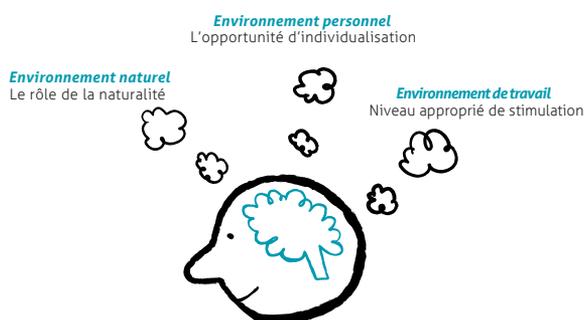
Les normes thermiques (RT2012, RE2020 etc.), peuvent s'assimiler à une question de société – le bien-être des hommes et le respect de l'environnement – mais elles se traduisent plus comme des artefacts qui ne changent pas durablement les usages (wifi sans questionnement sur les consommations électriques par exemple).

Pourtant la **qualité de vie et le bien-être à l'école sont bien au cœur des débats sur l'éducation**, avec la rénovation des établissements. Ainsi, depuis plusieurs années, des études s'intéressent aux **qualités d'ambiances des espaces scolaires et à leurs impacts potentiels sur les usagers**.

Dans un rapport intitulé *Clever Classroom*<sup>8</sup>, des chercheurs ont établi que, combinées, la qualité de l'air et la température représentent 28% des critères significatifs influençant les performances scolaires. De même, la lumière et la couleur représentent 33% des critères.



- Naturalité : lumière, température et qualité de l'air la moitié de l'impact de l'apprentissage
- L'individualisation : propriété et flexibilité environ 1/4 de l'impact sur l'apprentissage
- Niveau approprié de stimulation : complexité et couleur environ 1/4 de l'impact sur l'apprentissage



Impacts des qualités d'ambiances des espaces scolaires sur les performances des élèves à l'école  
© Crédit image : Peter Barrett, Yufan Zhang, Fay Davies, Lucinda Barrett, 2015

## CE QUE DIT LA LÉGISLATION

La loi portant engagement national pour l'environnement a rendu obligatoire la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant un public sensible (articles L. 221-8 et R. 221-30 et suivants du code de l'environnement)

## QUALITÉ DE L'AIR

Les préoccupations sur la qualité de l'air intérieur, la ventilation et les problèmes de santé liés aux bâtiments dans les écoles sont très présentes. **Les enfants sont particulièrement vulnérables à tous les types de polluants**. Plusieurs études indiquent que la qualité de l'air a un impact sur la productivité et depuis le **1<sup>er</sup> janvier 2018, un nouveau dispositif réglementaire** impose aux établissements recevant du jeune public (crèche, école maternelle et primaire) de **surveiller la Qualité de l'Air Intérieur (QAI) dans leur bâtiment**.

La **ventilation naturelle** permet un apport en air frais ainsi qu'un confort thermique accru par le contrôle de l'usager sur son environnement. Selon le climat, cela permet de **diminuer considérablement, voire annuler les besoins en climatisation**, qui vont faire partie de plus en plus de nos préoccupations quotidiennes, alors que jusqu'à aujourd'hui les bâtiments étaient équipés surtout pour le confort d'hiver.

Miser sur la ventilation naturelle avec les services mécaniques comme appoints amène une qualité d'air et un confort thermique par la promotion de stratégies passives, limitant ainsi les coûts de fonctionnement. Il est à noter également, qu'afin de préserver cette qualité d'air, **un choix des matériaux consciencieux aidera à limiter les polluants dans l'air**.

## ÉTUDE CLEVER CLASSROOM

Le rapport *Clever Classroom* est le résultat convivial de cinq années de recherche menées par une équipe de quatre personnes. Il s'agit du projet **HEAD (Holistic Evidence and Design)** financé à hauteur de 400 000 £ par le Conseil de recherche en ingénierie et en sciences physiques du Royaume-Uni. Les résultats sont basés sur de nombreuses données et ont utilisé une analyse de régression à plusieurs niveaux pour isoler les effets des espaces physiques.

Le projet **HEAD** a été précédé de plusieurs années de développement multidisciplinaire du modèle conceptuel. Il s'agit du paradigme **SIN (Naturalité, Individualisation et Stimulation)**. Ce paradigme a joué un rôle essentiel dans l'obtention des résultats, il va bien au-delà de la chaleur, de la lumière, du son et de la qualité de l'air habituels (inclus dans la "naturalité") et il a été constaté que les facteurs supplémentaires représentaient 51 % de l'impact observé sur les progrès de l'apprentissage.

Cette étude montre une image holistique de la conception des bâtiments scolaires : par exemple, la "complexité visuelle" se combine avec la couleur autour du niveau de stimulation ; la "propriété" se combine avec la flexibilité autour de l'individualisation et la "lumière" est essentielle.

source : [www.cleverclassroomsdesign.co.uk](http://www.cleverclassroomsdesign.co.uk)

## CAS D'ÉTUDE

### GRUPE SCOLAIRE LES 3 CHENES, AUVERS

La mise en œuvre de velux associés à une détection automatique de la qualité de l'air est une solution intelligente pour les fenêtres de toit, permettant de mesurer le taux de CO<sub>2</sub>, l'humidité et la température et d'activer à distance les fenêtres, stores et volets roulants motorisés VELUX. Il s'agit d'une solution beaucoup plus économique en utilisation d'électricité et d'entretien que les ventilations double-flux.

A l'école d'Auvers, le système fonctionne via une tablette, qui communique avec les capteurs installés à l'intérieur de toutes les salles, capables à la fois de prévoir les conditions météorologiques locales et de contrôler la température, le niveau d'humidité et la concentration en CO<sub>2</sub> des pièces concernées. L'ouverture ou la fermeture des fenêtres de toit et volets extérieurs s'active donc automatiquement en fonction de la qualité de l'environnement intérieur, offrant ainsi de meilleures conditions d'apprentissage pour les enfants. Le système anticipe également les caprices de la météo et, grâce aux capteurs extérieurs, est en mesure de fermer les fenêtres en cas d'averse ou les volets en cas de températures trop élevées, pour garder la fraîcheur.



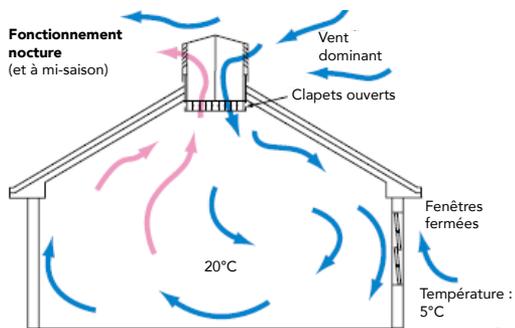
Velux motorisés pour optimiser la qualité de l'air intérieur  
Groupe scolaire "Les 3 Chênes" à Auvers (50)  
Agence d'Architecture Camelia Alex Letenieur  
© Crédit photo : Guillaume Jouet



Exemple de dispositif de ventilation naturelle  
École Primaire Vancia, à Rillieux la Pape (69) - à gauche : Tourelle en toiture - à droite : Grille de diffusion/extraction d'air  
© Crédit photos : Bureau d'étude TRIBU

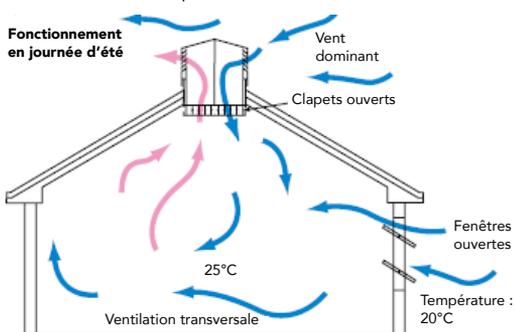
### Fonctionnement en hiver

Renouvellement d'air par les tourelles à vent windcatcher de Monodraught qui fonctionnent en double flux et permettent ainsi l'amenée et l'extraction d'air dans la salle.



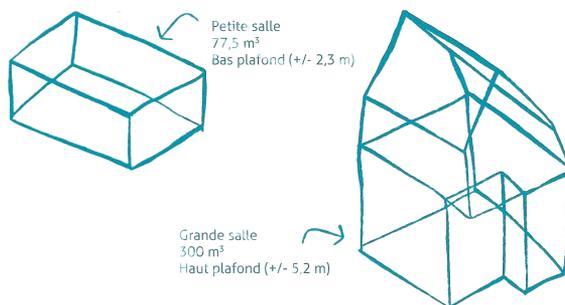
### Fonctionnement en été

Les tourelles d'extraction permettent avec l'ouverture des menuiseries d'effectuer une surventilation nocturne avec des débits d'air importants.



### Principe de ventilation naturelle

© Crédit image : Héloïse Marie - Bureau d'étude TRIBU



### Importance du volume de la salle

Plus la salle est grande, plus la qualité de l'air met du temps à se dégrader, car la quantité de CO<sub>2</sub> se dilue dans un plus grand volume

© Crédit image : Peter Barrett, Yufan Zhang, Fay Davies, Lucinda Barrett, 2015, Rapport de synthèse clever classroom

## MIEUX GÉRER LA VENTILATION

Un corps de bâti étroit favorisera une ventilation transversale du bâtiment. Des ouvertures en hauteur permettent une ventilation plus optimale grâce à un effet de cheminée, alors que des ouvertures sur des parois opposées procurent une ventilation traversante.



Exemple de dispositif d'ombrage extérieur amovible  
 École Primaire Vancia à Rillieux la Pape (69)  
 Agence d'Architecture Tekhnè Architectes & Urbanistes  
 © Crédit photos : Jean Christophe Galmiche & Renaud Araud

## TEMPÉRATURE

Une température confortable est toujours meilleure pour l'apprentissage des élèves, d'où l'importance d'en permettre le contrôle afin de se doter d'un environnement d'apprentissage favorable. Les études démontrent que l'augmentation de la température et du taux d'humidité entraîne un inconfort plus important ainsi qu'un niveau d'attention diminué, affectant le rendement scolaire des élèves. À cette fin, il a été suggéré que le meilleur intervalle de température pour l'apprentissage se situerait entre 20,0 et 23,3 °C. Pour éviter les risques de surchauffe, il est possible de proposer des stratégies d'occultation solaire comme les pare-soleils ou de la végétation extérieure bien positionnée.

