



Gestion de la ventilation naturelle dans les classes

GUIDE DES BONNES PRATIQUES

Novembre 2022

Coordination et rédaction

Direction de l'expertise et de l'innovation

Direction générale adjointe de la planification et de l'expertise

Gouvernance des infrastructures

Pour information :

Renseignements généraux

Ministère de l'Éducation

1035, rue De La Chevrotière, 27^e étage

Québec (Québec) G1R 5A5

Téléphone : 418 643-7095

Ligne sans frais : 1 866 747-6626

© Gouvernement du Québec

Ministère de l'Éducation

ISBN 978-2-550-93671-8 (PDF)

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2022

22-105-16

Table des matières

Contexte.....	4
Paramètres de confort d'une classe ventilée.....	5
Mécanismes de ventilation naturelle.....	5
Convection naturelle	6
Circulation d'air.....	6
Considérations liées à la présence des occupants	7
Importance de l'aménagement.....	7
Responsabilité des occupants des locaux	7
Pratiques de base pour la ventilation naturelle	8
Pratiques de base pour une classe	9
Lorsque la température extérieure est inférieure à 10 °C.....	9
Lorsque la température extérieure est supérieure à 10 °C	9
Lorsque la température extérieure est supérieure à 31 °C (chaleur extrême)	10
Ajustement des procédures	10

Contexte

Un grand nombre d'écoles au Québec ont été bâties sans système central de ventilation mécanique puisque ce n'était pas la norme à l'époque de leur construction. Les écoles étaient alors conçues de manière à maximiser la ventilation naturelle au moyen de fenêtres, de portes, de vasistas (petites fenêtres au-dessus des portes de classes ou dans le haut des murs intérieurs) et de puits de ventilation.

Le fonctionnement de ces composantes a toutefois pu être altéré au fil des années par une mauvaise utilisation de celles-ci, par leur vieillissement, par l'ajout de systèmes mécaniques indépendants, tels que les unités de climatisation de fenêtre, ou par l'obstruction des ouvertures. À ceci s'ajoutent des défis quotidiens liés aux conditions météorologiques, aux changements climatiques qui accroissent les occurrences de températures extrêmes et à la désuétude de certains équipements de chauffage qui peuvent avoir un impact sur le succès de la ventilation dans certains milieux.

Récemment, le ministère de l'Éducation a émis une directive faisant en sorte que toutes les classes du Québec sont munies de lecteurs de paramètres de confort mesurant la concentration de dioxyde de carbone (CO₂), la température et le taux d'humidité relative. L'utilisation de ces lecteurs permet notamment aux occupants d'appliquer, en temps réel, des pratiques adaptées à la situation de leurs locaux d'apprentissage. De plus, les systèmes installés permettent la mise en place de mécanismes de contrôle pour favoriser des suivis rapides et ciblés.

La réussite éducative des élèves est au cœur des préoccupations du Ministère. En ce qui a trait plus précisément aux infrastructures scolaires, plusieurs éléments peuvent contribuer à cette réussite, notamment le confort dans les classes. À cet effet, des études¹ menées sur les performances scolaires montrent que la réussite éducative d'un élève peut être influencée par son confort à l'intérieur des classes. Ainsi, de la même manière qu'une température trop élevée ou trop basse peut créer de l'inconfort aux occupants, la concentration de CO₂ dans l'air peut influencer leur attention et rendre l'enseignement plus difficile. Il importe donc de gérer adéquatement ces paramètres de confort au bénéfice de tous.

Dans cet esprit, il apparaît primordial d'encadrer les pratiques de gestion en la matière afin de garantir un bon fonctionnement de la ventilation naturelle. Le présent guide a donc été rédigé pour permettre de fournir de l'information complémentaire aux gestionnaires et aux occupants des bâtiments scolaires sur la ventilation naturelle dans les classes. Il présente, entre autres, les mécanismes à l'œuvre dans la ventilation naturelle ainsi que les meilleures pratiques à observer pour assurer une bonne ventilation naturelle dans les bâtiments scolaires.

¹ On peut penser, entre autres, à l'étude *Clever Classrooms*, réalisée en 2015 par l'Université de Salford.

Paramètres de confort d'une classe ventilée

Les paramètres de confort présentés au Tableau 1 ont été retenus par le Ministère et doivent servir de cibles pour toutes les classes ventilées naturellement dans les établissements scolaires du Québec.

