

## **Les écoles réunionnaises concilient santé et confort thermique**

*Initiatrice de l'ingénierie de la santé dans le cadre bâti, le docteur Suzanne Déoux est venue apporter son expertise aux communes et au Cave de La Réunion. Elle nous présente ses principaux enseignements sur le confort thermique en milieu scolaire.*

**Diagonal : Durant l'été 2019 à La Réunion, plusieurs enfants font des malaises en classe. Il fait très chaud. Pour l'enfant, pour l'adulte, quels sont les effets de fortes chaleurs ?**

Suzanne Déoux <sup>1</sup> : Lorsque la température extérieure augmente, l'organisme met en place plusieurs mécanismes thermorégulateurs pour diminuer la chaleur corporelle. Les plus importants sont la transpiration, l'augmentation du flux sanguin en périphérie du corps, l'augmentation des infrarouges émis par le corps...

Dans des ambiances chaudes, les réponses de l'enfant sont différentes de celles de l'adulte pour deux raisons essentielles : un rapport de la surface corporelle sur le poids supérieur et un débit des glandes sudoripares deux fois et demi plus faible. Malgré cela, les enfants, surtout les plus jeunes, expriment moins que les adultes leur insatisfaction à l'égard de leur environnement thermique et sont moins aptes à le juger inconfortable.

Or, les effets de température élevées dans les salles de classe sur les enfants sont désormais bien connus et ont fait l'objet de nombreuses études. La fatigue est le premier trouble lié à la chaleur. Elle s'accompagne de somnolence, de maux de tête. Les performances cognitives sont aussi altérées. On note alors une diminution de l'attention, de la concentration, des capacités de calcul et de lecture.

**Les réactions physiologiques à la chaleur sont-elles les mêmes quand on vit sous un climat tempéré ou en zone tropicale ?**

Selon de récentes études, une certaine acclimatation s'observe chez les personnes nées en climat tropical. Elles présentent une plus grande tolérance à la chaleur, un meilleur fonctionnement physiologique et demandent moins d'efforts cognitifs pour une performance similaire. Ainsi, en zone tropicale, la température de neutralité est comprise

entre 28 et 29°C, soit deux degrés supérieure à la norme classiquement utilisée en climat tempéré.

En outre, les enfants se révèlent plus adaptatifs que les adultes dans un bâtiment ventilé naturellement.

**À la demande du Caeu, vous êtes intervenue dans les écoles réunionnaises. Pour respecter la santé des élèves, du personnel, comment peut-on améliorer le confort thermique ?**

Malgré les excellentes capacités du corps humain à réguler sa température, il est essentiel de limiter nos efforts d'adaptation en zone tropicale. La conception et l'aménagement des écoles doivent intégrer les composantes du climat.

Pour limiter les surchauffes importantes, il importe d'abord de réduire l'ensoleillement du bâtiment. Outre une bonne isolation des toitures, les protections solaires sont primordiales. Fixes ou mobiles, elles doivent être de préférence extérieures. En évitant les rideaux intérieurs, on augmente la quantité de lumière naturelle, indispensable à la synchronisation des rythmes biologiques. Et surtout, on ne fait pas obstacle à une bonne ventilation traversante.

Dans les classes, cette ventilation sera d'autant plus bénéfique que la cour et les abords de l'école seront moins surchauffés. Pour mieux gérer les apports solaires, la végétation et les aménagements paysagers permettent de créer des îlots de fraîcheur. En effet, les arbres offrent une ombre très particulière, sans échauffement superficiel. À la différence d'une couverture minérale, métallique ou textile – comme un velum –, aucune chaleur n'est réémise. Une masse végétale se comporte comme un plafond réfrigérant. De même, une végétalisation proche des murs rafraîchit l'air qui traverse les salles de classe.

Par ailleurs, pour limiter la surchauffe aux abords des bâtiments, la nature des sols environnants constitue un autre paramètre important. Exposée au même rayonnement solaire, une surface minérale montera plus en température qu'un espace planté et elle se rafraîchira moins vite la nuit. Son rayonnement thermique est intense et de durée prolongée. Aussi, pour gérer le rayonnement solaire, les zones plantées jouent un rôle essentiel.

