



AURA CO2

 eLICHENS

Indice ICONE - Comment évaluer le confinement de l'air ?

par eLichens

29/08/2022

Contactez-nous par mail : info@elichens.com et visitez elichens.com



Table des matières

Introduction	2
1. Comment prévenir d'une qualité de l'air malsaine..... dans une école ou un ERP ?	2
L'indice ICONE	3
1. Définition.....	3
2. Détail du mode de calcul	4
3. Quelles sont les réglementations ?	4
Stratégie et application pour une meilleure qualité de l'air intérieur ?..	5
1. Lien entre taux de CO2 et air malsain	5
2. Stratégie de mesures, et dispositifs à mettre en œuvre	6
3. Application de l'indice ICONE grâce au capteur Aura-CO2.....	6

Introduction

1. Comment prévenir d'une qualité de l'air malsaine dans une école ou un ERP ?

La crise de la Covid-19 a mis en lumière les dysfonctionnements existants sur la qualité de l'air intérieur en particulier dans les salles de classe des écoles, collèges, lycées, les amphithéâtres d'universités et tout Etablissements Recevant du Public (ERP) comme les maisons de retraites, restaurants, etc.

La propagation du virus SARS-CoV-2 responsable de la crise de la Covid s'effectue principalement par voie aérienne. Sa circulation est accrue dans des environnements intérieurs mal ventilés et/ou surpeuplés et occupés pendant de longues périodes.

Dans un espace confiné, sans système de ventilation adapté, les gaz et particules en suspension comme notamment les aérosols vecteurs du SARS-CoV-2 restent figés. Ce défaut de ventilation aggrave et favorise le risque de contamination et la propagation du virus. Les gaz et particules qui restent en suspension créent un environnement malsain engendrant des effets néfastes sur le bien-être des occupants. Il faut alors trouver un moyen d'évaluer le niveau de confinement de la pièce. À cette fin un indice de confinement de l'air intérieur a été défini : « l'indice ICONE ». Il est basé sur la concentration en dioxyde de carbone présent dans la pièce.

Grâce à l'indice ICONE, il est possible d'évaluer la qualité de l'air intérieur permettant ainsi la mise en place d'un système d'aération/ventilation plus adapté et efficace.

Ce papier vise donc à introduire et à décrire les notions suivantes :

- Le niveau de confinement de l'air intérieur
- L'indice ICONE
- Les stratégies d'application et de déploiement de l'indice ICONE





L'indice ICONE

1. Définition

En France, l'indice « ICONE » (Indice de CONfinement d'air dans les Ecoles) est un indice pour évaluer le confinement de l'air d'une pièce en lui attribuant un score de 0 à 5, en particulier pour les écoles. L'État a généralisé l'utilisation de l'indice ICONE à l'échelle nationale. Cette généralisation montre l'importance de l'indice ICONE dans le suivi et la surveillance du niveau de confinement et du taux de CO₂ présent dans un espace clos. Cet indice permet ainsi d'évaluer la qualité et l'efficacité des systèmes d'aération et de renouvellement de l'air dans un espace clos et occupé.

L'indice de confinement reflète la qualité du renouvellement de l'air durant l'occupation de la pièce. Développé par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), l'indice ICONE se base sur les mesures de dioxyde de carbone (CO₂) prise en continu sur une semaine scolaire avec un pas de temps de 10 min et il est calculé exclusivement sur les périodes pendant lesquelles le local est occupé (Ribéron et al., 2016).

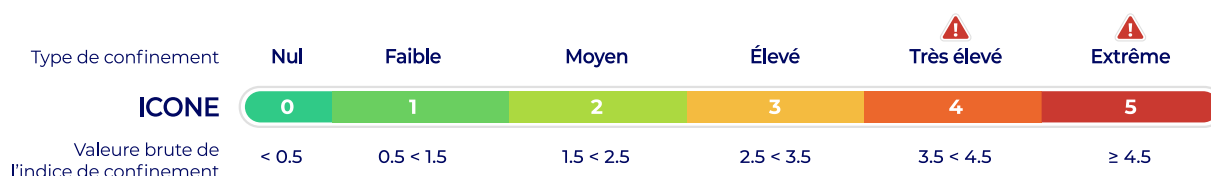


Figure 1: Illustration de l'indice ICONE sur une échelle de 0 à 5

La Figure 1 illustre l'échelle de l'indice ICONE. L'indice de confinement de l'air est calculé pour chaque salle équipée de capteur de CO₂ et exprimé avec une précision égale à 1 (c'est à-dire arrondi à 0 chiffre après la virgule) sur une échelle de 0 à 5.

Un score de 0 correspond à un confinement de l'air nul (les concentrations de CO₂ sont toujours en-dessous de 1000 ppm), et constitue le cas le plus favorable pour une qualité de l'air sain dans un lieu clos. Un score de 5 correspond à un air extrêmement confiné. Les scores médians 1, 2 et 3 correspondent aux niveaux Faible, Moyen et Élevé.

