

SANTÉ
ENVIRONNEMENT

NOVEMBRE 2022

ÉTUDES ET ENQUÊTES

SYNDROME COLLECTIF INEXPLIQUÉ
CHEZ LES ENFANTS D'UNE ÉCOLE
PRIMAIRE DU VAUCLUSE

Rapport d'investigation, 2022

Résumé

Depuis début janvier 2021, plusieurs enfants d'une école primaire du Vaucluse ont présenté des signes digestifs et généraux dans plusieurs classes. En phase épidémique de la Covid-19, une circulation virale dans l'établissement était évoquée mais les résultats des tests PCR se sont avérés négatifs. Les premières analyses environnementales étaient négatives éliminant notamment la présence de CO dans l'établissement. Une enquête épidémiologique avec questionnaire auprès des élèves atteints a été réalisée en complément de l'enquête environnementale, afin d'identifier l'origine de cet épisode. Des symptômes variés ont été décrits par 40 élèves, soit un taux d'attaque d'environ 27 % parmi l'ensemble des élèves mais nettement plus élevé dans les classes de CP (56 %). Les éléments recueillis lors des enquêtes ont permis d'écartier l'hypothèse d'une intoxication de nature chimique ou infectieuse et de poser le diagnostic d'un syndrome collectif à forte composante émotionnelle dans un contexte local anxiogène lié à l'épidémie de Covid-19 et au port du masque à l'école pour les 5-11 ans. Cet épisode présentait toutes les caractéristiques du syndrome collectif inexpliqué décrit dans la littérature. La prise en charge, par la médecine scolaire, des enfants symptomatiques au sein de l'école, a permis de diminuer les tensions et les angoisses et de contrôler progressivement la situation.

MOTS CLÉS : SYNDROME COLLECTIF INEXPLIQUÉ, ÉCOLE PRIMAIRE, COVID-19

Citation suggérée : Syndrome collectif inexpliqué chez les enfants d'une école primaire du Vaucluse. Saint-Maurice : Santé publique France, 2022. 65 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr

ISBN-NET 979-10-289-0808-9 / RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION,
SANTÉ PUBLIQUE FRANCE / DÉPÔT LÉGAL : NOVEMBRE 2022

Abstract

Since the beginning of January 2021, several children from a primary school in Vaucluse reported digestive and general signs of illness in several classes. This episode occurred during the covid-19 epidemic and a viral infection of the pupils was firstly eliminated. First environmental analyzes were negative, eliminating a carbon monoxide poisoning. An epidemiological survey among sick children was carried out in addition to the environmental survey, in order to identify the origin of this episode. Symptoms were described for 40 pupils, i.e. an attack rate of about 27% among all pupils but significantly higher in first grade classes (56%). According to the evidence gathered during the investigations, the hypothesis of a chemical or infectious poisoning was rejected in favor of the diagnosis of a collective syndrome with a strong emotional component in the context of the Covid-19 epidemic and the wearing of masks at school. This episode presented all the characteristics of the mass emotional illness described in the literature. A school medical team took care of symptomatic children within the school. This helped to reduce tensions and anxieties and to gradually control the situation.

KEY WORDS: MASS EMOTIONAL ILLNESS, PRIMARY SCHOOL, COVID-19

Auteurs

Laurence Pascal, Cellule régionale de Santé publique France en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Paca) et en Corse

Miguel Angel Sanchez-Ruiz, Cellule régionale de Santé publique France en Provence-Alpes-Côte d'Azur (Paca) et en Corse

Émilie Bonnet, Délégation départementale du Vaucluse, Agence régionale de santé Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service santé environnement

Relecture

Florence Kermarec, Santé publique France en région Pays de la Loire

Remerciements

À Mme la directrice de l'école primaire pour son aide tout au long de l'étude.

Au personnel technique de la mairie pour leur accompagnement lors de la visite sur site.

Aux participants de la cellule de coordination.

