



1001, boul. de Maisonneuve Ouest, bureau 800-B  
Montréal, QC H3A 3C8, CANADA  
T: +1.514.788.6158 • [www.exp.com](http://www.exp.com)

Par courriel : [rbourget@gattusogbm.com](mailto:rbourget@gattusogbm.com)

Le 26 février 2021

**Maître Rémi Bourget**

**Avocat Associé**

**Gattuso Bourget Mazzone S.E.N.C.R.L.**

1010, Sherbrooke Ouest – Bureau 2200

Montréal (Québec) H3A 2R7

**V/Réf. : 4936-004**

**N/Réf. : GOAS-0021001989**

**Objet : RAPPORT D'EXPERTISE**

**Expertise en qualité de l'air et santé-sécurité au travail**

**Fédération Autonome de l'Enseignement (FAE)**

---

Maître Bourget,

Il nous fait plaisir de vous transmettre ce rapport d'expertise détaillé en ce qui a trait à la stratégie gouvernementale relative à la ventilation en milieu de l'éducation et de l'enseignement dans le contexte de la pandémie de COVID-19.

## CONTEXTE ET MANDAT

La fréquentation scolaire, dans le contexte de la pandémie de la COVID-19, a soulevé de nombreux enjeux, y compris la question de la qualité de la ventilation dans les établissements d'enseignement, particulièrement à l'intérieur des salles de classe.

Ainsi, le gouvernement a dévoilé le 8 janvier 2021 un rapport d'experts sur la qualité de l'air dans les écoles, intitulé : « *Ventilation et transmission de la COVID-19 en milieu scolaire et en milieu de soins* » (dit le « Rapport » et présenté à l'Annexe C).

Notre mandat consistait à produire un rapport d'expertise détaillé portant sur :

- La méthodologie employée par les experts mandatés par le gouvernement pour tirer les conclusions contenues dans leur rapport.
- Les conclusions et les recommandations formulées dans le rapport, en identifiant, si tel est le cas, les faiblesses qu'il contient.
- Les recommandations et correctifs requis, le cas échéant, pour assurer la protection optimale de la santé et la sécurité des personnes fréquentant les locaux des établissements d'enseignement en ce qui a trait à la qualité de l'air et la transmission de la COVID-19.
- Prendre connaissance, à titre de référence, de la littérature scientifique actuelle en lien avec la ventilation en milieu de l'éducation et de l'enseignement dans le contexte de la pandémie de COVID-19.

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

Le projet a été réalisé par :

- Monsieur Nicolas Millot, M.Sc., ROH, hygiéniste du travail agréé, coordonnateur et chargé de projet en Qualité de l'air et Hygiène industrielle chez EXP.
- Madame Marie-Julie Garneau, M.Sc., directrice du Département Qualité de l'air et Hygiène industrielle chez EXP.

## COMPOSITION DU RAPPORT

Le présent rapport présente notre opinion professionnelle concernant les éléments suivants dudit « Rapport » :

- Mesure de la concentration de CO<sub>2</sub>.
- Résultat des mesures.
- Analyse des recommandations du groupe d'experts.
- Conclusions.
- Recommandations.

### 1. MESURE DE LA CONCENTRATION DE CO<sub>2</sub>

#### 1.1 Directive ministérielle

Le Ministère de l'Éducation a transmis, le 27 novembre 2020, aux Directeurs généraux des Centres de services scolaire, une directive leur demandant de procéder à des mesures du taux de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), dans un (1) échantillon représentatif du parc immobilier de leur Centre de services scolaire ou de leur Commission scolaire, afin de veiller à ce que la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'air des salles de classe soit conforme aux normes applicables.

Cette opération s'inscrit dans la poursuite de l'objectif de réduction de la transmission de la COVID-19 par des aérosols.

La stratégie d'échantillonnage, à savoir la méthodologie, décidée par le Ministère de l'Éducation avait pour objectif :

- Établir un portrait de la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans les salles de classe du Québec.

Selon l'échéancier suivant :

- Débuter les mesures dès le 1<sup>er</sup> décembre 2020 et transmettre les résultats au plus tard le 16 décembre 2020. Ce qui représente, selon le calendrier scolaire, douze (12) jours de classes occupés par les usagers pour effectuer les mesures, tout en considérant les journées pédagogiques.

Ainsi, selon ledit « Rapport », 1 369 classes auraient été évaluées dans ce laps de temps.

➤ **Commentaire N°1 sur la directive ministérielle : La stratégie pour mesurer le CO<sub>2</sub>**

Selon la littérature scientifique, dont les références sont mentionnées dans ledit « Rapport », la stratégie pour mesurer la concentration de CO<sub>2</sub>, pour évaluer si l'apport d'air frais est suffisant ou non, pour rencontrer les prescriptions minimales pour le bien-être des occupants, nous apparaît comme une stratégie adaptée et s'inscrit pleinement dans la poursuite de l'objectif de réduction de la transmission de la COVID-19 par des aérosols.

➤ **Commentaire N°2 sur la directive ministérielle : La mise en application**

En tant que consultants, nous sommes d'avis que l'ampleur de la tâche, pour mettre en application cette directive, nécessitait en l'occurrence :

- Une importante planification.
- Des ressources disponibles et compétentes pour effectuer les prises de mesures ainsi que la collecte de données pour chaque école visitée.
- Des appareils portatifs de mesure certifiés par un organisme de régulation (CSA, CE, etc.), calibrés par une tierce partie certifiée, et disponibles en un nombre suffisant.

Le tout dans un court laps de temps en période de fin d'année.

Ainsi, à titre de professionnels, nous estimons que cet objectif est difficilement atteignable pour garantir la qualité dans l'exécution.

➤ **Commentaire N°3 sur la directive ministérielle : Échantillon représentatif**

À la lecture dudit « Rapport », nous comprenons que les résultats qui sont présentés et discutés le sont à partir d'un (1) échantillon représentatif.

L'échantillon dans lequel les mesures de Co<sub>2</sub> ont été effectuées est constitué de 1 369 classes réparties à travers la Province du Québec.

Notons que ledit « Rapport » ne mentionne pas le nombre de classes total occupées par des élèves dans la Province du Québec. Par conséquent, il est légitime de se poser la question si cet échantillon « représentatif » représente 0,01 %, 0,1 % ou 1 % du total des classes occupées.

Également, ledit « Rapport » mentionne que les mesures ont été prises dans, au moins, quatre (4) classes par bâtiment. Ainsi, il est possible que le même nombre de mesures ait été pris aussi bien pour une petite école primaire en région que pour une importante école secondaire d'un centre urbain.

Nous sommes d'avis que cet échantillon représentatif pourrait être discuté par des statisticiens.

## 1.2 Stratégie d'échantillonnage

Pour assurer la qualité et l'uniformité des tests qui ont été effectués, une (1) note technique a été transmise aux Directeurs généraux des Centres de services scolaire.

Celle-ci est présentée en Annexe A de notre rapport – *Note technique CO2 27-11-2020*.

Également, un (1) fichier Excel de *Suivi des résultats* accompagne cette Note. Ce fichier présente les éléments de collecte des données que les échantillonneurs devaient récupérer lors de la visite des écoles pour les prises de mesures.

Vous trouverez ce fichier Excel de *Suivi des résultats* en Annexe B de notre rapport.

### ➤ Commentaire N°1 sur la stratégie d'échantillonnage

Nous sommes d'avis que ces deux (2) documents auraient pu être mis en annexe dudit « Rapport », à savoir, la Note technique CO2 27-11-2020 et le gabarit du fichier Excel, pour une meilleure interprétation des résultats.

Les conclusions et les recommandations de l'annexe 5 dudit « Rapport » sont basées sur les résultats obtenus suite au déploiement de cette stratégie.

Pourtant, dans ledit « Rapport », il est mentionné que des formulaires ont été utilisés pour collecter des éléments de renseignement. Ces derniers ne sont aucunement mentionnés dans ledit « Rapport ».

### Commentaire N°2 sur la stratégie d'échantillonnage – Objectif recherché

À la lecture de la *Note technique ministérielle CO2 27-11-2020*, le but était clairement défini, à savoir :

*« Établir un portrait de la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans les salles de classe du Québec et mettre en oeuvre des actions correctives permettant de respecter une concentration maximale de 1 000 ppm. »*

À la lecture des instructions d'échantillonnage (page 6/12 de la Note), nous comprenons que les objectifs de cette méthodologie étaient :

- d'obtenir des données sur la concentration de CO<sub>2</sub> afin d'apprécier l'efficacité de la ventilation naturelle lorsque celle-ci est volontairement provoquée en ouvrant les fenêtres ;
- d'obtenir des données sur la concentration de CO<sub>2</sub> afin d'apprécier l'efficacité de la ventilation mécanique pour les bâtiments qui en sont pourvus.

Nous sommes d'avis que cette méthodologie n'avait pas pour objectif d'obtenir des données pour *établir un portrait de la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans les salles de classe du Québec*.

Selon notre compréhension, cette méthodologie n'était pas destinée à connaître les concentrations de CO<sub>2</sub> dans les classes lors de leur utilisation habituelle, mais bien d'apprécier l'impact positif de la ventilation naturelle.

➤ **Commentaire N°3 sur la stratégie d'échantillonnage – Les points de mesures**

Aucune indication concernant les points de mesures pour la prise de mesures dans une (1) classe n'est mentionnée dans ledit « Rapport » ni dans les *Instructions d'échantillonnage*.

Pourtant à l'annexe 3, ledit « Rapport » fait référence à la *norme ISO 16000-26 : 2012*. Cette référence mentionne ces spécifications pour les points de mesures, à savoir :

- Utiliser un (1) emplacement d'échantillonnage à une hauteur de 1,5 m et à une distance d'au moins 1 à 2 m des murs.
- Pour éviter que l'air expiré par la personne qui effectue la mesure ait un effet direct sur le résultat du mesurage, veiller à éloigner suffisamment l'instrument de mesure (une distance de 2 m est recommandée).

Également, pour atteindre l'objectif défini dans les classes mécaniquement ventilées, il n'est pas précisé à quelle distance du diffuseur d'air et à quelle distance du retour d'air l'instrument de mesure devrait se situer pour sa prise de mesures.

Ces spécifications sont absentes des *Instructions d'échantillonnage*, comme elles sont absentes dudit « Rapport ».

➤ **Commentaire N°4 sur la stratégie d'échantillonnage – La durée de la mesure**

Aucune indication sur la durée de la prise de mesures n'est mentionnée dans ledit « Rapport » ni dans les *Instructions d'échantillonnage*.

- *La prise de mesures doit-elle être de 5 secondes, 1 minute, 5 minutes pour avoir un résultat représentatif de la concentration réelle de CO<sub>2</sub> dans la classe ?*
- *Combien faut-il de temps à l'appareil pour se stabiliser et donner une mesure fiable ?*

Cette instruction n'était pas mentionnée dans ledit « Rapport » ni dans les *Instructions d'échantillonnage*.

Ainsi, une incertitude quant à la valeur inscrite sur le fichier Excel de *Suivi des résultats* est possible.

Cette limitation n'était pas mentionnée dans ledit « Rapport » lors de l'interprétation des résultats.

➤ **Commentaire N°5 sur la stratégie d'échantillonnage – Le nombre de prises de mesures**

Le protocole d'échantillonnage est décrit ainsi :

*« Pour chacune des classes, les taux de CO<sub>2</sub> devaient être mesurés à trois (3) reprises durant une période de cours, soit avant le début du cours, au milieu du cours et avant la fin du cours. On a également demandé aux responsables de la mesure d'ouvrir la fenêtre pendant 20 minutes avant de prendre la troisième mesure dans les classes ventilées naturellement. »*

Les résultats présentés sont donc pour une période de cours et non pour une (1) journée normale d'occupation.

Ainsi, prendre des mesures de CO<sub>2</sub> dans la même classe, tout au long de la journée, aurait permis de constater l'évolution de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'air ambiant et ainsi de mieux apprécier l'efficacité de la dilution par la ventilation naturelle ou mécanique.

Mentionnons également qu'il ne semblait pas y avoir de distinction entre la première période de cours et la dernière période de cours. Ainsi, en tenant compte du taux d'occupation d'une (1) classe, de l'efficacité de la ventilation, des activités effectuées en classe (directement reliées à l'émission de CO<sub>2</sub> par les élèves), il est légitime de penser que les concentrations de CO<sub>2</sub> à la dernière période de cours sont plus importantes que lors de la première période de cours.

Dans le fichier Excel de *Suivi des résultats*, l'heure de mesures est indiquée. Ceci permet ainsi de définir la période de cours.

Pourtant dans ledit « Rapport » cet élément n'est pas discuté.

➤ **Commentaire N°6 sur la stratégie d'échantillonnage – Le type Prise de mesures**

Selon les *Instructions d'échantillonnage*, nous comprenons que les trois (3) prises de mesures permettaient d'obtenir les informations suivantes :

• **Avant le début du cours**

La concentration de CO<sub>2</sub> la plus basse possible, car effectuée avant la présence des occupants. Possiblement proche de la concentration de CO<sub>2</sub> extérieure.

• **Au milieu du cours**

La concentration de CO<sub>2</sub> en présence des occupants.

• **Avant la fin du cours en ouvrant la fenêtre pendant 20 minutes avant de prendre la troisième mesure dans les classes ventilées naturellement**

La concentration de CO<sub>2</sub> en présence des occupants après effet de dilution de la ventilation naturelle, ce qui permet d'apprécier l'efficacité de celle-ci.

Ce protocole permet de voir de façon efficace l'évolution de la concentration de CO<sub>2</sub> au cours d'une (1) période de cours et d'apprécier la baisse de la concentration CO<sub>2</sub> avec l'effet de la ventilation naturelle.

Ainsi, il est important de mentionner que ce protocole permet d'apprécier l'effet bénéfique de la ventilation naturelle. Cependant, deux (2) points importants sont à mentionner :

- Ce protocole ne permet pas d'apprécier l'évolution de la concentration de CO<sub>2</sub> sur une période plus grande, à savoir sur une (1) journée de cours au complet.
- Ce protocole n'était pas pour obtenir le portrait de la concentration de CO<sub>2</sub> réelle dans les classes pendant une période de cours, car l'ouverture des fenêtres pendant 20 minutes, en présence d'élèves, n'est pas une pratique habituelle dans les écoles.

➤ **Commentaire N°7 sur la stratégie d'échantillonnage – Ventilation naturelle et vent**

Un (1) des phénomènes qui favorise la ventilation naturelle est l'effet des vents : basé sur la poussée du vent à travers les ouvertures.

Ainsi, selon le vent et le nombre de fenêtres ouvertes, la ventilation naturelle sera plus ou moins efficace.

Mentionnons que dans ledit « Rapport », à l'annexe 5, il est mentionné que pour que la ventilation naturelle soit efficace cela dépend notamment du vent.

Pourtant, dans ledit « Rapport », il n'y a aucune information relative au vent, à savoir sur la pression du vent en façade et en arrière du bâtiment ainsi que sur la vitesse du vent. Le taux de changement d'air frais par heure par l'effet des vents n'est pas discuté.

Mentionnons également qu'il n'y a pas d'information ou de discussion sur le nombre de fenêtres qui ont été ouvertes ainsi que sur le type de fenêtres (coulissante, à battant, à auvent).

Il est à noter que selon le « Règlement sur la santé et la sécurité du travail » (RSST) du Québec, à l'article 102, un pourcentage de 2 % de la surface du plancher en surface vitrée qui s'ouvre sur l'extérieur est requis.

**102. Ventilation naturelle :** Dans tout établissement où la ventilation générale est assurée par des moyens naturels, celle-ci doit s'effectuer à l'aide de fenêtres, volets ou événements dont l'aire de ventilation est au moins égale au pourcentage de l'aire de plancher indiquée au tableau suivant, selon le type d'établissement concerné :

Type d'établissement	Pourcentage de l'aire de plancher
Laboratoire et édifices à bureaux	5 %
Tout autre établissement	2 %

Pour l'application du présent article, l'aire de plancher ne comprend pas les puits d'escalier et autres vides verticaux.

Ainsi, lorsque les fenêtres de classes étaient ouvertes, lors de la 3<sup>e</sup> mesure, est-ce que toutes les fenêtres couvrant ce 2 % l'avaient été ?

Également, selon le type de fenêtres (coulissante, à battant, à auvent), et selon les vents (pression et vitesse), l'air frais aura une capacité d'introduction dans les classes variable, ce qui aura un impact direct sur l'effet de la ventilation naturelle attendue.

Cependant, dans le fichier Excel, concernant les fenêtres, l'information à collecter par classe était la suivante :

- Nombre de fenêtres (total).
- Nombre de fenêtres ouvertes.
- Temps d'ouverture des fenêtres.

L'information concernant les fenêtres a donc été collectée, mais pas celle concernant les vents.

➤ **Commentaire N°8 sur la stratégie d'échantillonnage – Ventilation naturelle et effet thermique**

L'autre phénomène qui favorise la ventilation naturelle est l'effet thermique : basé sur une différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur (ce qu'on qualifie « d'effet cheminée »).

Mentionnons que dans ledit « Rapport », à l'annexe 5, il est mentionné que pour que la ventilation naturelle soit efficace cela dépend, notamment, de la température extérieure.

Les valeurs de la température extérieure et de la température intérieure ont été collectées dans le fichier Excel.

Pourtant, dans ledit « Rapport », le taux de changement d'air frais par heure par l'effet cheminée n'est pas discuté.

## 2. **RÉSULTATS DES MESURES**

Les résultats et les conclusions concernant les mesures de la concentration de CO<sub>2</sub> contenu dans ledit « Rapport » sont basés sur l'interprétation des résultats préliminaires en date du 23 décembre 2020 obtenus lors de cette campagne d'échantillonnage et sont à l'annexe 5 dudit « Rapport ».

➤ **Commentaire N°1 sur les résultats – La concentration extérieure de CO<sub>2</sub>**

Aucune valeur des concentrations extérieures de CO<sub>2</sub> n'a été présentée dans ledit « Rapport » ni même discutée.

Rappelons que selon la saison et le degré d'urbanisation, les concentrations extérieures peuvent varier entre 350 ppm et 450 ppm, selon la littérature scientifique.