Enfin, l'organisation architecturale des bâtiments doit permettre de profiter au mieux des vents dominants pour assurer la ventilation traversante des salles de classe ayant des ouvrants sur deux faces opposées.

**Comment cette ventilation traversante peut-elle apporter du confort thermique?**

Au niveau de la peau, le déplacement d'air favorise la convection et l'évaporation de la transpiration. La température ressentie par les occupants est alors plus faible que celle de l'air.

Il est aussi possible de coupler la ventilation traversante de la salle de classe avec l'installation de brasseurs d'air. Également appelés ventilateurs de plafond, ils augmentent

la vitesse de l'air et améliorent d'autant le confort thermique dans la classe. Les occupants ressentent en effet une température abaissée de deux à trois degrés.

Autre atout majeur, ce dispositif de brassage au plafond – couplé à la ventilation traversante – assure une excellente qualité de l'air en classe. Ceci a été confirmé dans les écoles de la ville de Saint-Paul par l'étude BRASS'AIR, lauréate de l'appel à projets [AACT-AIR](#) de l'Ademe <sup>2</sup>.

### **Dans les écoles, la qualité de l'air présente-t-elle des enjeux spécifiques ?**

Pour les enfants et de jeunes poumons en plein développement, la qualité de l'air revêt une importance toute particulière. Relativement à leur poids, ils inhalent en effet deux fois plus d'air que les adultes. Et leur métabolisme d'élimination des substances toxiques est beaucoup plus faible. Bien sûr, les locaux scolaires où ils passent 30 à 45 % de leur temps sont particulièrement concernés.

Aussi, pour ne pas affecter la capacité d'apprentissage des élèves ni d'ailleurs l'efficacité des enseignants, la qualité de l'air dans les classes reste essentielle. Dans les années 1990, elle est devenue une préoccupation, bien après les musées, les bureaux ou les locaux industriels. Pourtant à surface égale, une salle de classe peut avoir quatre à sept fois plus d'occupants que les bureaux.

L'air des écoles dépend de multiples facteurs, comme l'air extérieur des lieux environnants, le sol sur lequel elles sont construites, les produits utilisés pour la construction et le nettoyage. Indispensable dans le fonctionnement au quotidien, le renouvellement de l'air constitue, en outre, un point-clé majeur. Depuis 2015 <sup>3</sup>, la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements scolaires est prescrite. En décembre 2022, le corpus réglementaire a été complété par cinq nouveaux textes <sup>4</sup>. Il est recommandé de contrôler les teneurs en CO<sub>2</sub>, témoin du confinement des salles, et certains polluants volatils comme le formaldéhyde et le benzène. Mais d'autres composés suscitent des inquiétudes, comme les particules, dont les plus fines pénètrent profondément dans les voies respiratoires.

### **Plusieurs études ont été menées sur la qualité de l'air dans les écoles réunionnaises. Quels éclairages apportent-elles ?**

Menée avec la ville de Saint-Paul, l'étude BRASS'AIR a évalué l'impact des brasseurs d'air sur la remise en suspension des particules à partir des surfaces et sur leur dispersion par la rotation des pales.

Très rassurants, les résultats <sup>5</sup> confirment que le brassage n'augmente pas la concentration des particules dans les classes bénéficiant d'une ventilation naturelle traversante. Vecteur potentiel de confort thermique, les brasseurs d'air en ressortent confortés sur le plan de la santé.

Par ailleurs, en décembre 2018 et en février 2019, dans le cadre du programme Pacte <sup>6</sup>, des mesures de qualité de l'air ont été effectuées dans un panel d'écoles du littoral réunionnais. Il intègre à la fois des salles de classe climatisées et d'autres avec une ventilation naturelle traversante. Incontestablement, la qualité de l'air reste excellente dans les salles bien ventilées naturellement. Par contre, elle s'avère problématique dans les salles climatisées, avec notamment des teneurs en CO<sub>2</sub> excédant les valeurs recommandées <sup>7</sup>. Sans système de renouvellement d'air, la climatisation conduit à confiner la salle durant toute la journée de classe. Dans cet air climatisé mais vicié, les capacités d'apprentissage s'en ressentent avec là aussi – comme pour les températures élevées – des effets de somnolences et de fatigues importants.

