QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR, PROTÉGEONS NOS ENFANTS !

RETROUVER LES DIAPOSITIVES SUR

https://www.ecole-oubliee.fr/

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : De quoi parle-t-on?

Air extérieur

Air intérieur

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : De quoi parle-t-on?

Air extérieur

Air intérieur

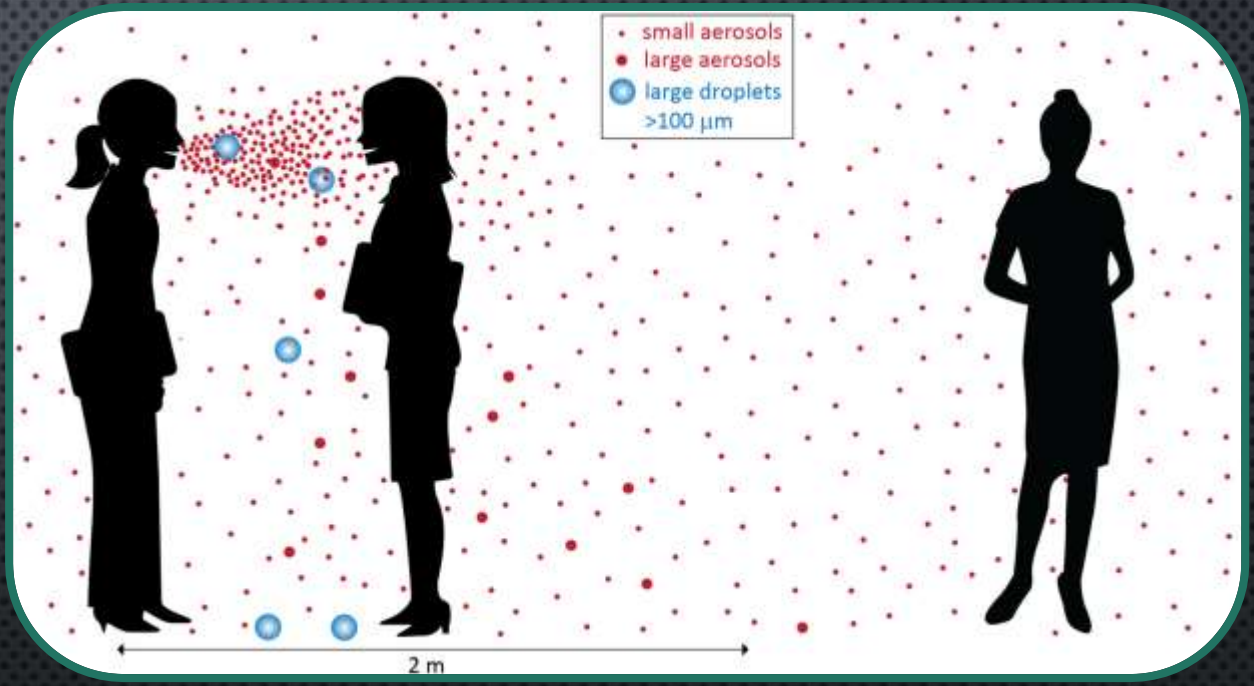
polluants chimiques : *composés organiques volatils (COV), oxydes d'azote (NOx), monoxyde de carbone (CO), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), phtalates,...*

polluants physiques : *particules (PM10 et PM2.5) et fibres (amiante, fibres minérales artificielles), ….*

polluants biologiques: *aérosols infectieux, moisissures, allergènes (pollens, acariens, insectes,…)*

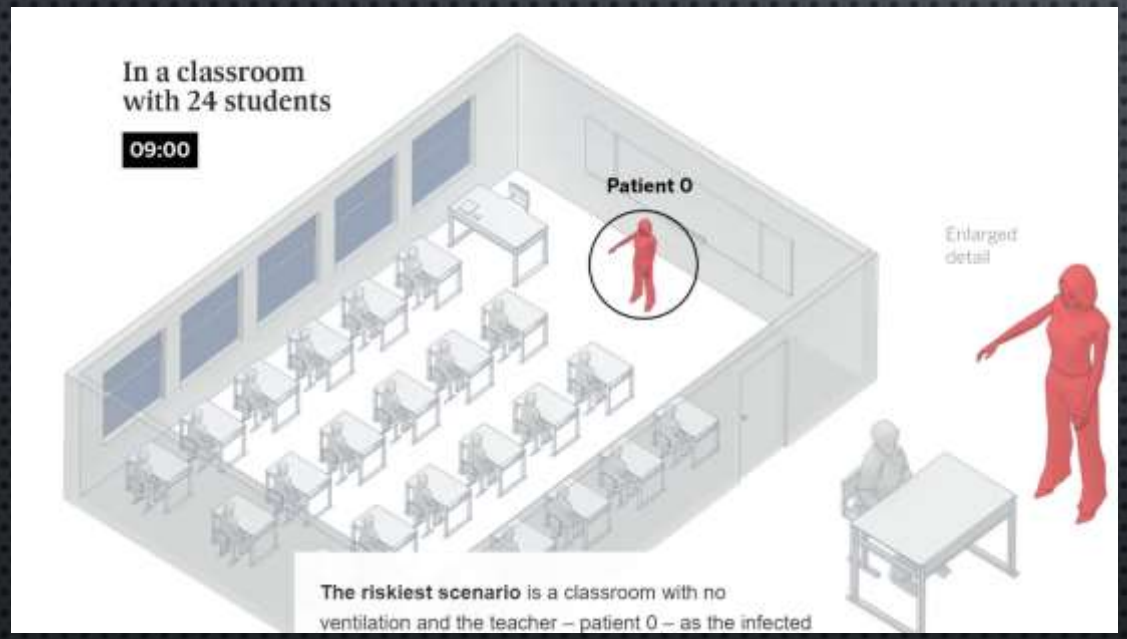
QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : De quoi parle-t-on?

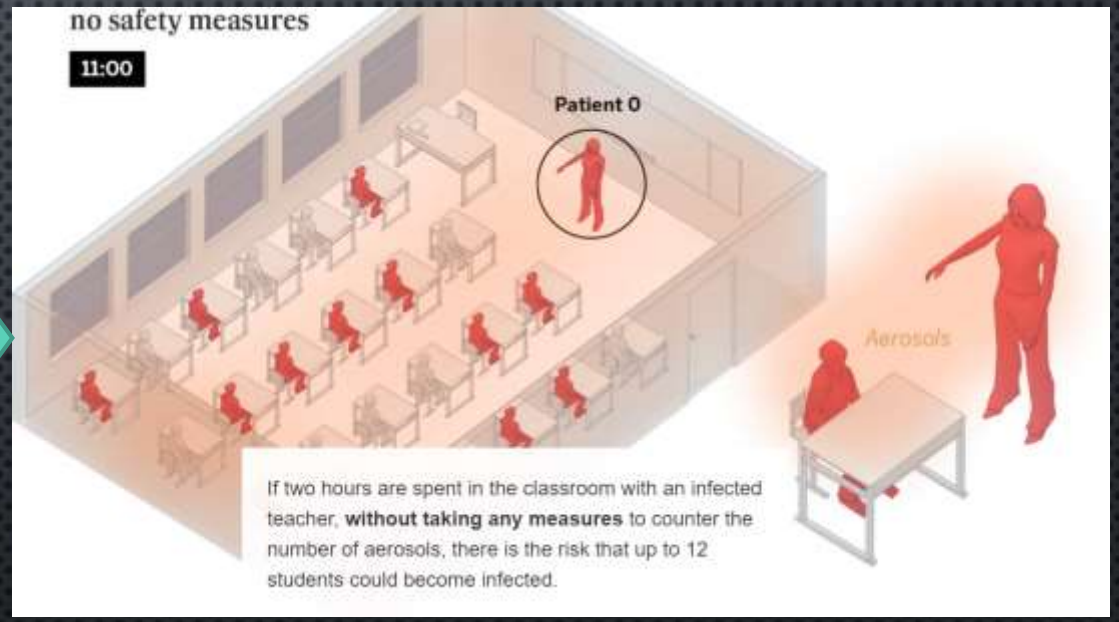
Les aérosols infectieux dans une pièce s'accumulent et restent dans l'air, partout et longtemps (>heures) si l'air n'est pas renouvelé.