Il aurait été pertinent de connaître la plage de concentrations de CO<sub>2</sub> extérieures des mesures réalisées pour mieux apprécier la valeur de la première mesure (avant le début des classes).

Pourtant, à l'annexe 5 dudit « Rapport », la distinction entre milieu urbain et milieu rural est indiquée sans pour autant expliquer pourquoi cette distinction.

Ainsi, selon le tableau 1 de l'annexe 5 dudit « Rapport », pour un (1) bâtiment naturellement ventilé, la moyenne des mesures (excluant les classes dans lesquelles les fenêtres étaient restées fermées) est de 640 ppm. Comme c'est une moyenne, il y a eu des valeurs inférieures et des valeurs supérieures.

Donc, il est envisageable qu'il y ait des valeurs de la première mesure (avant le début des cours) qui aient été significativement supérieures à la concentration de CO<sub>2</sub> extérieure.

Pourtant, en l'absence d'occupants, donc de source émettrice de CO<sub>2</sub>, il est attendu que la concentration de CO<sub>2</sub> à l'intérieur des classes ait été proche de celle de l'extérieur.

Si les concentrations intérieures et extérieures de la première mesure (avant le début des cours) étaient significativement proches, cela démontrerait qu'il y a un équilibre et que la ventilation jouait efficacement son rôle.



Si les concentrations intérieures et extérieures de la première mesure (avant le début des cours) étaient significativement distantes, cela démontrerait un déséquilibre et que la ventilation ne jouait pas son rôle en termes d'apport d'air frais.

Cette analyse prévaut également pour les bâtiments à ventilation mécanique.

En conclusion, la mesure systématique de la concentration de CO<sub>2</sub> extérieure permet de mieux interpréter les valeurs mesurées à l'intérieur d'un (1) bâtiment et d'apprécier l'efficacité de la ventilation en termes d'apport d'air frais.

### **Commentaire N°2 sur les résultats – Conclusion sur l'ouverture des fenêtres**

À la lumière des données transmises et présentées dans les tableaux 1, 2 et 3 de l'annexe 5, les conclusions suivantes sont avancées par le groupe d'experts.

- *L'ouverture des fenêtres a un impact positif notable sur le niveau de dioxyde de carbone dans les classes ventilées naturellement.*

À titre de *professionnels*, selon ces résultats préliminaires, nous en tirons la même conclusion.

### **Commentaire N°3 sur les résultats – Conclusion sur les résultats de CO<sub>2</sub>**

À la lumière des données transmises et présentées dans les tableaux 1, 2 et 3 de l'annexe 5, les conclusions suivantes sont avancées par le groupe d'experts :

- *Les résultats observés permettent de constater que les niveaux de CO<sub>2</sub> dans les écoles sont somme toute satisfaisants.*
- *93,6 % des taux de CO<sub>2</sub> mesurés dans les classes analysées sont acceptables, c'est-à-dire qu'un taux de CO<sub>2</sub> inférieur à 1 500 ppm a été mesuré.*
- *Le taux moyen de CO<sub>2</sub> auquel les élèves sont exposés dans l'ensemble des classes est de 804 ppm.*

Les conclusions du groupe d'experts ont été établies selon la mise en application d'un protocole qui comprenait notamment ces deux (2) types de mesures :

- Une (1) mesure avant le début du cours, c'est-à-dire en l'absence de source émettrice de CO<sub>2</sub>.
- Une (1) mesure avant la fin des cours, après que les fenêtres aient été ouvertes pendant 20 minutes pour les bâtiments qui n'ont pas de ventilation mécanique.

Par conséquent, nous ne pouvons partager ces conclusions avec le groupe d'experts pour les raisons suivantes :

- Les valeurs obtenues à la première mesure ainsi qu'à la troisième ne sont pas représentatives des concentrations de CO<sub>2</sub> réelles auxquelles sont exposés les usagers lors d'une (1) journée normale d'occupation des locaux.
- Si les fenêtres avaient été fermées, comme c'est le cas dans les conditions réelles d'occupation, il est entendu que la concentration de CO<sub>2</sub> dans les classes aurait continué à augmenter, comme on peut le constater dans le Tableau 2 dudit « Rapport ».
- Également, pour apprécier davantage les conclusions concernant les concentrations de CO<sub>2</sub> dans les classes, nous sommes d'avis qu'il faut distinguer dans les conclusions les bâtiments pourvus d'une ventilation mécanique et ceux naturellement ventilés.

#### **Commentaire N°4 sur les résultats – Conclusion sur les résultats de CO<sub>2</sub> mesurée au milieu du cours**

Selon la méthodologie utilisée, la concentration de CO<sub>2</sub> a été mesurée au milieu du cours. (2<sup>e</sup> mesure).

Cela signifie que la valeur obtenue représente la concentration de CO<sub>2</sub> à laquelle sont exposés les usagers dans les conditions normales d'occupation des locaux, et renseigne, également, sur l'efficacité de l'effet de dilution par la ventilation.

Nous sommes d'avis que les valeurs présentées dans les tableaux 1, 2 et 3 de l'annexe 5 dudit « Rapport » concernant la 2<sup>e</sup> mesure prêtent à discussion en considérant :

- Qu'une (1) seule prise de mesures a été effectuée par classe ;
- qu'il n'y a pas de distinction entre les valeurs prises en début de journée et celles prises en fin de journée.

#### **Commentaire N°5 sur les résultats – Traitement statistique sur les résultats de CO<sub>2</sub>**

Les tableaux 1, 2 et 3 présentent un résumé des valeurs mesurées, une (1) analyse préliminaire de l'ensemble des résultats.

Ledit « Rapport » ne fait pas mention d'un traitement statistique des valeurs mesurées. La moyenne arithmétique semble être, à ce stade, le seul outil de calcul utilisé et discuté.

Comme les résultats présentés sont préliminaires, il est légitime, à ce stade, de ne pas avoir d'analyse complète.

Mentionnons également l'absence d'analyses ou de conclusions sur les résultats concernant les bâtiments pourvus d'une ventilation mécanique. Les résultats des mesures sont pourtant présentés dans les tableaux 1 et 3.

Mentionnons également l'absence d'une analyse comparative entre les résultats des bâtiments mécaniquement ou naturellement ventilés.

Nous sommes d'avis que compte tenu du contexte actuel un rapport complet devrait être émis dans un délai raisonnable.

### 3. ANALYSE DES RECOMMANDATIONS DU GROUPE D'EXPERTS

#### 3.1 Les exigences de renouvellement d'air par heure

La première recommandation émise par le groupe d'experts est la suivante :

- *Soit, respecter les exigences de renouvellement d'air par heure spécifiées dans la LSST pour tous les milieux de travail.*

Nous sommes d'avis que cette recommandation est très générale et ne donne aucune information en lien avec le renouvellement de l'air dans les établissements scolaires.

La « Loi sur la santé et sécurité du travail » (LSST) ne spécifie pas d'exigences techniques, mais des obligations générales, notamment à l'article 51, *Obligations générales de l'Employeur*, dont certaines sont les suivantes :

*51. L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment :*

- 1° s'assurer que les établissements sur lesquels il a autorité sont équipés et aménagés de façon à assurer la protection du travailleur;*
- 4° contrôler la tenue des lieux de travail, fournir des installations sanitaires, l'eau potable, un éclairage, une aération et un chauffage convenable, et faire en sorte que les repas pris sur les lieux de travail soient consommés dans des conditions hygiéniques;*
- 5° utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur;*
- 11° fournir gratuitement au travailleur tous les moyens et équipements de protection individuelle choisis par le comité de santé et de sécurité, conformément au paragraphe 4° de l'article 78 ou, le cas échéant, les moyens et les équipements de protection individuelle ou collective déterminés par le règlement et s'assurer que le travailleur, à l'occasion de son travail, utilise ces moyens et équipements.*

Il faut donc se référer minimalement aux trois (3) documents suivants qui, selon le type de ventilation mécanique ou naturelle et du type d'établissement, donnent les spécifications du renouvellement de l'air par heure.

- *À l'Annexe III du « Règlement sur la santé et la sécurité du travail » (RSST), en ce qui a trait au taux minimum de changement d'air frais à l'heure.*
- *Au Code national du bâtiment – Canada 2015 (CNB).*
- *La norme ANSI/ASHRAE 62.1-2019 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.*

#### 3.2 Inventaire des systèmes de ventilation

Les deuxième et troisième recommandations émises par le groupe d'experts sont les suivantes :

- *Tous les établissements publics et privés (écoles et institutions scolaires) ainsi que tous les établissements et installations du réseau de la santé et des services sociaux procèdent à un inventaire exhaustif des systèmes de ventilation dont ils disposent.*
- *Des inspections des systèmes de ventilation, de même que des prises de mesures de CO<sub>2</sub> et autres paramètres dans les locaux, soient faites annuellement, idéalement avant la saison froide dans tous les bâtiments (à l'instar des inspections pour les systèmes de chauffage).*

Rappelons que l'inspection annuelle des systèmes de ventilation est déjà inscrite au « *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* » (RSST) du Québec à l'article 104.

**104. Inspection :** Tout système de ventilation mécanique doit être inspecté et réglé au moins une (1) fois par année, et les filtres entretenus ou remplacés au besoin.  
D. 885-2001, a. 104.

Nous sommes d'avis que tous les établissements concernés devront à l'aide de l'inventaire des systèmes de ventilation :

- Planifier une (1) inspection des éléments mécaniques et des niveaux de salubrité des systèmes par des personnes compétentes, selon le « *Guide sur les critères de déclenchement du nettoyage des systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air d'édifices non industriels* » de l'« *Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail* » (IRSST).
- Définir un (1) calendrier de priorisation de nettoyage et de réhabilitation des systèmes de ventilation.
- Faire effectuer les travaux par des personnes compétentes, selon un protocole établi par des *professionnels*.
- S'assurer de la qualité des travaux, soit à l'aide d'une surveillance soit à l'aide d'une inspection pour valider la qualité.

### **3.3 Prises de mesures de CO<sub>2</sub> et autres paramètres**

La troisième recommandation émise par le groupe d'experts est la suivante :

- *Des inspections des systèmes de ventilation, de même que des prises de mesures de CO<sub>2</sub> et autres paramètres dans les locaux, soient faites annuellement, idéalement avant la saison froide dans tous les bâtiments (à l'instar des inspections pour les systèmes de chauffage).*

Nous sommes d'avis que tous les établissements concernés devront :

- Mettre en place un Programme de qualité de l'air intérieur qui comprendra, notamment, une campagne d'échantillonnage des paramètres de la qualité de l'air, à une fréquence suffisante pour obtenir un portrait représentatif.

### **3.4 Concentrations de CO<sub>2</sub> élevées**

La quatrième recommandation émise par le groupe d'experts est la suivante :

- *Dans les locaux pour lesquels les concentrations de CO<sub>2</sub> sont élevées, que la situation soit rapidement corrigée et qu'un monitoring systématique soit effectué.*

Nous sommes d'avis qu'il serait pertinent de mentionner qu'une concentration de CO<sub>2</sub> élevée est une concentration qui dépasse les 2 000 ppm.

De plus, le suivi des concentrations de CO<sub>2</sub> devra être effectué jusqu'à ce que l'efficacité des mesures correctrices mises en place soit appréciée.

### 3.5 Registre provincial

La sixième recommandation émise par le groupe d'experts est la suivante :

- *Soit créé un (1) registre provincial des équipements en place dans les divers types d'établissements, notamment sur la base des informations disponibles dans les inventaires locaux, et que ce registre soit rendu accessible pour des fins de recherche et d'évaluation.*

Nous sommes d'avis que les propriétaires des équipements puissent transmettre, sur demande, à un organisme gouvernemental les informations demandées relatives à leur inspection et leur maintenance.

Nous sommes d'avis qu'il sera difficile d'instaurer un registre provincial des équipements et maintenir sa mise à jour tout en garantissant le bénéfice escompté.

### 3.6 Ventilation naturelle

Le groupe d'experts recommande ces actions concernant la ventilation naturelle :

- *D'ouvrir, si possible, les fenêtres et les portes 30 minutes avant le début des classes et 30 minutes après les classes. Mettre en place une routine pour s'assurer de la fermeture de toutes les fenêtres après l'aération quotidienne des classes.*
- *De laisser les portes des salles de classe ouvertes le plus souvent possibles.*
- *De profiter des périodes entre les cours pour ouvrir les fenêtres au maximum et les portes pendant environ 5 minutes.*

Nous sommes d'avis que favoriser la ventilation naturelle est une mesure approuvée et efficace.

Ledit « Rapport » ne donne pas de référence ou d'explication justifiant la durée de 30 minutes pour l'ouverture des fenêtres avant le début des classes et après les classes.

Ledit « Rapport » ne donne pas de référence ou d'explication justifiant la durée de 5 minutes pour l'ouverture des fenêtres au maximum et les portes pendant 5 minutes.

Cependant à l'annexe 5 dudit « Rapport », le groupe d'experts mentionne ce point :

*« Cependant, pour être efficace, cette pratique est dépendante de facteurs externes (vent, température extérieure, etc.), de la collaboration des enseignants et, bien sûr, du confort des usagers. »*

Nous comprenons que la recommandation d'ouvrir les fenêtres pendant 30 minutes est difficilement applicable pour des raisons de confort des occupants lorsque la température extérieure est nettement au-dessous de zéro Celsius.

Nous sommes d'avis que la durée d'ouverture des fenêtres devrait varier selon la température extérieure et selon les vents pour une ventilation naturelle efficace, selon les lois de la physique.

Nous sommes d'avis que des *professionnels en Génie du bâtiment et des systèmes de ventilation*, familiers avec le guide « *ASHRAE Handbook Fundamentals* », soient consultés pour offrir des pistes de solutions.

### 3.7 Gestion et organisation

Concernant les recommandations N°11 à N°19, nous partageons l'opinion du groupe d'experts sans commentaire additionnel, selon nos connaissances actuelles.

## CONCLUSION

L'objectif de ce rapport d'expertise était de discuter de la méthodologie, des conclusions et des recommandations présentées dans le document « *Ventilation et transmission de la COVID-19 en milieu scolaire et en milieu de soins* » (dit le « Rapport »).

Ainsi, à titre de *professionnels*, nos conclusions sont les suivantes :

- La stratégie pour mesurer la concentration de CO<sub>2</sub>, pour évaluer si l'apport d'air frais est suffisant ou non, afin de rencontrer les prescriptions minimales pour le bien-être des occupants, nous apparaît comme une stratégie adaptée et s'inscrit pleinement dans la poursuite de l'objectif de réduction de la transmission de la COVID-19 par des aérosols.
- La méthodologie de mesurage du CO<sub>2</sub> utilisée permet d'apprécier l'efficacité de la ventilation naturelle lorsque les fenêtres des classes sont ouvertes.
- La méthodologie de mesurage du CO<sub>2</sub> utilisée n'est pas adaptée pour établir un portrait de la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) réelle auquel sont exposés les usagers lors d'une (1) journée normale d'occupation des locaux.
- La méthodologie de mesure du CO<sub>2</sub> utilisée présente certaines faiblesses concernant les points de mesures, la durée des mesures, le nombre et le type de mesure.
- Les valeurs obtenues à la première mesure ainsi qu'à la troisième mesure ne sont pas représentatives des concentrations de CO<sub>2</sub> réelles auxquelles sont exposés les usagers lors d'une (1) journée normale d'occupation des locaux
- Les objectifs définis par la directive ministérielle étaient difficilement atteignables pour garantir la qualité de l'exécution dans l'échéancier imposé.

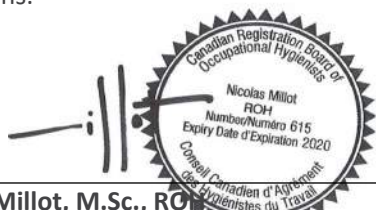
## RECOMMANDATIONS

À titre de *professionnels*, nos recommandations sont les suivantes :

- Mettre en place une stratégie pour suivre les concentrations de CO<sub>2</sub> ainsi que les autres paramètres de la qualité de l'air intérieur dans les classes occupées dans les conditions réelles d'utilisation en contexte de pandémie.
- Lorsque des correctifs sont requis pour améliorer la qualité de l'air dans une (1) classe, mettre en place une stratégie pour suivre les concentrations de CO<sub>2</sub> ainsi que les autres paramètres de la qualité de l'air intérieur afin de valider le bénéfice des correctifs apportés.

- Évaluer, pour chaque bâtiment scolaire, les conditions pour une ventilation naturelle optimale tout en garantissant le confort des usagers.
- Impliquer des hygiénistes du travail reconnus dans leur pratique professionnelle en qualité de l'air intérieur pour la lutte contre la transmission de la COVID-19 en milieu scolaire.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et vous prions d'agréer, Maître Bourget, nos plus cordiales salutations.



---

**Nicolas Millot, M.Sc., RCH**  
**Coordonnateur, Qualité de l'air/Hygiène industrielle et SST**  
Département Qualité de l'air/Hygiène industrielle  
No CRBOH : 615

---

**Marie Julie Garneau M.Sc.**  
**Directrice**  
Département Qualité de l'air/Hygiène industrielle

NM/MJG/bl

- p. j. Annexe A – Note technique – *Mesure du dioxyde de carbone*  
Annexe B – Fichier Excel – *Suivi des résultats*  
Annexe C – Rapport du groupe d'experts scientifiques et techniques (Janvier 2021) – *Ventilation et transmission de la COVID-19 en milieu scolaire et en milieu de soins*

Les Services EXP inc.

*Gattuso Bourget Mazzone S.E.N.C.R.L.*

*Maître Rémi Bourget*

*GOAS-0021001989*

*26 février 2021*

Annexe A –  
Note technique – *Mesure du dioxyde de carbone*



# Note technique pour la mesure du dioxyde de carbone dans les bâtiments du réseau de l'éducation

## BUT

---

Établir un portrait de la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans les salles de classe du Québec et mettre en œuvre des actions correctives permettant de respecter une concentration maximale de 1 000 ppm.