Sommaire

Résumé.....	1
Abstract.....	2
Auteurs.....	3
Abréviations	5
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	6
1.1 Définition	6
1.2 Signalement	6
1.3 Contexte local.....	7
1.4 Situation de l'école primaire.....	7
2. MÉTHODES	9
2.1 Mise en place de la cellule de coordination	9
2.2 Investigations environnementales.....	9
2.2.1 <i>Investigations avant saisine</i>	9
2.2.2 Visite sur site	9
2.2.3 Qualité de l'air intérieur.....	10
2.3 Investigations épidémiologiques	11
2.3.1 <i>Investigation des cas</i>	11
2.3.2 <i>Surveillance clinique lors de la réouverture de l'école</i>	12
3. RÉSULTATS.....	13
3.1 Investigation environnementale	13
3.1.1 Présentation du bâtiment.....	13
3.1.2 Visite de l'école.....	13
3.1.3 Qualité de l'eau et alimentation	15
3.1.4 Qualité de l'air intérieur.....	16
3.1.5 Environnement extérieur.....	17
3.1.6 Synthèse de l'investigation environnementale.....	17
3.2 Investigation épidémiologique	18
3.2.1 Description de l'épidémie.....	18
3.2.2 Suivi clinique après la réouverture de l'école.....	20
3.2.3 Comparaison des symptômes avant et après la réouverture de l'école	23
3.2.3 Synthèse des résultats de l'investigation épidémiologique	24
4. DISCUSSION / CONCLUSION	25
Références.....	30
ANNEXES	31
Annexe 1. Questionnaire sanitaire remis aux parents.....	32
Annexe 2. Questionnaire rempli par les médecins et la santé scolaire	34
Annexe 3. Plan de l'école primaire	35
Annexe 4. Rapport de visite de l'école élémentaire du Vaucluse dans le cadre de l'investigation d'un syndrome collectif inexpliqué	36
Annexe 5. Analyses d'eau potable au niveau de l'école primaire.....	46
Annexe 6. Analyses des plats témoins de la cantine scolaire	48
Annexe 7. Courbes des mesures du CO ₂ dans l'école primaire.....	49
Annexe 8. Synthèse bibliographique rapide concernant les effets secondaires physiologiques et cliniques pouvant être liés au port du masque chez l'enfant et l'adulte	52

Abréviations

°C	Degrés celsius
µg/m³	Microgramme par mètre cube
ARS	Agence régionale de santé
BASIAS	Base de données des anciens sites industriels et activités de service
BASOL	Base de données des sites et sols pollués
CC	Cellule de coordination
CO	Monoxyde de carbone
CO₂	Dioxyde de carbone
CR	Cellule régionale de santé publique France
DD84	Délégation départementale du Vaucluse
DDPP	Direction départementale de la protection des personnes
DDS	Date de début des signes
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
GEA	Gastroentérite aiguë
GPR	Groupe de pièces représentatives
HCSP	Haut conseil de la santé publique
LCSQA	Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
mmHg	Millimètre de mercure
Paca	Provence-Alpes-Côte d'Azur
PCR	Polymerase chain reaction
ppm	Partie par million
SARS-CoV2	Syndrome respiratoire aigu sévère du coronavirus2
SCI	Syndrome collectif inexpliqué
SpO₂	Pourcentage de saturation en oxygène
TA	Tension artérielle

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 Définition

L'appellation syndrome collectif inexpliqué (SCI) regroupe l'ensemble des épidémies de symptômes non spécifiques, essentiellement généraux (malaises, céphalées), dermatologiques (prurit, éruptions cutanées), oto-rhino-laryngés (irritations, inflammations), respiratoires (toux, difficulté à respirer) ou digestifs (nausées, vomissements) qui surviennent collectivement et dont l'origine n'est pas établie, les causes infectieuses et toxiques majeures ayant été écartées.

1.2 Signalement

Le 28 janvier 2021, la délégation départementale du Vaucluse (DD84) de l'Agence régionale de santé Provence-Alpes-Côte d'Azur (ARS Paca) a reçu un signalement concernant plusieurs enfants d'une école primaire du Vaucluse présentant des signes digestifs et généraux en classe de CP depuis le 5 janvier. Aucun enfant de l'école maternelle, située à côté de l'école primaire, ne présentait de tels symptômes. Parmi les six écoles primaires de la commune, cette école était la seule concernée par ce type de symptomatologie.

La santé scolaire s'est rendue sur place le 29 janvier, dénombrant 8 élèves malades en classe de CPB avec date de début des signes (DDS) entre le 4 et 25 janvier et 6 malades en classe de CPA avec DDS entre le 12 et le 25 janvier. Ces enfants avaient présenté des symptômes et signes très divers : maux de tête, douleurs abdominales, fièvre intermittente, endormissement rapide parfois profond avec réveil en pleine forme. Ces épisodes pouvaient se répéter sur plusieurs jours. Quatre enfants avaient également des nausées, vomissements et/ou diarrhées. La plupart de ces symptômes disparaissaient complètement à domicile, le mercredi et le week-end.