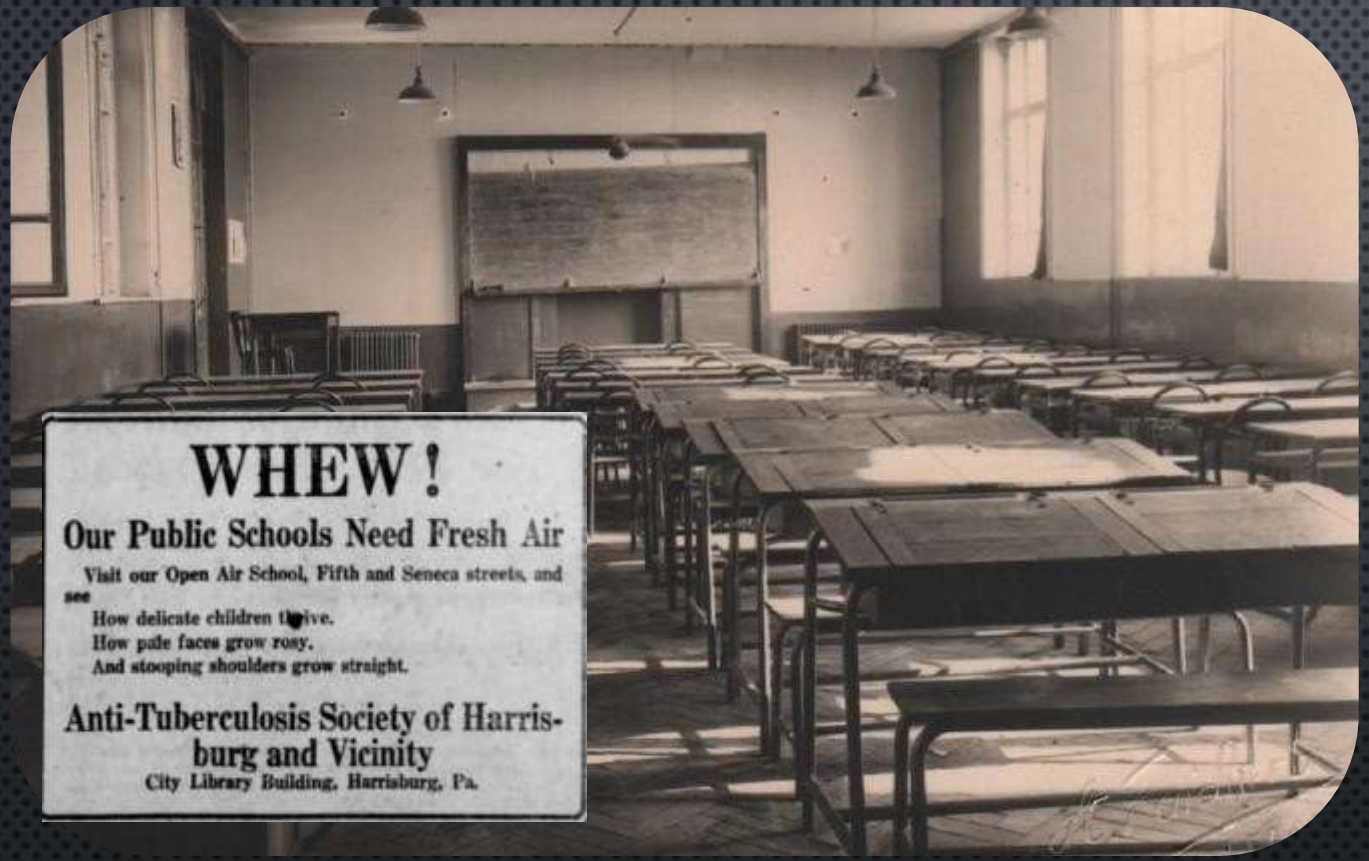
QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : De quoi parle-t-on?

Après 2 heures





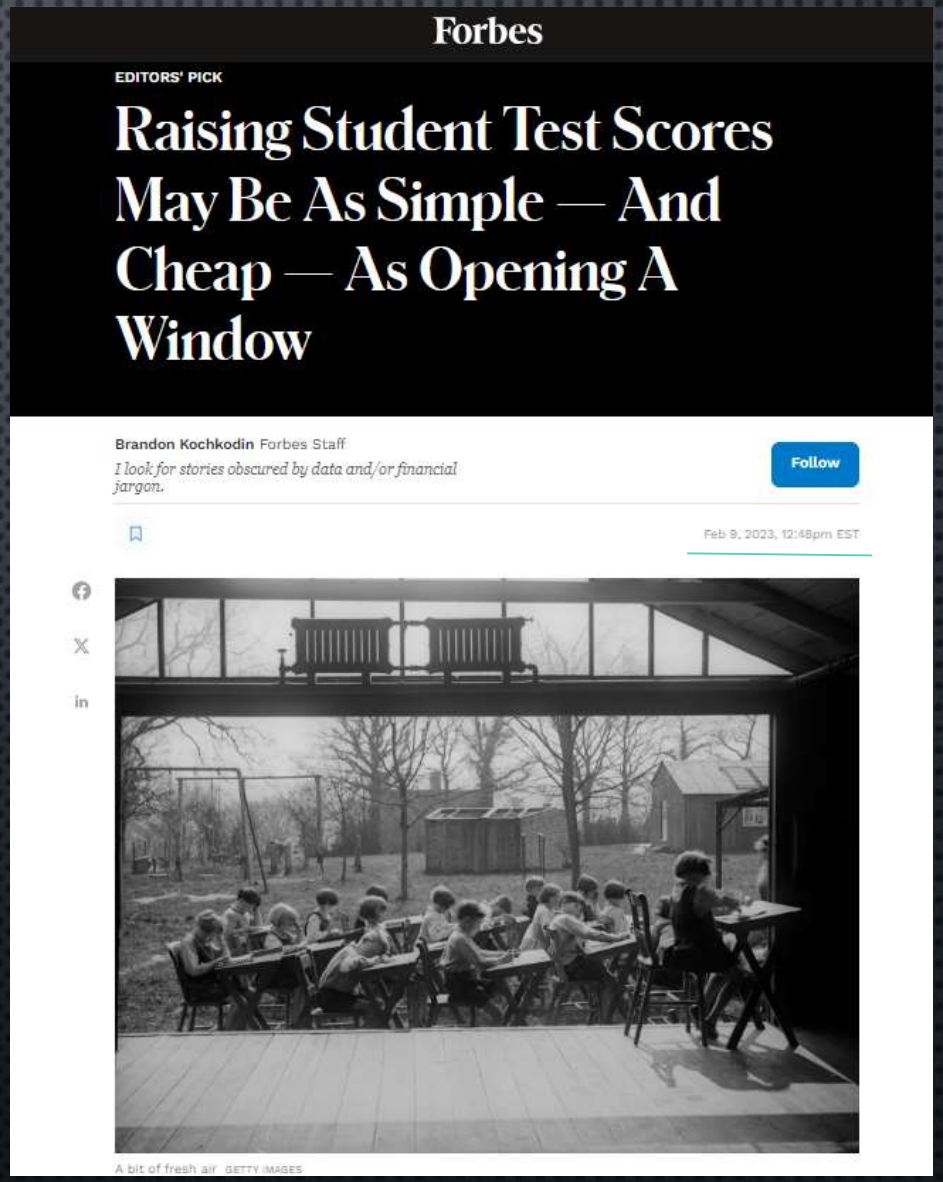
QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : une longue histoire…



QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Pourquoi c'est important ?