## PORTÉE

---

Tous les centres de services scolaires (CSS) et toutes les commissions scolaires (CS) sont concernés par la présente directive. Il s'agit pour chacun et chacune de réaliser un échantillonnage représentatif de ses bâtiments et de mesurer les concentrations de CO<sub>2</sub> dans les bâtiments sélectionnés. Les résultats obtenus seront extrapolés à l'ensemble du parc immobilier selon la caractérisation qui aura été faite et les mesures correctives seront appliquées aux bâtiments de même nature sans qu'il soit nécessaire de reprendre les mesures de concentration de CO<sub>2</sub>.

## ÉCHÉANCIER

---

Pour l'ensemble des CSS et des CS, les travaux de mesures devront débuter dès le 1<sup>er</sup> décembre 2020.

Les CSS et CS sont invités à fournir à la Direction générale des infrastructures (DGI), au plus tard le 16 décembre 2020, les résultats des mesures qui auront été réalisées en remplissant le formulaire Excel ci-joint.

## ACTIONS À COURT TERME

---

### **Communication et sensibilisation**

Les directions générales des CSS et des CS doivent informer l'ensemble des directions d'établissement de l'importance de respecter les directives contenues dans le *Document de référence sur la qualité de l'air dans les établissements scolaires*, publié par le ministère de l'Éducation (MEQ) et dont quelques-unes figurent dans le présent document.

Les directions d'établissement doivent ensuite communiquer à l'ensemble du personnel (et aux parents des élèves) de leur établissement les mesures de base qui sont applicables à leur milieu et solliciter leur collaboration pour assurer le respect de ces mesures.

## **Actions préventives de base**

Tout d'abord, notons qu'une ventilation adéquate des milieux intérieurs constitue une mesure de gestion efficace des contaminants de l'air intérieur, incluant les aérosols, qui peuvent contenir des virus. La ventilation consiste à extraire l'air intérieur vicié d'un milieu donné et à diluer les contaminants s'y trouvant en introduisant de l'air en provenance de l'extérieur vers les aires occupées. La ventilation des milieux intérieurs peut être effectuée à l'aide de systèmes mécaniques centralisés, de fenêtres ou de tout autre type d'ouverture permettant une aération naturelle.

### *Bâtiments ventilés naturellement*

En ce qui concerne les bâtiments qui ne sont pas munis d'un système de ventilation mécanique, la ventilation naturelle est requise. À cet effet, l'ouverture périodique des fenêtres au moins trois fois par jour pour une période de 15 à 20 minutes est suggérée, le tout compte tenu des conditions météorologiques.

Par ailleurs, comme cela est précisé dans le *Document de référence sur la qualité de l'air dans les établissements scolaires*, publié par le Ministère, on doit :

1. Se rappeler qu'une bonne aération des locaux d'une école nécessite la collaboration de tous, car les déplacements d'air de part et d'autre de l'édifice doivent être favorisés;
2. Profiter des moments entre les périodes d'enseignement pour ouvrir les fenêtres et les portes, ce qui favorise les courants d'air et améliore la qualité de l'air ambiant;
3. S'assurer de maintenir, dans le local, la température minimale prévue au *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, au cours de la saison froide;
4. Laisser la porte de la classe ouverte le plus souvent possible;
5. Laisser au moins une fenêtre ouverte pendant les périodes d'enseignement, si possible;
6. Laisser les vasistas (petites fenêtres situées au-dessus des portes de classe) ouverts au maximum si le local en est muni.

Au cours de la saison froide, il est opportun d'utiliser les périodes entre les plages d'enseignement ainsi que celle précédant l'arrivée des élèves le matin pour ventiler le plus possible les salles de classe, tout en maintenant une température minimale de 20 degrés Celsius.

### *Bâtiments ventilés mécaniquement*

Quant aux systèmes de ventilation mécanique installés dans les écoles, les recommandations énoncées dans le guide *Entretien de systèmes de ventilation en milieu scolaire, Responsabilités et bonnes pratiques* consistent essentiellement à :

1. S'assurer que les systèmes de ventilation sont propres, fonctionnels et en bon état;
2. Maximiser l'apport d'air total et l'apport d'air frais, considérant les contraintes pratiques qui sont imposées par le climat;

3. Optimiser la filtration de l'air, idéalement en utilisant des filtres MERV 13 ou mieux. Dans le cas de systèmes existants, les filtres les plus efficaces (valeur de MERV la plus élevée) qui peuvent être acceptés par le système, et ce, considérant ses composantes, ses caractéristiques, son âge et sa condition, doivent être utilisés.
4. Démarrer la ventilation au moins deux heures avant l'ouverture de l'école et l'arrêter deux heures après la fermeture de celle-ci. Durant les heures d'occupation, favoriser l'opération en continu des systèmes de ventilation, tout en évitant les mesures d'économie d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre, dont la ventilation sur demande, qui permettent d'arrêter et de redémarrer le système de ventilation selon le besoin immédiat en air frais.
5. S'assurer du bon fonctionnement des évacuateurs d'air, notamment ceux des salles de bain et des cuisines.
6. Éviter que les flux d'air générés par les différents dispositifs soient dirigés d'une personne à l'autre.

## MODE OPÉRATOIRE GÉNÉRAL POUR LES TESTS

---

Les mesures de dioxyde de carbone peuvent être effectuées à l'aide d'un appareil portatif de mesure certifié par un organisme de régulation (CSA, CE, etc.) et calibré par une tierce partie certifiée ou par un expert en échantillonnage de gaz.

Les responsables des établissements scolaires peuvent faire mesurer les concentrations de dioxyde de carbone dans l'air par des membres de leur personnel, à la condition que ceux-ci aient été formés pour le faire, ou ils peuvent confier ces analyses en sous-traitance à un laboratoire accrédité.

Dans le cas où l'établissement opte pour la sous-traitance, il est recommandé de faire accompagner le sous-traitant par un membre du personnel de l'école qui connaît bien les lieux.

## SÉLECTION DES ÉTABLISSEMENTS

---

Les CSS/CS doivent procéder par échantillonnage en ciblant les bâtiments représentatifs de leur parc immobilier.

Pour établir les échantillons, les critères suivants sont à considérer : type de ventilation (mécanique ou naturel), localisation (urbaine ou rurale), année de construction (avant ou après 1984), niveau d'enseignement (préscolaire/primaire, secondaire, centre de formation professionnelle, formation des adultes), salle de classe non ventilée mécaniquement et sans fenêtre ouvrante ou construction récente (moins de cinq ans), etc.

Pour vous guider dans l'élaboration de votre échantillonnage, huit groupes basés sur les critères précédents et comprenant chacun des quatre sous-groupes ont été définis (voir l'onglet « Critères\_Groupes » du fichier Excel ci-joint). En indiquant le nombre de bâtiments de votre parc dans la section en jaune, vous pourrez identifier le nombre de bâtiments de chaque catégorie à échantillonner.

## INSTRUCTIONS D'ÉCHANTILLONNAGE

---

Pour chaque bâtiment identifié, vous devez prendre des mesures dans au moins quatre classes.

Les mesures de taux de CO<sub>2</sub>, d'humidité relative ou de température peuvent être prises en continu ou instantanément.

Les mesures doivent être prises à l'aide de l'appareil de mesure que vous aurez acquis ou loué et le mode d'emploi du fabricant doit être suivi. Si vous avez embauché un sous-traitant, vous devez vous assurer qu'il utilise son équipement adéquatement.

Si vous optez pour des mesures instantanées, vous devrez prendre trois mesures pour chaque classe :

- 1<sup>re</sup> mesure : avant le début des cours;
- 2<sup>e</sup> mesure : pendant le cours (au plus tôt 20 minutes après le début). Il n'est pas nécessaire de fermer ou d'ouvrir les fenêtres. La classe doit rester comme elle est lors de son utilisation habituelle. Toutefois, si les fenêtres étaient fermées au moment de la 2<sup>e</sup> lecture, il faut les ouvrir (si les conditions extérieures le permettent) et attendre 20 minutes avant de faire la 3<sup>e</sup> lecture;
- 3<sup>e</sup> lecture : 20 minutes après l'ouverture des fenêtres (avant la fin du cours). Si les conditions extérieures ne permettent pas l'ouverture des fenêtres ou s'il est impossible d'ouvrir les fenêtres, faire quand même une lecture du taux de CO<sub>2</sub>, de l'humidité relative et de la température, et noter dans la colonne « Commentaires » du fichier Excel de reddition de compte : « Il n'a pas été possible d'ouvrir les fenêtres » ou « Fenêtres impossibles à ouvrir ».

Dans le fichier de reddition de compte, vous devez donner toutes les informations demandées :

- le nom de la personne responsable de la mesure, son titre et son numéro de téléphone;
- le type de système de ventilation, si celui-ci est en activité, et si oui, depuis combien de temps;
- le nombre de fenêtres, combien d'entre elles sont ouvertes et depuis combien de temps;
- la surface de la classe (en m<sup>2</sup>);
- la durée du cours;
- le niveau d'enseignement (primaire, secondaire, formation des adultes, formation professionnelle);
- le groupe de bâtiments auquel appartient le bâtiment;
- la date de la mesure;
- le niveau de CO<sub>2</sub> à l'extérieur.

Pour chaque mesure vous devez indiquer les informations suivantes :

- l'heure de la mesure;
- le nombre d'occupants dans la classe durant la prise de mesure;
- la durée de la présence des occupants dans la classe;
- la température extérieure.

Il devrait y avoir un document par école échantillonnée.

## MESURES À PRENDRE IMMÉDIATEMENT EN CAS DE DÉPASSEMENT

---

Aviser l'enseignant d'ouvrir les fenêtres plus régulièrement.

Aviser l'ensemble des enseignants de l'école et des écoles similaires de prendre ces mesures.

## REDDITION DE COMPTE

---

La reddition de compte se fait à l'aide du fichier Excel qui vous est fourni. Vous devez enregistrer le document en remplaçant les XXXXXX par le code d'identification du bâtiment.

Vous devez l'envoyer à [redditionqai@education.gouv.qc.ca](mailto:redditionqai@education.gouv.qc.ca) lorsque vous avez complété vos mesures.

Ce document doit être envoyé au plus tard le 16 décembre 2020.



Groupe 1	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine			Groupe 5	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	
Groupe 1A	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation des adultes		Groupe 5A	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation des adultes
Groupe 1B	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles préscolaires / primaires		Groupe 5B	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles préscolaires / primaires
Groupe 1C	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles secondaires		Groupe 5C	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles secondaires
Groupe 1D	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation professionnelle		Groupe 5D	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation professionnelle
Groupe 2	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale			Groupe 6	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	

Groupe 2A	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation des adultes		Groupe 6A	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation des adultes
Groupe 2B	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles préscolaires / primaires		Groupe 6B	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles préscolaires / primaires
Groupe 2C	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles secondaires		Groupe 6C	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles secondaires
Groupe 2D	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation professionnelle		Groupe 6D	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation professionnelle
				Total						Total
Groupe 3	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine			Groupe 7	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	
Groupe 3A	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation des adultes		Groupe 7A	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation des adultes

Groupe 3B	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles préscolaires / primaires		Groupe 7B	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles préscolaires / primaires
Groupe 3C	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles secondaires		Groupe 7C	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles secondaires
Groupe 3D	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation professionnelle		Groupe 7D	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation professionnelle
										Total
Groupe 4	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale			Groupe 8	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	
Groupe 4A	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation des adultes		Groupe 8A	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation des adultes
Groupe 4B	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles préscolaires / primaires		Groupe 8B	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles préscolaires / primaires

Groupe 4C	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles secondaires		Groupe 8C	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles secondaires
Groupe 4D	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation professionnelle		Groupe 8D	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation professionnelle

Les Services EXP inc.

*Gattuso Bourget Mazzone S.E.N.C.R.L.*

*Maître Rémi Bourget*

*GOAS-0021001989*

*26 février 2021*

Annexe B –  
Fichier Excel – *Suivi des résultats*

## SUIVI DES RÉSULTATS

Directive concernant la mesure des taux de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), l'humidité relative (HR) et la température (T) dans les écoles des CSS/CS

### CONSIGNES

- Remplir les champs bleus.
- Identifier les salles dans lesquelles les mesures sont effectuées

CSS/CS :	
Personne-ressource :	
Titre :	
Téléphone :	
Nom de l'école :	
Niveau d'enseignement	Préciser
Choisir le groupe	Autre
Date des mesures :	aaaa-mm-jj
Présence d'un système de ventilation (oui/non)	
Type de ventilation mécanique	
Niveau du taux de CO <sub>2</sub> à l'extérieur (ppm)	

	1 <sup>re</sup> mesure Taux de CO <sub>2</sub> avant le début des cours (ppm)	1 <sup>re</sup> mesure HR avant le début des cours (%)	1 <sup>re</sup> mesure Température avant le début des cours (oC)	2 <sup>e</sup> mesure Taux de CO <sub>2</sub> au milieu de la période de cours (ppm)	2 <sup>e</sup> mesure HR au milieu de la période de cours (%)	2 <sup>e</sup> mesure Température au milieu de la période de cours (oC)	3 <sup>e</sup> mesure Taux de CO <sub>2</sub> 20 minutes après l'ouverture des fenêtres (ppm)	3 <sup>e</sup> mesure HR 20 minutes après l'ouverture des fenêtres (%)	3 <sup>e</sup> mesure Température 20 minutes après l'ouverture des fenêtres (oC)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Commentaires ou actions correctives envisagées ou exécutées
--	--	--	--	--	--	---	--	---	---	------------------------------	--

### Identifier les salles de classe

Heure de mesure											
Nombre d'occupants											
Présence des occupants (durée en min)											
Température extérieure											
Si ventilation mécanique, est-elle active? (oui/non)											
Nombre de fenêtres (total)											
Nombre de fenêtres ouvertes											
Temps d'ouverture des fenêtres (durée en min)											
Heure de mesure											
Nombre d'occupants											
Présence des occupants (durée en min)											
Température extérieure											
Si ventilation mécanique, est-elle active (oui/non)											
Nombre de fenêtres (total)											
Nombre de fenêtres ouvertes											



## SUIVI DES RÉSULTATS

Directive concernant la mesure des taux de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), l'humidité relative (HR) et la température (T) dans les écoles des CSS/CS

### CONSIGNES

- Remplir les champs bleus.
- Identifier les salles dans lesquelles les mesures sont effectuées

Heure de mesure												
Nombre d'occupants												
Présence des occupants (durée en min)												
Température extérieure												
Si ventilation mécanique, est-elle active? (oui/non)												
Nombre de fenêtres (total)												
Nombre de fenêtres ouvertes												
Temps d'ouverture des fenêtres (durée en min)												



Critère de caractérisation	Ventilées mécaniquement	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Situées en zone rurale	Écoles secondaires	Écoles préscolaires / primaires	Formation des adultes	Formation professionnelle	Écoles construites après 1984	Écoles construites avant 1984	Autres critères				
					Nombre dans votre parc immobilier	Nombre d'écoles à échantillonner								Nombre dans votre parc immobilier	Nombre à échantillonner
<b>Groupe 1</b>	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine					<b>Groupe 5</b>	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine				
Groupe 1A	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation des adultes		0		Groupe 5A	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation des adultes			0
Groupe 1B	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles préscolaires / primaires		0		Groupe 5B	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles préscolaires / primaires			0
Groupe 1C	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles secondaires		0		Groupe 5C	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles secondaires			0
Groupe 1D	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation professionnelle		0		Groupe 5D	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation professionnelle			0
				<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>						<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>Groupe 2</b>	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale					<b>Groupe 6</b>	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale				
Groupe 2A	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation des adultes		0		Groupe 6A	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation des adultes			0
Groupe 2B	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles préscolaires / primaires		0		Groupe 6B	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles préscolaires / primaires			0
Groupe 2C	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles secondaires		0		Groupe 6C	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles secondaires			0
Groupe 2D	Écoles construites avant 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation professionnelle		0		Groupe 6D	Écoles construites avant 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation professionnelle			0
				<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>						<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>Groupe 3</b>	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine					<b>Groupe 7</b>	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine				
Groupe 3A	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation des adultes		0		Groupe 7A	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation des adultes			0
Groupe 3B	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles préscolaires / primaires		0		Groupe 7B	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles préscolaires / primaires			0
Groupe 3C	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles secondaires		0		Groupe 7C	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Écoles secondaires			0
Groupe 3D	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation professionnelle		0		Groupe 7D	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Formation professionnelle			0
				<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>						<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

Critère de caractérisation	Ventilées mécaniquement	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone urbaine	Situées en zone rurale	Écoles secondaires	Écoles préscolaires / primaires	Formation des adultes	Formation professionnelle	Écoles construites après 1984	Écoles construites avant 1984	Autres critères				
					Nombre dans votre parc immobilier	Nombre d'écoles à échantillonner								Nombre dans votre parc immobilier	Nombre à échantillonner
<b>Groupe 4</b>	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale					<b>Groupe 8</b>	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale				
Groupe 4A	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation des adultes		0		Groupe 8A	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation des adultes			0
Groupe 4B	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles préscolaires / primaires		0		Groupe 8B	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles préscolaires / primaires			0
Groupe 4C	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles secondaires		0		Groupe 8C	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Écoles secondaires			0
Groupe 4D	Écoles construites après 1984	Ventilées naturellement ou partiellement ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation professionnelle		0		Groupe 8D	Écoles construites après 1984	Ventilées mécaniquement	Situées en zone rurale	Formation professionnelle			0
				<b>Total</b>		<b>0</b>						<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