On peut aussi trouver plusieurs zones thermiques dans l'école qui agiront comme stimulés pour l'élève dans ses déplacements, en plus d'optimiser les besoins énergétiques.



Exemples de types de dispositifs d'ombrage extérieurs spécifiquement destinés aux fenêtres orientées vers le sud. S'ils peuvent être mobiles, ils peuvent répondre aux variations quotidiennes imprévisibles.  
 © Crédit image : Peter Barrett, Yufan Zhang, Fay Davies, Lucinda Barrett, 2015, Rapport de synthèse clever classroom

## LUMIÈRE

La **lumière naturelle** agit sur le confort physique et mental des personnes. Il est connu que la lumière naturelle, par sa qualité douce et diffuse ainsi que ses subtils niveaux d'intensité et de couleurs changeants, a une influence sur nous. Ainsi, le travail en classe, **en l'absence de lumière du jour, peut perturber notre système chrono-biologique** et par conséquent, avoir une influence sur la capacité de concentration et de coopération des enfants ainsi que leur taux d'absentéisme.

Il est clairement bénéfique d'opter pour la lumière naturelle comme source principale d'éclairage dans nos écoles, en complémentarité avec un éclairage artificiel, afin de combler les manques de lumière du jour.

Néanmoins il est essentiel de bien **contrôler l'éblouissement ainsi que la surchauffe** par des dispositifs d'occultation et une fenestration au sud bien optimisée. Un bon moyen de **réduire les risques d'éblouissement** consiste en la mise en place d'**entrées de lumière en provenance de deux directions différentes**.

Enfin **les vues vers l'extérieur** sont également à considérer dans les stratégies d'apport en lumière naturelle. **Ces vues procurent une valeur ajoutée** aux espaces de l'école en créant un environnement d'apprentissage et en favorisant un équilibre physiologique et psychologique.



Maximiser les apports en lumière naturelle dans les salles de classe  
Pôle éducatif Jean d'Ormesson à Nîmes  
Agence d'Architecture MDR  
© Crédit photo : Julien Thomazo



Lien avec la nature  
Groupe scolaire "Alice" à Prévessin-Moëns (01)  
Agence d'Architecture CR&ON Architectes  
© Crédit photo : CR&ON Architectes



AVANT



APRES

Exemple de source d'éclairage multi-directionnel  
Ecole Endrup au Danemark, Expérience menée par la société  
VELUX France en partenariat avec la ville Fredensborg  
© Crédit photo : Droits réservés VELUX®

## QUEL ÉCLAIRAGE POUR QUEL ESPACE ?

Une forme de bâtiment allongée le long d'un axe Est-Ouest permet une répartition adéquate de la lumière naturelle dans l'espace. Les espaces tels que les gymnases, salles d'arts plastiques peuvent plutôt bénéficier d'une lumière diffuse tandis qu'il est souhaitable de situer les espaces de vie au sud afin qu'ils puissent bénéficier des rayons du soleil. Les ouvertures en hauteur, telles que les fenêtres en bandeaux, amènent un apport en lumière plus profond dans l'espace, et ainsi une meilleure répartition de la lumière du jour. La lumière zénithale offre une luminosité trois fois plus grande que la lumière latérale. Elle est donc intéressante pour offrir un apport lumineux suffisant dans l'ensemble de l'école.

L'utilisation optimisée et contrôlée de la lumière du jour permet de réduire l'utilisation de l'éclairage artificiel. L'abondance de lumière du jour fournit également des gains solaires utiles pendant la période hivernale, ce qui contribue de manière significative à réduire la consommation d'énergie du bâtiment.

# COULEUR

La couleur, est quant à elle, étudiée depuis près d'un siècle pour son effet sur les enfants et sur leurs comportements. Lorsqu'on parle de la couleur dans un contexte éducatif, les choix peuvent être considérés comme une question de préférences ou dans une perspective d'apprentissage fonctionnel. En termes de préférences, les jeunes enfants semblent aimer les couleurs vives (Heinrich 1980, 1993). Une approche fonctionnelle se concentre sur l'utilisation de la couleur pour atteindre un résultat final tel que l'augmentation de la capacité d'attention et des niveaux plus faibles de fatigue oculaire. L'enseignant a aussi un rôle primordial sur l'environnement de la classe par le contrôle qu'il exerce sur son aménagement quotidien. Par exemple, une quantité trop imposante d'affichages sur les murs nuit à la performance scolaire. Il est dit que les performances scolaires seraient meilleures dans les classes plus épurées que dans les classes sur-décorées, les élèves n'étant pas soumis à des distractions visuelles. Il y a donc un juste équilibre à trouver entre sur-stimulation et sous-stimulation.



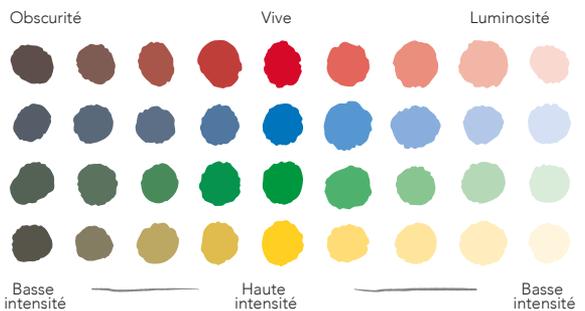
Exemple de rapport à la couleur  
Groupe scolaire "Les 3 Chênes" à Auvers (50)  
Agence d'Architecture Camelia Alex Letenneur  
© Crédit photo : Guillaume Jouet

Exemple de décorations de salle de classe, "Trop, c'est comme pas assez !"  
Article : "Visual Environment, Attention Allocation, and Learning in Young Children: When Too Much of a Good Thing May Be Bad", Anna V. Fischer, Karrie E. Godwin, Howard Seltman  
© Crédit photo : Orangerlis/Flickr



## L'INFLUENCE DE LA COULEUR

Les différentes couleurs influencent la performance au travail, les humeurs et les émotions; provoquent certains comportements; créent des perceptions négatives ou positives de l'environnement et de la tâche donnée. Les environnements colorés ont des effets significatifs sur l'activité d'apprentissage des élèves et sur leur bien-être<sup>16</sup>. Un mur composé d'éléments de couleurs plus vives s'est avéré plus efficace pour l'apprentissage.



Exemple de gamme de luminosité des couleurs  
© Crédit image : Peter Barrett, Yufan Zhang, Fay Davies, Lucinda Barrett, 2015

## BRUIT

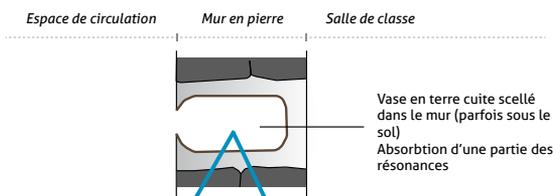
Le bruit est impliqué dans la fatigue, le stress, la concentration, les troubles du comportement des élèves...

L'acoustique est souvent un élément sous-estimé dans la conception des bâtiments scolaires. Pourtant son influence sur la réussite scolaire des enfants est bien réelle, puisque le bruit affecte directement la capacité

de concentration des élèves. Comme beaucoup d'écoles se trouvent en milieu urbain, l'emplacement des espaces d'apprentissage dans le bâtiment, leurs dimensions et leurs proportions, ainsi que le choix de leurs matériaux, sont des variables qui influencent l'acoustique et qui ne sont pas à négliger dans la conception des bâtiments scolaires.



Exemple de panneau et faux-plafond acoustiques  
Hall du Groupe scolaire "Les 3 Chênes" (50), Agence d'Architecture Camelia Alex Letenneur © Crédit photos : Guillaume Jouet



Coupe de principe de vases ou résonateurs acoustiques  
Ancienne technique utilisée dans les églises. Ce système est censé améliorer l'intelligibilité de la voix et en moduler certaines fréquences.

Photo de chantier, vases résonateurs installés dans certains murs en terre  
Pôle Enfance Félix Leclerc à Bouvron (44)  
© Crédit photo : Bruno Belenfant

## COMMENT RÉDUIRE LES NUISANCES SONORES

Il est recommandé de ne pas situer les salles de classe à proximité des espaces achalandés et bruyants. Lorsque ce n'est pas possible, il est envisageable d'utiliser des zones tampons comme barrières acoustiques telles que les espaces de circulation et de rangements, ainsi que les toilettes. Autrement, il est toujours possible d'atténuer la propagation du son par une isolation acoustique des parois qui séparent les espaces. L'ajout de matériaux absorbants peut aussi améliorer le confort acoustique dans les espaces en contrôlant la réverbération du son. Enfin, l'aménagement extérieur, par ajout de végétation, pentes et dénivelés, représente une stratégie de réduction des bruits en provenance des environs de l'école.

## "L'architecture de demain sera durable"

L'architecture durable, qu'est-ce que c'est ? une architecture basée sur les trois piliers du développement durable ?

**Une architecture économique, dans le sens nécessaire et modeste.**

**Une architecture sociale,** dans le sens respectueuse des acteurs, à la fois pendant la fabrication des matériaux, pendant la mise en œuvre du chantier et pendant la phase où le bâtiment est habité.

**Une architecture environnementale,** dans le sens d'une consommation raisonnée des ressources : énergie et matériaux par exemple ; une architecture qui respecte l'environnement dans lequel elle s'inscrit, avec une prise en compte particulière du contexte.