Tableau 1 : Paramètres de confort d'une classe ventilée naturellement

Température des classes	
En hiver Entre 20 °C et 24 °C	En été Entre 23 °C et 26 °C
Concentration de dioxyde de carbone	
Concentration souhaitable < 1 000 ppm	Seuil d'intervention² > 1 500 ppm

Il est à noter qu'il s'agit d'aspects visant le confort des occupants et non de valeurs limites d'exposition impactant leur santé ou leur sécurité. Plus particulièrement pour le CO₂, les concentrations généralement observées dans un contexte scolaire sont largement inférieures aux seuils définis à l'annexe I du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST), qui précise que des effets permanents sur la santé **sont possibles à la suite d'une exposition moyenne pondérée supérieure à 5 000 ppm sur une période de huit heures de travail et à 30 000 ppm sur une période de 15 minutes.**

À titre indicatif, la concentration naturelle de CO₂ dans l'atmosphère varie généralement entre 350 et 450 ppm selon les saisons et peut même atteindre plus de 600 ppm au cœur des grandes villes.

Mécanismes de ventilation naturelle

La ventilation naturelle des classes étant influencée par la conception même des bâtiments et les différents mécanismes recommandés au moment de leur construction, il est important de bien comprendre ceux-ci pour gérer le plus efficacement possible les pratiques qui s'imposent, comme l'ouverture graduelle des fenêtres. Les deux mécanismes principaux sont la convection naturelle et la circulation d'air, auxquelles s'ajoutent les considérations liées à la présence des occupants et à l'aménagement.

² L'Institut national de santé publique du Québec a confirmé son appui, dans un avis du 25 novembre 2022, à l'utilisation d'une concentration moyenne hebdomadaire de CO₂ inférieure à 1 500 ppm comme indicateur d'une bonne ventilation assurant le confort des occupants.

Convection naturelle

La convection naturelle est généralement un principe de transfert thermique qui fait en sorte que la différence de température entre deux masses d'air provoque un courant d'air dont la force est proportionnelle à la différence de température entre les deux masses. Ainsi, l'aération naturelle d'un local est beaucoup plus efficace lorsque la température extérieure est basse. Plus concrètement, cela signifie que pour obtenir un même flux d'air, une fenêtre entrouverte n'a pas besoin de l'être autant à -10 °C qu'à 20 °C.

La convection naturelle explique également le concept d'air chaud qui se retrouve au-dessus de l'air froid dans un bâtiment. Ainsi, la température est plus élevée au plafond d'une classe et aux étages supérieurs d'une école. Lorsqu'une fenêtre est entrouverte, l'air froid extérieur entre par le bas et l'air chaud sort par le haut. Il est à noter que cet échange d'air est plus efficace lorsqu'il y a deux hauteurs de fenêtres dans le même local, puisqu'on peut créer une circulation d'air en positionnant les deux ouvertures aux extrémités d'un local.

La convection naturelle permet également de faire circuler l'air entre les étages et par les puits de ventilation, à la condition que les conduits et les portes reliant les étages soient tous ouverts³.

Circulation d'air

L'air doit circuler dans le bâtiment pour que la ventilation soit efficace. D'ailleurs, les bâtiments ventilés naturellement sont normalement conçus de manière à pouvoir profiter des vents dominants pour assurer un courant d'air à l'intérieur des locaux. Ainsi, il est important que les fenêtres soient entrouvertes et que les portes et les vasistas soient ouverts de part et d'autre du bâtiment pour que l'air puisse circuler et permettre l'aération recherchée. En l'occurrence, si les fenêtres d'une classe sont entrouvertes, mais que la porte est fermée, empêchant ainsi l'air de circuler dans les corridors et dans les classes adjacentes, il est possible que l'aération soit inefficace.

En ce qui concerne l'ouverture des portes de classes, il est entendu que le bruit circule également entre les locaux, mais l'ajout de coins pour maintenir un entrebâillement peut permettre le bénéfice en limitant les inconvénients.

³ Il est convenu que les dispositions en matière de sécurité incendie doivent toutefois être respectées.

Considérations liées à la présence des occupants

La présence des occupants est un élément clé dans la gestion de la ventilation des classes, et ce, pour deux raisons principales. D'abord, le CO₂ dans les classes provient majoritairement de leur respiration; il est donc plus présent dans l'air lorsqu'un local est occupé. Ensuite, les occupants génèrent une certaine quantité de chaleur, qui est inhérente à l'activité humaine.

Il est donc inopportun de ventiler un local qui est inoccupé si sa concentration de CO₂ est basse puisqu'aucune quantité de CO₂ additionnelle n'est ajoutée. De plus, la température dans un local peut chuter rapidement si elle n'est pas balancée par la chaleur générée par les occupants, ce qui signifie qu'il vaut toujours mieux ventiler en leur présence.

Importance de l'aménagement

L'aménagement des locaux peut également avoir un impact non négligeable sur l'efficacité de la ventilation naturelle. Il est important, d'une part, que le mobilier d'une classe n'entrave pas les fenêtres ni l'accès à leurs mécanismes d'ouverture pour ne pas décourager les occupants de les entrouvrir ou nuire à la circulation de l'air. D'autre part, le mobilier ne doit pas être installé devant les dispositifs de chauffage afin que leur efficacité soit assurée et que l'impact de l'air froid sur le confort des occupants soit limité. Les radiateurs, plinthes et autres dispositifs doivent pouvoir diffuser efficacement leur chaleur en tout temps dans la classe.