### **Au-delà de ces questions de renouvellement d'air, quelles précautions prendre dans l'usage de la climatisation dans les écoles ?**

L'installation de systèmes de climatisation dans les écoles est souvent demandée. Cet élément de modernité a certains avantages mais aussi des inconvénients qui ne sont pas toujours connus et maîtrisés. Outre son impact énergétique, la climatisation n'est pas sans risque sur la santé des enfants.

Point de vigilance important, les risques de choc thermique questionnent directement les modalités d'usage dans les locaux scolaires. Quand les variations de températures restent lentes, le corps humain parvient à maintenir son équilibre thermique avec l'ambiance environnante. Par contre, si l'écart entre le local climatisé et l'extérieur dépasse les 7°C, le choc thermique est assuré. Il se traduit par des frissons, une sensation de froid quand on entre, suivis d'inflammations et d'infections des voies respiratoires supérieures. De plus, la climatisation ne se contente pas de refroidir l'air. Elle retire aussi une partie de la vapeur d'eau. Cet abaissement de l'hygrométrie est à l'origine de sécheresse des muqueuses oculaire, rhinopharyngée, bronchique et cutanée. En outre, l'entretien des installations mérite une vigilance particulière pour éviter toute dispersion de contaminants biologiques.

En conséquence, si la climatisation est déjà installée dans l'école, l'ensemble de ces risques pour la santé pousse à en raisonner l'usage. D'autant plus que des études récentes réalisées dans plusieurs pays tropicaux ont mis en évidence que la climatisation des salles de classe peut diminuer l'adaptabilité des élèves aux variations thermiques auxquelles ils peuvent être ensuite soumis.

Sous le climat tropical réunionnais, bien d'autres solutions s'offrent aux acteurs locaux pour assurer le confort thermique des écoles, dans un meilleur respect de la santé des enfants et des personnels. ■

Propos recueillis par Nathalie GARAT

1. Professeur associé honoraire à l'université d'Angers, le docteur Suzanne Déoux est initiatrice de l'ingénierie de santé du cadre bâti et urbain depuis 1986. Elle est, en outre, présidente de l'association Bâtiment Santé Plus (<https://www.defisbatimentsante.fr/>).
2. L'appel à projet AACT-AIR (Aide à l'Action des Collectivités Territoriales en faveur de la qualité de l'air) encourage les collectivités à mettre en œuvre des actions d'amélioration de la qualité de l'air extérieur et intérieur.
3. Les décrets de 2015 – notamment du décret n°2015-1000 du 17 août 2015 – prescrivent la surveillance de la qualité de l'air intérieur des établissements scolaires, l'évaluation des moyens d'aération et la mesure des polluants.
4. Le 27 décembre 2022, cinq textes ont été publiés : deux décrets et trois arrêtés. Le décret n° 2022-1689 modifie le code de l'environnement en matière de surveillance de la qualité de l'air intérieur. Le décret n° 2022-1690 modifie l'évaluation des moyens d'aération et la mesure des polluants dans certains établissements recevant du public.
5. Dans plusieurs écoles de la ville de Saint-Paul équipées de brasseurs d'air, les concentrations en particules ont été mesurées en janvier et en juin durant plusieurs semaines. Bien inférieures aux valeurs-cible établies par le Haut conseil en santé publique, elles n'augmentent pas avec le fonctionnement des brasseurs d'air dans des salles de classe avec ventilation naturelle traversante.
6. Lancé début 2015 par la ministre du logement Sylvia Pinel, le [programme PACTE](#) (Programme d'Action pour la Qualité de la Construction et la Transition Énergétique) vise à accompagner les professionnels du bâtiment dans leur montée en compétence en matière d'efficacité énergétique.
7. Dans les salles climatisées, les teneurs en polluants volatils (COV) ont par ailleurs été mesurées au moins deux fois plus élevées que dans les classées ventilées naturellement. Du fait de la concentration en poussières et en composés volatils néfastes pour l'organisme, l'absence de renouvellement de l'air peut entraîner des maladies respiratoires.