La QAI a un impact sur:

- SANTÉ
- SCOLARITÉ
- BIEN-ÊTRE



Forbes

EDITORS' PICK

Raising Student Test Scores May Be As Simple — And Cheap — As Opening A Window

Brandon Kochkodin Forbes Staff

I look for stories obscured by data and/or financial jargon.

Follow

Feb 9, 2023, 12:48pm EST

A bit of fresh air GETTY IMAGES

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Pourquoi c'est important ?

La QAI a un impact sur:

SANTÉ

- maladies transmises dans l'air *(Grippe, Covid, Bronchiolite,…)*
- asthme, allergies, ..

SCOLARITÉ

- absentéisme *(Elèves et Personnels)*
- résultats scolaires *(maths, lecture)*

BIEN-ÊTRE

- concentration, maux de têtes, ..

CERTIFIED

- tableau et réf en annexe
- **« First WHO/Europe Indoor Air Conference »** (20/09/2023)

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Comment la mesure-t-on ?

Avec des détecteurs de concentration de CO_2

L'évaluation de la concentration du dioxyde de carbone (CO2) **est un indicateur du taux de confinement d'une piéce et de la qualité du renouvellement de l'air.**

Cf Haut Conseil Santé Publique, INRS,…, groupe de travail NousAerons (https://nousaerons.fr/)

L'amélioration de la QAI est un sujet d'actualité urgent

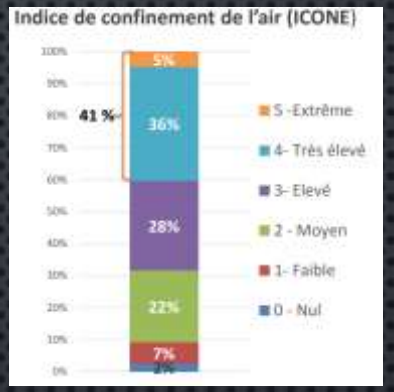
QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : où nous en sommes ?

Jusqu'à 90% du temps passé en intérieur
Pour les enfants : à l'école

93 % des classes dépassent le seuil de l'OMS pour la concentrations en particules fines (PM2,5)

5 à 10 x plus pollué que l'air extérieur
L'air intérieur peut être jusqu'à 10 fois plus pollué que l'air extérieur pour certains contaminants x 100

41% des écoles ont des salles très confinées
Indice de confinement de l'air (ICONE)



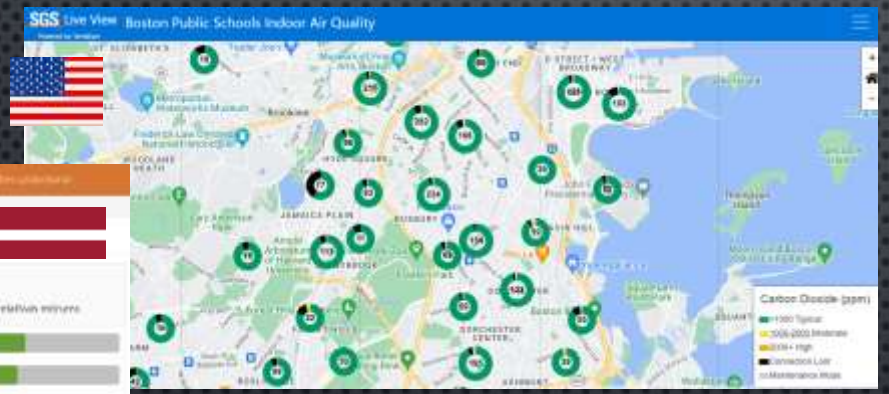
1 école sur 6 équipée de systèmes spécifiques de ventilation

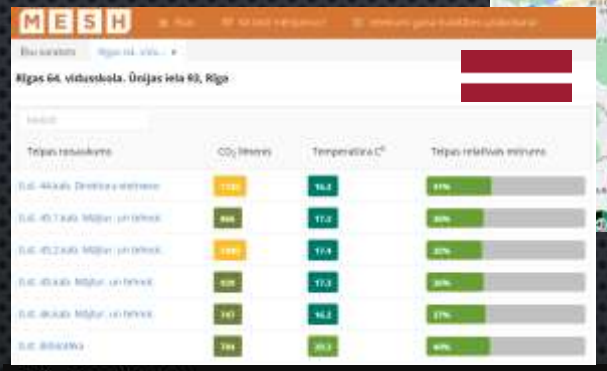
6 parents sur 10 inquiets pour la qualité de l'air à l'intérieur des établissements scolaires et des crèches

19 milliard € par an les coûts sociaux-économiques de la pollution de l'air intérieur

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Qui fait quoi dans le monde pour améliorer la qualité de l'air intérieur dans les écoles et ailleurs ?

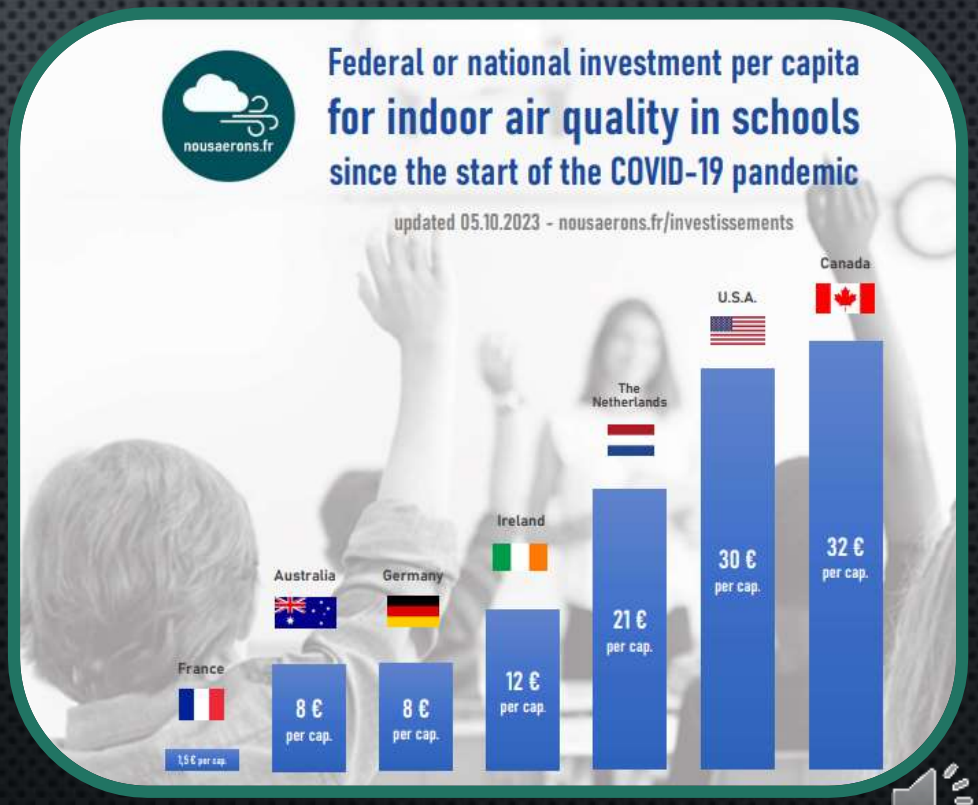
Quelques exemples :





Pour un récapitulatif :

https://nousaerons.fr/documents/nousaerons_politiques_publiques_investissements_v10_UK.pdf



QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Qui fait quoi dans le monde pour améliorer la qualité de l'air intérieur dans les écoles et ailleurs ?