Les indices ICONE 4 et 5 correspondants respectivement à un niveau de confinement très élevé et extrême, entraînent automatiquement la mise en œuvre des stratégies de surveillance de la qualité de l'air suivantes : (Source : CSTB, Mai 2012)

ICONE 4 : Confinement très élevé

- Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu.
- Faire inspecter le dispositif de ventilation s'il existe, sinon ouvrir plus fréquemment les fenêtres durant la période d'occupation.

ICONE 5 : Confinement extrême

- Mener des investigations complémentaires et informer le préfet du lieu d'implantation de l'établissement dans un délai de quinze jours après réception de l'ensemble des résultats d'analyse
- Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu.
- Faire inspecter le dispositif de ventilation s'il existe, sinon ouvrir plus fréquemment les fenêtres durant la période d'occupation.



2. Détail du mode de calcul

L'indice ICONE est basé sur la fréquence et l'intensité des concentrations de CO₂, avec deux seuils définis : 1000 et 1700 ppm et en prenant uniquement en compte la période de présence des élèves à savoir du lundi matin au vendredi soir.

Il est construit à partir d'une relation logarithmique entre l'intensité d'une sensation et la valeur du stimulus (modèle de Fechner).

Il résulte de la moyenne des concentrations de CO₂ mesurées de manière hebdomadaire, arrondi à l'entier le plus proche et correspond à l'une des six catégories de confinement de l'air.

Il se calcule selon la formule suivante :

$$ICONE = \left(\frac{2,5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

$$f_1 : \text{proportion de valeurs comprises entre 1000 et 1700 ppm} \left(f_1 = \frac{n_1}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$$

$$f_2 : \text{proportion de valeurs supérieures à 1700 ppm} \left(f_2 = \frac{n_2}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$$

f₁ : proportion de valeurs comprises entre 1000 et 1700 ppm

f₂ : proportion de valeurs supérieures à 1700 ppm

n₀ : nombre de valeurs inférieures ou égales à 1000 ppm

n₁ : nombre de valeurs comprises entre 1000 et 1700 ppm

n₂ : nombre de valeurs supérieures à 1700 ppm

3. Quelles sont les réglementations ?

Les recommandations du HCSP (Haut Conseil de la Santé Publique) relatives à l'aération et la ventilation des établissements recevant du public (ERP) ont été actualisées dans le contexte de la pandémie Covid-19.

L'indice de confinement de l'air fait parti d'un décret national corrélé à la surveillance de la qualité de l'air en espace intérieur dans les ERP (Décret n°2012-14 du 5 janvier 2012 modifié par le décret n°2015-1926 du 30 décembre 2015 par le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie).

Ce décret prévoit l'obligation de la mise en place d'un calcul d'indice de confinement ICONE. Il est désormais utilisé dans le contrôle obligatoire de la qualité de l'air dans les écoles et maternelles permettant ainsi aux gestionnaires de bâtiments d'optimiser et améliorer les conditions de ventilation des espaces occupés.



Stratégie et application pour une meilleure qualité de l'air intérieur ?

1. Lien entre taux de CO2 et air malsain

Le taux de CO2 dans une pièce est calculé en ppm (parties par millions), il montre la quantité de CO2 présent dans l'air, le CO2 étant un gaz nocif en cas d'exposition prolongée à une dose anormale.

Un air malsain correspond ici à un confinement de l'air important (>1700ppm), caractérisé par la pollution liée aux paramètres d'occupation :

- La production métabolique de CO2 des occupants
- Les conditions d'aération pour le renouvellement de l'air de la pièce (présence ou non d'un système de ventilation, purification, filtration, perméabilité à l'air de la pièce, ouverture de fenêtres et portes).

Le HCSP considère que l'élévation des concentrations en CO2 engendre :¹

- Une diminution des performances cognitives des personnes
- L'augmentation de la concentration d'agents infectieux aéroportés (en présence de personnes sources).

Si l'atmosphère intérieure est non ventilée, où l'exposition est chronique ou prolongée, alors un taux élevé en gaz carbonique peut entraîner une augmentation de crises d'asthme chez l'enfant asthmatique², une baisse des performances cognitives et psychomotrices³ comme sur la prise de décision, résolution de problèmes à partir de 1000ppm.⁴

À de plus fortes concentrations le CO2 peut avoir comme autres effets une modification du rythme cardiaque et respiratoire⁵, de la somnolence, des maux de têtes⁶ et même à très haute dose une acidose respiratoire (baisse du pH sanguin) lorsque les 10.000 ppm⁷ sont atteints.

Dans un espace clos, l'élévation du taux de CO2 dans l'air engendre significativement des impacts néfastes sur le bien-être et le confort des personnes durablement exposées.