**Comment concevoir un bâtiment qui soit à la fois riche de concepts architecturaux, d'ambiances, de qualités spatiales, de qualités d'usage, de modestie économique et respectueux de l'environnement ?**

La beauté, les justes proportions des espaces restent des considérations essentielles qui doivent guider le travail des architectes, au-delà des critères économiques et fonctionnels. En tant que "geste architectural" destiné aux générations futures, le bâtiment scolaire occupe une fonction symbolique dans la communauté (par exemple, il doit être un modèle en matière de développement durable et de qualité environnementale).

L'idée principale d'un tel établissement c'est surtout **l'idée d'un bâtiment écologique et économique adapté aux journées des usagers, qui offre un cadre d'étude exemplaire, tout en limitant les dépenses énergétiques et rationalisant les coûts de fonctionnement.**

Suivant le choix du site, l'approche du projet constitue la **première occasion de mettre en œuvre les objectifs fixés en matière de conception écologique.** La conception écologique exige ultimement une réflexion plus large. Penser à l'impact qu'aura une décision de conception aujourd'hui et demain sur l'architecture et tous les autres systèmes du bâtiment, ainsi que sur le coût de construction et d'exploitation.

Lorsque les coûts et les objectifs environnementaux sont bien compris par tous les intervenants, l'investissement peut être optimisé pour offrir un projet financièrement responsable offrant de réels avantages environnementaux et opérationnels.

Il existe un large éventail d'éléments de conception écologique qui peuvent être incorporés dans une école, à commencer par des stratégies énergétiques efficaces.

Une conception considérant des stratégies passives telles que le **chauffage solaire passif, la ventilation naturelle, les systèmes d'occultation** ainsi que **l'apport lumineux offre des espaces de meilleure qualité ainsi qu'un confort accru.**

L'implantation et la forme du bâti jouent un rôle important sur le confort de l'utilisateur. À cette fin, les stratégies passives et le contrôle de l'utilisateur sur son environnement alimentent la force du design architectural.

La conception d'une école durable est un premier pas, mais **sa performance environnementale dépend surtout des comportements des occupants et de son exploitation.** Une bonne mise en service, ainsi qu'une formation et une sensibilisation des usagers contribuent à la performance environnementale promise à l'étape de la conception.



Chaudière biomasse avec approvisionnement local en bois. Pôle enfance Felix Leclerc à Bouvron © Crédit photo : Association BRUDED



Les écoles de demain doivent offrir aux élèves une excellente occasion d'aborder un enjeu qui leur tient à cœur, participer activement à des programmes conçus pour améliorer leur environnement.

**Les usagers mobilisés peuvent réaliser d'importantes économies d'énergie et d'eau en manifestant des comportements plus éco-énergétiques.** De bonnes habitudes telles qu'éteindre les lumières, se rendre à l'école à pied, imprimer en recto-verso, réduire et recycler les déchets, ainsi qu'abaisser la température ambiante permettent d'économiser de l'énergie, de diminuer les coûts d'exploitation.

Il est donc important de **mobiliser le personnel et les élèves en aménageant des écoles où l'on adopte des approches créatives à l'égard des enjeux environnementaux.** La conception d'une école durable donnera l'occasion de se servir du **bâtiment comme d'un outil d'apprentissage vis-à-vis des élèves, des usagers, du quartier**, voire plus largement de la population en générale. Le contrôle des économies d'énergie réalisées de l'école donnera aussi des occasions de célébrer la réussite et d'insister sur le fait qu'une amélioration est possible.

D'ailleurs, en construisant un bâtiment durable, les collectivités ne font-elles pas le choix de rendre leurs jeunes citoyens actifs et "éco-citoyens" ?



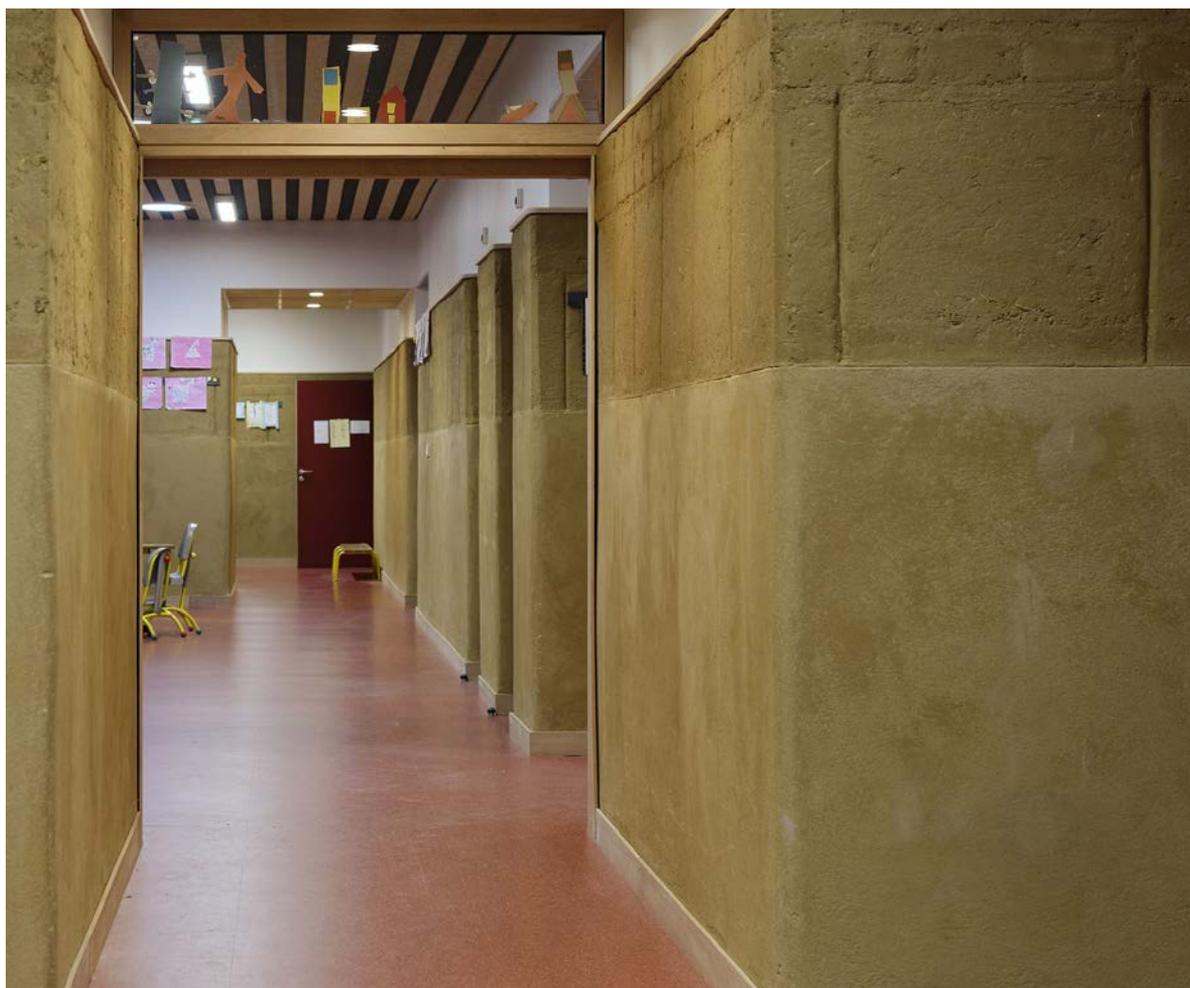
*Un bâtiment bioclimatique à énergie positive  
Pôle éducatif Mas de Teste à Nîmes (30)*

*Doté d'un cahier des charges rigoureux éligible au label E+C- (plus d'énergie produite, moins de carbone), le projet utilise des matériaux éco-certifiés (béton écologique à base de produits recyclés), prévoit une centrale photovoltaïque en toiture, une ventilation double flux afin de maintenir un maximum de température de 28 degrés en été...  
Agence d'Architecture MDR*

*© Crédit photos : Julien Thomazo*

## "ÉCO" CONCEPTION

*Un bâtiment exemplaire, avec des éléments comme des grandes baies vitrées, pour l'apport solaire d'hiver, de la domotique, des stores bannes qui se déplient en été, l'utilisation d'énergies renouvelables comme des panneaux solaires en toiture, un compteur d'électricité consommée pour apprendre à mieux gérer les dépenses énergétiques d'un bâtiment, un récupérateur d'eaux de pluie pour les chasses d'eau etc.*



Murs en bauge  
 Pôle enfance Felix Leclerc à Bouvron (44)  
 Agence d'Architecture Belenfant Daubas  
 © Crédit photo : Jean-François Mollière

## PRINCIPE DES 3 "R"

- Réduire la taille du bâtiment en dimensionnant adéquatement les salles dans le but de diminuer le volume des nouveaux matériaux requis.
- Réutiliser des éléments existants et utiliser des matériaux bio-sourcés
- Recycler : choisir des matériaux de construction à teneur élevée en matières recyclées afin d'encourager le recyclage. Faire en sortes que les déchets soient séparés à la source à la fin de la conception. Viser un taux élevé de réacheminement des déchets lors de la construction de l'école. Lorsque l'école est occupée, envisager de mettre en œuvre des programmes de recyclage, de compostage, de repas sans déchets et d'autres programmes de gestion des déchets axés sur l'utilisateur.



Séchage des briques en terre cuite  
 Pôle enfance Félix Leclerc à Bouvron (44)  
 Agence d'Architecture Belenfant Daubas  
 © Crédit photo : Loïc Daubas

## CAS D'ÉTUDE

### L'ÉCOLE INTERNATIONALE DE COPENHAGUE

Les façades des blocs scolaires sont entièrement recouvertes de 12 000 panneaux photovoltaïques fournissant plus de la moitié de la consommation annuelle d'électricité de l'école. Chaque panneau est incliné dans une direction différente pour réfléchir la lumière. Les cellules solaires couvrent une superficie totale de 6 048 m<sup>2</sup>, ce qui fait de cet ouvrage une des plus grandes centrales solaires intégrées à un bâtiment au Danemark. Cela représente une production de plus de 200 MWh par an. En plus de contribuer au profil écologique de l'établissement, ces panneaux solaires ont d'autres avantages, dont celui de transmettre aux élèves la bonne pratique du vivre durable. En effet, les élèves ont accès aux données sur le fonctionnement et la production d'énergie électrique des panneaux photovoltaïques, afin de les utiliser en classes de physique et de mathématiques. Les élèves sont également initiés à la culture sous serre et au recyclage des déchets organiques.