cf tableau récapitulatif ⇨ **https://nousaerons.fr/benchmark**

CO2 monitoring	SCHOOLS Regulations					
	CO2 Regulations	CO2 Monitors mandatory	CO2 Guidance	Others guidances	% of poorly ventilated schools	Investments per capita
World Health Organisation			800 ppm (2021)			
France	800 ppm (2022)		800 ppm (2021)	600 ppm (1884)	75% (2018)	1,5 €
South Korea	1000 ppm					
Taiwan	1000 ppm (2014)					
Portugal	1250 ppm (2013)					
England (under review)			800 ppm (2023)			
United Kingdom		2021/300,000/£25M				
USA			800 ppm (2023)	EPA website	41% (2020)	30 €
USA / New York	Work in progress					
USA / Wisconsin	Work in progress					
Singapore			800/1100 ppm (2022)			
Hong Kong			800 ppm (2019)			
Ireland			1000 ppm (2023)			12 €
Canada						32 €
Canada/Québec		2022/90,000/$76M				
Canada/Ontario			900 ppm (2022)			
Netherlands		2023/.../€17M				21 €
Deutschland						8 €
Australia						8 €
New-Zealand			800 ppm (2023)			
Belgium						
Italia			1000 ppm (2022)			
Spain			800 ppm (2021)			

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Que dit la loi en France ?

Depuis **janvier 2023 tous les établissements scolaires doivent réaliser une évaluation annuelle de l'aération incluant la mesure à lecture directe de la concentration de CO2**, à réaliser au plus tard en 2024

https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/surveillance-de-la-qualite-de-l-air-interieur-dans-les-etablissements-recevant

https://www.cerema.fr/system/files/documents/2023/03/guide_qai.pdf

Mesure à lecture directe du taux de CO2 dans l'air intérieur dans la règlementation française

Version 2 du 30.12.2022 – nousaerons.fr

Code de l'environnement articles R221-30 à D221-38

Surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public

*Modifié par le **Décret 2022-1689 du 27/12/2022***

- **Evaluation annuelle des moyens d'aération** des bâtiments incluant notamment **la mesure à lecture directe de la concentration en CO_2** de l'air intérieur. 1ère évaluation à réaliser au plus tard en 2024
- **Autodiagnostic de la qualité de l'air intérieur**, réalisé au moins tous les **quatre ans**, dans les conditions fixées par arrêté des ministres chargés de l'environnement, de la santé et de la construction.
- **Une campagne de mesures des polluants** réalisée à chaque étape clé de la vie du bâtiment pouvant impacter la qualité de l'air intérieur
- **Un plan d'actions**, prenant en compte l'évaluation annuelle des moyens d'aération, l'autodiagnostic et la campagne de mesures précités.

S'appuie sur / *Fait référence à*

Décret 2012-14 du 5 Janvier 2012

Relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public

*Modifié par le **Décret 2022-1690 du 27/12/2022***

Locaux concernés

- salles d'enseignement du 1er et 2nd degrés, y compris celles pour la pratique sportive
- salles d'activité ou de vie des établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans ou des accueils de loisirs
- salles de restauration
- dortoirs

Evaluation des moyens d'aération

- une vérification de l'accessibilité aux ouvrants donnant sur l'extérieur et de leur manœuvrabilité
- un examen visuel des dispositifs de ventilation, notamment les bouches, fentes ou grilles d'aération existantes, un constat de leur fonctionnement et de la circulation adéquate de l'air
- **une mesure à lecture directe de la concentration en dioxyde de carbone dans l'air intérieur, permettant la vérification en temps réel des conditions de renouvellement de l'air intérieur.**

S'appuie sur / *Fait référence à*

Arrêté du 27/12/2022

Fixant les conditions de réalisation de la mesure à lecture directe de la concentration en dioxyde de carbone dans l'air intérieur au titre de l'évaluation annuelle des moyens d'aération

Interprétation des mesures

- **une concentration inférieure à 800 ppm de CO2 traduit un renouvellement de l'air satisfaisant** dans des locaux occupés. Le dépassement de cette valeur implique des actions permettant de revenir à une qualité de renouvellement de l'air satisfaisante ;
- **une concentration supérieure à 1 500 ppm de CO2 témoigne d'un renouvellement de l'air insuffisant**. Le dépassement de cette valeur conduit à engager dans les plus brefs délais des actions permettant d'agir sur les causes du dépassement et de revenir à une qualité de renouvellement de l'air satisfaisante.

Arrêté du 1er Juin 2016

Relatif aux modalités de présentation du rapport d'évaluation des moyens d'aération

*Modifié par le **Décret 2022-1690 du 27/12/2022***

Eléments du rapport d'évaluation

- les résultats de la mesure à lecture directe de la concentration en dioxyde de carbone : **dépassement des seuils de 800 ppm et 1 500 ppm** pendant la durée de la mesure
- le cas échéant, les mesures correctives mises en place ou qu'il est prévu de mettre en place au regard de l'évaluation

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Que dit la loi en France ?

Un arrêté fixe les conditions de réalisation de **la mesure de lecture directe de la concentration de CO2 et les valeurs seuils**

Article 3

La mesure à lecture directe consiste en la surveillance de l'affichage de l'appareil sur une durée d'au moins deux heures.
Pour chaque pièce examinée, la mesure à lecture directe est réalisée dans le respect des conditions cumulatives suivantes :
1° La mesure est réalisée en période de chauffe si elle existe et dans les conditions normales d'exploitation de la pièce, en termes d'activités et de pratiques d'aération et ventilation ;
2° La mesure est effectuée sur une période au cours de laquelle l'effectif présent dans la pièce est compris entre 0,5 fois et 1,5 fois l'effectif théorique de la pièce étudiée ;
3° La mesure est réalisée pendant la période d'occupation présentant le risque de confinement le plus élevé ;
4° L'appareil est placé entre 1 mètre et 2 mètres de hauteur, loin des entrées et sorties d'air, y compris des portes ou fenêtres ouvertes. Il n'est pas placé dans l'écoulement d'air entre les ouvrants, ni à proximité immédiate de la bouche d'une personne.

Versions

Article 4

L'interprétation de la mesure repose sur les valeurs suivantes :

- une concentration inférieure à 800 ppm de CO2 traduit un renouvellement de l'air satisfaisant dans des locaux occupés. Le dépassement de cette valeur implique des actions permettant de revenir à une qualité de renouvellement de l'air satisfaisante ;
- une concentration supérieure à 1 500 ppm de CO2 témoigne d'un renouvellement de l'air insuffisant. Le dépassement de cette valeur conduit à engager dans les plus brefs délais des actions permettant d'agir sur les causes du dépassement et de revenir à une qualité de renouvellement de l'air satisfaisante.

Limite1 [CO_2] : 800 ppm
Limite2 [CO_2] : 1500 ppm

https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000046830005

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Quelle est la situation ?

Limite dépassée en ~20 min

Exemples de mesures faites, ½ journée ou journée entière, dans une classe avec porte qui s'ouvrait aux intercours

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Que pouvons-nous faire ?

- Installer des détecteurs de CO2, former les usagers
- Installer des purificateurs d'air dans les lieux les plus critiques
- Mener une réflexion sur la QAI de l'école et son amélioration sur le moyen ou long terme

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Que pouvons-nous faire ?

Faire appliquer la loi

Quels polluants surveillés en QAI?

Air non renouvelé (air confiné) = accumulation de polluants dans les locaux

→MESURE DU CO2

+ Benzène, Formaldéhyde, Tétrachloroéthylène

Amélioration QAI et Q-ZEN

Comment concilier les solutions permettant d'améliorer la QAI et la nécessité de réduire la consommation énergétique des bâtiments?