Les examens cliniques et paracliniques réalisés par les médecins généralistes s'étaient révélés normaux et aucun diagnostic n'avait été posé. En raison de l'épidémie de Covid-19 concomitante, six enfants malades avaient effectué un test PCR pour rechercher une infection au SARS-CoV2 et tous étaient négatifs.

Les premières investigations environnementales menées n'ont apporté aucun élément en faveur d'une exposition environnementale.

- Derniers résultats du contrôle sanitaire d'eau potable de routine du 12/01 et prélèvements du 26/01 suite au signalement, conformes.
- Analyses des plats témoins du repas du 28 janvier négatives.
- Contrôle des chaudières conforme.
- Mesures de CO dans les 2 classes de CP négatives.

De nouveaux cas étant signalés entre le 28 janvier et le 2 février, l'inquiétude est montée chez les enseignants et les parents, dont certains incriminaient le port du masque obligatoire. L'école primaire a été fermée par le préfet le 4 février. Suite au communiqué de presse de la préfecture, cette situation a fait l'objet d'une médiatisation locale et nationale.

Devant cette situation, un syndrome collectif inexpliqué a été évoqué et l'ARS a demandé un appui de la Cellule régionale de Santé publique France en Paca et Corse (CR Paca-Corse). La prise en charge a été menée en suivant le guide de Santé publique France.

1.3 Contexte local

Contexte épidémique

Ce syndrome collectif inexpliqué est survenu dans le contexte particulier de l'épidémie de la Covid-19 à la rentrée des vacances de Noël. D'après les enseignants, les enfants étaient revenus à l'école plus fatigués qu'habituellement. La circulation virale du SARS-CoV2 était élevée à ce moment-là, avec un taux d'incidence supérieur à 200 pour 100 000 habitants et en plateau depuis plusieurs semaines, associé à une hausse des clusters en milieu scolaire sur le département du Vaucluse comme pour le reste de la région Paca. Il s'agissait d'une période particulièrement stressante avec la perspective d'une possible 3^e vague.

Par ailleurs, alors que les taux de viroses hivernales étaient particulièrement bas, en lien avec les mesures barrières mises en œuvre pour le contrôle de la pandémie, la santé scolaire, l'ARS Paca et un pédiatre de l'hôpital d'Avignon rapportaient une recrudescence des épisodes de gastroentérites aiguës (GEA) virales depuis la mi-janvier avec différents virus dont des rotavirus et des norovirus. Cette tendance était observée pour toute la région avec des épisodes signalés en crèche, en milieu scolaire et en établissements pour personnes âgées. Certains enfants de l'école avaient présenté des signes compatibles avec une GEA à la mi-janvier.