*Durabilité et ouverture à l'environnement marin  
École Internationale de Copenhague.  
Agence d'Architecture C.F. Møller Architects  
© Crédit photos : CAUE du Calvados*

*Les cellules solaires "écailles de poisson" sur les façades des blocs scolaires et une des serres,  
École Internationale de Copenhague.  
Agence d'Architecture C.F. Møller Architects  
© Crédit photo : CAUE du Calvados*



## BIEN-ÊTRE ET QUALITÉ DE VIE LE CAUE DANS TOUT ÇA ?

*Le CAUE peut vous accompagner dans l'analyse de vos besoins, l'élaboration du programme, l'étude de faisabilité de votre projet en intégrant toutes ces problématiques.*

*Force de proposition et aide à la décision, les architectes du CAUE peuvent vous conseiller sur certains choix, vous accompagner dans la visite d'équipements existants semblables à votre projet.*

# L'adaptabilité

Bernard Quirot, architecte, remarque que la salle de classe, avec ses 65 m<sup>2</sup>, n'a presque pas évolué au cours des deux derniers siècles, alors qu'elle reste ancrée au centre de la pratique éducative.

Or, aujourd'hui on considère que les pédagogies dites "actives" auraient besoin de **30% d'espaces en plus** par rapport aux pédagogies traditionnelles<sup>9</sup>.

On peut donc considérer que **le bâtiment le plus performant est celui qui peut prendre plusieurs fonctionnalités au cours de son existence**, lorsqu'il présente des volumes proportionnés (par exemple une certaine relation entre la hauteur et la surface).

## FLEXIBILITÉ DES ESPACES

Au début du 20<sup>e</sup> siècle, l'école était pensée en opposition au monde extérieur. Cette vision semble évoluer aujourd'hui. La tendance est au **décloisonnement des espaces** pour penser l'apprentissage sous plusieurs formes, à différents moments et en différents espaces.

Dans une pédagogie contemporaine qui intègre les nouvelles technologies associées au numérique, **la séparation entre les espaces récréatifs et les espaces dédiés à l'apprentissage est moins marquée**.

Plusieurs auteurs s'accordent sur la nécessité de flexibilité et de modularité des espaces, et notamment de la salle de classe.

Ainsi, on ne parlera plus de "classe", mais d'espace à vocation plus ou moins récréative, intérieur et extérieur. Les espaces d'éducation physique deviennent, par exemple, des lieux disponibles pour accueillir des temps pédagogiques, autant que des pratiques numériques.

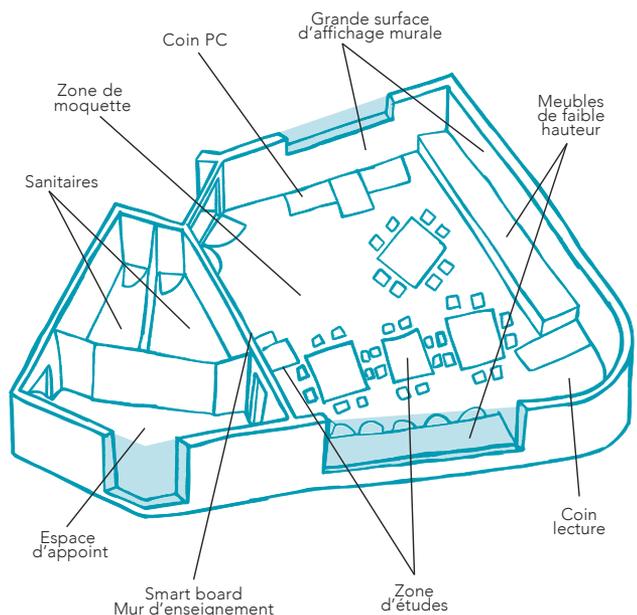
**La flexibilité des espaces d'apprentissage devient donc un élément essentiel à considérer**. La banalisation des salles de tailles différentes, pouvant accueillir différents modes de travail est un élément à prendre en compte dès la phase de programmation du bâtiment.

Cette flexibilité peut se traduire de plusieurs façons dans l'environnement bâti et dans l'aménagement de la classe. Les possibilités architecturales sont nombreuses.



Espace d'apprentissage par petits groupes  
Rénovation de l'école primaire Eden Park à Rhode Island  
Equipe de designers: Jay Litman  
© Crédit photo : www.fieldingtnt.com

**Une classe flexible proposera des sous-espaces intéressants pour la mise en œuvre d'activités en grand groupe en même temps que des activités d'équipe ou même des moments de travaux personnels.** Aussi, pour respecter le profil des apprenants, l'enseignant doit diversifier ses stratégies pédagogiques : travail individuel et d'équipe, périodes d'ateliers ou projets, etc. Chacune de ces activités requiert un aménagement qui lui est propre.



Exemple de classe avec plusieurs bonnes caractéristiques de flexibilité : zone d'apprentissage définie, grande surface murale et un espace de détente attenant  
© Crédit image : Peter Barrett, Yufan Zhang, Fay Davies, Lucinda Barrett, 2015

## CONCEPTION DES ESPACES

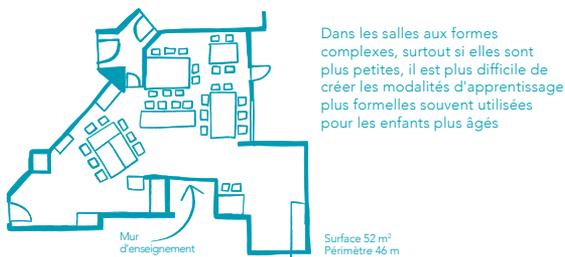
*Créer des espaces favorisant l'interaction pourrait être plus favorable aux apprentissages.*

*Par exemple, des espaces plus en retrait permettent aux élèves de se retrouver en petits groupes pour réfléchir ensemble à la résolution d'un problème.*

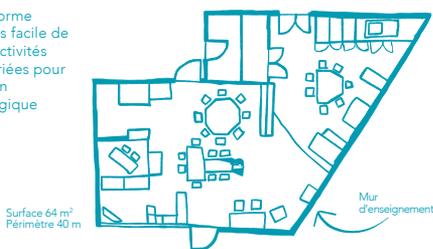
## MOBILIER FLEXIBLE – APPROPRIATION DE L'ESPACE

Au lieu de chercher à fixer, dresser, assigner, comme c'était le cas au 19<sup>e</sup> siècle et encore souvent aujourd'hui, l'architecture doit désormais favoriser la circulation et la socialisation des élèves, en variant continuellement les dimensions des espaces qu'ils sont amenés à traverser.

L'idée est d'offrir une **flexibilité et une évolution de l'aménagement des classes selon les activités et l'âge des enfants**. Un enfant de maternelle a besoin de se retrouver en sécurité dans sa classe tandis qu'un élève de 3<sup>e</sup> cycle a acquis l'autonomie nécessaire pour sortir de sa classe et aller travailler dans un espace de collaboration.



Dans les salles de forme complexe, il est plus facile de créer des zones d'activités d'apprentissage variées pour les plus jeunes selon l'approche pédagogique type adoptée



**Exemple de classe avec formes complexes adaptées aux jeunes élèves**

Une forme de local plus complexe est appropriée pour les jeunes élèves, car elle offre beaucoup de possibilités pour la création de zones qui favorisent différentes activités, tandis qu'une classe dont le mobilier est flexible est plus appropriée pour les élèves plus âgés puisqu'ils sont en mesure de reconfigurer l'espace au cours de la journée.

© Crédit image : Peter Barrett, Yufan Zhang, Fay Davies, Lucinda Barrett, 2015



**Exemple d'espace favorisant le travail individuel**

Rénovation de l'école Hillel Day School à Detroit

Equipe de designers : James Seaman, Mike Yager, and Charlie Gaidica

© Crédit photo : [www.fieldingintl.com](http://www.fieldingintl.com)



**Modularité des espaces avec du mobilier flexible**

Rénovation de l'école élémentaire de Mount Vernon en Virginie

Equipe de designers : Jen Leyva, Jay Litman

© Crédit photo : [www.fieldingintl.com](http://www.fieldingintl.com)



## CAS D'ÉTUDE

### DES "CABANES-IGLOOS" DANS LES CLASSES, PÔLE ENFANCE DE BOUVRON

Cette idée de grottes, espaces de cachette, est issue du travail du PCI (Processus de conception intégrée) en lien avec Véronique Girard, psychosociologue. Ces "cabanes-igloos" ont été redessinées en cours de projet.

En effet, au départ ces lieux devaient être des dérivés d'abris d'urgence, conçus par un architecte californien, et construits en sacs remplis de terre.

Au cours du chantier, l'entreprise chargée de les construire a proposé de les couvrir en forme de coupole et de les réaliser en briques d'adobe, moulées sur place, avec l'argile retirée des fondations du chantier.

C'est une innovation : c'est la première fois que des "cabanes-igloos" sont construites dans des classes.