→ VENTILATION PERFORMANTE ET CORRECTEMENT DIMENSIONNÉE, ASSOCIÉE À DES SOLUTIONS LOCALES DE PURIFICATION DE L'AIR

Variations de la QAI

La qualité de l'air dans un bâtiment varie avec les variations de ses déterminants : *ex. Un trafic routier particulièrement dense, des travaux sur la voie, un jour de forte chaleur, une absence de vent, l'augmentation du nombre de personnes dans la pièce...*

→MONITORING EN CONTINU

Freins à l'aération

- Absence d'indicateurs objectifs
- Plans de prévention anti-suicide (fenêtres en étage élevé)
- Plan Vigipirate (fenêtres donnant sur la rue en rez-de-chaussée)
- Nuisances sonores (ex. travaux sur la voie publique, trafic routier...)
- Conditions climatiques (fortes chaleurs, froid...)

→VENTILATION ET SYSTÈMES DE PURIFICATION DE L'AIR

Les outils existent

- **Détecteur de [CO_2] :**

200€ /classe

- **Purificateur d'air, filtre HEPA 13/14**

2 x 200 € /classe

- **Ventilation mécanique:** à estimer / structurelle

Ils sont accessibles

En attendant l'application de la loi, ne vaut-il mieux dépenser quelques centaines d'euro/classe,

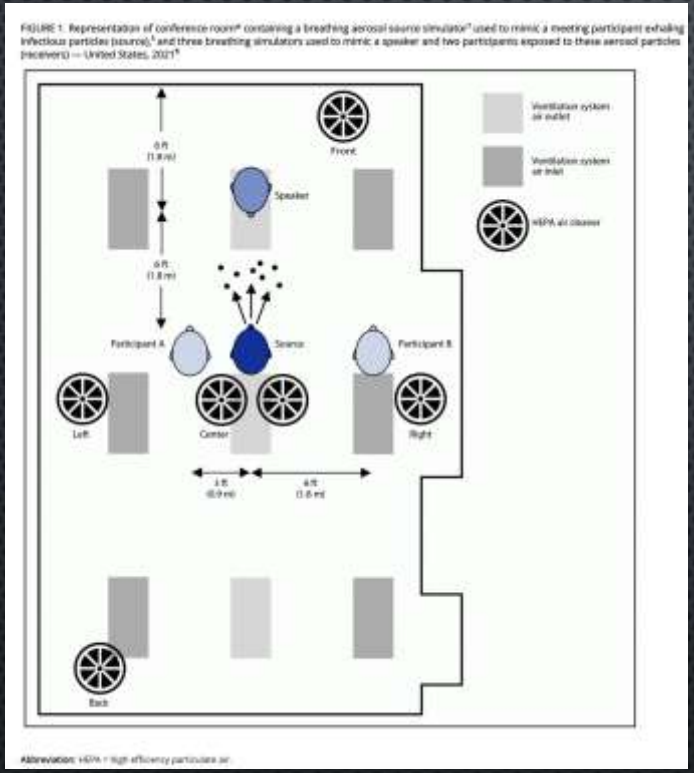
plutôt que laisser nos enfants respirer un air insalubre?

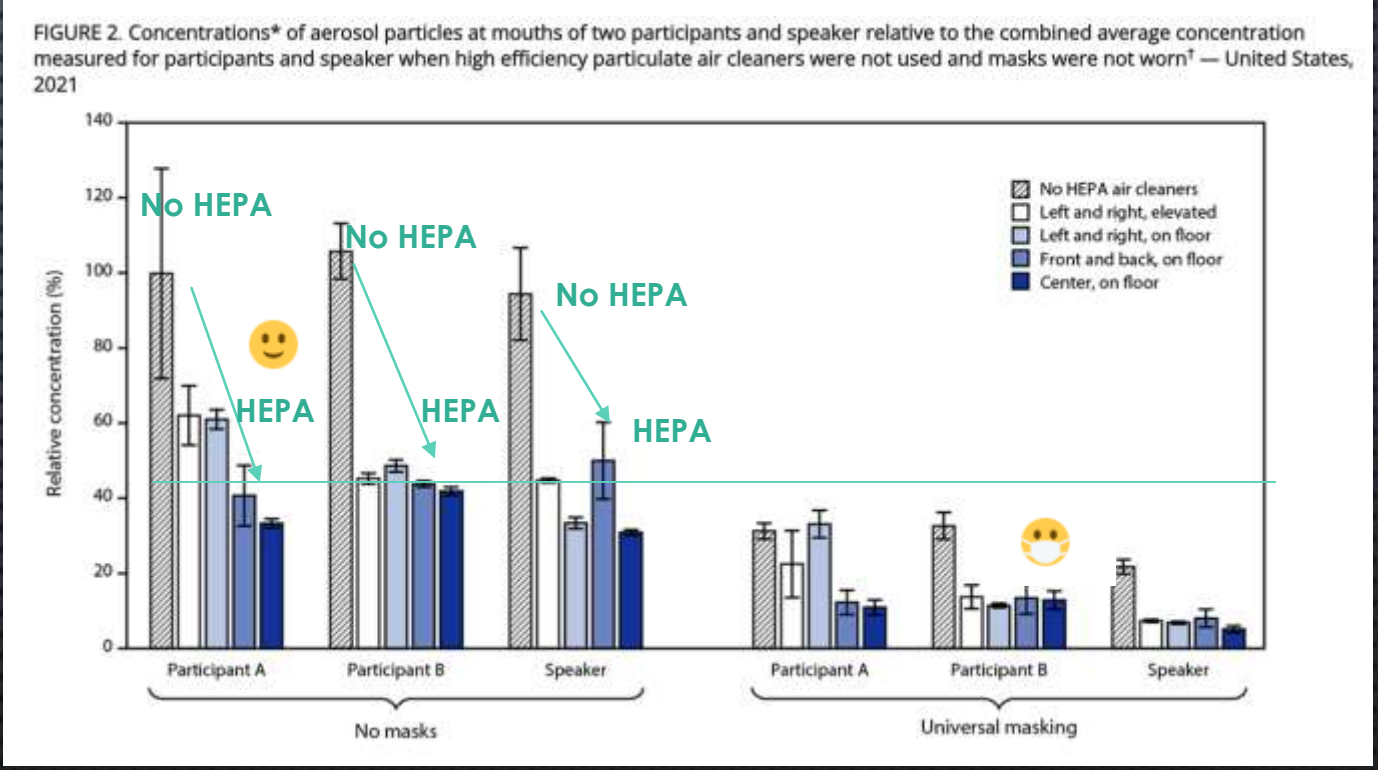
QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : Que pouvons-nous faire ?

Les outils existent

Efficacité expérimentale (filtres HEPA 13 ou 14 – HCSP 21/05/2021)

2021;55:5, 586-599





Lindsley WG, Derk RC, Coyle JP, et al. Efficacy of Portable Air Cleaners and Masking for Reducing Indoor Exposure to Simulated Exhaled SARS-CoV-2 Aerosols — United States, 2021. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2021;70:972–976

Thompson T. Real-world data show that filters clean COVID-causing virus from air. Nature 2021.

Curtius J, Granzin M, Schrod J. Testing mobile air purifiers in a school classroom: Reducing the airborne transmission risk for SARS-CoV-2. Aerosol Science and Technology

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : fin des idées reçues

1 Le froid (ou les courants d'air, ou…) ne font pas « tomber malade »

Les virus, SI.

Mais quand il fait froid, nous pouvons tomber plus facilement malades à cause de :

- nos comportements « hivernaux » : moins aérer, passer plus de temps dans des locaux mal ventilés
- l'effet du froid sur les sécrétions de nos voies respiratoire et sur nos muqueuses, qui nous rend plus vulnérables face aux virus

Donc, la qualité de l'air intérieur est d'autant plus importante lorsqu'il fait froid

ICI Explora
https://ici.exploratv.ca › blogue

Attraper froid rend malade : mythe ou réalité?