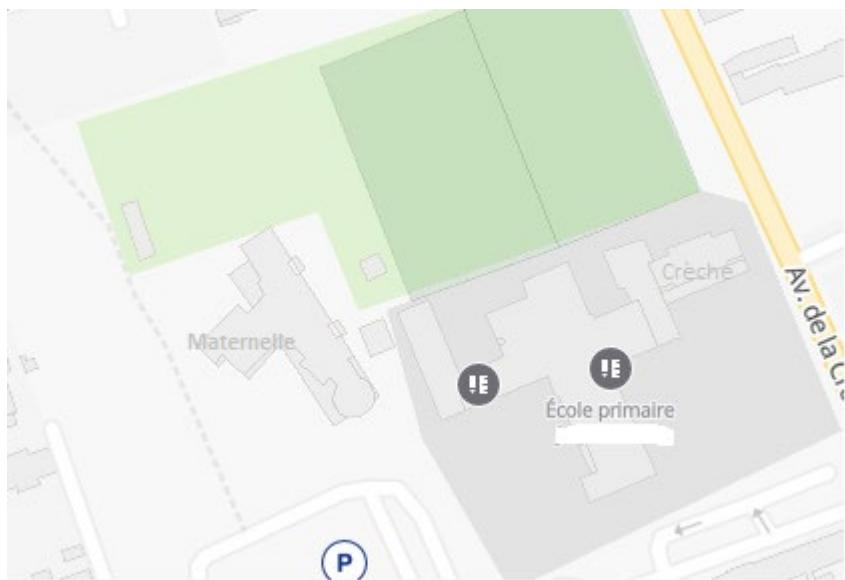
Contexte social

Une situation de tension et de stress à l'école était générée par la survenue de ces symptômes majorée par la prolongation du port du masque en école primaire, instauré en novembre 2020 au cours de la deuxième vague pour permettre aux écoles de rester ouvertes pendant le confinement. Certains parents s'étaient inquiétés des effets néfastes du port du masque sur de jeunes enfants et avaient interpellé régulièrement l'éducation nationale à ce sujet. Cette préoccupation, largement relayée et entretenue sur les réseaux sociaux par des collectifs de parents, au niveau national ou local, reprenaient des éléments selon lesquelles les taux de dioxyde de carbone (CO₂) sous le masque seraient fortement augmentés. D'après eux, ceci entraînerait une hypercapnie, une hypoxie et une alcalose respiratoire avec des effets physiologiques délétères sur le système respiratoire et neurologique. Un collectif de parents local était particulièrement actif et présent à l'école durant cet épisode.

1.4 Situation de l'école primaire

L'école primaire a été construite en 1979 sur un ancien terrain agricole et fait partie d'un ensemble comprenant également une école maternelle, une crèche, un stade et un parking. Elle est située dans un environnement urbain résidentiel à proximité d'une route à faible trafic. La seule installation polluante identifiée en proximité immédiate du groupe scolaire est un garage de réparation automobile situé à environ 200 m de l'école. Les terrains agricoles sont situés à plus d'un kilomètre.

Figure 1. Situation du bâtiment, école primaire, Vaucluse



2. MÉTHODES

2.1 Mise en place de la cellule de coordination

Une cellule de coordination pluridisciplinaire a été mise en place. Celle-ci se composait d'enseignants de l'école primaire, de parents d'élèves et des deux représentants des parents d'élèves, de représentants de la DD84-ARS, de l'éducation nationale, de la mairie et de la CR Paca-Corse. Cette cellule avait pour mission de coordonner les investigations avec les décisions de gestion, de garantir la cohérence de la communication et de formuler des hypothèses explicatives adaptées.

Afin d'assurer son rôle de coordination, cette cellule a été pilotée par le représentant de la CR Paca-Corse. Le rôle du pilote est de fédérer les intervenants, fluidifier les relations. Il est garant du respect des bonnes pratiques déontologiques et de la confidentialité.

En raison de l'épidémie de Covid 19, cette cellule de coordination n'a pu se réunir en présentiel. Les échanges de documents ont été réalisés par messagerie et les réunions en visioconférence.

Cette cellule s'est réunie à deux reprises, le 3 février 2021 et le 17 février 2021.

2.2 Investigations environnementales

2.2.1 Investigations avant saisine

Certaines investigations ont été menées par la mairie avant la saisine de la DD84-ARS et de la CR Paca-Corse.

- La société SUEZ (exploitant d'eau potable du secteur) est intervenue le 26 janvier 2021 pour réaliser des prélèvements d'eau potable sur trois points : en face de l'école (PI56), au niveau du lave main du réfectoire et au robinet extérieur des sanitaires filles. L'analyse rapide a consisté en une mesure par ATP-métrie (évaluation de la charge bactérienne de l'eau en 2 minutes), un contrôle du chlore (libre et total) couplé à un IDEXX (analyse 24h en étuve pour la présence d'entérocoques et d'*E. Coli*).
- Des analyses des repas témoins du 28 janvier 2021, jour de signalement à la DD84-ARS et à l'éducation nationale ont été réalisées par le laboratoire Eurofins agro-analyses.
- Le 25 janvier, la société de maintenance qui s'occupe de l'entretien des chaudières a réalisé un test de combustion sur chacune des chaudières. La société a également mesuré le niveau de monoxyde de carbone (CO) dans les classes de CP.

2.2.2 Visite sur site

Suite à la saisine, une visite des locaux a été réalisée le 12 février 2021 par deux épidémiologistes de la CR Paca-Corse et l'ingénierie d'études sanitaires de la DD84-ARS en présence de la directrice de l'école, d'un adjoint au maire, du responsable des services techniques de la commune et du responsable du service restauration scolaire et entretien.