Cabanes Igloo, espaces de repos  
Pôle enfance Félix Leclerc à Bouvron (44)  
Agence d'Architecture Belenfant Daubas  
© Crédit photo : Jean-François Mollière

## TYPLOGIE DES ESPACES

La désigneuse néerlandaise Rosan Boch a défini une "typologie de cinq espaces pour apprendre" que la Direction du Numérique pour l'Éducation (DNE) a reprise pour son programme "Archiclasse : vers une architecture scolaire innovante et compatible avec le numérique" en avril 2016. Chaque espace correspond à un usage et doit être aménagé d'une manière spécifique :

- Les espaces "feu de camp" : des lieux répondant au besoin de situations d'apprentissage en petits groupes.
- Les espaces "grotte", autrement nommés "nid" : des espaces qui invitent à une pratique individuelle, concentrée, isolée de l'environnement principal.
- Les espaces "oasis", autrement nommés "watering hole" : des lieux de rencontres occasionnelles, sur des temps courts facilitant les échanges informels et rapides.
- Les espaces "scène", autrement nommés "showoff", "forum", "agora" : des espaces dédiés à la présentation, l'exposition et la communication.
- Les espaces "labo", autrement nommés "laboratoire", "atelier", "makerspace", "fablab" : des lieux destinés à l'expérimentation, aux travaux pratiques, mais aussi à la fabrication.
- Les espaces "sources", ou "centre de ressources" : des centres de ressources et de connaissance.

FEU DE CAMP



GROTTE



OASIS



LABO



SOURCES



SCÈNE



© Crédit images : archiclasse.education.fr

## EXTENSIBILITÉ

Aujourd'hui, on estime que **30% des espaces dans les écoles existantes sont sous-utilisés car réservés à la circulation.**

À défaut d'augmenter la superficie de la classe pour offrir une variété d'espaces d'apprentissage aux enfants (solution difficilement adaptable de l'existant), il est souhaitable **d'aménager des espaces adjacents à la classe dits des espaces de collaboration** qui peuvent être partagés entre différents groupes avec un mobilier varié qui s'adapte aux activités pédagogiques proposées. Le hall, ne sera plus un simple hall, la salle de classe une simple salle de classe. Les espaces de circulation deviennent des vrais espaces de vie, d'échange, d'exposition avec une épaisseur laissant place à différentes sortes d'activités.

Ainsi la simple fonction du "couloir" qui met en relation des pièces en série (classes) est transformée : à l'image des quartiers, ces couloirs deviennent des rues animées par les activités qui se déroulent en classes et qui débordent dans les lieux communs ouverts. Ces espaces sont les premiers témoins des changements qui s'opèrent à l'intérieur de l'école. Les jonctions des lieux de transition deviennent des places publiques où tout le monde peut se rassembler et échanger.

Les outils numériques participent à la **déspécialisation des lieux d'apprentissage scolaire, qui, le temps d'une activité, réussissent parfaitement à s'adapter à l'usage** avec, par exemple, des ambiances sonores et visuelles qui offrent des conditions de travail optimales nécessaires à l'apprentissage et l'épanouissement des élèves.

L'organisation de l'apprentissage a conduit jusqu'à maintenant à la définition d'espaces, avec une fonction précise, d'ordinaire délimités par des cloisons fixes ou des murs. **Cependant, d'autres moyens de délimitations peuvent être envisagés : différences de revêtements muraux ou au sol, cloisons coulissantes ou amovibles, permettant par exemple de jumeler plusieurs classes entre elles.**



Cloison amovible pour pouvoir rétrécir/agrandir/séparer les espaces d'apprentissage  
Pôle éducatif Mas de Teste à Nîmes (30)  
Agence d'Architecture MDR  
© Crédit photo : Julien Thomazo

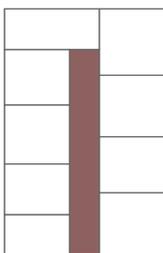


Rénovation de l'école internationale, Yew Chung à Shanghai  
Espaces partagés collaboratifs entre différents groupes  
Équipe de designers : James Seaman, Ellen Duff  
© Crédit photo : www.fieldingintl.com

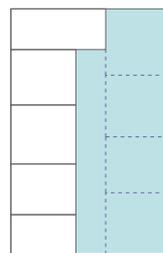
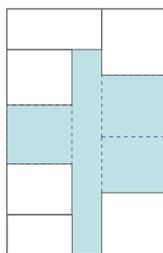


Espaces de collaboration intégrés aux espaces de circulation  
École laboratoire P.K. Yonge en Floride  
Équipe de designers : Randy Fielding et Jen Leyva  
© Crédit photo : www.fieldingintl.com

En rouge  
le couloir traditionnel



En bleu, les nouveaux espaces communs  
peuvent être fermés et/ou ouverts par des  
portes coulissantes, des panneaux de verres,  
des rideaux etc...



Les espaces communs remplacent les couloirs.  
Il s'agit de recenser l'ensemble des cloisons qui peuvent être déposées pour permettre l'aménagement ponctuel des espaces de rencontre, et/ou d'identifier les locaux à supprimer au profit d'un espace informel plus généreux  
© Crédit image : Campus d'avenir, concevoir des espaces de formation à l'heure du numérique, www.enseignementsup-recherche.gouv.fr



Espace de circulation intégrant des espaces d'apprentissage  
 École Col-legi Montserrat à Barcelone  
 Equipe de designers : Jay Litman, Ellen Woodsbie, Celeste Martinez, Jill Ackers, Jennifer Leyva, Dave Dazell, et the Rhode Island Design Studio  
 © Crédit photo : www.fieldingtnt.com

## LA TRANSPARENCE

L'autre principe qui semble durablement régir la construction des espaces scolaires "d'avenir", au moins depuis les années 1970, est celui de la transparence, qui bénéficie de l'apport de nouveaux matériaux. Une enquête de l'OCDE<sup>10</sup> montre que les bâtiments deviennent de plus en plus transparents.

**La transparence favorise la communication des esprits** et le sentiment d'appartenance à la communauté. En effet, séparer les différents espaces par des vitres, par exemple, peut être un moyen d'assigner à chacun d'entre eux un rôle propre tout en incitant les élèves à nouer des liens entre eux et avec les différentes activités.

Le but est de créer des espaces de formes, de tailles et configurations diverses, afin de répondre à des besoins différents, que ce soit en termes de taille d'un groupe ou type d'activité. Cette diversité d'espace permet de mettre en place une pédagogie différenciée et de s'adapter à plusieurs publics.

Enfin, des espaces vitrés sur l'extérieur constituent aussi **un moyen de faire rentrer la nature dans les salles.**

Il convient tout de même d'utiliser la transparence à bon escient afin de maintenir l'attention et la concentration des élèves. De plus, l'exposition de ces surfaces vitrées est à prendre en compte pour conserver une température agréable dans les locaux.

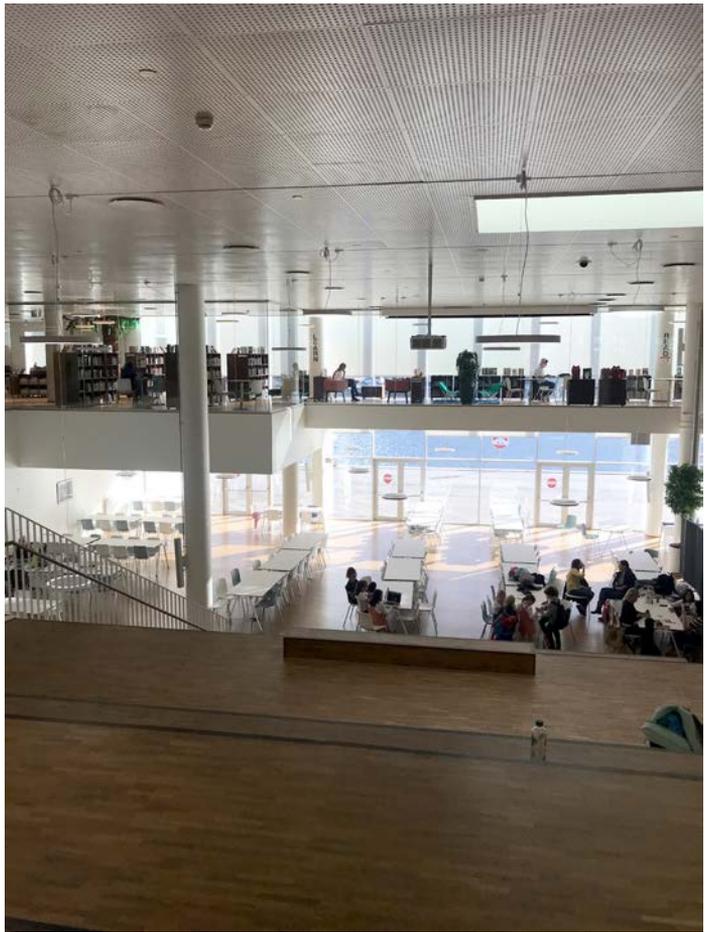
En conclusion, à une pédagogie axée sur la personnalisation des apprentissages, l'autonomie, les processus d'exploration et de coopération répond **une organisation des espaces basée sur la variété, l'ouverture, la flexibilité, l'extensibilité et la transparence.**



Hall entièrement vitré, faire rentrer la nature dans les espaces scolaires et maximiser la lumière naturelle  
 Northern Beaches Christian School, à Sydney  
 © Crédit photo : Brett Boadman Photography



Salles de classe visibles depuis la circulation et entre elles grâce à leurs parois en verre  
 Northern Beaches Christian School, à Sydney  
 © Crédit photo : Brett Boadman Photography



*Faire rentrer la nature dans les espaces scolaires,  
ouverture à l'environnement marin*  
Ecole Internationale de Copenhague  
© Crédit photo : CAUE du Calvados

*Salles de classe délimitées par le mobilier et non par des murs*  
A chaque rentrée les élèves contribuent à l'arrangement de la classe en plaçant le mobilier, ce qui développe également leur créativité.  
École Maternelle de Fuji à Tokyo, Agence d'architecture Tezuka Architects  
© Crédit photo : Katsuhisa Kida FOTOTECA, / Tezuka Architects / Akiko Arai



# L'école ludique

L'école a une fonction protectrice et identificatoire : "Cela invite à penser une architecture scolaire contribuant davantage à transmettre les valeurs d'autonomie, d'initiative et de responsabilité et à éduquer des citoyens en capacité de s'orienter aussi bien à titre individuel que collectif et de se former dans une société mouvante"<sup>11</sup>.