Commission scolaire du Littoral  
Commission scolaire des Monts-et-Marées  
Commission scolaire des Phares  
Commission scolaire du Fleuve-et-des-Lacs  
Commission scolaire de Kamouraska–Rivière-du-Loup  
Commission scolaire du Pays-des-Bleuets  
Commission scolaire du Lac-Saint-Jean  
Commission scolaire des Rives-du-Saguenay  
Commission scolaire De La Jonquière  
Commission scolaire de Charlevoix  
Commission scolaire de la Capitale  
Commission scolaire des Découvreurs  
Commission scolaire des Premières-Seigneuries  
Commission scolaire de Portneuf  
Commission scolaire du Chemin-du-Roy  
Commission scolaire de l'Énergie  
Commission scolaire des Hauts-Cantons  
Commission scolaire de la Région-de-Sherbrooke  
Commission scolaire des Sommets  
Commission scolaire crie  
Commission scolaire de la Pointe-de-l'Île  
Commission scolaire de Montréal  
Commission scolaire Marguerite-Bourgeoys  
Commission scolaire Kativik  
Commission scolaire des Draveurs  
Commission scolaire des Portages-de-l'Outaouais  
Commission scolaire au Coeur-des-Vallées  
Commission scolaire des Hauts-Bois-de-l'Outaouais  
Commission scolaire du Lac-Témiscamingue  
Commission scolaire de Rouyn-Noranda  
Commission scolaire Harricana  
Commission scolaire de l'Or-et-des-Bois  
Commission scolaire du Lac-Abitibi  
Commission scolaire de l'Estuaire  
Commission scolaire du Fer  
Commission scolaire de la Moyenne-Côte-Nord  
Commission scolaire de la Baie-James  
Commission scolaire des Îles  
Commission scolaire des Chic-Chocs  
Commission scolaire René-Lévesque  
Commission scolaire de la Côte-du-Sud  
Commission scolaire des Appalaches  
Commission scolaire de la Beauce-Etchemin  
Commission scolaire des Navigateurs  
Commission scolaire de Laval  
Commission scolaire des Affluents

Commission scolaire des Samares  
Commission scolaire de la Seigneurie-des-Mille-Îles  
Commission scolaire de la Rivière-du-Nord  
Commission scolaire des Laurentides  
Commission scolaire Pierre-Neveu  
Commission scolaire de Sorel-Tracy  
Commission scolaire de Saint-Hyacinthe  
Commission scolaire des Hautes-Rivières  
Commission scolaire Marie-Victorin  
Commission scolaire des Patriotes  
Commission scolaire du Val-des-Cerfs  
Commission scolaire des Grandes-Seigneuries  
Commission scolaire de la Vallée-des-Tisserands  
Commission scolaire des Trois-Lacs  
Commission scolaire de la Riveraine  
Commission scolaire des Bois-Francs  
Commission scolaire des Chênes  
Commission scolaire Central Québec  
Commission scolaire Eastern Shores  
Commission scolaire Eastern Townships  
Commission scolaire Riverside  
Commission scolaire Sir-Wilfrid-Laurier  
Commission scolaire Western Québec  
Commission scolaire English-Montréal  
Commission scolaire Lester-B.-Pearson  
Commission scolaire New Frontiers

Groupe 1A  
Groupe 1B  
Groupe 1C  
Groupe 1D  
Groupe 2A  
Groupe 2B  
Groupe 2C  
Groupe 3A  
Groupe 3B  
Groupe 3C  
Groupe 3D  
Groupe 4A  
Groupe 4B  
Groupe 4C  
Groupe 4D  
Groupe 5A  
Groupe 5B  
Groupe 5C  
Groupe 5D  
Groupe 6A  
Groupe 6B  
Groupe 6C  
Groupe 6D  
Groupe 7A  
Groupe 7B  
Groupe 7C  
Groupe 7D  
Groupe 8A  
Groupe 8B  
Groupe 8C  
Groupe 8D

Les Services EXP inc.

*Gattuso Bourget Mazzone S.E.N.C.R.L.  
Maître Rémi Bourget  
GOAS-0021001989  
26 février 2021*

Annexe C –  
Rapport du groupe d’experts scientifiques et techniques (Janvier 2021) –  
*Ventilation et transmission de la COVID-19 en milieu scolaire et en milieu  
de soins*

# VENTILATION ET TRANSMISSION DE LA COVID-19 EN MILIEU SCOLAIRE ET EN MILIEU DE SOINS

RAPPORT DU GROUPE D'EXPERTS

SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES (JANVIER 2021)

## **ÉQUIPE DE RÉDACTION DU MSSS**

### **COORDINATION**

M. Richard Massé, Conseiller médical stratégique

### **RÉDACTION**

M. Richard Massé  
M. Marc-André Maranda  
Mme Marie Pinard

### **MISE EN PAGE ET RÉVISION**

Mme Renée Levaque

### **ÉDITION**

**La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux**

Le présent document n'est accessible qu'en version électronique à l'adresse :  
**[www.msss.gouv.qc.ca](http://www.msss.gouv.qc.ca)**, section **Publications**

Le genre masculin utilisé dans ce document désigne aussi bien les femmes que les hommes.

Dépôt légal  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2021  
Bibliothèque et Archives Canada, 2021

ISBN : 978-2-550-88344-9 (PDF)

Tous droits réservés pour tous pays. La reproduction, par quelque procédé que ce soit, la traduction ou la diffusion de ce document, même partielles, sont interdites sans l'autorisation préalable des Publications du Québec. Cependant, la reproduction de ce document ou son utilisation à des fins personnelles, d'étude privée ou de recherche scientifique, mais non commerciales, sont permises à condition d'en mentionner la source.



## TABLE DES MATIÈRES

<b>Avant-propos</b>	<b>1</b>
<b>Avertissement</b>	<b>2</b>
<b>1. Généralités entourant la transmission du virus</b>	<b>3</b>
1.1 Transmission du SRAS-CoV-2	3
1.2 Aérosols et SRAS-CoV-2	3
1.3 Hiérarchisation des mesures de prévention	5
<b>2. La ventilation et ses enjeux</b>	<b>8</b>
2.1 Considérations générales	8
2.2 Bâtiments/locaux avec CVCA, avec ou sans fenêtres ouvrantes	9
2.3 Bâtiments/locaux sans CVCA, avec ou sans fenêtres ouvrantes	11
2.4 Mesure de la concentration de dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	11
2.5 Dispositifs de filtration mobiles (ou purificateur d'air, sans sortie extérieure ou en recirculation)	12
<b>3. Les recommandations</b>	<b>14</b>
3.1 Les responsabilités relevant du réseau de la santé et des services sociaux et des réseaux scolaires	14
3.2 Les recommandations spécifiques à chaque réseau	16
3.2.1 Les réseaux de l'éducation	17
3.2.2 Le réseau de la santé et des services sociaux	19
3.3 Organisation – Recherche et suivi	20
<b>4. Conclusion</b>	<b>22</b>
<b>Annexe 1. Mandat et composition du groupe d'experts</b>	<b>23</b>
<b>Annexe 2. Transmission par aérosols</b>	<b>27</b>
<b>Annexe 3. Mesure de la concentration de CO<sub>2</sub></b>	<b>29</b>
<b>Annexe 4. Propositions d'indicateurs de qualité de l'air intérieur à mesurer</b>	<b>31</b>
<b>Annexe 4.1 Paramètres de confort retenus par le ministère de l'Éducation</b>	<b>32</b>
<b>Annexe 5. Mesures du dioxyde de carbone dans les écoles du Québec – Résultats préliminaires - 23 décembre 2020</b>	<b>33</b>

## Avant-propos

La réalisation de ce rapport a été rendue possible grâce à la collaboration d'un groupe multidisciplinaire d'experts scientifiques et techniques réunis pour formuler des recommandations sur la ventilation et la transmission de la COVID-19 à la demande du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). Le mandat et la composition du groupe d'experts sont précisés à l'annexe 1 du rapport.

D'entrée de jeu, il est essentiel de souligner l'importante contribution de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) à l'origine de deux publications intitulées respectivement « *Document d'appui au Comité consultatif sur la transmission de la COVID-19 en milieux scolaires et en milieux de soins et sur le rôle de la ventilation* » ainsi que « *Transmission du SRAS-CoV-2 : constats et proposition de terminologie* ». Ces documents présentent une revue de littérature récente sur les connaissances actuellement disponibles concernant la transmission du virus, les conditions environnementales favorables à son maintien, de même que certaines mesures de contrôle environnemental applicables aux milieux intérieurs.

Il faut aussi préciser que les travaux du groupe d'experts du MSSS sont basés sur la terminologie proposée par l'INSPQ (à l'instar de celle de plusieurs autres organisations internationales), et présentée dans les documents cités antérieurement.

Ce rapport comprend trois parties : une première section qui traite des généralités entourant la transmission du virus; une seconde qui fait état des principaux paramètres relatifs à la ventilation et aux enjeux spécifiques posés en contexte de la pandémie actuelle; et enfin une troisième partie qui expose les recommandations retenues par le groupe d'experts pour les réseaux de l'éducation ainsi que pour celui de la santé et des services sociaux.

## Avertissement

Dans les deux premières parties de ce rapport, les passages en *italique* sont tirés intégralement des documents suivants :

1. *Document d'appui au Comité consultatif sur la transmission de la COVID-19, en milieux scolaires et en milieux de soins et sur le rôle de la ventilation ;*
2. *Transmission du SRAS-CoV-2 : constats et proposition de terminologie ;*
3. *Hiérarchie des mesures de contrôle en milieu de travail.*

Ces trois documents sont disponibles sur le site Internet de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) : <https://www.inspq.qc.ca/publications>.

## 1. Généralités entourant la transmission du virus

### 1.1 Transmission du SRAS-CoV-2

D'emblée, il convient de mentionner certaines généralités relatives à la transmission du SRAS-CoV-2, le virus à l'origine de l'actuelle pandémie de COVID-19.

Les connaissances actuelles permettent de dégager les éléments suivants :

- *Le SRAS-CoV-2 est transmis principalement lors de contacts rapprochés entre les personnes et prolongés durant plus de 15 minutes.*
- *Les données expérimentales et épidémiologiques disponibles soutiennent une transmission par aérosols à proximité, c'est-à-dire à moins de 2 m. Toutefois, elles suggèrent aussi qu'une transmission par aérosols à distance pourrait survenir. La distance maximale demeure imprécise mais il est peu probable que ce soit au-delà de quelques mètres.*
- *Le risque de transmission du SRAS-CoV-2 est augmenté dans des espaces restreints, ventilés de façon inadéquate, à forte densité d'occupants, et lorsque la durée d'exposition est prolongée.*
- *La présence d'ARN du SRAS-CoV-2 dans l'air et de virus infectieux n'implique pas systématiquement qu'il y ait transmission par voie aérienne, tel que décrit pour la tuberculose, qui elle peut être transmise à plus grande distance en suspension dans l'air. [...] [En fait], à l'heure actuelle, aucune preuve directe ne démontre clairement le mode de transmission par voie aérienne [à grande distance] avec le SRAS-CoV-2<sup>1</sup>.*

### 1.2 Aérosols et SRAS-CoV-2

Les aérosols sont définis comme des particules (de différentes dimensions généralement inférieures à 100 µm) en suspension dans l'air, potentiellement inhalables et dont le mouvement est gouverné principalement par leur taille. Ces particules peuvent être classées selon le site anatomique où elles se déposent dans les voies respiratoires, à savoir :

- Les particules nasopharyngées, qui se déposent dans le nez ou la gorge, dont la taille est égale ou inférieure à 100 µm ;
- Les particules trachéobronchiques, qui se déposent dans les bronches, de taille égale ou inférieure à 15 µm ;
- Les particules alvéolaires, qui se rendent jusqu'aux alvéoles pulmonaires, de taille inférieure à 5 µm appelées aussi microgouttelettes ou noyaux de gouttelettes ou "droplet nuclei").

---

<sup>1</sup> Anctil G, Huot C, Leclerc J.-M, Perron S, Poulin P, Document d'appui au Comité consultatif sur la transmission de la COVID-19, en milieux scolaires et en milieux de soins et sur le rôle de la ventilation, INSPQ. (à paraître)

L'INSPQ propose que le terme « aérosols » ne réfère plus à la définition – antérieurement utilisée en santé publique – de particules dont le diamètre est inférieur à 5 µm, mais plutôt à un continuum de particules (< 100 µm) pouvant se transmettre à courte ou moyenne distance. Plus encore, le terme « gouttelettes », anciennement défini comme des particules de plus de 5 µm, est dorénavant inclus dans le concept d'aérosols. Cette précision est essentielle pour comprendre les fondements sur lesquels s'appuient les mesures recommandées pour prévenir la transmission du SRAS-CoV-2. L'annexe 2 présente un texte plus explicite sur ces distinctions.

Le processus de transmission implique un émetteur de l'agent infectieux (la personne contaminée), un transmetteur/transporteur (les aérosols produits par l'émetteur) et un individu récepteur.

*Le SRAS-CoV-2 associé à des aérosols de toute taille peut résister un certain temps à l'extérieur des cellules infectées, et notamment, dans les milieux intérieurs.* Outre le facteur temps, certaines **conditions environnementales** du milieu intérieur peuvent favoriser le fait que le SRAS-CoV-2 soit plus ou moins transmissible, notamment : la température ambiante, l'humidité relative, les rayonnements UV, ainsi que le type de surface sur lesquelles il se dépose. De façon plus spécifique, on mentionne que :

- *Les personnes asymptomatiques et pré-symptomatiques sont contagieuses ;*
- *Le nombre de virus excrétés varie selon la phase de la maladie. Pour le SRAS-CoV-2, une méta-analyse suggère que les charges virales dans les voies respiratoires supérieures sont les plus élevées au moment de l'apparition des symptômes et pour environ une semaine après le début de ceux-ci [...]. Ainsi, le nombre de virus excrétés par les voies respiratoires semble associé aux moments où la maladie est la plus contagieuse, soit à proximité du moment de l'apparition des symptômes et deux jours avant le début de ceux-ci ;*
- *Le rôle exact de la taille des particules sur l'infectiosité n'est pas bien déterminé pour le SRAS-CoV-2. Bien que les plus petites particules aient un pouvoir de pénétration plus grand dans les alvéoles, les données actuelles ne permettent pas d'associer ceci à une plus grande infectiosité ;*
- *Selon les données expérimentales disponibles, la température contribuant à la présence de coronavirus dans l'air et sur différentes surfaces à l'abri de la lumière solaire se situerait autour de 4°C ;*
- *Les résultats de certaines études expérimentales ont montré que la sensibilité à la dégradation du SRAS-CoV-2 augmente avec la température et l'intensité de certains types de rayonnement (ex. : UVC) alors que la relation entre l'inactivation du virus et l'humidité relative de l'air ambiant ne semble pas linéaire (ou proportionnelle) ;*
- *Dans certaines conditions contrôlées, le SRAS-CoV-2 s'avère stable dans l'air, aux températures et taux d'humidité étant généralement maintenus, pendant plusieurs dizaines de minutes tout en demeurant cultivable ;*

- [Par ailleurs,] *les résultats de certaines expériences menées en milieu contrôlés laissent croire que le SRAS-CoV-2 pourrait conserver son caractère cultivable quelques jours sur certaines surfaces en milieu intérieur ;*

### 1.3 Hiérarchisation des mesures de prévention

Les considérations précédentes s'inscrivent dans une série de mesures de prévention (nommées mesures de contrôle ici-bas) qui font l'objet d'une hiérarchisation pouvant être utilisée à titre de cadre de référence pour la gestion des milieux intérieurs.<sup>2</sup>

*Il est recommandé d'appliquer en tout temps et de manière préventive une série de mesures de contrôle de la transmission du SRAS-CoV-2 dans les milieux intérieurs. Ces mesures de contrôle présentées de façon hiérarchisée sont enchâssées dans des cadres de référence utilisés par les professionnels de la prévention des infections, de la santé publique et de la santé et de la sécurité au travail pour élaborer des mesures de lutte contre les infections. Cette hiérarchie vise à réduire les risques de transmission en organisant les méthodes de contrôle [...] en fonction de leur applicabilité en milieu populationnel et de l'efficacité potentielle de leur mise en œuvre dans différentes catégories.*

*Ce cadre de référence comprend respectivement quatre grandes catégories de mesures :*

1. [Mesures de] *Minimisation des contacts et de leur durée ainsi que de distanciation physique*
  - *La minimisation des contacts et de leur durée, ainsi que les mesures de distanciation physique figurent au premier rang de la hiérarchie des mesures de contrôle de la transmission du virus de la COVID-19. En effet, les contacts rapprochés sont actuellement considérés davantage responsables de la transmission de la COVID-19 (c'est-à-dire les contacts physiques de personne à personne et avec les particules infectieuses expulsées par la personne contagieuse). Pour cette raison, la durée et la fréquence des contacts de même que les mesures de distanciation physique (réduction de la proximité des contacts) s'avèrent particulièrement efficaces.*
  - *Évidemment, éviter d'être en contact avec des personnes qui pourraient être infectées demeure la mesure la plus efficace (ex. : rester à la maison sans recevoir de visiteurs, faire du télétravail [ou du télé-enseignement]). Lorsqu'éviter les contacts ne s'avère pas possible, il est recommandé de réduire la densité d'occupation des lieux de manière à respecter une distance [minimale] de 2 m entre les usagers.*
  - *Toutefois, les particularités propres à chaque milieu intérieur, notamment la superficie, la configuration des lieux intérieurs ou encore les activités qui y sont pratiquées, rendent parfois la mise en place ou le maintien des mesures de distanciation difficile. [Dans de telles situations, le port du masque de procédure ou du couvre-visage est vivement recommandé.]*

---

<sup>2</sup> Voir : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3022-hierarchie-mesures-contrôle-milieux-travail-covid19>