Par ailleurs, il est important, par temps plus froid, de laisser un espace de 50 centimètres à 1 mètre entre les fenêtres et les bureaux qui sont les plus près de celles-ci. L'air froid étant plus lourd, il descend au plancher au lieu de circuler au niveau des bureaux, ce qui permet de minimiser l'impact de la sensation de froid sur les élèves, tout en favorisant une bonne aération des lieux.

Responsabilité des occupants des locaux

Les occupants des locaux sont les premiers responsables du succès de la ventilation naturelle des classes. Ce sont eux qui peuvent agir en temps réel et ce sont leurs actions qui ont le plus d'impact. Ils ont notamment la responsabilité d'appliquer les mesures définies par leur organisme scolaire en fonction du niveau de concentration de CO₂ observé.

Seul le contrôle du chauffage est automatisé (gestion centrale du bâtiment ou contrôle local par un thermostat au mur) dans les locaux ventilés naturellement. Les occupants des locaux doivent effectuer manuellement la gestion de la ventilation naturelle des locaux en consultant les lecteurs de paramètres de confort et en gérant l'ouverture graduelle des fenêtres ainsi que l'ouverture des portes et des vasistas.

Auparavant, les occupants des classes ventilées naturellement devaient se fier à leur perception du niveau de confort pour prendre action, alors que maintenant, l'utilisation des lecteurs de paramètres de confort permet de prendre des mesures définies selon des données objectives.

Les occupants ont également la responsabilité d'informer la direction de l'établissement de toute situation empêchant d'appliquer les directives concernant la ventilation naturelle, comme le chauffage insuffisant dans une classe, le cas échéant. De plus, les alertes qui sont intégrées dans les systèmes installés permettent à la direction de l'établissement de mieux contrôler les situations et d'intervenir de manière ciblée et rapide, au besoin. Le service des ressources matérielles d'un organisme scolaire fournit tout le soutien nécessaire dans ces situations.

Le Tableau 2 résume les actions qui permettent de limiter la concentration de CO₂ à l'intérieur des locaux. L'application de ces mesures ne doit toutefois pas compromettre le confort thermique des occupants, en particulier par temps froid. En effet, il faut toujours agir de façon à préserver une température minimale acceptable de 20 °C.

Tableau 2 : Mesures applicables en fonction des lectures directes observées

Lecture directe de concentration de CO ₂ (affichage sur le lecteur de paramètres de confort)	Mesures à mettre en place
< 1 000 ppm	Appliquer les pratiques de base pour ce qui est d'entrouvrir les fenêtres et d'ouvrir les portes (politique définie par l'organisme scolaire)
Entre 1 000 et 1 500 ppm	Augmenter graduellement l'ouverture des fenêtres en tenant compte de la température du local et ouvrir la porte du local
Entre 1 500 ppm et 2 000 ppm	Augmenter graduellement l'ouverture des fenêtres en tenant compte de la température du local et ouvrir la porte du local
> 2 000 ppm	Augmenter davantage l'ouverture des fenêtres en tenant compte de la température du local et ouvrir la porte du local Si le problème persiste malgré ces actions, en informer la direction de l'établissement, qui appliquera les actions requises à son niveau.

Pratiques de base pour la ventilation naturelle

Les pratiques de base correspondent aux procédures de ventilation naturelle propres à chaque organisme scolaire, qui doivent être élaborées en fonction de la configuration et des composantes de chaque école. Les procédures doivent identifier le minimum requis à faire en matière d'ouverture graduelle des fenêtres et d'ouverture des portes et des vasistas, s'il y a lieu, en présence d'occupants.

Les sections suivantes ont pour but de guider les organismes scolaires dans l'amélioration de leurs procédures de ventilation naturelle, si requis. Il s'agit d'une trame, qui peut être adaptée à la réalité de chaque organisme scolaire.

Pratiques de base pour une classe

- En début de journée, laisser toutes les portes ouvertes autant que possible.
- Si la porte d'une classe doit être fermée durant les cours, maintenir le vasistas pleinement ouvert s'il y a lieu. Sinon, un coin peut également être utilisé pour maintenir la porte entrouverte.
- Éviter de fermer complètement les stores d'une fenêtre lorsqu'ils sont requis pour ne pas entraver la circulation d'air.
- En fin de journée, prendre le temps d'aérer les classes avant de fermer toutes les fenêtres. Si les portes doivent être fermées, maintenir les vasistas ouverts (le cas échéant).