Les espaces scolaires, doivent désormais être réfléchis par les architectes, les pédagogues, les collectivités territoriales et les chercheurs, non pas comme une infrastructure passive mais comme un espace éducatif devant faciliter la transmission des savoirs et le bien-être relationnel.

Comme le souligne justement l'auteur Marie-Claude Derouet-Besson (2007, revue internationale de sociologie de l'éducation), "la dimension spatiale des situations pédagogiques et éducatives" doit être "appréhendée dans les programmes de construction ou de rénovation dès le début de l'initiative du projet".

Aujourd'hui, seules la cour de récréation, la bibliothèque et parfois la cantine sont réfléchies comme des espaces du "bien vivre ensemble".

## L'EXPÉRIMENTATION PAR SOI-MÊME

Un espace d'apprentissage innovant a une influence certaine sur les apprentissages que fera l'élève. La classe représente le chez-soi de l'enfant, l'espace repère dans l'école où il se retrouve chaque jour avec son groupe. Elle doit être un lieu propice aux différents apprentissages, un lieu dans lequel l'enfant se sentira bien. Ses expériences positives proviendront des opportunités qui lui seront offertes d'explorer, de manipuler et d'interagir.

C'est dans l'intérêt du bien-être de l'enfant d'organiser les espaces de vie de manière à ce qu'il puisse construire et découvrir.

Aujourd'hui, de nombreuses initiatives visent à encourager un mode de vie sain et actif et l'intégration de l'activité physique dans des disciplines autres que l'éducation physique. D'après la définition du petit Robert, "bouger, c'est faire du mouvement, remuer. Bouger c'est se déplacer, changer de place, se mouvoir."

Considérant que les enfants sont à l'intérieur de l'école en moyenne 80% de leur présence quotidienne<sup>12</sup>, il semble essentiel de réfléchir à l'utilisation des heures de classes, autres que celles du cours d'Éducation Physique et Sportive, comme alliées à l'amélioration des conditions d'apprentissage.



Gigantesque aire de jeu pour les enfants, avec un toit d'une circonférence de 183 m  
École Maternelle de Fuji à Tokyo, Agence d'architecture Tezuka Architects  
© Crédit photo : Katsuhisa Kida FOTOTECA / Tezuka Architects / Akiko Arai

De plus, l'intégration du mouvement a aussi un impact sur les différentes sphères de l'autonomie : motrice, physique, langagière, intellectuelle, sociale, affective et morale qui sont étroitement liées au développement de saines habitudes de vie et à la réussite scolaire<sup>13</sup>.

**Des études ont révélé que la position assise sur une trop longue durée et sans interruption peut amener des conséquences négatives sur la santé des enfants.**

D'autres études tendent par ailleurs à démontrer que le simple fait de permettre à l'enfant de choisir son emplacement et sa position accentuerait les effets positifs des fonctions cognitives directement liées au développement de compétences. Ainsi, les élèves seraient plus aptes à gérer efficacement leur temps, mémoriser les faits, comprendre ce qu'ils lisent et résoudre des problèmes complexes, organiser leur pensée à l'écrit.<sup>14</sup>

**Nous devons comprendre que l'environnement doit s'adapter aux enfants et non l'inverse.**

**Nous nous éloignons petit à petit du modèle de classe figé, d'un mobilier ancré dans le sol, organisé en rangs et orienté vers un seul point d'observation : le maître devant la classe.**

Il faut considérer le terme "bouger" comme un incontournable pour le développement du plein potentiel de l'enfant.

Il est donc important d'agir auprès des élèves afin de leur permettre d'acquérir les déterminants associés à l'adaptation d'un mode de vie physiquement actif tel que les intérêts individuels, les capacités et les compétences individuelles entre autres.

**Mais encore faut-il que les espaces permettent la mise sur pieds de pratiques innovantes relatives aux activités éducatives par le mouvement.**

Le développement des habiletés motrices doit être réalisé dans des conditions favorables aux apprentissages autant sur le plan bâti que pour les pratiques que l'on souhaite inclure.



*Nouveaux espaces conçus pour permettre l'enseignement et l'apprentissage dans un environnement centré sur l'enfant. Des espaces et des meubles pouvant s'adapter aux intelligences multiples des enfants. Les couloirs et les salles de classes existants ont été supprimés et remplacés par un chemin ondulé qui traverse trois zones de jeu communautaires distinctes, dont les formes et les couleurs sont inspirées des paysages environnants de Barcelone. École Col-legi Montserrat à Barcelone, Équipe de designers : Jay Litman, Ellen Woodsbie, Celeste Martinez, Jill Ackers, Jennifer Leyva, Dave Dalzell, et the Rhode Island Design Studio © Crédit photo : www.fieldingintl.com*



## BOUGER, FAIRE SA PROPRE EXPÉRIENCE

*La liberté de mouvement permet à l'enfant de faire des choix basés sur ses préférences et selon les contextes. Par exemple, un élève devrait avoir la possibilité de s'éloigner d'une personne ou d'une situation qui ne lui permet pas de réunir les conditions optimales pour la réalisation d'une tâche demandée.*

## LIEN AVEC LA NATURE

Les enfants d'aujourd'hui sont soumis à une pression constante de l'horaire et de la performance, leurs habiletés motrices sont en déclin et leur temps d'écran est en augmentation.<sup>15</sup>

**Le lien qu'entretiennent les jeunes avec la nature s'est dégradé grandement, de même que la durée consacrée au temps libre.**

La génération actuelle jouit d'une liberté fort limitée comparativement aux jeunes d'autrefois (Hill et Whitelegg, 2000).

**La culture de la peur et du risque contribue à faire penser à plusieurs personnes que l'environnement intérieur est le plus sécuritaire et le plus bénéfique pour le développement des jeunes.** Cette fausse conception réduirait le développement global du jeune.

L'école de la forêt de Marsac en Charente accueille 12 enfants. C'est la première école maternelle de la Forêt ouverte en France à la rentrée de septembre 2018.

**Le succès de la cour d'école réside dans la variété d'activités offertes aux élèves, des espaces qui proposent des défis graduels, une diversité d'équipements et d'éléments, d'objets et de matériaux souples, pouvant être utilisés de manière flexible par l'enfant ou pouvant être transformés au gré de son imagination.**

**L'abondance de végétation dans la cour est très importante et doit être intégrée dans l'ébauche de l'aménagement.**

Elle peut, entre autres, **contribuer à délimiter différentes zones, offrir des espaces à l'abri du soleil et des intempéries, en plus de créer des îlots de fraîcheur.**

Des activités de découvertes peuvent également être organisées dans la nature, permettant de nouveaux apprentissages, où il est facile de faire des liens avec les notions disciplinaires à l'étude. Les endroits naturalisés encouragent le jeu libre chez les jeunes en plus de les stimuler vers des jeux plus actifs.

*Manipulation et expérimentation par soi-même dans la cour d'école, on grimpe aux arbres*

*École Maternelle de Fuji à Tokyo, Agence d'architecture Tezuka Architects*

*Crédit photos : © Katsuhisa kida FOTOTECA / Tezuka Architects / Akiko Arai*





*Lien avec la nature à l'intérieur de l'école*  
 École Maternelle de Fuji à Tokyo, Agence d'architecture Tezuka Architects  
 © Crédit photos : Katsuhisa kida FOTOTECA / Tezuka Architects / Akiko Arai

## CAS D'ÉTUDE

### APPROCHE FOREST SCHOOL

L'approche Forest School, issue initialement des pays scandinaves, aborde la notion de risque de manière très constructive.

Utiliser cette approche, c'est bénéficier de la nature pour proposer des situations à risque, saines et adaptées à l'âge des élèves.

Plutôt que de restreindre le contact des enfants aux dangers, cette approche pose son fondement sur le fait que l'enfant a la compétence et la capacité intrinsèque d'évaluer les risques.

De plus, face à ces situations réelles, l'adulte amène l'enfant à réfléchir à la gestion du risque et l'aide à développer son jugement personnel plutôt que de se référer à une consigne extérieure lui interdisant une action spécifique sans qu'il ne comprenne pourquoi.

Voici les 5 principes développés par l'association internationale des forest schools :

- . Processus pédagogique à long terme : régularité et sorties en nature quotidiennes, ou au minimum plusieurs fois par semaine. Ce n'est pas une simple sortie mais un cycle planifié de travaux et d'observations dans la nature.
- . Les sorties ont lieu dans un environnement boisé ou naturel afin de renforcer la relation entre l'enfant et le monde naturel.
- . Proposer et adapter une pédagogie active qui fait de l'élève un acteur de ses apprentissages. Les activités doivent permettre un développement de la personnalité, mais aussi mettre en place une communauté d'apprenants pour rendre plus efficaces les apprentissages.
- . Les activités visent à encourager le développement de la confiance, de l'estime de soi, de l'autonomie, de la curiosité, de la créativité, de l'imagination...
- . S'orienter vers ce concept, c'est mieux connaître l'environnement, comprendre ses dangers et être capable de prendre des risques calculés.



*École dans la forêt*  
 École enfantine de Bevaix, Arc Jurassien. Les enfants et leur institutrice Martine Rouiller, lors d'une matinée d'école dans la forêt. Les enfants, âgés entre 4 et 6 ans, s'y rendent une fois par semaine toute l'année, quel que soit le temps.  
 © Crédit photo : radio neuchâteloise RTN



*Espace de regroupement à l'école forestière*  
 © Crédit photo : Greenscape

## LES COURS D'ÉCOLES

On ne peut parler d'espaces scolaires de demain sans parler des cours d'écoles. Cet enjeu majeur est à intégrer dès le début de la réflexion dans la construction d'une école. Les projets que l'on peut voir naître notamment avec le programme "OASIS" dans les cours d'écoles parisiennes sont des modèles reproductibles dans le monde entier : rénover différemment les cours d'école, co-concevoir et transformer les espaces.