9 ott 2023 — Réponse : En soi, l'exposition modérée au **froid** ne **rend** pas **malade** – ce sont plutôt les virus qui sont responsables des maladies. L'hiver s' ...

RMC
https://rmc.bfmtv.com › sante

Vague de froid en France: le froid nous rend-il malade ? - RMC

8 ore fa — L'hiver est bel et bien là. Et avec lui les maladies, ou en tout cas, c'est ce qu'on croit: **le froid rend malade**.

ladepeche.fr
https://www.ladepeche.fr › chute...

Chute des températures : le froid nous fait-il vraiment ...

1 giorno fa — **Le froid nous** affaiblit. Une autre raison pour laquelle **nous** tombons plus facilement **malades** en hiver est que la température joue sur notre ...

QUALITÉ DE L'AIR INTERIEUR : fin des idées reçues

2 Tomber malade ne fait pas « l'immunité »

Au contraire, certains virus fragilisent le système immunitaire (ex. VRS) sans compter les effets à long terme (EBV→sclérose en plaques, HPV→cancer, …)

- Étude USA sur 1,7 million d'enfants de 0 à 5 ans, publiée nov 2023

« Le COVID19 a contribué à l'augmentation des cas de VRS chez les jeunes enfants en 2022 grâce à l'accumulation importante d'enfants infectés COVID19 et aux effets indésirables potentiels à long terme de COVID19 sur le système immunitaire et respiratoire »

https://fmch.bmj.com/content/11/4/e002456

frontiers | Frontiers in Immunology

Results: Compared to children not infected with RSV during the first year of life, children infected with RSV during infancy had lower memory T cell responses at ages 2-3 years to *in vitro* stimulation with RSV for most tested type-1 and type-17 markers for a number of memory T cell subsets.

Conclusions: RSV infection in infancy has long-term effects on memory T cell responses. This is the first study to show the potential for RSV infection in infancy to have long-term effects on the immune memory irrespective of the severity of the infection. Our results suggest a possible mechanism through which infant RSV infection may result in greater risk of subsequent childhood respiratory viral morbidity, findings also relevant to vaccine development.

Current Issue

November 2023 - Volume 11 - 4

EDITORIAL

Time to treat the climate and nature crisis as one indivisible global health emergency (25 October, 2023)

ORIGINAL RESEARCH

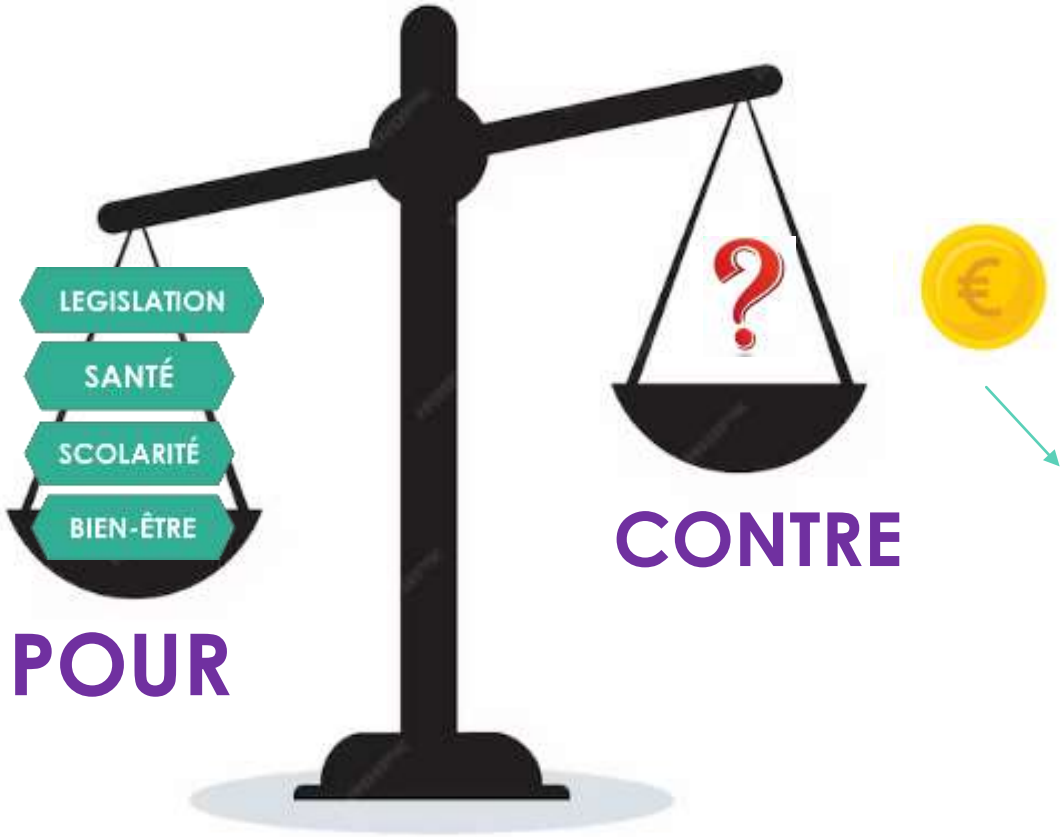
Health-related quality of life among adolescents with type 1 diabetes since the second wave of the COVID-19 pandemic in Germany (15 November, 2023)

Supporting and retaining competent primary care workforce in low-resource settings: lessons learned from a prospective cohort study (6 November, 2023)

Time trend and seasonality in medically attended respiratory syncytial virus (RSV) infections in US children aged 0–5 years, January 2010–January 2023 (16 October, 2023)

Association of COVID-19 with respiratory syncytial virus (RSV) infections in children aged 0–5 years in the USA in 2022: a multicentre retrospective cohort study (13 October, 2023)

AMELIORER LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR



- Aides de l'Etat (financement détecteurs CO2, EduRenov, …)
- Gérant bâti
- Dons
- DIY-actions pédagogiques (cf Ateliers Vilgenis, NousAerons,)

ANNEXES

Impact	Résultat	*Référence*
Bien-être	Impact significatif, revues de la littérature scientifique	*ARIF, Mohammed, KATAFYGIOTOU, Martha, MAZROEI, Ahmed, et al. Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature. International Journal of Sustainable Built Environment, 2016, vol. 5, no 1, p. 1-11.* *SALTHAMMER, Tunga, UHDE, Erik, SCHRIPP, Tobias, et al. Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution. Environment international, 2016, vol. 94, p. 196-210.*
↑ Résultats aux test et apprentissages en mathématiques, lecture et sciences	Amélioration des résultats aux test linguistiques	*Mendell, M. J., et al. "Do classroom ventilation rates in C alifornia elementary schools influence standardized test scores? Results from a prospective study." Indoor Air 26.4 (2016): 546-557.*
	Les **résultats aux tests de mathématiques et de lecture s'est améliorée de manière significative**, en augmentant la probabilité de réussite d'au moins de 2 % et 3 % respectivement. L'augmentation des investissements conduisant à l'augmentation des probabilités.	*Stafford, T. M. (2015). Indoor air quality and academic performance. Journal of Environmental Economics and Management, 70, 34–50.*
	Les **résultats moyens en mathématiques ont augmenté** de 11 points pour chaque augmentation d'un litre par seconde par personne, avec des effets similaires sur les résultats en lecture et sciences.	*Haverinen-Shaughnessy, U., & Shaughnessy, R. J. (2015). Effects of Classroom Ventilation Rate and Temperature on Students' Test Scores. PLOS ONE, 10(8), e0136165.*
	Amélioration de l'addition (6,3 %), **de la comparaison de nombres** (4,8 %), du **raisonnement grammatical** (3,2 %) et **de la lecture et la compréhension** (7,4 %) lorsque **le débit d'alimentation en air extérieur** est passé d'une moyenne de 1,7 (1,4–2,0) à 6,6 l/s par personne	*Petersen, S., Jensen, K. L., Pedersen, A. L. S., & Rasmussen, H. S. (2016). The effect of increased classroom ventilation rate indicated by reduced CO 2 concentration on the performance of schoolwork by children. Indoor Air, 26(3), 366-379.*