2. [Mesures] *Techniques et d'ingénierie*

- *Les mesures techniques et d'ingénierie comprennent des mesures qui, en théorie, peuvent aussi être efficaces. Parmi les mesures techniques suggérées, se trouve, entre autres, l'installation de barrières physiques (ex. : cloisons de plexiglas ou autres) permettant de séparer les travailleurs les uns des autres ainsi que de la clientèle en vue de réduire le risque de transmission liée à l'expectoration de particules infectieuses malgré la proximité. Celles-ci ne doivent cependant pas nuire à l'écoulement de l'air soutenu par le système de ventilation.*
- *En outre, l'augmentation de l'échange d'air par ventilation naturelle ou mécanique compte parmi les mesures d'ingénierie recommandées. Ainsi, une bonne ventilation des lieux (ex. : par une bonne ventilation de l'extérieur) permet d'éviter l'accumulation de particules potentiellement infectieuses dans les espaces intérieurs. Cette mesure d'ingénierie devrait toutefois être appliquée en complémentarité aux (autres) mesures.*
- *L'augmentation du changement d'air ne passe pas nécessairement par l'installation de systèmes centraux de ventilation, mais peut être atteinte par l'utilisation de ventilation d'appoint vers l'extérieur, tel qu'utilisé en zone chaude en milieu hospitalier.*
- *Dans certaines situations (ex. : débit d'air insuffisant, recirculation d'une fraction importante de l'air intérieur), les dispositifs d'épuration de l'air (ex. : filtration avec filtre HEPA ou « high-efficiency particulate air filter ») [...] pourraient offrir des moyens alternatifs ou complémentaires pour réduire la charge infectieuse présente dans l'air intérieur. Malgré leur relative efficacité théorique, les contraintes d'implantation, d'utilisation et d'entretien de telles mesures doivent toutefois être considérées.*
- *[Cependant,] il n'est pas recommandé d'apporter des modifications aux températures et aux taux d'humidité relative généralement maintenus en milieu intérieur selon l'état actuel des connaissances. Il est encore recommandé de maintenir ces paramètres à l'intérieur des plages jugées acceptables par les organismes reconnus<sup>3</sup>.*

3. [Mesures] *Administratives*

- *Les mesures administratives regroupent essentiellement les mesures mises en place par les gestionnaires de bâtiments, par exemple, la sensibilisation des occupants à propos de certains comportements à risque (ex. : contacts rapprochés de longue durée, partage d'objets et d'espaces communs); la promotion du télétravail [ou du télé-enseignement] et des communications numériques, lorsque cela est possible; l'application des mesures de gestion et de compensation (politique) afin de s'assurer de l'exclusion du milieu de travail des personnes symptomatiques, des cas et des contacts; le marquage au sol; la disposition des espaces communs, etc.*
- *Par ailleurs, le lavage des mains à l'entrée des lieux de même que le nettoyage et la désinfection réguliers des objets et des surfaces fréquemment touchés permettraient de réduire la transmission potentielle par contact avec des surfaces contaminées (ex. :*

---

<sup>3</sup> *Op.cit.*

*poignées de porte, interrupteurs, comptoirs, rampes d'escalier, boutons d'ascenseurs, téléphones cellulaires, etc.).*

4. [Mesures] *De protection individuelle*<sup>4</sup>

- *Enfin, l'adoption d'une méthode de protection individuelle tel que le port du masque médical et de la protection oculaire constitue une mesure supplémentaire qui pourrait contribuer à réduire davantage le risque de transmission en plus des mesures déjà mises en place. Les mesures de protection individuelle ne doivent toutefois pas se substituer aux autres mesures de prévention.*

*Aucune de ces catégories ne devrait être mise en œuvre de façon isolée, mais plutôt de façon combinée avec d'autres mesures, de manière à offrir une protection à paliers multiples.*

*En effet, plusieurs organismes reconnus, dont l'Agence de santé publique du Canada (ASPC), recommandent d'appliquer plusieurs mesures de contrôle de différents niveaux d'efficacité afin d'optimiser le potentiel d'atténuation des risques de transmission et de remédier à la difficulté de mettre en place ou de maintenir certaines mesures de distanciation. Par ailleurs, les mesures de contrôle ne visent pas toutes les mêmes voies de transmission.*

En somme, tel que mentionné, le risque de transmission du SRAS-CoV-2 est augmenté dans des espaces restreints, ventilés de façon inadéquate (voir annexe 3), à forte densité d'occupants et lorsque la durée d'exposition est prolongée. Les données démontrent que la transmission lors de contacts rapprochés, à moins de 2 m de distance, demeure la principale voie de transmission. Toutefois, ces dernières suggèrent aussi qu'une transmission par aérosols à plus grande distance pourrait survenir.

Bien que la transmission par aérosols à plus grande distance soit moins importante, sauf dans certaines situations où ceux-ci sont augmentés, les mesures de prévention détaillées ci-dessous prennent une importance très significative.

Ainsi, outre les mesures de base telles que le respect de l'hygiène des mains et de l'étiquette respiratoire, de même que le nettoyage et la désinfection des surfaces et des objets, il s'avère essentiel d'assurer :

- La réduction des contacts avec des personnes qui pourraient être infectées (dépistage, isolement des cas, recherche des contacts et réduction du nombre de personnes dans un même lieu fermé, classe ou chambre) ;
- La réduction du nombre de contacts et leur durée (ex. : télétravail ou télé-enseignement) ;
- La distanciation physique entre les personnes (ex. : gestion stricte des distances) ;
- L'installation de barrières physiques (ex. : cloisons de plexiglas ou autres) ;

---

<sup>4</sup> *Op. cit.*



- L'adoption de mesures de protection individuelle (pour se protéger des autres) et populationnelle (pour protéger les autres), tels que le port du masque de procédure ou du couvre-visage (de qualité) et de la protection oculaire.

De plus, une bonne ventilation des lieux et l'augmentation des apports en air frais, tant par l'entremise de la ventilation naturelle que mécanique, comptent parmi les mesures recommandées en association avec les mesures ci-haut mentionnées (voir section 1.3). Dans certains contextes en milieux de soins (ex. : en dentisterie), des dispositifs portatifs d'épuration de l'air (ex. : filtration HEPA) pourraient aussi offrir un moyen complémentaire pour réduire la charge infectieuse présente dans l'air intérieur, compte tenu de la possibilité d'identifier la source.

## 2. La ventilation et ses enjeux

### 2.1 Considérations générales

Il importe d'abord de considérer certains aspects en lien avec le rôle que peut jouer la **ventilation** dans la réduction des risques associés à la transmission de la COVID-19. Ainsi, on peut retenir les généralités suivantes :

- *La ventilation consiste à [amener de l'air neuf, préfiltrer et filtrer l'air (chauffer et humidifier l'air), diluer les contaminants] extraire l'air intérieur vicié d'un milieu donné et à diluer les contaminants s'y trouvant en introduisant de l'air en provenance de l'extérieur [...] (et/ou en filtrant l'air recirculé) ;*
- *La ventilation des milieux intérieurs peut être effectuée à l'aide de systèmes mécaniques ou encore par l'entremise de fenêtres (ou d'autres types d'ouvertures permettant l'aération naturelle [...]) ;*
- *Il est généralement admis qu'une ventilation adéquate des milieux intérieurs constitue une mesure de gestion efficace des contaminants de l'air intérieur. En effet, les systèmes de ventilation mécanique peuvent contribuer à extraire et à diluer les gaz et les particules fines ou autres contaminants en suspension dans l'air ;*
- *Les systèmes de ventilation doivent être bien conçus, bien installés, bien entretenus et bien utilisés afin d'être efficaces ;*
- *Dans la majorité des bâtiments, la capacité d'aspiration des systèmes de ventilation n'est pas suffisante pour capter les gouttes dans l'environnement intérieur, lesquelles tendent rapidement à retomber au sol ;*
- *Aucun cas de transmission du SRAS-CoV-2 par l'entremise des conduits d'un système de ventilation centralisé n'a encore été (clairement) documenté<sup>5</sup> ;*

---

<sup>5</sup> Un seul article récent qui semble cependant comporter des limites importantes, établit que la transmission s'est faite via les conduits de ventilation. Hwang SE, Chang JH, Bumjo O, Heo J. *Possible Aerosol Transmission of COVID-19*

- *Les stratégies d'atténuation du risque relevant de l'ingénierie (dont le maintien d'une ventilation efficace) devraient être mises en place en complémentarité avec les autres mesures de protection telles que les mesures de distanciation physique, de minimisation des contacts et de respect de l'étiquette respiratoire* <sup>6</sup>.

*Chaque bâtiment est unique en soi et doit faire l'objet d'une évaluation spécifique au regard des éléments en place pour optimiser une ventilation (mécanique ou naturelle, ou les deux) optimisée des lieux, par des personnes compétentes en la matière, en fonction de la vocation du bâtiment concerné et de son mode d'occupation.*

En milieu scolaire et en milieu de soins, compte tenu du caractère essentiel et particulier des activités qu'on y exerce, la question de la conception, de l'installation, de l'utilisation et de l'entretien des systèmes de ventilation en place revêt une importance particulière.

D'entrée de jeu, on distingue deux situations de base au regard de la ventilation d'un milieu intérieur donné :

- Les bâtiments avec système de chauffage, ventilation et conditionnement de l'air (CVCA) avec ou sans fenêtres ouvrantes ;
- Les bâtiments sans CVCA, avec ou sans fenêtres ouvrantes.

### 2.2 Bâtiments/locaux avec CVCA, avec ou sans fenêtres ouvrantes

En période de pandémie, l'application de certaines mesures de gestion en lien avec la ventilation prend encore plus d'importance. Ainsi, il est nécessaire de se rappeler des balises présentées par l'INSPQ :

- *Veiller à ce que toute intervention menée sur un système de ventilation mécanique soit précédée d'une évaluation de ses différentes composantes par un professionnel compétent ;*
- *Lorsqu'une proportion significative de l'air est recirculée, il est recommandé d'ajouter, si possible, au système de ventilation en place un filtre à haute efficacité, de type MERV 13\* ou plus ("Minimum efficiency reporting value filter"). Cette mesure d'atténuation demeure toutefois souvent difficile à appliquer dans les systèmes et les unités de ventilation en place en raison, notamment, de la restriction qu'elle engendre dans un dispositif*<sup>7</sup>.

De plus, le groupe d'experts souligne l'importance de :

---

*Associated with an Outbreak in an Apartment in Seoul, South Korea, 2020. Int J Infect Dis. 2020 Dec 17 : [https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712\(20\)32558-3/fulltext](https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712(20)32558-3/fulltext)*

<sup>6</sup> *Op.cit.*

<sup>7</sup> Dans les cas d'unités de soins critiques où nous retrouvons la production d'aérosol, nous recommandons même d'utiliser une filtration de type HEPA

- *Si le système de ventilation en place le permet, optimiser la ventilation des lieux en augmentant les débits d'apports d'air frais et d'extraction d'air vicié ;*
- *Éviter si possible de maintenir certaines stratégies d'économie d'énergie (ex. : ventilation sur demande contrôlée par une minuterie ou par la concentration de CO<sub>2</sub>) afin de favoriser une ventilation plus soutenue des lieux<sup>8</sup> ;*
- *Éviter d'arrêter complètement les systèmes de ventilation lorsque les occupants n'y sont pas et maintenir un niveau de ventilation minimal en continu. Cette stratégie d'arrêt des systèmes était souvent associée à des mesures typiques d'économie d'énergie, mais doit être revue en contexte de pandémie ;*
- *Ou minimalement mettre en marche les systèmes de ventilation mécaniques des écoles au moins deux heures avant l'ouverture des salles de classe et arrêter les systèmes au moins deux heures après la fermeture des écoles ;*

Les organismes compétents<sup>9</sup> en la matière recommandent également de mettre en application les éléments suivants :

- *Il faut assurer l'entretien régulier des systèmes de ventilation mécanique ;*
- *Il faut veiller à ce que les registres et les grilles de ventilation (insufflation d'air frais et de sortie d'air viciée), incluant la prise d'air extérieur, ne soient pas obstrués par des objets ou des accumulations excessives de poussières ou d'autres détritiques ;*
- *Il faut vérifier le bon fonctionnement de toutes les composantes mécaniques et électriques du système ;*
- *Il faut s'assurer de la propreté des filtres en place, ou de leur remplacement, le cas échéant (pour ne pas dépasser la capacité de rétention des filtres) ;*
- *Il faut surveiller activement, le cas échéant, le logiciel de contrôle du ou des systèmes mécaniques de ventilation ;*
- *Si possible, afin de faciliter la surveillance des CVCA, il serait souhaitable de mettre en place un système centralisé de surveillance du bâtiment (BMS : "Building Management System") pour évaluer en temps réel l'état de fonctionnement des systèmes. Bien entendu cette mesure est coûteuse et parfois complexe à mettre en œuvre et constitue ainsi une mesure souhaitable, mais pas obligatoire ;*
- *Enfin, comme les informations actuellement disponibles dans la littérature indiquent qu'il semble peu probable que le virus conserve son pouvoir infectieux à travers les systèmes de ventilation, il n'est pas considéré nécessaire d'appliquer des mesures supplémentaires de désinfection des conduits de ventilation<sup>10</sup>.*

---

<sup>8</sup> *Op. cit.*

<sup>9</sup> *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE), Haut Conseil de la santé publique (HCSP), Federation of European Heating Ventilation and Air -Conditioning Associations (REHVA) et le Centre for Disease Control and Prevention (<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/ventilation.html>)*

<sup>10</sup> *Op. cit.*

## 2.3 Bâtiments/locaux sans CVCA, avec ou sans fenêtres ouvrantes

Pour les écoles ventilées naturellement :

- Ouvrir les fenêtres au moins 30 minutes avant l'ouverture des salles de classe et les laisser ouvertes, ainsi que les portes, au moins 30 minutes après les classes.
- Mettre en place une routine pour s'assurer de fermer toutes les fenêtres après ce temps d'aération ;
- Laisser les portes des salles de classe ouvertes le plus souvent possible ;
- Profiter des périodes entre les cours pour ouvrir les fenêtres au maximum et les portes pendant environ 5 minutes et ce, même en période hivernale ;

En milieu de vie, où les occupants sont présents 24 h/24, la période et le temps d'ouverture des fenêtres dépendra du temps de présence des résidents et de leur nombre dans la pièce ou le local concerné.

Par ailleurs, si une pièce, un local ou une chambre occupée par plusieurs personnes n'est pas desservie par un système de ventilation mécanique ou ne dispose pas de moyen de ventilation naturelle (fenêtre ou porte), celle-ci ne doit pas être utilisée pour des activités continues, mais pourrait servir à d'autres fins (ex. : rangement ou autres).

Selon la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST), tous les milieux de travail incluant les milieux scolaires doivent bénéficier d'une ventilation adéquate, soit un minimum de renouvellement d'air par heure dans les locaux utilisés (RSST, article 101).<sup>11</sup> Par ailleurs, en milieu de soins, des normes minimales de ventilation sont exigées en fonction du lieu et du type d'utilisation (ex. : six changements d'air/h comme norme de base dans les chambres avec patients).<sup>12</sup> De plus, des recommandations spécifiques existent aussi pour les écoles, les classes, et les corridors.<sup>13</sup> Toutefois, ces recommandations pourraient être révisées considérant la pandémie actuelle.

## 2.4 Mesure de la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

L'observation de concentrations de CO<sub>2</sub> dans un environnement intérieur donné indiquent si la ventilation est suffisante ou non pour rencontrer les prescriptions de ventilation minimales pour le bien-être des occupants (voir annexe 3).

---

<sup>11</sup> <http://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cr/S-2.1,%20R.%2013.pdf>

<sup>12</sup> <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2011/11-610-05W.pdf>

<sup>13</sup> Ministère de l'Éducation, Document de référence sur la qualité de l'air dans les établissements scolaires, Octobre 2020 (mise à jour).

[http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site\\_web/documents/education/reseau/qualite\\_air\\_reference\\_s.pdf](http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/reseau/qualite_air_reference_s.pdf)

Les concentrations de CO<sub>2</sub> généralement rencontrées dans des locaux, tels que des classes d'écoles, ne présentent pas de risques directs sur la santé des occupants, mais peuvent suggérer la nécessité d'améliorer la ventilation dans les locaux concernés. En effet, une ventilation inadéquate de ces milieux peut rendre les salles de classes inconfortables et avoir un impact sur la productivité des élèves. Un tel déficit de ventilation, c'est-à-dire à des taux en deçà des prescriptions minimales édictées par règlement ou standard, peut également se traduire en une accumulation concomitante de certains contaminants de l'air intérieur.

Bien qu'il existe des valeurs seuil pouvant guider une prise de décision à l'égard du besoin d'augmenter (ou non) l'aération ou le taux de ventilation des lieux, l'évaluation de l'efficacité et du nombre de changement d'air à l'heure dans un espace donné requiert davantage d'information qu'une simple mesure ponctuelle de CO<sub>2</sub>.

L'appareil servant à évaluer les concentrations de CO<sub>2</sub> peut indiquer, selon le type de dispositif utilisé, des mesures en parties par million (ppm) ou en pourcentage de volume. Le bon calibrage de l'appareil est très important pour effectuer des mesures justes et valides ; il est donc primordial de le faire calibrer par une compagnie spécialisée selon la fréquence recommandée par le fabricant. Il faudra ajouter cette fréquence dans le calendrier d'entretien préventif.

Ce type d'évaluation technique nécessite non seulement la saisie de mesures complémentaires (ex. : volume de la pièce, nombre d'occupants par pièce, durée d'occupation, niveau d'activité des occupants, concentrations de CO<sub>2</sub> à l'extérieur), mais peut également nécessiter la prise d'une série de mesures dans le temps selon le protocole appliqué (annexe 4).

Il est particulièrement important de planifier soigneusement la stratégie d'échantillonnage puisqu'une interprétation inadéquate des mesures obtenues peut entraîner des conséquences, notamment sur l'évaluation de la situation et sur les mesures correctives à déployer. Il existe déjà des guides à cet effet, tant dans le réseau de la santé que dans ceux de l'éducation. Il est essentiel qu'ils soient connus, mis à jour et mis en application rigoureusement. Citons à titre d'exemple le *Guide de qualité de l'air intérieur dans les établissements du réseau de la Santé et des Services sociaux* (MSSS, 2011)<sup>14</sup>

### 2.5 Dispositifs de filtration mobiles (ou purificateur d'air, sans sortie extérieure ou en recirculation)

Dans certains contextes, on pourrait parfois considérer l'ajout de dispositifs de filtration mobiles avec filtre HEPA (également nommés purificateurs d'air), à titre de mesure de protection

---

<sup>14</sup> <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2011/11-610-05W.pdf>

complémentaire à la ventilation lorsque celle-ci n'est pas suffisante et qu'il ne s'avère pas possible de l'optimiser.

*Ces dispositifs ne sont (cependant) pas en mesure de contrer la transmission du SRAS-CoV-2 par le biais de contacts rapprochés avec une personne infectée, soit le principal mode de transmission reconnu.* De plus, lorsque la ventilation est adéquate, ces dispositifs sont inutiles et même potentiellement risqués, pouvant nuire au bon fonctionnement des systèmes de ventilation en place. Enfin, ils peuvent générer des courants d'air importants qui peuvent être problématiques, notamment en favorisant la dispersion d'aérosols de plus grande taille à distance et l'altération des flux d'air si un système de ventilation mécanique est déjà en place.