Le CAUE du Calvados peut accompagner les collectivités dans ces différentes démarches.



Toboggan depuis la butte en gabions  
École élémentaire Maryse Hilsz, Paris 20<sup>e</sup>  
© Crédit photos : Théo Ménivard - CAUE de Paris

Village à l'école  
École élémentaire Maryse Hilsz, Paris 20<sup>e</sup>  
© Crédit photos : Théo Ménivard - CAUE de Paris

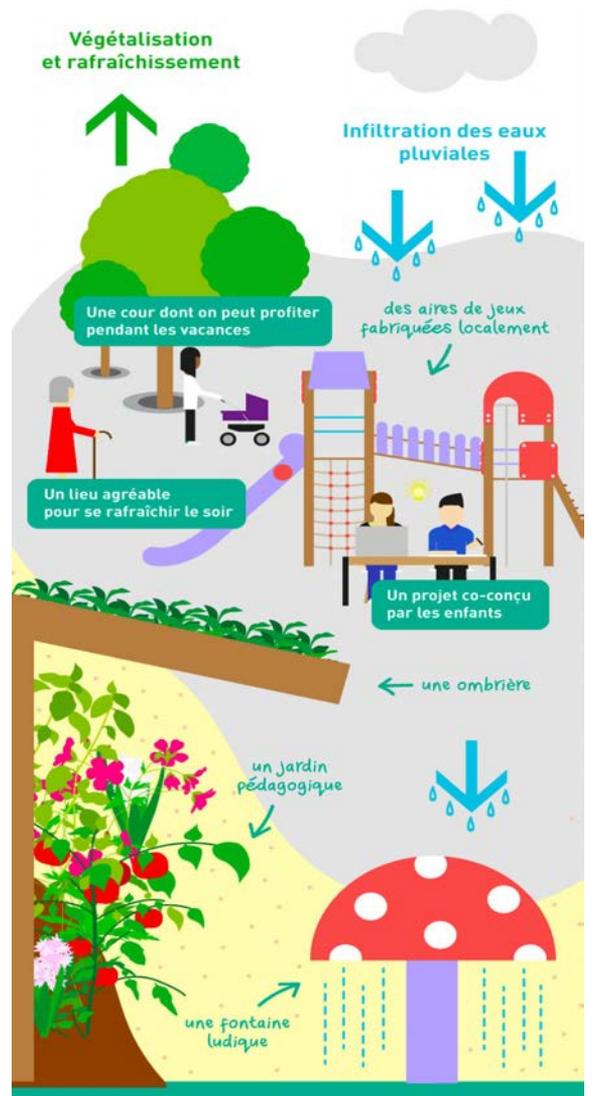


Schéma de la méthode "OASIS" de rénovation des cours des établissements scolaires pour envisager de nouveaux usages pour celles-ci.

© Crédit image : CAUE de Paris

# Le rapport à la ville, au quartier : échelle du territoire

Entre l'évolution des espaces et les pratiques, il existe un écart impossible à combler ; comme le dit Philippe Tournier, proviseur de lycée, "on construit pour une période qui excède le temps de nos croyances pédagogiques".

Aujourd'hui, l'évolution continue de l'aspect relationnel, des temps d'apprentissage et des espaces impose de chercher de nouvelles réponses architecturales, qui affectent la nature de l'établissement scolaire et sa définition. Celui-ci doit, en effet, accueillir une grande variété d'apprentissages, sous la double impulsion du recentrement de la pédagogie sur l'apprenant et de la diversité des publics. Du point de vue architectural, cela signifie, comme nous l'avons vu précédemment, que l'on s'éloigne progressivement de l'école comme empilement de salles de classe closes, pour aller vers des établissements à espaces décloisonnés et évolutifs afin de répondre à des besoins différents.

L'établissement scolaire s'étend donc au-delà du bâtiment et de l'enceinte de l'école pour investir les quartiers.

Ainsi, l'éducation est placée au cœur de la communauté et le partage entre espaces scolaires et espaces publics n'est plus aussi net.

Il faut alors se tourner vers une double construction de l'espace scolaire, par les concepteurs et par les utilisateurs, pour lui donner tout son sens : un espace non seulement physique, mais aussi mental et social.

Une vision holistique de l'école implique la création de liens solides entre les familles, les services de garde, l'école et son quartier, permettant le développement du plein potentiel de l'enfant. Les services de garde sont des partenaires de tous les jours dans cette redéfinition de l'espace.

En ouvrant l'école pour accueillir la communauté de proximité : parents, enfants, enseignants, citoyens, elle devient un lieu collectif et bienveillant.

Plus les gens sont impliqués, plus la culture communautaire devient forte. Ce changement soutiendra cette culture et le rayonnement de l'école dans son quartier contribuera à instaurer un réel sentiment de fierté.

D'ailleurs, n'est-ce pas dommageable de construire des espaces scolaires pour qu'ils ne soient pratiqués que dans la journée (4 jours par semaine) de 7h30 à 18h30 ? N'est-il pas envisageable de rendre certains espaces accessibles au quartier, à l'échelle du territoire en dehors de ces horaires ?

Les notions d'accès, de flux et de sécurisation pour permettre cette mutualisation de certains espaces doivent être pensées dès la conception du projet. Aujourd'hui d'ailleurs, les écoles sont déjà utilisées partiellement en dehors des "temps scolaires" et par

les habitants du quartier comme par exemple, pour la mise en place de bureaux de vote.

De nos jours, avec les regroupements de communes notamment, une école n'est peut-être pas vouée à rester une école. La construction d'une école de demain doit intégrer l'évolutivité du bâtiment et sa dé-fonctionnalisation.



Atelier avec les enfants  
Pôle enfance Félix Leclerc à Bouvron (44)  
Agence d'Architecture Belenfant Daubas  
© Crédit photos : Loïc Daubas

Développer une communauté qui se concerta pour travailler dans un même sens, afin d'offrir un milieu d'apprentissage accueillant dans un environnement inspirant.

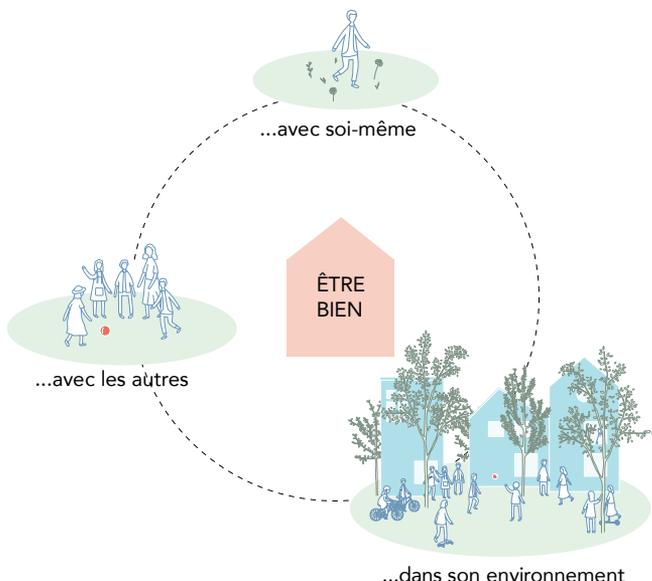


Schéma penser l'école dans son environnement<sup>17</sup>

© Crédit image : Lab-École, 2019. Tiré de la publication "Penser l'école de demain", Première édition mars 2019: pages 20-21

Dans sa mission d'instruire, de socialiser et de qualifier, l'école doit, par son aménagement physique, créer un véritable sentiment d'appartenance où tous, jeunes et adultes, s'y sentent bien. Son environnement physique doit maximiser le développement du potentiel de chacun et contribuer au plaisir d'apprendre et à la réussite des élèves.

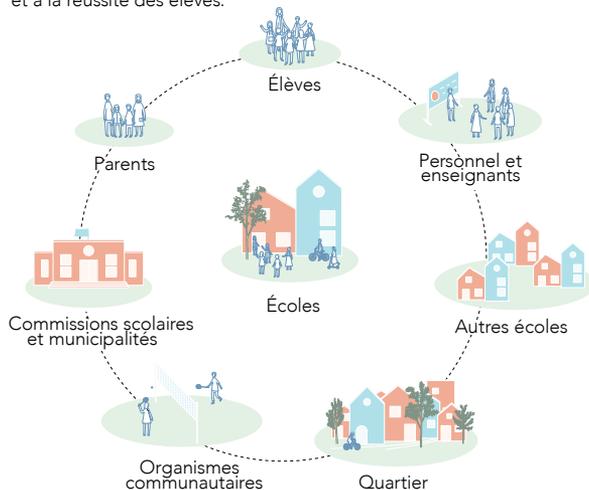


Schéma penser l'école à l'échelle du territoire

© Crédit image : Lab-École, 2019. Tiré de la publication "Penser l'école de demain", Première édition mars 2019: pages 20-21

## CAS D'ÉTUDE

### LE PÔLE EDUCATIF MAS DE TESTE, NÎMES

L'ancienne école Albert Camus, située au cœur du Mas de Mingue, était une structure métallique vieillissante datant des années soixante et inadaptée aux nouveaux usages scolaires. Sa reconstruction était donc l'occasion d'une expérimentation inédite à Nîmes et en France. Durant trois ans, aidée d'un sociologue et d'une anthropologue enseignants-chercheurs, la ville a impliqué les parents d'élèves, les enfants, les enseignants, les acteurs associatifs et institutionnels du quartier pour établir les besoins et les envies de chacun. Progressivement le futur projet s'est dessiné : une école ouverte sur le quartier, accueillant des activités extérieures alliées à un espace d'enseignement. Suite à un concours d'architecte, la maîtrise d'œuvre a été désignée à l'automne 2016 pour une inauguration du bâtiment le 24 février 2020.

Bien plus qu'une école, le pôle éducatif est un lieu ouvert et a vocation à faire se croiser différents publics dans un espace sécurisé. Au rez-de-chaussée, on trouve une salle polyvalente de 100 m<sup>2</sup> pour le quartier et une ludomédiathèque tous publics de 400 m<sup>2</sup> avec espace jardin, complété d'un 'fab-lab', atelier de création numérique.