Impact	Résultat	*Référence*
↑ Fonctions cognitives (concentration, attention, réaction,…)	**Valeurs de CO_2 < 1000 ppm : réponses significativement plus rapides et plus précises pour la réaction au choix** (de 2,2 %), **la vigilance des mots en couleur** (de 2,7 %), la **mémoire d'images** (de 8 %) **et la reconnaissance de mots** (de 15 %)	*Bakó-Biró, Zs, et al. "Ventilation rates in schools and pupils' performance." Building and environment 48 (2012): 215-223.* *Clements-Croome, D. J., Awbi, H. B., Bakó-Biró, Z., Kochhar, N., & Williams, M. (2008). Ventilation rates in schools. Building and Environment, 43(3), 362-367.*
	Les tests cognitifs effectués sur les élèves montrent une **diminution de 5 % du "pouvoir d'attention" dans les salles de classe mal ventilées.** Les chercheurs comparent ce phénomène à l'effet d'un élève qui sauterait le petit déjeuner.	*Coley, D.A., Greeves, R., & Saxby, B.K. (2007). The effect of low ventilation rates on the cognitive function of a primary school class. International Journal of Ventilation, 6, 107-112*
	Des **niveaux de CO_2 inférieurs à 1000 ppm augmentent les facultés cognitives mesurés par le test de temps de réaction (SPES) par rapport aux résultats entre 1500 et 4000 ppm**	*Myhrvold, A. N., Olsen, E., & Lauridsen, O. (1996). Indoor environment in schools–pupils health and performance in regard to CO2 concentrations. Indoor Air, 96(4), 369-371.*
↓ Symptômes asthme	Les élèves qui ont fréquenté des écoles dotées de nouveaux systèmes de ventilation ont signalé **moins de symptômes asthmatiques.**	*Smedje, G., & Norbäck, D. (2000). New Ventilation Systems at Select Schools in Sweden—Effects on Asthma and Exposure. Archives of Environmental Health, 55(1), 18–25.*
↓ Symptômes respiratoires **↓ nombre de jours d'école manqués**	Des taux de ventilation plus faibles étaient associés à une incidence plus élevée de symptômes respiratoires. **Une ventilation inadéquate était également plus de jours d'absence à l'école.**	*Toyinbo, O., Matilainen, M., Turunen, M., Putus, T., Shaughnessy, R., & HaverinenShaughnessy, U. (2016). Modeling associations between principals' reported indoor environmental quality and students' self-reported respiratory health outcomes using GLMM and ZIP models. International Journal of Environmental Research and Public Health, 13(4). https://doi.org/10.3390/ijerph1304038*

Impact	Résultat	*Référence*
↓ Absences par maladie	**Une diminution de 12 % des jours de maladie a été constatée par heure d'augmentation du taux d'air**	*Kolarik, B., Andersen, Z. J., Ibfelt, T., Engelund, E. H., Møller, E., & Bräuner, E. V. (2016).Ventilation in day care centers and sick leave among nursery children. Indoor Air, 26(2),157–167.*
	Pour chaque augmentation de 1 L/s par occupant du taux de ventilation, l'absence pour maladie a diminué de 1,6 %.	*Mendell, M. J., Eliseeva, E. A., Davies, M. M., Spears, M., Lobscheid, A., Fisk, W.J., & Apte,M. G. (2013). Association of classroom ventilation with reduced illness absence: A prospective study in California elementary schools. Indoor Air, 23(6), 515-528.*
	Une augmentation de 100 ppm de CO2 a été associée à une augmentation des absences de 0.4 j/an	*Gaihre S, Semple S, Miller J, Fielding S, Turner S. Classroom carbon dioxide concentration, school attendance, and educational attainment. J Sch Health. 2014 Sep;84(9):569-74. doi: 10.1111/josh.12183. PMID: 25117890.*
	31 écoles (États-Unis pendant) pendant une période de deux ans : Chaque **augmentation de 1 L/s par personne du taux de ventilation** était associée à une **diminution de 5,59 du nombre de jours d'absence** par an	*Shihan Deng, Josephine Lau, Zhihao Wang, Pawel Wargocki, Associations between illness-related absences and ventilation and indoor PM2.5 in elementary schools of the Midwestern United States, Environment International,(176 (2023)*
↓ Risque infectieux (virus à transmission aérienne responsables de grippe, bronchiolite, Covid,..)	Pour **les salles de classe équipées de systèmes de ventilation mécanique, le risque relatif d'infection des élèves a diminué d'au moins 74 % par rapport à une salle de classe avec uniquement une ventilation naturelle**, atteignant des valeurs d'au moins 80 % pour des taux de ventilation > 10 L s −1 étudiant −1.	*Buonanno, G., Ricolfi, L., Morawska, L., & Stabile, L. (2022). Increasing ventilation reduces SARS-CoV-2 airborne transmission in schools: A retrospective cohort study in Italy's Marche region. Frontiers in Public Health, 10, 4922.*
	Le risque d'épidémie (taille de cluster supérieure à 4) est constaté être **63% inférieur dans les écoles avec une meilleure ventilation**	*1ère conférence OMS sur la QAI https://site.genevahealthforum.com/images/GorjiH_InfectionriskandIAQinschoolsofCantonGrisons.pdf*

Références

1. https://www.oqai.fr/fr/media/rapports/enquete-descriptive-nationale-sur-les-ecoles-et-les-creches-et-leurs-pratiques-d-aeration
2. https://www.oqai.fr/fr/campagnes/campagne-nationale-ecoles-n01
3. https://www.oqai.fr/fr/media/rapports/6-etudes-rapport-cout-economique-pai-avril2014
4. https://www.veolia.com/fr/newsroom/actualites/qualite-air-interieur-etablissements-scolaires-creches-elabe-veolia

Quelques autres références :

- https://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_238-2/FicheToxSynthetique_238.pdf
- https://www.epa.gov/iaq-schools/why-indoor-air-quality-important-schools
- https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Plan_Qualite_de_l_air_interieur_octobre_2013.pdf
- https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide-complet-QAI-web.pdf
- https://www.who.int/news/item/06-03-2017-the-cost-of-a-polluted-environment-1-7-million-child-deaths-a-year-says-who
- https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0019/117316/E69828.pdf
- https://www.ohchr.org/fr/stories/2020/07/realising-childrens-rights-through-healthy-environment ; https://news.un.org/fr/story/2021/10/1105902;
- https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0400&from=EN
- https://news.un.org/fr/story/2022/07/1124582
- https://justice.pappers.fr/decision/2dc08b3277b77be6d1baa74e9ee1446d?q=451129
- https://www.groupe-atlantic.fr/News/DOSSIER-Concilier-qualite-de-l-air-interieur-et-performance-energetique-des-batiments-un-enjeu-de-sante-public