Ceci dit, dans des circonstances où la ventilation est inadéquate (voir annexe 4.1), l'utilisation de dispositifs de filtration mobiles peut être envisagée, tout en considérant que :

- *L'efficacité des dispositifs de filtration d'air mobiles ou portables dépend de nombreux facteurs, lesquels peuvent s'avérer être autant de contraintes à prendre en compte.* L'efficacité des dispositifs de filtration n'a pas été démontrée au regard de la transmission de maladies infectieuses en milieux résidentiels ou institutionnels. Ainsi il n'est pas possible de savoir si l'utilisation de tels dispositifs permet une diminution de la transmission d'agents pathogènes qui pourraient se transmettre par aérosols.
- *La capacité du dispositif d'épuration à réduire les concentrations de particules virales de l'air intérieur d'un volume donné doit être prise en compte.* Ces dispositifs peuvent aussi créer des flux d'air directionnels qui sont à risque pour les personnes exposées. Par ailleurs, ces dispositifs sont moins efficaces lorsqu'installés dans une grande pièce où les sources de particules potentiellement infectieuses sont diffuses ou éloignées.
- *L'emplacement des dispositifs d'épuration et de leurs composantes doit être déterminé avec circonspection par un professionnel compétent (pour générer un patron d'écoulement de l'air au périmètre de la pièce).*
- *L'entretien des dispositifs de filtration (mobiles) et de leurs composantes, et plus particulièrement des filtres, est un déterminant de premier plan à considérer pour assurer le maintien de leurs performances optimales à plus long terme.*
- *Il demeure important de gérer convenablement le flux d'air sortant de ces appareils en s'assurant notamment que celui-ci ne soit pas dirigé vers le visage des occupants.*
- *Dans certains contextes, tel que celui associé à l'enseignement scolaire, le bruit généré par les appareils de filtration peut représenter une contrainte qui doit être prise en considération<sup>15</sup>.*

Finalement, certaines technologies potentiellement utilisées pour épurer l'air pourraient elles-mêmes générer des particules fines, de l'ozone ou d'autres substances chimiques indésirables et ainsi affecter la qualité de l'air intérieur.

---

<sup>15</sup> Op. cit.

En somme, si la ventilation est inadéquate, l'utilisation de dispositifs de filtration mobiles pourrait être potentiellement considérée comme une mesure *ad hoc* de protection complémentaire à la ventilation, entre autres, pour réduire la charge virale dans l'air à proximité du lit d'une personne infectée ou dans certaines situations de soins lorsqu'il n'est pas possible d'atteindre le nombre d'échange d'air requis.

### 3. Les recommandations

Le groupe d'experts établit, comme prémisses, que la question de la ventilation, considérée particulièrement en situation de pandémie et plus précisément dans les réseaux de l'éducation et dans celui de la santé et des services sociaux, est une responsabilité partagée entre différents acteurs. Le propriétaire ou le gestionnaire d'un immeuble est responsable de l'entretien des lieux, incluant l'entretien des systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement de l'air (CVCA). Il lui appartient d'assurer un milieu de vie sain et sécuritaire à ceux et celles qui y séjournent, qui l'occupent ou qui y travaillent. Par ailleurs, il faut considérer l'application d'une ventilation adéquate (mécanique ou naturelle) comme un complément aux mesures de santé publique de base, celles dont les autorités sanitaires font la promotion depuis le début de cette pandémie : la réduction du nombre de contacts, la distanciation physique, le port du masque, le lavage des mains, etc. Enfin, les systèmes de ventilation, leur installation, leur fonctionnement autant que leur entretien commandent une expertise technique et un encadrement normatif doivent être considérés.

Les recommandations sont présentées en trois sections : 1) les responsabilités relevant du réseau de la santé et des services sociaux et des réseaux scolaires ; 2) les recommandations spécifiques à chacun des réseaux ; et enfin, 3) les propositions de suivi des recommandations de ce rapport.

#### 3.1 Les responsabilités relevant du réseau de la santé et des services sociaux et des réseaux scolaires

La toute première recommandation de ce rapport repose sur le constat que les connaissances relatives à la situation de la ventilation des bâtiments des différents réseaux pourraient être améliorées, notamment pour les personnes qui doivent y séjourner, que ce soit de façon temporaire ou permanente, pour y recevoir des services ou des soins, ou pour y travailler. Particulièrement en période de pandémie, cette situation s'avère difficilement acceptable, alors qu'il est essentiel d'obtenir des informations rapidement pour corriger adéquatement des situations potentiellement néfastes pour des personnes.

En conséquence, le groupe d'experts recommande que :

1. Soit respectées les exigences de renouvellement d'air par heure spécifiées dans la LSST pour tous les milieux de travail.
2. Tous les établissements publics et privés (écoles et institutions scolaires) ainsi que tous les établissements et installations du réseau de la santé et des services sociaux procèdent à un inventaire exhaustif des systèmes de ventilation dont ils disposent.
3. Des inspections des systèmes de ventilation, de même que des prises de mesures de CO<sub>2</sub> et autres paramètres dans les locaux, soient faites annuellement, idéalement avant la saison froide dans tous les bâtiments, (à l'instar des inspections pour les systèmes de chauffage).
4. Dans les locaux pour lesquels les concentrations de CO<sub>2</sub> sont élevées, soit corrigée rapidement la situation et qu'un monitoring systématique soit effectué.
5. L'information ainsi colligée, mise à jour et validée puisse être rendue accessible dans la perspective de réalisation de bilans et d'information à la population.
6. Soit créé un registre provincial des équipements en place dans les divers types d'établissements, notamment sur la base des informations disponibles dans les inventaires locaux et que ce registre soit rendu accessible pour des fins de recherche et d'évaluation.

Des situations relativement préoccupantes ont été portées à l'attention du groupe d'experts et soulèvent plusieurs questions relatives à la conception, à l'installation, au fonctionnement ainsi qu'à l'entretien des systèmes de ventilation. De plus, le peu d'information accessible aux personnes responsables des CVCA des différentes installations quant à l'impact de la ventilation sur la transmission de différents virus par voie aérienne a été signalé. Enfin, la pandémie a révélé que la population est préoccupée par la qualité de l'air des édifices publics notamment dans le réseau de la santé et ceux de l'éducation et qu'une information juste et accessible constitue un besoin de plus en plus affirmé.

Pour ces milieux, le groupe d'experts recommande par conséquent que :

7. Soient rapidement développés ou mis à jour, et rendus disponibles aux responsables des services techniques des installations, des guides de bonnes pratiques en matière de ventilation (mécanique et naturelle) et des principales règles à suivre en contexte d'éclosion dans les différents milieux.



Des guides existent et sont en usage à l'intérieur des réseaux publics<sup>16,17</sup>. Ils font état de recommandations que les responsables des bâtiments doivent connaître pour s'acquitter de leur tâche. À la lumière de l'actuelle pandémie et compte tenu de l'évolution des connaissances en matière de transmission des virus, une mise à jour de ces guides est recommandée, en y consacrant une attention particulière à la prévention et au contrôle des risques infectieux.

### 3.2 Les recommandations spécifiques à chaque réseau

Le mandat conféré au groupe d'experts concerne précisément les *besoins et enjeux reliés à la ventilation et à la qualité de l'air intérieur dans les différents bâtiments du réseau de la santé et des réseaux scolaires publics*<sup>18</sup>. Bien que le mandat fasse référence aux deux secteurs, chacun possède des caractéristiques qui lui sont propres et qui le distinguent. Le terme même de réseau prend un sens différent. Ainsi on parle du réseau de la santé et des services sociaux pour désigner l'ensemble des **organisations** qui offrent, de façon intégrée, des soins et des services à la population. On parle des réseaux scolaires en faisant la distinction entre les différents **niveaux** : primaire, secondaire, collégial, universitaire. Le système de gouverne de chacun est structuré en fonction de ces différentes caractéristiques. Plus importantes encore sont les distinctions existantes entre les missions. Alors que les **écoles** sont des milieux d'acquisition de connaissances et d'apprentissage, les **établissements** du réseau de la santé et des services sociaux sont majoritairement concentrés sur les soins et services aux personnes vulnérables.

Les établissements, les infrastructures, les technologies et les bâtiments diffèrent d'un secteur à l'autre. On distingue aisément la spécificité d'une salle de classe et celle de la chambre qu'occupe une personne dans un CHSLD ou la chambre d'une personne qui séjourne momentanément dans un Centre hospitalier. L'espace n'est pas le même, non plus que le nombre de personnes qui y circulent, la proximité qu'on y retrouve ou les ressources humaines qui y sont affectées. Il en va de même de la qualité de l'air et des conditions de ventilation qu'on doit y maintenir ainsi que de l'encadrement normatif qui sert de référence. Toutes ces raisons conduisent le groupe d'experts à considérer de façon distincte les recommandations à l'intention des deux secteurs. Toutefois, il est évident que ce qui est recommandé pour les réseaux publics devrait également être retenu comme balises pour tous les établissements privés à clientèles comparables. On doit par ailleurs réitérer que, peu importe le secteur et tout particulièrement en période de pandémie ou lors d'une éclosion, les mesures de ventilation doivent être considérées comme des compléments et ne peuvent se substituer aux mesures préventives individuelles de base (réduction des contacts, distanciation, port du masque, lavage des mains).

---

<sup>16</sup> Voir note 16

<sup>17</sup> [http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site\\_web/documents/reseau/rapport-qualite-air.pdf](http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/reseau/rapport-qualite-air.pdf)

<sup>18</sup> Voir annexe 1 : Mandat et composition du groupe d'experts

### 3.2.1 Les réseaux de l'éducation

Une analyse très récente du ministère de l'Éducation<sup>19</sup> qui fait état des données pour 330 bâtiments et 1 369 classes (44 % ventilées naturellement et 56 % mécaniquement), conclut « que les niveaux de CO<sub>2</sub> dans les échantillons obtenus s'avèrent en général satisfaisants, selon les normes en vigueur. [...] [En effet,] 93,6 % des taux de CO<sub>2</sub> mesurés dans les classes analysées sont acceptables, c'est-à-dire qu'un taux de CO<sub>2</sub> inférieur à 1500 ppm a été mesuré. »

« On a cependant observé des valeurs supérieures à 2 000 ppm dans 42 classes (3 % du total), sur une ou plusieurs des mesures de CO<sub>2</sub>. Parmi celles-ci, il y a 8 écoles ventilées mécaniquement et 34 écoles ventilées naturellement. »

Le ministère de l'Éducation utilise un certain nombre de paramètres qui fixent les limites à respecter pour statuer sur la qualité de l'air dans les salles de classe, identifier les problèmes et mettre en place des actions correctives, le cas échéant. L'annexe 4.1 présente le tableau de ces paramètres et les limites à respecter en fonction du type de ventilation. On peut les rappeler pour convenir de l'importance de les considérer : la température (°C), l'humidité relative (%), le taux de CO<sub>2</sub> (en ppm) à divers moments de la journée, et le nombre de changements d'air par heure.

En milieu scolaire, on peut d'abord estimer qu'un système de ventilation mécanique, bien entretenu et fonctionnant selon les normes en vigueur<sup>20</sup> n'a pas besoin d'ajout d'équipements supplémentaires. On peut donc y mener des activités normales d'enseignement tout en respectant les consignes de base de santé publique.

---

<sup>19</sup> Voir annexe 5 : Mesure du dioxyde de carbone dans les écoles du Québec – Résultats préliminaires en date du 23 décembre 2020, MÉQ.

<sup>20</sup> Voir note 15

Le groupe d'experts recommande :

8. D'ouvrir, si possible, les fenêtres et les portes 30 minutes avant le début des classes et 30 minutes après les classes. Mettre en place une routine pour s'assurer de la fermeture de toutes les fenêtres après l'aération quotidien des classes.
9. De laisser les portes des salles de classe ouvertes le plus souvent possible.
10. De profiter des périodes entre les cours pour ouvrir les fenêtres au maximum et les portes pendant environ 5 minutes.

Dans les salles de classes qui ne peuvent être ventilées mécaniquement ou naturellement, ou encore lorsqu'il y a une carence de ventilation, la question est plus complexe et exige qu'on prenne en considération une série de facteurs externes dont les conditions climatiques, la collaboration du personnel et le confort des usagers.

Considérant l'examen des différentes technologies disponibles et les informations les plus récentes quant à la transmission du SRAS-CoV-2, dans les situations où la ventilation est absente ou déficiente dans un local (voir annexe 4.1) :

Dans les salles de classes sans ventilation mécanique ou naturelle, ou encore lorsqu'il y a un manque de ventilation, le groupe d'experts recommande :

11. D'éviter d'utiliser, si possible, ces locaux, où il n'existe pas de possibilités d'apport d'air frais extérieur, comme salles de classe et de changer l'usage de ces locaux, afin de ne pas y permettre une occupation par un groupe d'élèves.
12. Toutefois, si pour une raison de force majeure, un tel local devait être occupé par des personnes, un tel usage devra être temporaire et les mesures ci-dessous devront être mises en œuvre :
  - Respecter toutes les consignes sanitaires de base comme le port du masque ou du couvre-visage et la distanciation physique ;
  - Diminuer significativement le nombre de personnes dans le local ;
  - Garder la porte du local ouverte en tout temps ;
  - Enfin, évaluer la possibilité d'installer un appareil mobile d'extraction d'air ou un échangeur d'air pour augmenter l'apport d'air.

Par ailleurs, le groupe d'experts ne recommande pas l'utilisation de dispositifs de filtration mobiles (ou purificateurs d'air) en milieu scolaire, en raison : 1) de leur efficacité non démontrée à ce jour pour contrer la transmission de maladies par aérosols (tuberculose ou autre) ; 2) de leur efficacité réduite dans une grande pièce (comme une classe où les sources de particules

potentiellement infectieuses sont diffuses ou éloignées ; 3) du risque d'une utilisation inappropriée (génération possible de flux d'air porteur d'aérosols) ; et 4) du bruit qu'ils produisent qui pourraient nuire à la concentration.

Si, exceptionnellement, une école souhaitait installer de tels dispositifs, elle devrait obligatoirement avoir l'autorisation d'experts qualifiés en la matière. Ceux-ci devront également s'assurer de leur installation adéquate et de leur bon fonctionnement.

Enfin, le groupe d'experts tient à souligner que l'amélioration des systèmes de ventilation dans les infrastructures à développer et à améliorer doit être partie intégrante des plans d'action qui sont à être élaborés à partir de maintenant.

### 3.2.2 Le réseau de la santé et des services sociaux

La question de la ventilation se pose quelque peu différemment dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux. Si les mêmes règles de base (réduction du nombre de contacts, distanciation physique, port du masque, lavage des mains) s'appliquent, il existe en plus des pratiques de prévention des infections et des normes de qualité de l'air qui sont de nature à atténuer certaines situations.

De nouveau à ce chapitre, la documentation et l'inventaire des systèmes de ventilation en place ainsi que celui des lieux ventilés naturellement s'avère hautement pertinent. L'efficacité de la ventilation se mesure selon plusieurs paramètres, notamment des lectures de CO<sub>2</sub>, de température et d'humidité ambiante, ainsi que par le calcul du nombre de changements d'air par heure.

Cette évaluation, faite en fonction des règles de l'art (selon les guides en usage) doit s'effectuer en donnant la priorité aux zones en éclosion et aux unités où sont hébergés les usagers 24 h/24. Les guides contiennent en général un calendrier d'entretien préventif utile pour s'assurer d'une bonne qualité de l'air et d'une ventilation adéquate, qu'elle soit mécanique ou naturelle. Par ailleurs, les projets annuels de maintien des actifs doivent être planifiés de façon à prioriser ceux qui offrent un potentiel d'amélioration ou même l'installation de système de ventilation mécanique dans les milieux de soins et de vie tout comme dans les réseaux de l'éducation.

Si un lieu ne répond pas aux exigences de ventilation, il faut mettre en place un plan de mitigation temporaire qui soit effectif à plus long terme.

Le groupe d'experts recommande que :

13. En premier lieu, lors d'une situation critique (ex. : éclosion en milieu de soins ou en milieu de vie), pour les locaux mal ventilés mais devant être utilisés, soit installé un appareil mobile d'extraction d'air ou mis en place d'un échangeur d'air pour augmenter l'apport d'air.

En dernier recours, si la ventilation est inadéquate, l'installation de dispositifs de filtration mobiles (purificateurs d'air), sous supervision d'experts du réseau en la matière, pourrait être potentiellement considérée comme une mesure *ad hoc* de protection complémentaire à la ventilation, entre autres, pour réduire la charge virale dans l'air à proximité du lit d'une personne infectée ou dans certaines situations de soins lorsqu'il n'est pas possible d'atteindre le nombre d'échange d'air requis.

Notons que tant dans le réseau de la santé que dans les réseaux de l'éducation, la personne qui aura la responsabilité d'effectuer le changement de filtre HEPA devra revêtir des équipements de protection individuelle et l'exécuter de manière sécuritaire. Une modification à un système de ventilation ou à une installation de ventilation d'appoint doit être évaluée et effectuée par un professionnel compétent en la matière. Par ailleurs, il faut être bien conscient que tout changement dans la ventilation, même mineur en apparence, peut affecter l'ensemble et causer des effets indésirables.

### 3.3 Organisation – Recherche et suivi

Les recommandations qui précèdent font référence à des actions pouvant être entreprises à court terme dans le contexte exceptionnel de la pandémie de COVID-19. De ce rapport découlent aussi des actions à mettre en œuvre à plus long terme, actions issues de la réflexion initiée lors de la présente démarche. Un souci de suivi de l'ensemble des recommandations fait également partie des suites envisagées pour le rapport.