Visite de chantier par les futurs utilisateurs  
Une cinquantaine d'enfants de l'école Camus a été impliquée dans l'élaboration du projet à travers des ateliers pédagogiques. Régulièrement, les enfants sont allés visiter l'avancée du chantier Pôle éducatif Mas de Teste à Nîmes (30)  
Agence d'Architecture MDR

© Crédit photo : Dominique Marck - Ville de Nîmes

# PAROLES D'ACTEURS



Ateliers collaboratifs, véritables séances de travail, organisés entre juin 2010 et octobre 2011  
Pôle enfance Félix Leclerc à Bouvron (44), Agence d'Architecture Belenfant Daubas.  
© Crédit image : Upsidedown Studio & mairie de Bouvron

## QU'ENTEND-ON PAR MAÎTRISE D'USAGE, PCI\*, CO-DESIGN OU CO-CONCEPTION ?

La "maîtrise d'usage" est née de la volonté des habitants, citoyens, usagers de se situer au cœur du processus d'élaboration du projet, aux côtés de ses acteurs traditionnels, le maître d'ouvrage, qui commande l'ouvrage, et le maître d'œuvre, qui met en œuvre la commande. La participation des habitants n'est pas une nouvelle forme de concertation. Elle s'en distingue très significativement par la méthodologie, les objectifs, les effets attendus. La maîtrise d'usage se constitue au gré des projets, le plus en amont possible. La maîtrise d'usage ne constitue pas un contre-pouvoir. Il n'appartient pas aux habitants, aux usagers de dessiner le projet, prendre les décisions ou se substituer aux autres acteurs mais de formuler, formaliser, concrétiser, sur un temps long, leurs attentes, leurs rêves ou leurs refus. Ce travail, ces réflexions, "paroles et regards" d'habitants et d'usagers, constituent un cahier de préconisations qui est joint au cahier des charges techniques du projet, ensuite confié au maître d'œuvre. Les effets attendus sont multiples : l'appropriation des projets par leurs usagers, la maîtrise du coût global par une meilleure définition des attentes, la reconnaissance de l'expertise des habitants par les experts techniques, le rapprochement des habitants de la politique, c'est à dire du "vivre ensemble".

Processus collectifs où parents, enseignants, élus, personnels des écoles et techniques, architectes, sociologues etc. se retrouvent en ateliers animés par un "facilitateur" qui joue le rôle de catalyseur.

\* Processus de Conception Intégrée

## LE RÔLE DU CAUE DANS L'ACCOMPAGNEMENT DE LA CO-CONCEPTION

L'idée est d'accompagner les élus dans une démarche qui se veut globale.

Ainsi, les usagers sont au cœur de la conception. C'est un processus collectif où parents, enfants, enseignants, élus, personnels des écoles et techniques, architectes, sociologues, etc., se retrouvent. Le CAUE peut accompagner les collectivités dans cette démarche de co-conception en proposant des ateliers participatifs avec les différents acteurs, en alimentant les débats, en proposant des solutions diverses.

Il s'agit de repenser l'école en synergie avec la communauté. Les projets doivent reposer sur une réflexion et une vision communes, portées par l'ensemble des acteurs de la communauté : représentants de l'académie, enseignants, élèves, service de garde, parents, organismes communautaires, élus, municipalité.

Cette démarche et cet accompagnement permettront l'appropriation de l'école par l'ensemble de la communauté, le développement d'un attachement à ce lieu, afin qu'il puisse faire identité dans le quartier, le développement d'un sentiment de fierté vis-à-vis de ce qu'il s'y passe, et l'anticipation des changements futurs.

## REFERENCES

- [1] CERFEE : *Chercheurs et recherches en formation, éducation, enseignement*
- [2] *Poste dans lequel il explore l'impact de l'architecture des espaces d'apprentissage sur les usagers et les formes d'enseignement*
- [3] Laurent Jeannin cite "des métaphores de Seymour Papert dans l'article "La mobilité, clé de nouvelles pratiques : Cahier du CERFEE n°43, *Quelle Architecture pour l'école de demain*, Varia, 2017
- [4] Maurice Mazalto et Luca Paltrinieri, "Introduction : Espaces scolaires et projets éducatifs", *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, décembre 2013
- [5] Thibaut Hébert et Eric Dugas, "Quels espaces scolaires pour le bien-être relationnel ? Enquête sur le ressenti des collégiens français", *Education et socialisation, Les Cahiers du CERFEE, "Quelles architectures pour l'école de demain ?"*
- [6] Jean-Louis Durpaire, "Le CDI : entre multipolarité et virtualité", *La revue de l'inspection générale n°02 p71-72 dossier "Construire pour enseigner > l'École de demain"*
- [7] Risques socio-économiques (fractures liées aux inégalités d'accès ou de compétences), risques cognitifs (perturbations de capacité d'attention, appauvrissement des pratiques de lecture ou de la pensée), risques psycho-sociaux (expositions à des contenus choquants, addiction, harcèlement en ligne), risques informationnels (manipulations possibles des lecteurs dans leur usages de l'information publiée, "fake news" et tous les enjeux de l'évaluation de l'information, risques liés à la santé (problèmes liés aux postures ou à l'exposition aux ondes), etc.
- [8] Recherche "Clever Classroom", menée par le professeur Peter Barrett et les docteurs Yufan Zhang, Fry Davies et Luciana Barrett pour l'université de Salford à Manchester. L'étude présente les résultats finaux de l'étude HEAD (Holistic Evidence and Design) de l'impact de la conception de l'école primaire. Il faut toutefois mettre en perspective ces résultats par rapport aux pratiques et aux usages observés dans les classes : ces études ont été faites en présence d'un enseignement simultané classique, où les élèves ne sont pas amenés à bouger. La suite de l'étude met en lumière ces réflexions, en proposant de prendre en compte d'autres facteurs, dépendant plus largement des usages. La flexibilité et la complexité des espaces représentent 22%, tandis que le sentiment d'appartenance à un lieu représente à lui seul 17% des critères impactants. Pour plus d'information concernant cette étude consulter le site : [www.cleverclassroomsdesign.co.uk](http://www.cleverclassroomsdesign.co.uk)
- [9] Marie-Claude Derouet-Besson, *Les murs de l'école : Eléments de réflexion sur l'espace scolaire*, novembre 1998
- [10] *Organisation de Coopération et de Développement Économique*
- [11] Anne Dizerbo : Article *Quels murs pour quelle école ? Architecture scolaire, normes scolaires et figures d'élèves*; Cahier du CERFEE n°43, *Quelle Architecture pour l'école de demain*, Varia, 2017
- [12] Carole Carufo, Marylène Gouderauli, Marie-Hélène Guimont, et collaborateurs, 2014, *Volet Encadrement de élèves, Guide Ma cour : un monde de plaisir !*, Montréal, Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal
- [13] Elena Savina, Kristin Garrity, Patrick Kemy, & Chad Doeri, 2016, *The benefits of movement for youth: A whole child approach*. *Contemporary School Psychology*, 20(3), 282-292
- [14] Mehta Ranjana, Ashley Shortz & Mark Benden, *Standing Up for Learning: A Pilot Investigation on the Neurocognitive Benefits of Stand-Biased School Desks*
- [15] François Cardinal, *Perdus sans la Nature*, 2010, Kaveri Subrahmanya, Robert Kraut, Patricia Greenfield, Elisheva Gross, *The Future of Children – Children and Computer technology*, Vol. 10, N. 2 – Fall/Winter 2000)
- [16] Nurelawaati Ab, Jalil, Rodzyah Mohd Yunus & Normahdiyah S. Said, "Impact de la couleur de l'environnement sur le comportement humain : un bilan
- [17] *Penser l'école de demain expose les résultats de la recherche création du Lab-École en illustrant les données probantes, les meilleures pratiques et de multiples propositions architecturales qui favorisent l'innovation en milieu scolaire. Cette publication vient appuyer la plus-value que constituent l'architecture, l'alimentation et l'adoption d'un mode de vie sain et actif sur l'enseignement, l'apprentissage et la réussite éducative. A terme, elle vient ajouter une considération qualitative à la conception d'espaces qui composeront l'école de demain*





"Nous semblons partagés entre un désir de nous rendre insensibles à notre cadre de vie et un désir contraire de reconnaître à quel point notre identité est indéfectiblement liée à ce cadre, et changera avec lui. Une pièce laide peut conforter de vagues soupçons quant aux carences de la vie, alors qu'une pièce ensoleillée ornée de dalles en pierre à chaux couleur miel peut encourager ce qu'il y a de plus optimiste en nous"

"La croyance en l'importance de l'architecture est fondée sur l'idée que nous sommes, pour le meilleur et pour le pire, des personnes différentes dans des lieux différents- et sur la conviction que c'est la tâche de l'architecture de rendre plus clair à nos yeux ce que nous pourrions idéalement être."

"John Ruskin [a suggéré] que nous exigeons deux choses de nos bâtiments. Nous voulons qu'ils nous abritent - et nous voulons qu'ils nous parlent – nous parlent de ce que nous trouvons important et que nous avons besoin qu'on nous rappelle".

ALAIN DE BOTTON (2007)

Septembre 2022

#### POUR ALLER PLUS LOIN

- Accompagnement du CAUE pour la programmation et l'étude de projet : <https://caue14.com/>
- Atelier Canopé Caen : <https://www.reseau-canope.fr/>
- Site Archiclasse : <https://archiclasse.education.fr/>
- Banques des territoires : <https://www.banquedesterritoires.fr/fabrique-ecole-de-demain/enjeux>
- LAB-école, Publication "Penser l'école de demain" : <https://www.lab-ecole.com/communication/>
- Etude Clever Classroom : [www.cleverclassroomsdesign.co.uk](http://www.cleverclassroomsdesign.co.uk)