Références

- https://www.lagazettedescommunes.com/722265/la-qualite-de-lair-interieur-a-lecole-profite-de-leffet-covid/
- https://www.lagazettedescommunes.com/893446/la-qualite-de-lair-interieur-dans-les-ecoles-un-enjeu-sanitaire-et-pedagogique-neglige/
- https://www.lexpress.fr/sciences-sante/grippe-covid-bronchiolite-pourquoi-laeration-reste-encore-trop-negligee-TTLD4GEFIZBCJB27TCFSCTTGOI/
- http://www.villes-sante.com/wp-content/uploads/Rapport_surveillance_QAI_juin2017.pdf
- https://www.engie-solutions.com/fr/dossier-thematique/traitement-qualite-air
- https://www.veolia.com/fr/actualites/nouvelle-enquete-elabe-veolia-crise-sanitaire-renforce-limportance-enjeux-qualite-lair
- https://www.veolia.fr/gestion-leau-dechets-lenergie-solutions-veolia-territoires/ameliorer-qualite-lair-creches-ecoles
- https://www.cerema.fr/fr/actualites/qualite-air-interieur-pourquoi-est-ce-important-video-14
- https://tnova.fr/societe/sante/qualite-de-lair-interieur-il-est-temps-de-sy-mettre/
- Forum OMS EU sur la qualité de l'air intérieur : https://site.genevahealthforum.com/index.php/en/2023-events/first-who-europe-indoor-air-conference
- Webinaire QAI PEEP : https://www.youtube.com/watch?v=tE6K8ZPylJg
- Atelier Scientifique Vilgénis (QAI au Lycée) : https://ats2016vilge.wixsite.com/ateliersiencesvilge ; https://www.youtube.com/watch?v=jfqVRbY6eJg ; https://edd.ac-versailles.fr/spip.php?article839
- « dette immunitaire » https://theconversation.com/covid-19-non-notre-systeme-immunitaire-na-pas-ete-affaibli-par-les-mesures-sanitaires-198801
- Long Covid : https://www.nature.com/articles/s41579-022-00846-2
- **Guide gouvernement QAI**: https://www.cerema.fr/system/files/documents/2023/03/guide_qai.pdf

Références

- Zhang R, Li Y, Zhang AL, Wang Y, Molina MJ. **Identifying airborne transmission as the dominant route for the spread of COVID-19**. Proc Natl Acad Sci 2020;117:14857–63.
- Morawska L, Allen J, Bahnfleth W, Bluyssen PM, Boerstra A, Buonanno G, et al. **A paradigm shift to combat indoor respiratory infection**. Science 2021;372:689–91.
- Arif M, Katafygiotou M, Mazroei A et al. **Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature**. International Journal of Sustainable Built Environment, 2016, vol. 5, no 1, p. 1-11.
- Salthammer T, Uhde E, Schripp T et al. **Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution**. Environment international, 2016, vol. 94, p. 196-210.

Références

- Smedje, G., & Norbäck, D. (2000). **New Ventilation Systems at Select Schools in Sweden—Effects on Asthma and Exposure**. Archives of Environmental Health, 55(1), 18–25.

- Buonanno, G., Ricolfi, L., Morawska, L., & Stabile, L. (2022**). Increasing ventilation reduces SARS-CoV-2 airborne transmission in schools: A retrospective cohort study in Italy's Marche region**. Frontiers in Public Health, 10, 4922. [Pour les salles de classe équipées de systèmes de ventilation mécanique, le risque relatif d'infection des élèves a diminué d'au moins 74 % par rapport à une salle de classe avec uniquement une ventilation naturelle, atteignant des valeurs d'au moins 80 % pour des taux de ventilation > 10 L/s/étudiant]

- Mendell, M. J., Eliseeva, E. A., Davies, M. M., Spears, M., Lobscheid, A., Fisk, W.J., & Apte,M. G. (2013). **Association of classroom ventilation with reduced illness absence: A prospective study in California elementary schools.** Indoor Air, 23(6), 515-528.

- Bakó-Biró, Zs, et al. "**Ventilation rates in schools and pupils' performance."** Building and environment 48 (2012): 215-223.

- Clements-Croome, D. J., Awbi, H. B., Bakó-Biró, Z., Kochhar, N., & Williams, M. (2008). **Ventilation rates in schools.** Building and Environment, 43(3), 362-367

- Coley, D.A., Greeves, R., & Saxby, B.K. (2007). **The effect of low ventilation rates on the cognitive function of a primary school class**. International Journal of Ventilation, 6, 107-112

Références

- Bjornevik, K., Münz, C., Cohen, J.I. et al. **Epstein–Barr virus as a leading cause of multiple sclerosis: mechanisms and implications. Nat Rev Neurol 19, 160–171 (2023**). https://doi.org/10.1038/s41582-023-00775-5

- https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/human-papilloma-virus-and-cancer

- Davis, H.E., McCorkell, L., Vogel, J.M. et al. **Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations**. Nat Rev Microbiol 21, 133–146 (2023).

- Xu, E., Xie, Y. & Al-Aly, Z. **Long-term neurologic outcomes of COVID-19**. Nat Med 28, 2406–2415 (2022)

- Xie Y, Xu E, Bowe B, Al-Aly Z. **Long-term cardiovascular outcomes of COVID-19**. Nat Med. 2022 Mar;28(3):583-590.

MINISTÈRE DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES ET DES RELATIONS AVEC LES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

Foire aux questions de la Dir. Gén. des Collectivités locales du 10/12/2021 - Décembre 2021

«Toute mesure de CO2 supérieure à un seuil de 800 ppm doit conduire à agir en termes d'aération/renouvellement d'air et/ou de réduction du nombre de personnes admises dans la pièce. Au-delà de 1000 ppm, l'évacuation du local doit être proposée le temps d'une aération suffisante pour retrouver des niveaux de CO2 inférieurs à 800 ppm»

MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE L'INSERTION

Protocole national - Novembre 2021

«Il est recommandé que toute mesure de CO2 supérieure à un seuil de 800 ppm conduise à agir en termes daération/renouvellement d'air et/ou de réduction du nombre de personnes admises dans la pièce. Au-delà de 1000 ppm, il est recommandé que l'évacuation du local soit proposée le temps d'une aération suffisante pour retrouver des niveaux de CO2 inférieurs à 800 ppm. La mesure du CO2 dans l'air doit être effectuée à des endroits significatifs de la fréquentation et à des périodes de réelle fréquentation chargée.»

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

Circulaire du 18 Mai 2021 et **Circulaire du 19 Novembre 2021** - Autres circulaires disponibles sur cette **page**.

«Il convient d'aérer les locaux par une ventilation naturelle ou mécanique en état de marche (portes et/ou fenêtres ouvertes autant que possible, idéalement en permanence si les conditions le permettent et au minimum plusieurs minutes toutes les heures). Lorsque cela est possible, privilégier une ventilation de la pièce par deux points distincts (porte et fenêtre par exemple). Il est recommandé de recourir à des dispositifs de mesure du dioxyde de carbone (gaz carbonique - CO2) dans l'air (indice ICONE de confinement) afin de monitorer un renouvellement optimal de l'air : une mesure de CO2 supérieure à un seuil de 800 ppm doit conduire à agir en termes d'aération/renouvellement d'air et/ou de réduction du nombre de personnes admises dans la pièce. Au-delà de 1000 ppm, l'évacuation du local doit être proposée le temps d'une aération suffisante pour retrouver des niveaux de CO2 inférieurs à 800 ppm. La mesure du CO2 dans l'air doit être effectuée à des endroits significatifs de la fréquentation et à des périodes de réelle fréquentation chargée.»

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS

Protocole sanitaire 2022/23 et sa fiche repère thématique "Aération et ventilation des espaces scolaires". - Juillet 2022

"L'aération fréquente des locaux est une des principales mesures collectives de réduction du risque de transmission du SARS-CoV-2 fortement recommandé dans le socle du protocole sanitaire."

MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ

Maîtrise - de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public (ERP), dans le contexte de l'épidémie de COVID-19 - Juin 2021

«Une concentration en CO2 supérieure à un seuil de 800 ppm doit conduire dans tous les cas à ne pas occuper momentanément la salle et à agir en termes d'aération/ventilation/renouvellement d'air et/ou de réduction du nombre de personnes admises dans les locaux d'un ERP»