Lorsque la température extérieure est inférieure à 10 °C

- Entrouvrir (quelques centimètres) la fenêtre la plus éloignée de la porte lors de l'entrée des élèves en classe et la maintenir entrouverte toute la journée en continu (il est important que les fenêtres ne soient pas ouvertes au maximum)⁴.
- Surveiller la température intérieure de la classe, car elle ne doit pas descendre sous 20 °C (le confort thermique doit être priorisé pour favoriser l'attention des élèves).
- Si la concentration de CO₂ dépasse le seuil visé, effectuer graduellement les actions suivantes :
 - ouvrir davantage la porte de la classe ou les vasistas, le cas échéant;
 - augmenter le nombre de fenêtres entrouvertes;
 - augmenter légèrement l'ouverture des fenêtres;
 - coordonner l'ouverture des fenêtres des classes opposées.

Lorsque la température extérieure est supérieure à 10 °C

- Ouvrir légèrement toutes les fenêtres lors de l'entrée des élèves en classe⁵.
- Si la concentration de CO₂ dépasse le seuil visé, effectuer graduellement les actions suivantes :
 - ouvrir davantage la porte de la classe ou les vasistas, le cas échéant;
 - augmenter l'ouverture des fenêtres;
 - coordonner l'ouverture des fenêtres des classes opposées.

⁴ L'ouverture peut être minimisée dans les périodes de grand froid pour que le confort des occupants ne soit pas affecté.

⁵ L'ouverture peut être maintenue toute la journée si la température extérieure le permet.

Lorsque la température extérieure est supérieure à 31 °C (chaleur extrême)

- Maintenir les fenêtres et les portes ouvertes jusqu'à 10 h le matin ou jusqu'à ce que la température extérieure soit supérieure à la température intérieure pour assurer une bonne ventilation. Ensuite, minimiser l'ouverture des fenêtres et maintenir les portes de classes ouvertes pour assurer une circulation d'air.
- Laisser les fenêtres de corridor qui font face au nord ouvertes en tout temps.
- Utiliser des rideaux ou des toiles réfléchissantes pour éviter la surchauffe liée à l'exposition directe au soleil durant la journée. De la même manière, un rideau peut permettre de tempérer les classes en les isolant du rayonnement de chaleur provenant des fenêtres qui ne sont pas nécessairement exposées directement au soleil.
- À moins d'un avis contraire des autorités de santé publique (par exemple en temps de pandémie), utiliser, si possible, des ventilateurs ou des climatiseurs temporaires dans les classes occupées, et ce, dans le respect des paramètres d'opération prévus par le service des ressources matérielles. Dans de telles situations, voici les recommandations à suivre :
 - assurer la sécurité des occupants en positionnant les appareils de manière à éviter les incidents (aucun fil au sol, pas d'appareils à proximité des élèves, etc.);
 - s'assurer que tous les équipements sont en bon état et qu'ils ne présentent pas de risque pour les occupants;
 - faire effectuer un entretien des ventilateurs et des climatiseurs sur une base régulière par des personnes compétentes.

Ajustement des procédures

Plusieurs facteurs peuvent influencer le besoin de renouvellement de l'air dans une classe ventilée naturellement, comme le taux d'utilisation des locaux, le nombre et l'âge des occupants ainsi que le nombre de fenêtres, de portes et de vasisas présents. À cet égard, bien que les procédures générales de ventilation naturelle établies par le service des ressources matérielles d'un organisme scolaire soient valides pour toutes les écoles, un usage judicieux des lecteurs de paramètres de confort permet de raffiner ces procédures pour les adapter à un bâtiment ou à un local en particulier.

À cet effet, les éléments suivants sont des pistes à considérer pour optimiser la ventilation dans un local ou une école :

- vérifier les éléments limitant le passage de l'air :
 - obstruction des fenêtres par du mobilier ou des structures temporaires;
 - fenêtres ou vasistas condamnés;
 - puits de ventilation bouchés;
- valider le moment d'ouverture des fenêtres d'un local;
- coordonner l'ouverture des fenêtres sur un même étage;
- vérifier le nombre de fenêtres ouvertes et leur amplitude;
- réviser la vocation d'un local ou permuter la vocation de deux locaux;
- contrôler la température des locaux.

Malgré l'application de toutes ces mesures et la bonne volonté des occupants, il est possible que les seuils prescrits de concentration de CO₂ ne soient pas respectés pour différentes raisons (ex. : configuration des locaux ou des bâtiments, types de fenêtres, etc.). Dans cette situation, il importe de se rappeler que les concentrations de CO₂ généralement mesurées dans les locaux de classes ne posent pas de risques pour la santé des occupants. Des moyens techniques, comme des échangeurs d'air, devront toutefois être utilisés par le service des ressources matérielles pour corriger durablement la situation.