Pour assurer l'implantation des recommandations de ce rapport et à la coordination des actions à initier dans le domaine de la ventilation et de ses impacts potentiels :

Le groupe d'experts recommande que :

14. Soit créé un comité interministériel, réunissant les principaux partenaires et acteurs du domaine, pour examiner les enjeux induits par la propagation de contaminants dans l'air ambiant des bâtiments avec l'objectif de proposer des actions à implanter dans une perspective à plus long terme.
15. Soit ajoutée l'évaluation des dispositifs de filtration mobiles.

Ce comité multidisciplinaire devrait être constitué d'experts en santé publique (prévention et contrôle des infections), en toxicologie, en hygiène, en génie des bâtiments et des systèmes de ventilation (architectes, ingénieurs, équipementiers), de chercheurs, gestionnaires de différentes organisations notamment la Régie du bâtiment du Québec (RBQ). Le comité appuiera entre autres ses travaux et propositions sur les résultats d'analyse comparative à l'échelle internationale. Enfin, ce comité pourra aussi avoir comme mandat de revoir les principes et les normes actuelles qui permettront éventuellement d'amender le Code du bâtiment, le cas échéant.

La question de la qualité de l'air dans les bâtiments devra vraisemblablement faire l'objet d'une attention particulière au niveau des politiques publiques maintenant que nous en savons un peu plus sur les modes de transmission des virus et la capacité de différentes technologies pour en diminuer la propagation.

Cette démarche est d'ailleurs un des préalables à des modifications législatives qui pourraient être apportées. Dans cette perspective :

Le groupe d'experts recommande que :

16. Soit bonifié le volet de qualité de l'air dans la Politique gouvernementale de prévention en santé (PGPS).
17. Soit développé un plan d'actions préventives en qualité de l'air.
18. Soit mis sur pied un système de veille sur les pratiques et recherches réalisées ici et ailleurs dans le monde.

La démarche du groupe d'experts a fait ressortir de façon évidente la nécessité d'accroître les connaissances dans ce domaine et d'en assurer le partage entre divers champs d'expertise et de compétence. On ne peut que souhaiter en assurer la poursuite compte tenu des enjeux en présence pour l'avenir. C'est pourquoi :

Le groupe d'experts recommande que :

19. Soit créé un programme de recherche, soutenu par les organismes subventionnaires québécois, visant le développement des connaissances sur le chauffage, la ventilation et le conditionnement de l'air et leur incidence sur la qualité de l'air et la santé.

L'objectif d'une telle recommandation est d'appuyer la prise de décision par des études expérimentales et épidémiologiques sur l'efficacité des différentes mesures touchant tant l'entretien des bâtiments, que la conception des systèmes mécaniques, leur entretien et leur exploitation pour prévenir la transmission des agents pathogènes et sur les problèmes respiratoires en lien avec la qualité de l'air intérieur. Des simulations mathématiques en milieux

intérieurs occupés, basées sur des données actuelles selon le type d'occupation pourraient y être développées afin de dégager les mesures à mettre en place dans les différents types de bâtiments.

Dans le contexte où des dispositifs de filtration mobiles seraient déployés dans des établissements, l'efficacité de ces appareils devrait aussi faire l'objet d'une évaluation par des équipes de chercheurs expérimentés.

## 4. Conclusion

On débat de la question de la ventilation dans les bâtiments publics et de ses impacts sur la santé depuis une vingtaine d'années chez les experts de divers champs de connaissances. Il fallait bien cette pandémie pour ramener la question aux premiers rangs de l'agenda public, particulièrement dans les réseaux de la santé et de services sociaux et dans ceux de l'éducation.

Les recommandations formulées par le groupe d'experts pour guider l'action gouvernementale visent principalement à adapter la gestion de la ventilation et de la qualité de l'air à l'évolution des connaissances en matière de transmission des aérosols et, par voie de conséquences, la transmission du SRAS-CoV-2, le virus responsable de la COVID-19. Le groupe d'experts n'a pas la prétention de mettre un terme aux débats. Les connaissances vont continuer d'évoluer et l'offre de systèmes à se développer.

Cette façon de traiter de la ventilation, de ses impacts sur la qualité de l'air et sur la santé est celle recommandée actuellement par la plupart des autorités en matière de santé publique, dont l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), les *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) américains et l'Agence de santé publique du Canada (ASPC).

## Annexe 1. Mandat et composition du groupe d'experts

Il a été convenu de rapidement mettre sur pied un groupe d'experts scientifiques et techniques, afin d'actualiser à brève échéance la position sur l'incidence de la ventilation et de la qualité de l'air sur la propagation du virus. Aussi le groupe d'experts aura à se pencher sur les mesures de prévention et de mitigation additionnelles qui pourraient être mises en place en fonction de cette incidence, le cas échéant. Ce groupe d'experts devra tenir compte de l'état d'avancement des connaissances actuelles.

### Mandat

L'objectif est de vérifier l'état des connaissances scientifiques ainsi que les enjeux techniques et opérationnels reliés à la qualité de l'air intérieur en lien avec la transmission de COVID-19 à l'approche de la saison froide, particulièrement en ce qui concerne les établissements des réseaux de la santé et de l'éducation.

Le mandat du groupe d'experts est de :

- 1) Faire le point sur l'état des connaissances scientifiques les plus récentes ;
- 2) Évaluer les besoins et les enjeux reliés à la ventilation et à la qualité de l'air intérieur dans les différents bâtiments du réseau de la santé et des réseaux scolaires publics ;
- 3) Formuler des recommandations et suivis jugés nécessaires, à l'intention du gouvernement.

Le groupe d'experts aura donc à se pencher notamment sur les mesures de prévention et, au besoin, de mitigation additionnelles qui pourraient être mises en place, le cas échéant.



## Composition du groupe d'experts scientifiques et techniques

Sous la coordination du Dr Richard Massé, conseiller médical stratégique à la Direction générale de la santé publique, le groupe est composé des membres suivants :

- Membres INSPQ
  - Dr Stéphane Perron**, médecin conseil  
Institut national de santé publique du Québec  
Direction de la santé environnementale et de la Toxicologie
  
  - Dre Caroline Huot**, médecin conseil  
Institut national de santé publique du Québec  
Direction de la santé environnementale et de la Toxicologie
- Membre MSSS Infrastructures
  - M. André Matte**, ingénieur  
Ministère de la Santé et des Services sociaux  
Direction des projets immobiliers  
Direction générale des infrastructures, de la logistique, des équipements et de l'approvisionnement
- Membre MSSS
  - M. Julien Rajotte Udvarhelyi**, conseiller en hygiène et salubrité  
Ministère de la Santé et des Services sociaux  
Direction générale de la coordination réseau et ministérielle et des affaires institutionnelles  
Direction de la prévention et du contrôle des infections dans les milieux de vie, d'hébergement et de réadaptation en santé et services sociaux
- Membre RSSS Infrastructures
  - M. Georges Bendavid**  
Directeur des services techniques  
CIUSSS du Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal
- Membre Éducation
  - M. Darius Tsé**, ingénieur  
Chargé de projets  
Ministère de l'Éducation  
Direction générale des infrastructures  
Direction de l'expertise et du développement des infrastructures scolaires

- Membre RBQ  
**M<sup>me</sup> Rym Raoui**, architecte  
Régie du bâtiment du Québec  
Direction du bâtiment et des installations techniques
- Membre CNESST  
**M<sup>me</sup> Caroline Monette**, inspectrice-experte  
Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail
- Membre IRSST  
**M. Ali Bahloul**, professionnel chercheur, classe 2  
Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail
- Membre SHQ  
**M. Jean-François Gravel**, ingénieur  
Société d'habitation du Québec  
Direction de l'expertise conseil et du soutien à l'industrie

### Collaborateurs INSPQ

**Mme Geneviève Anctil**

Conseillère en soins infirmiers

**M. Stéphane Caron**

Médecin-conseil

**M. Jean-Marc Leclerc**

Conseiller scientifique sur la santé et la qualité de l'air intérieur

**M. Patrick Poulin**

Conseiller scientifique

**M. Jasmin Villeneuve**

Médecin-conseil

## Réviseurs externes du rapport

**Mme Caroline Duchaine**, Ph.D

Professeure titulaire

Chaire de recherche du Canada sur les bioaérosols

Département de biochimie, de microbiologie et de bio-informatique - Université Laval

Centre de recherche de l'institut Universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec

- Université Laval

**M. Yves Longtin**, médecin conseil

CIUSSS Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal

**Mme Caroline Lapointe**, ingénieur

Coordonnateur des conseillers stratégiques en planification de projet

Société québécoise des infrastructures (SQI)

**M. Michel Legris**, hygiéniste industriel

**Jean Bundock**, ingénieur

**M. Patrick Ouellet**, ingénieur, MBA

Directeur des services techniques

CIUSSS de la Capitale-Nationale

## Annexe 2. Transmission par aérosols

Traditionnellement, une distinction dichotomique était établie entre aérosols et gouttelettes afin de soutenir des stratégies de protection propres à ces voies de transmission spécifiques.

En milieux de soins, les stratégies de contrôle des particules de faible diamètre aérodynamique (répondant à l'ancienne définition d'aérosols), c'est-à-dire de la taille de celles qui se déposent et infectent les alvéoles pulmonaires, impliquent l'utilisation d'une protection des voies respiratoires (appareil de protection respiratoire de type N95), une ventilation adaptée (pression négative), car l'agent pathogène peut rester en suspension dans les airs. Ce type de transmission est désigné comme transmission aérienne, car le virus peut rester en suspension au sein de particules aéroportées et demeurer infectieux pour une longue période de temps dans un contexte de vie réelle. L'un des agents pathogènes typiquement transmis par voie aérienne est le bacille de la tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*). En effet, ce bacille peut rester infectieux dans des aérosols pour un certain temps, être transporté à distance par les mouvements d'air et pénétrer profondément dans les poumons en quantité suffisante pour provoquer une infection. Pour la tuberculose, les moyens de prévention de la transmission comprennent des chambres à pression négative pour les patients et des équipements de protection respiratoire pour le personnel.

Bien qu'intéressant pour décrire le processus de transmission de certains types d'infections respiratoires, ce modèle dichotomique ne tient plus au regard de la transmission de la COVID-19 pour plusieurs raisons. Dans le nouveau modèle, le terme aérosols n'équivaut plus automatiquement à une transmission aérienne. Le nouveau modèle proposé prend en considération toutes les tailles de particules selon l'endroit où le virus se dépose dans l'arbre respiratoire, le tropisme tissulaire du virus et la dose virale. Ce modèle est plus complexe, mais plus complet et permet de mieux classer les agents pathogènes et mieux comprendre les stratégies de protection.

Dans le cas du SRAS-CoV-2, les virus peuvent demeurer en suspension dans l'air pour des périodes variables sur des particules de toutes tailles. Par contre, les études ont démontré que la transmission se fait surtout à proximité et que des équipements de protection individuelle tels que les masques médicaux ont démontré leur efficacité pour prévenir la transmission de ce virus. Dans ce nouveau modèle, les aérosols sont composés de toutes particules qui peuvent rester en suspension, mais divisés selon le site anatomique où ceux-ci se déposent préférentiellement. Ainsi, les particules d'environ 5 microns ou moins sont les seules qui peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires ; les particules de 15 microns ou moins vont davantage se déposer dans l'arbre trachéobronchique alors que les particules de moins de 100 microns seront généralement retenues dans la cavité nasale, la bouche et le pharynx. Il est clair que si le seul site d'infection identifié est les alvéoles pulmonaires, seuls les agents pathogènes qui se transmettent par de petits aérosols pourront infecter une personne, comme pour la tuberculose. Par contre, si le lieu

d'infection est préférablement les voies nasales comme cela semble être le cas pour le SRAS-CoV-2, les plus grosses particules qui étaient autrefois appelées gouttelettes seront particulièrement impliquées dans la transmission du virus.

De plus, pour chaque maladie infectieuse, un certain nombre de virus intacts doit être absorbé afin que la transmission de l'infection se fasse. Cette dose infectieuse n'est pas connue pour le SRAS-CoV-2 chez l'homme, mais est estimée inférieure à 1000 unités formatrices de colonie (virus cultivable). Le seuil minimal n'est toutefois pas connu. Ainsi, plus la distance entre deux personnes est grande, plus la probabilité d'atteindre la dose infectieuse est faible. Par ailleurs, plusieurs facteurs peuvent influencer la présence de virus sur les aérosols, dont l'émission par la personne infectée, la quantité de virus selon la taille de la particule, la viabilité des virus sur ces particules au regard des conditions environnementales, etc.

Ainsi, le SRAS-CoV-2, bien que transmis par des aérosols, ne semble pas être un agent pathogène qui soit transmis par voie aérienne traditionnelle, car la transmission à grande distance semble rare, en conditions réelles, les concentrations virales dans l'air ne semblent pas très importantes, le virus semble avoir un tropisme pour les voies nasales et ainsi, les aérosols de la taille qui se déposent dans les voies nasales et les voies trachéobronchiques pourraient être particulièrement problématiques. Ces constats expliqueraient pourquoi, pour le SRAS-CoV-2, la distanciation physique et le port des masques médicaux (portés de manière unilatérale ou bilatérale) semblent efficaces pour contrer ce type d'infection.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Zhang XS, Duchaine C. (2021) SARS-CoV-2 and Health Care Worker Protection in Low-risk Settings: a Review of Modes of Transmission and a Novel Airborne Model Involving Inhalable Particles. Clin Microbiol Rev. 34:e00184-20. <https://doi.org/10.1128/CMR.00184-20>

### Annexe 3. Mesure de la concentration de CO<sub>2</sub>

L'observation de concentrations élevées de CO<sub>2</sub> dans un environnement intérieur donné indiquent si la ventilation est insuffisante ou non pour rencontrer les prescriptions de ventilation minimales pour le bien-être des occupants.

Les concentrations de CO<sub>2</sub> généralement rencontrées dans des locaux, tels que des classes d'écoles, ne présentent cependant pas de risques directs sur la santé des occupants mais peuvent suggérer la nécessité d'améliorer la ventilation dans les locaux concernés. En effet, une ventilation inadéquate de ces milieux peut rendre les salles de classes inconfortables et avoir un impact sur la productivité des élèves. Un tel déficit de ventilation, c'est-à-dire à des taux en deçà des prescriptions minimales édictées par règlement ou standard, peut également se traduire en une accumulation concomitante de certains contaminants de l'air intérieur.

Lorsque des individus intègrent une pièce donnée sans ventilation, la concentration de CO<sub>2</sub> augmente pour atteindre un point d'équilibre où les apports de CO<sub>2</sub> (ici essentiellement par les humains) seront équivalents aux extrants que constituent l'exfiltration de CO<sub>2</sub> vers le milieu extérieur et les pièces adjacentes. Lorsque les occupants quittent la pièce, les concentrations de CO<sub>2</sub> diminuent graduellement pour atteindre un nouvel équilibre modulé par l'intensité des échanges gazeux (infiltration, exfiltration) avec les milieux adjacents et extérieurs.

La mesure du CO<sub>2</sub>, à des fins d'évaluation de l'intensité de la ventilation, exige une bonne compréhension des phénomènes physiques impliqués mais également l'application d'un protocole rigoureux. Bien qu'il existe des valeurs seuil (notamment celle de l'ASHRAE à laquelle se réfère notamment le ministère de l'éducation<sup>22</sup>) pouvant guider une prise de décision à l'égard du besoin d'augmenter (ou non) l'aération ou le taux de ventilation des lieux, l'évaluation de l'efficacité et du nombre de changement d'air à l'heure dans un espace donné requiert davantage d'information qu'une simple mesure ponctuelle de CO<sub>2</sub>.

Ce type d'évaluation technique nécessite non seulement la saisie de mesures complémentaires (ex. volume de la pièce, nombre d'occupants par pièce, durée d'occupation, niveau d'activité des occupants, concentrations de CO<sub>2</sub> à l'extérieur, etc.) mais peut également nécessiter la prise d'une série de mesures dans le temps selon le protocole appliqué. La mesure du CO<sub>2</sub> constitue l'une des approches pour approximer le taux de renouvellement de l'air d'un milieu intérieur mais comme

---

<sup>22</sup> Dans son document de référence sur la qualité de l'air dans les établissements scolaires récemment paru ([http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site\\_web/documents/education/reseau/qualite\\_air\\_reference\\_s.pdf](http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/reseau/qualite_air_reference_s.pdf)), le ministère de l'Éducation mentionne à l'Annexe 3 de son document que le taux de CO<sub>2</sub> dans les locaux ventilés mécaniquement ne devrait pas dépasser 700 ppm de plus que la concentration dans l'air extérieur, mais un maximum de 1 000 ppm pour les nouveaux bâtiments. Rappelons que la concentration moyenne de CO<sub>2</sub> dans l'air extérieur se situe autour de 400 ppm.

chacune de ces approches, les résultats obtenus doivent être interprétés dans la limite de leur précision et des incertitudes associées.

Ainsi, il existe diverses approches pour estimer le taux de ventilation (ex. gaz traceurs, CO<sub>2</sub>). Leur utilisation permet d'évaluer ou d'estimer les taux de changements d'air à l'heure (CAH) dans un milieu intérieur donné. Les méthodes faisant usage du CO<sub>2</sub> environnemental à titre de gaz traceur sont basées essentiellement sur la résolution d'équations associées à des modèles de bilan massique (méthode à l'état d'équilibre, méthode de bilan massique transitoire, etc.). Ces diverses méthodes, qui sont fondées sur certains postulats, présentent des contraintes méthodologiques et des incertitudes quant aux résultats générés. La revue de Batterman (2017) (*Review and Extension of CO<sub>2</sub>-Based Methods to Determine Ventilation Rates with Application to School Classrooms* NIH.gov) présente les diverses méthodes utilisant le CO<sub>2</sub> ainsi que leurs limites.

La norme portant sur la stratégie d'échantillonnage du dioxyde de carbone en vue notamment d'évaluer le taux de ventilation d'un milieu intérieur donné ISO - ISO 16000-26:2012 - Air intérieur — Partie 26: Stratégie d'échantillonnage du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), spécifie qu'il est particulièrement important de planifier soigneusement la stratégie d'échantillonnage puisqu'une interprétation inadéquate des mesures obtenues peut entraîner des conséquences, notamment sur l'évaluation de la situation et l'impact des mesures correctives à déployer. Elle précise même que l'application d'une stratégie de caractérisation inappropriée peut entraîner une interprétation erronée des conditions réelles qui prévalent.