Ainsi il est important de maîtriser la qualité de l'air intérieur, pour améliorer le bien-être des individus et prévenir des atteintes à leur santé. Il est donc impératif d'avoir un renouvellement fréquent de l'air des bâtiments.

¹ Avis du HCSP, 21 janvier 2022, <https://www.hcsp.fr>

² Simoni et al., 2010

³ Satish et al, 2012 ; Kajtar et al., 2003

⁴ Berkeley Lab scientists, Mark Mendell et William Fisk, 2012

⁵ INRS, 2005

⁶ Marquardt et Schäfer, 1994 ; Jiang et al, 2005 ; cité dans Guais et al, 2011

⁷ Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective, 2013



2. Stratégie de mesures, et dispositifs à mettre en œuvre

Dans le contexte de pandémie et dans le but de maximiser l'apport d'air sain dans les lieux recevant du publics, plusieurs mesures ont dû être mises en œuvre telles que les barrières individuelles (port du masque, distanciation, hygiène des mains), la gestion de l'accessibilité des ERP, la mise en place de moyen d'aération/ventilation et la mise en place de dispositifs d'informations sur la qualité de l'air intérieur. Il y avait donc une nécessité à créer un indicateur comme l'indice ICONE pour une meilleure gestion de l'aération/ventilation.

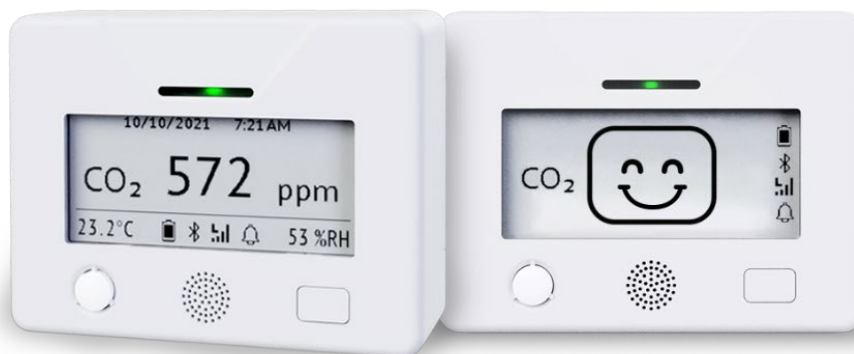
Cette évaluation des moyens d'aération est devenue obligatoire ainsi que la mise en œuvre, au choix :

- D'un plan d'actions de prévention réalisé à partir d'un bilan des pratiques et de mesures ponctuelles de polluants de l'air

ou

- D'une campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur approfondie

3. Application de l'indice ICONE grâce au capteur Aura-CO2



Aura-CO2 développé par **eLichens** est la dernière innovation en matière de détection autonome du CO2 en intérieur.

Il s'agit d'une solution clé en main facile à déployer et autonome, avec une durée de vie de 5 ans pour ce qui est de la batterie et, de plus de 20 ans pour la station. Le moniteur est connecté, labellisé Made in France et surveille en temps réel la concentration de dioxyde de carbone, la température, l'humidité relative et la pression atmosphérique d'un espace intérieur avec des informations pertinentes et fiables.

Il s'adapte parfaitement aux réglementations et besoins actuels des collectivités territoriales pour équiper des salles de classes, ou encore pour mesurer la qualité de l'air intérieur des bâtiments, restaurants, espaces commerciaux, et tout autres établissements recevant du public.



Les informations de la station connectée sont disponibles via un tableau de bord en ligne ainsi que sur l'application mobile iOS et Android dédiée qui vient compléter l'expérience utilisateur, pour la visualisation des données et connecter la station via Bluetooth Low Energy pour configurer Aura-CO2 où que se trouve son utilisateur.

- La mesure de l'indice ICONE est déjà disponible sur l'application d'Aura-CO2, l'indice montre directement le niveau de confinement de l'air de la pièce et permet ainsi de prendre les mesures appropriées. (eLichens propose une mesure du CO2 et de l'indice de confinement de votre espace clos selon le protocole défini par le CSTB).
- Équipé d'un mode école permettant au capteur de ne mesurer que la plage horaire nécessaire afin que l'indice ICONE de confinement de l'air puisse être calculé uniquement lors de l'utilisation en salle de classe.
- L'affichage du Aura-CO2 peut passer en « Mode Smiley », les informations sont alors plus facile à lire à l'aide des 3 visages, « 😊 😐 😞 » qui correspondent chacun à un certain niveau de CO2 et basculent de l'un à l'autre lorsqu'il dépasse les seuils (paramétrable par l'utilisateur). Vous pouvez basculer entre les modes Avancé et Smiley en appuyant simplement 3 fois sur le bouton utilisateur.



Pour plus d'informations sur Aura-CO2, visitez elichens.com

Contactez-nous par mail à info@elichens.com