

Mesure du dioxyde de carbone dans les écoles du Québec

Mise en contexte

Le dioxyde de carbone (CO₂) 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 CO₂ dans l'air extérieur est de l'ordre de 300 à 400 ppm (parties par million). Elle 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 CO₂ en expirant. Si bien que dans les espaces intérieurs occupés, les concentrations de CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ d'environ 1 000 à 1 100 ppm. Ce niveau de CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ dans les locaux ventilés mécaniquement à 700 ppm de plus que la concentration dans l'air extérieur, mais sans dépasser 1 000 ppm pour les nouveaux bâtiments. De manière générale, il recommande de respecter la **valeur cible de 1 000 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 1 000 ppm :

- **PRIORITÉ 1** : concentration de CO₂ supérieure à 2 000 ppm : des mesures correctives **immédiates** doivent être mises en place pour **corriger la situation** ;
- **PRIORITÉ 2** : concentration de CO₂ entre 1 500 et 2 000 ppm : des mesures correctives doivent être mises en place **rapidement** pour **corriger la situation** ;
- **PRIORITÉ 3** : concentration de CO₂ entre 1 000 et 1 500 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 CO₂ en milieu de travail prescrite par le *Règlement sur la santé et la sécurité du Québec* (Annexe 1) est de 5 000 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 CO₂ à lui 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 la situation, le 27 novembre 2020, le Ministère a envoyé une directive aux 72 centres de services scolaires et commissions scolaires pour leur demander de mesurer le taux de dioxyde de carbone (CO₂) dans quatre bâtiments de leur parc immobilier (une école primaire, une école secondaire, un centre de formation pour adultes et un centre de formation professionnelle). Ceux-ci devaient prendre des mesures dans au moins une école ventilée naturellement et une école ventilée mécaniquement. De plus, dans chaque école, des mesures devaient être prises 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 CO₂ avaient 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 remplis, fournissant ainsi les données pour 330 bâtiments pour un total de 1 369 classes.

Éléments de renseignements

Selon les formulaires retournés, 146 bâtiments sont ventilés naturellement (597 classes) et 184 sont 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 CO₂ devaient être mesurés à trois 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.

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 1.

De manière générale, si l'on fait la moyenne des trois mesures, on obtient un taux moyen de CO₂ de 804 ppm.

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

Pour ces classes, le taux moyen mesuré est de 1 003 ppm de CO₂, ce qui démontre bien l'importance d'aérer convenablement les salles de classe.

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 ^{re} mesure (avant le début du cours)	2 ^e mesure (au milieu du cours)	3 ^e mesure (avant la fin du cours)
Ventilé naturellement	640 ppm	1 094 ppm	954 ppm
Ventilé mécaniquement	551 ppm	848 ppm	833 ppm
Moyenne (total)	586 ppm	944 ppm	881 ppm

TABLEAU 2

Moyenne des mesures pour les classes ventilées naturellement où les fenêtres sont restées fermées

Type de bâtiment	1 ^{re} mesure (avant le début du cours)	2 ^e mesure (au milieu du cours)	3 ^e mesure (avant la fin du cours)
Ventilé naturellement et dont les fenêtres sont restées fermées	727 ppm	1 139 ppm	1 143 ppm

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 ^e mesure (avant le début du cours)	2 ^e mesure (au milieu du cours)	3 ^e mesure (avant la fin du cours)
Ventilé naturellement	<1 000	520 (87,1%)	291 (48,7%)	375 (62,8%)
	1 000<1 500	57 (9,5%)	213 (35,7%)	158 (26,5%)
	1 500<2 000	10 (1,7%)	63 (10,6%)	49 (8,2%)
	>2 000	4 (0,7%)	29 (4,9%)	13 (2,2%)
	Non mesuré	6 (1,0%)	1 (0,2%)	2 (0,3%)
Ventilé mécaniquement	<1 000	742 (96,1%)	591 (76,5%)	573 (74,2%)
	1 000<1 500	23 (3,0%)	157 (20,3%)	146 (18,9%)
	1 500<2 000	5 (0,7%)	18 (2,3%)	20 (2,6%)
	>2 000	1 (0,1%)	5 (0,6%)	0 (0,0%)
	Non mesuré	1 (0,1%)	1 (0,1%)	33 (4,3%)
Total	<1 000	1262 (92,2%)	882 (64,5%)	948 (69,2%)
	1 000<1 500	80 (5,8%)	370 (27,0%)	304 (22,2%)
	1 500<2 000	15 (1,1%)	81 (5,9%)	69 (5,0%)
	>2 000	5 (0,4%)	34 (2,5%)	13 (1,0%)
	Non mesuré	7 (0,5%)	2 (0,1%)	35 (2,6%)

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, 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 2 000 ppm (priorité 1)

Sur l'ensemble des mesures, on a observé des valeurs supérieures à 2 000 ppm dans 42 classes (3 % du total) pour une ou plusieurs d'entre elles. Parmi celles-ci, il y a 8 écoles ventilées mécaniquement et 34 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 faite pour permettre d'identifier les causes de ces défaillances dans le but de mettre en place des mesures correctives adaptées à la situation. Ces mesures 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 CO₂ dans les écoles sont, somme toute, satisfaisants. Le taux moyen de CO₂ auquel les élèves sont exposés dans l'ensemble des classes, est de 804 ppm. De plus, 93,6 % des taux de CO₂ mesurés dans les classes analysées sont acceptables, c'est-à-dire inférieurs à 1 500 ppm.

Ces mesures et constats mettent toutefois en évidence 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 sur la base du *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 DEDIS pourra appuyer les CSS et CS dans l'élaboration et la mise en application d'un tel programme.