Ce risque possible d'interprétation inadéquate est aussi soulevé dans le standard de l'ASTM International (<https://www.astm.org/Standards/D6245.htm>). Cependant, ce dernier précise que lorsque les hypothèses de départ sur lesquelles repose l'analyse sont valides (ex : atteinte de conditions d'équilibre), la technique utilisée peut fournir une évaluation fiable du taux de ventilation d'un milieu donné. Il ajoute que le suivi en continu des concentrations de CO<sub>2</sub> à l'intérieur et l'extérieur peut être utilisée pour étudier certains aspects de la performance du système de ventilation et les modes d'occupation des bâtiments.

## Annexe 4. Propositions d'indicateurs de qualité de l'air intérieur à mesurer

La qualité de l'air intérieur (QAI) est un phénomène complexe qui peut faire intervenir de nombreux paramètres, l'environnement extérieur, les composantes de l'édifice, son entretien, la ventilation, les occupants et, finalement, la réglementation en vigueur (QAI).

L'élaboration de paramètres ou d'indicateurs visant à caractériser la QAI est donc un exercice qui va dépendre de l'usage du local. Ainsi, les indicateurs spécifiques à une salle de classe ne seront pas les mêmes que ceux d'une salle blanche qui est une pièce ou une série de pièces où la concentration particulaire est maîtrisée afin de minimiser l'introduction, la génération, la rétention de particules à l'intérieur, généralement dans un but spécifique industriel ou de recherche scientifique. Les paramètres tels que la température, l'humidité et la pression relative sont également maintenus à des niveaux précis (définition selon la norme ISO 14644-1).

De ce fait, les mesures d'indicateurs relatifs à la QAI sont souvent dispendieuses et prennent beaucoup de temps. Et dans le cas où il y aurait des problèmes reliés à la QAI, il est important de s'assurer que les résultats des mesures effectuées pourront permettre d'identifier les problèmes et aider à mettre en place des actions correctives.

Le présent document va donc se limiter à une évaluation initiale de paramètres faciles à mesurer pour une salle de classe. Et si ces paramètres sont à l'intérieur des plages définies dans le *Document de référence sur la qualité de l'air intérieur dans les établissements scolaires* édicté par le MEQ, alors la QAI dans la salle de classe sera jugée « acceptable ». Dans le cas contraire, il peut s'avérer nécessaire de demander l'accompagnement d'un expert en qualité de l'air intérieur pour mesurer d'autres paramètres, interpréter les résultats obtenus et mettre en place un plan d'action visant à corriger les problèmes constatés.

Les paramètres retenus sont les suivants : La température (°C), l'humidité relative (%), le taux de dioxyde de carbone (ppm) à divers moments de la journée, le taux de monoxyde de carbone (si des appareils à combustibles fossiles sont utilisés dans le bâtiment, ppm), le nombre de changements d'air par heure), le suivi d'une directive d'ouverture des fenêtres (bâtiments sans ventilation mécanique) comme proposé dans le *Document de référence sur la qualité de l'air intérieur dans les établissements scolaires* édicté par le MEQ.

Des inspections de la ventilation, incluant les mesures CO<sub>2</sub> et/ou autres substances, devraient être fait annuellement, avant la saison de l'hiver (entre la mi-novembre et la mi-décembre) dans tous les bâtiments.



## Annexe 4.1 Paramètres de confort retenus par le ministère de l'Éducation

Paramètres	Locaux ventilés mécaniquement	Locaux ventilés naturellement (par l'ouverture de fenêtres)
<b>Température minimale : 20 °C</b>	En hiver : entre 20 °C et 24 °C En été : entre 23 °C et 26 °C	En hiver : entre 20 °C et 24 °C En été : se référer à la réglementation en vigueur
<b>Humidité relative minimale : 20 %</b>	En hiver : entre 30 % et 55 % En été : entre 30% et 60%	En hiver : entre 30 % et 55 % En été : entre 30 % et 80 %
<b>Apport d'air frais extérieur</b>	Minimum de 2,4 l/sec/occupant jusqu'à 7,5 l/sec/occupant	Apport naturel d'air frais extérieur
<b>Renouvellement d'air</b>	6 changements d'air/h	1 changement d'air/h
<b>Taux de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)</b>	700 ppm de plus que la concentration dans l'air extérieur. Maximum de 1 000 ppm pour les nouveaux bâtiments	Taux de dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )
<b>Qualité de la filtration de l'air</b>	Utilisation de filtres de qualité MERV 13 ou plus dont les bords sont scellés pour éviter les dérivations (pour les nouvelles constructions)	
Ces paramètres représentent des cibles et les organismes scolaires doivent tenir compte des situations exceptionnelles, par exemple lorsque la température et l'humidité extérieures rendent impossible l'atteinte de ces cibles.		
La concentration de CO <sub>2</sub> , tout comme la température ambiante et le taux d'humidité, varie au cours de la journée selon le nombre d'occupants d'un local, les activités qui s'y déroulent, l'exposition des façades au soleil et les conditions climatiques extérieures.		

Source : Ministère de l'Éducation. Document de référence sur la qualité de l'air dans les établissements scolaires, Octobre 2020, Annexe 3, p. 29.

[http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site\\_web/documents/education/reseau/qualite\\_air\\_reference\\_s.pdf](http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/reseau/qualite_air_reference_s.pdf)

## Annexe 5. Mesures du dioxyde de carbone dans les écoles du Québec – Résultats préliminaires - 23 décembre 2020

### MISE EN CONTEXTE

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est un composant naturel de l'air que nous respirons; c'est un gaz incolore, inodore et ininflammable produit par des processus métaboliques (la respiration par exemple) et la combustion de combustibles fossiles. La concentration moyenne de CO<sub>2</sub> dans l'air extérieur est de l'ordre de 300 à 400 ppm (partie par million). Il peut atteindre 500 ppm dans certaines zones urbaines (Usha Satish, Université de l'État de New York, septembre 2012).

Les humains, en raison de leurs activités, produisent du CO<sub>2</sub> en expirant. Si bien que dans des espaces intérieurs occupés, les concentrations de CO<sub>2</sub> sont plus élevées que celles mesurées à l'extérieur. Ainsi, à mesure que l'apport d'air frais extérieur diminue dans un espace intérieur, le taux de CO<sub>2</sub> dans cet espace augmente et peut dépasser les valeurs maximales fixées par des normes ou celles recommandées par des organismes comme *l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE).

En général, selon le Centre national de collaboration en santé environnementale du Canada, dans le cas d'une salle de classe occupée, le niveau de ventilation recommandé correspond à des concentrations de CO<sub>2</sub> d'environ 1 000 à 1 100 ppm. Ce niveau de CO<sub>2</sub> est considéré comme un « élément auxiliaire du confort humain (odeur) » sans « être un risque pour la santé ». Toutefois, plusieurs études montrent que des concentrations anormalement élevées de CO<sub>2</sub> affectent significativement la concentration et la performance décisionnelle et par conséquent la performance scolaire.

Dans son *Document de référence sur la qualité de l'air dans les établissements scolaires*, le ministère de l'Éducation (MEQ) fixe la valeur maximale de concentration de CO<sub>2</sub> dans les locaux ventilés mécaniquement à 700 ppm de plus que la concentration dans l'air extérieur, mais sans dépasser 1000 ppm pour les nouveaux bâtiments. De manière générale, le MEQ recommande de respecter la **valeur cible de 1000 ppm** dans les salles de classe.

Aux fins de la présente analyse, le MEQ a fixé des seuils de priorité pour le traitement des cas non conformes dépassant un taux de 1000 ppm :

- Priorité 1 : Concentration de CO<sub>2</sub> supérieure à 2000 ppm : des mesures correctives **immédiates** doivent être mises en place pour **corriger la situation**.
- Priorité 2 : Concentration de CO<sub>2</sub> entre 1500 et 2000 ppm : des mesures correctives doivent être mises en place **rapidement** pour **corriger la situation**.
- Priorité 3 : Concentration de CO<sub>2</sub> entre 1000 et 1500 ppm : des mesures doivent être mises en place, dans les **meilleurs délais**, pour **améliorer la situation**.

Rappelons par ailleurs que la limite d'exposition au CO<sub>2</sub> en milieu de travail prescrite par le Règlement sur la santé et la sécurité du Québec (Annexe 1) est de 5000 ppm pour une exposition de huit heures de travail. La même valeur a été fixée par *l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists*.

Il est important de préciser que le taux de CO<sub>2</sub> à lui tout seul n'est pas une garantie de la qualité de l'air intérieur, mais il constitue un bon indicateur de l'apport d'air extérieur.

### ÉTAT DE LA SITUATION

Pour avoir une idée de l'état de situation du taux dans les écoles, le 27 novembre 2020, une directive a été envoyée aux 72 centres de services scolaires et aux commissions scolaires pour leur demander de mesurer le taux de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans quatre bâtiments de leur parc immobilier (une école primaire, une école secondaire, un centre de formation pour adulte et un centre de formation professionnelle). Ils devaient prendre des mesures dans au moins une école ventilée naturellement et une école ventilée mécaniquement. Et dans chaque école, des mesures devaient être réalisées dans au moins quatre classes représentatives du bâtiment. Certains CSS/CS ont effectué des mesures dans plus de quatre écoles et parfois dans moins de quatre classes dans une école, selon certaines contraintes rencontrées sur place.

Le MEQ a également exigé une reddition de comptes des CSS et des CS en les invitant à remplir le formulaire joint à la directive pour chacune des écoles dans lesquelles les taux de CO<sub>2</sub> ont été mesurés.

L'exercice a été complété le 22 décembre 2020. Sur les 72 CSS et CS sollicités par le MEQ, 66 (92 %) ont fait parvenir leurs formulaires complétés. Fournissant ainsi les données pour 330 bâtiments pour un total de 1 369 classes.

### ÉLÉMENTS DE RENSEIGNEMENT

Parmi les formulaires retournés, il y a 146 bâtiments ventilés naturellement (597 classes), 184 bâtiments ventilés mécaniquement (772 classes). De ces 330 bâtiments, 221 sont en milieu urbain et 109 en milieu rural.

Pour chacune des classes, les taux de CO<sub>2</sub> devaient être mesurés à trois reprises durant une période de cours. Avant le début du cours, au milieu du cours et avant la fin du cours. On a également demandé aux responsables de la mesure d'ouvrir la fenêtre pendant 20 minutes avant de prendre la troisième mesure dans les classes ventilées naturellement.

Toutefois, les fenêtres sont restées fermées dans 100 classes ventilées naturellement, pour diverses raisons incluant des facteurs humains et climatiques. Les classes dans lesquelles les

fenêtres n'ont pas été ouvertes ont été exclues pour le calcul des résultats moyens obtenus lors de chacune des mesures présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 1** : Moyenne des mesures en fonction du type de bâtiment excluant les classes dans lesquelles les fenêtres sont restées fermées

Type de bâtiment	1 <sup>re</sup> mesure (avant le début du cours)	2 <sup>e</sup> mesure (au milieu du cours)	3 <sup>e</sup> mesure (avant la fin du cours)
Ventilé naturellement	640 ppm	1094 ppm	954 ppm
Ventilé mécaniquement	551 ppm	848 ppm	833 ppm
<b>Moyenne (total)</b>	<b>586 ppm</b>	<b>944 ppm</b>	<b>881 ppm</b>

De manière générale, si l'on fait la moyenne des trois mesures, on obtient un taux moyen de CO<sub>2</sub> de 804 ppm.

Pour les 100 classes dans lesquelles les fenêtres sont restées fermées, le tableau 2 présente les résultats moyens obtenus :

**Tableau 2** : Moyenne des mesures pour les classes ventilées naturellement pour lesquelles les fenêtres sont restées fermées

Type de bâtiment	1 <sup>re</sup> mesure (avant le début du cours)	2 <sup>e</sup> mesure (au milieu du cours)	3 <sup>e</sup> mesure (avant la fin du cours)
Ventilé naturellement dont les fenêtres sont restées fermées	727 ppm	1139 ppm	1143 ppm

Pour ces classes, le taux moyen mesuré est de 1003 ppm de CO<sub>2</sub>. Ceci démontre bien l'importance d'aérer convenablement les salles de classe.

Le tableau 3 présente la distribution des valeurs mesurées en fonction de certains seuils pour l'ensemble des bâtiments :

**Tableau 3** : Distribution des valeurs mesurées par classe en fonction du type de bâtiment

Type de bâtiment	Seuils	1 <sup>re</sup> mesure (avant le début du cours)	2 <sup>e</sup> mesure (au milieu du cours)	3 <sup>e</sup> mesure (avant la fin du cours)
Ventilé naturellement	<1000	520 (87,1 %)	291 (48,7 %)	375 (62,8 %)
	1000<1500	57 (9,5 %)	213 (35,7 %)	158 (26,5 %)
	1500<2000	10 (1,7 %)	63 (10,6 %)	49 (8,2 %)
	>2000	4 (0,7 %)	29 (4,9 %)	13 (2,2 %)
	Non mesuré	6 (1,0 %)	1 (0,2 %)	2 (0,3 %)
Ventilé mécaniquement	<1000	742 (96,1 %)	591 (76,5 %)	573 (74,2 %)
	1000<1500	23 (3,0 %)	157 (20,3 %)	146 (18,9 %)
	1500<2000	5 (0,7 %)	18 (2,3 %)	20 (2,6 %)
	>2000	1 (0,1 %)	5 (0,6 %)	0 (0,0 %)
	Non mesuré	1 (0,1 %)	1 (0,1 %)	33 (4,3 %)
<b>Total</b>	<1000	<b>1262</b> <b>(92,2 %)</b>	<b>882</b> <b>(64,5 %)</b>	<b>948</b> <b>(69,2 %)</b>
	1000<1500	<b>80</b> <b>(5,8 %)</b>	<b>370</b> <b>(27,0 %)</b>	<b>304</b> <b>(22,2 %)</b>
	1500<2000	<b>15</b> <b>(1,1 %)</b>	<b>81</b> <b>(5,9 %)</b>	<b>69</b> <b>(5,0 %)</b>
	>2000	<b>5</b> <b>(0,4 %)</b>	<b>34</b> <b>(2,5 %)</b>	<b>13</b> <b>(1,0 %)</b>
	Non mesuré	<b>7</b> <b>(0,5 %)</b>	<b>2</b> <b>(0,1 %)</b>	<b>35</b> <b>(2,6 %)</b>

Si on regarde les résultats moyens obtenus, on remarque que l'ouverture des fenêtres a un impact positif notable sur le niveau de dioxyde de carbone dans les classes ventilées naturellement. Cependant, pour être efficace, cette pratique est dépendante de facteurs externes (vent, température extérieure, etc.), de la collaboration des enseignants et, bien sûr, du confort des usagers. Les basses températures extérieures lors des tests semblent avoir eu un impact sur la qualité du changement d'air, les fenêtres ayant été plus ou moins ouvertes selon les cas.

### **Concentration supérieure à 2000 ppm (priorité 1)**

Sur l'ensemble des mesures, on a observé des valeurs supérieures à 2000 ppm dans 42 classes (3 % du total) sur une ou plusieurs d'entre-elles. Parmi celles-ci, il y a 8 écoles ventilées mécaniquement et 34 écoles ventilées naturellement.

Toutefois, la plupart ont justifié les mesures par le fait que les fenêtres n'ont pas été ouvertes, par exemple, en raison des températures non propices au moment de la prise de mesure ou encore, que les premières mesures ont été prises à la suite d'une période de cours et non au début de la journée alors qu'il n'y a pas d'occupation.

Pour chacune de ces situations, une analyse sera menée pour identifier les causes de ces défaillances afin de mettre en place des mesures correctives adaptées à la situation. Ces mesures correctives pourront inclure les éléments suivants, sans s'y limiter :

- Modification de la programmation du système de ventilation ;
- Ajustement des heures de mise en marche du système de ventilation ;
- Augmentation des fréquences d'entretien du système ;
- Rappel aux usagers d'ouvrir les fenêtres selon la procédure en vigueur ;
- Ajustement de la procédure d'ouverture des fenêtres.

### **CONCLUSION**

La présente analyse concerne 92 % des CSS/CS qui ont transmis leurs formulaires et des résultats pour 330 bâtiments sur les 288 prévus dans l'échantillonnage initial.

Les résultats observés permettent de constater que les niveaux de CO<sub>2</sub> dans les écoles sont somme toute satisfaisants. Le taux moyen de CO<sub>2</sub> auquel les élèves sont exposés dans l'ensemble des classes, est de 804 ppm. De plus, 93,6 % des taux de CO<sub>2</sub> mesurés dans les classes analysées sont acceptables, c'est-à-dire qu'un taux de CO<sub>2</sub> inférieur à 1 500 ppm a été mesuré.

Ces mesures et ces constats nous rappellent toutefois l'importance d'aérer convenablement les locaux avant le début des cours ainsi que durant toute la journée. Pour ce faire :

- Les protocoles d'aération des salles classes doivent être respectés ;
- Les systèmes de ventilation doivent démarrer deux heures avant l'ouverture de l'école et s'arrêter deux heures après la fermeture de l'école ;
- Toute programmation forçant l'arrêt du système doit être désactivée pour que celui-ci fonctionne en continu durant toute cette période.

Nous recommandons :

- Le maintien de l'application rigoureuse des politiques de ventilation dans les établissements, notamment par le renforcement des messages destinés aux acteurs concernés, particulièrement dans les écoles ventilées naturellement ;
- La mise en place immédiate de mesures correctives adaptées dans les classes où un taux de concentration de plus de 2 000 ppm a été mesuré et un suivi serré de l'avancement de ces mesures ;
- La mise en place d'un programme de tests systématiques des principaux paramètres de la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments des CSS et CS. Ce programme de suivi devra être élaboré et déployé en se basant sur le *Document de référence sur la qualité de l'air dans les établissements scolaires* du MEQ, ainsi que des recommandations émises dans le rapport du groupe d'experts scientifiques et techniques coordonné par le ministère de la Santé et des Services sociaux. L'équipe de la DÉDIS pourra appuyer les CSS et CS dans le développement et la mise en application d'un tel programme.