Cette visite avait pour objectif de rechercher et de recenser les sources potentielles de pollutions intérieures et extérieures, afin de déterminer et d'étayer des hypothèses plausibles pouvant expliquer les événements sanitaires survenus au sein du bâtiment. Elle s'est déroulée en l'absence des élèves et du personnel suite à la fermeture de l'école le 4 février par décision préfectorale.

Dans un premier temps un entretien avec les différentes personnes présentes a permis un recueil de données complémentaires sur le fonctionnement et l'implantation de l'école. Dans un second temps, l'inspection des locaux a commencé par les salles de classe CPA et CPB où sont survenus les premiers symptômes, puis a concerné l'ensemble du bâtiment. Une mesure du CO par capteur portatif a été réalisée tout au long de la visite.

2.2.3 Qualité de l'air intérieur

Il a été demandé à la mairie de se mettre en conformité avec la législation en vigueur depuis 2018¹ concernant la ventilation, de réaliser une évaluation des moyens d'aération du bâtiment et de procéder à une campagne de mesure des polluants.

La mairie, propriétaire de l'école, a réalisé l'évaluation des moyens d'aération le 12 février 2021. La campagne de mesure des polluants a été réalisée par un bureau d'étude agréé sur la période du 8 au 12 mars 2021. Les informations collectées à partir de la grille « renseignements préliminaires aux mesures et/ou lors de la visite préalable » ont permis de confirmer les renseignements techniques concernant l'aération.

Stratégie de prélèvement

La stratégie de prélèvement a été établie conformément au guide du Laboratoire central de la qualité de l'air (LCSQA), « Guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats »². Un seul groupe de pièces représentatif (GPR)³ a été retenu comprenant des pièces avec ouvrants. Des analyseurs ont été installés dans cinq salles de classes et dans l'atelier d'art plastique (tableau 1). Le benzène et la température ont également été mesurés sur un point en extérieur.

Tableau 1. Sites de mesure et type de prélèvement, campagne en période de chauffe, école primaire, Vaucluse

Salle	Formaldéhyde	Benzène	Témoin et replicats	CO ₂	Température Hygrométrie
CPA	X	X	X	X	X
CPB	X	X		X	X
Ulis	X	X		X	X
CE1A	X	X		X	X
CM1/2	X	X		X	X
Atelier	X	X		X	X

Mesure de polluants et paramètres de confinement

¹ Décret n°2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public et le Décret n°2015-1000 du 17 aout 2015 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public.

² <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/2012/ineris/guide-application-surveillance-formaldehyde-benzene-etablissements-enseignement->

³ Groupe de Pièces Représentatif (GPR) d'un établissement représente un bâtiment ou une partie de bâtiment présentant des propriétés de construction similaires.

Les mesures de benzène et de formaldéhyde ont été réalisées par échantillonnage sur tubes passifs (radiello 165 pour le formaldéhyde et radiello 145 pour le benzène). Les échantillons ont été analysés par le laboratoire accrédité pour les analyses de l'air EUROFINS.

Les mesures en continu de la température, de l'humidité relative et du CO₂ ont été faites avec un analyseur Class'Air.

L'indice de confinement a été calculé selon la formule du guide du LSCQA pour chaque pièce investiguée et arrondi au nombre entier le plus proche. Cet indice varie de 1 à 5.

Les valeurs mesurées ont été comparées aux valeurs seuil et aux valeurs guide réglementaires (tableau 2).

Tableau 2. Valeurs seuil et guide pour le benzène et le formaldéhyde

	Valeur guide	Valeur seuil
Benzène	2 µg/m ³	10 µg/m ³
Formaldéhyde	30 µg/m ³	100 µg/m ³

Valeur seuil : Valeur dont le dépassement nécessite d'engager des actions d'amélioration afin d'identifier les sources de pollution et la mise en œuvre d'actions correctives.

Valeur guide : Valeur à atteindre pour protéger la sécurité des personnes. Elle est fondée exclusivement sur des critères sanitaires.

2.2.4. Contexte environnemental de l'école

La présence d'antennes relais, de sites et sols pollués, d'installations classées pour l'environnement a été recherchée. Les bases de données des sites et sols pollués (BASOL) et des anciens sites industriels et activités de service (BASIAS) ont été consultées ainsi que la Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement (DREAL) et la Direction départementale de la protection des personnes (DDPP) de Vaucluse. Les services de la mairie ont également été interrogés afin de déterminer si des incidents ou des chantiers avaient eu lieu ou étaient en cours autour de l'école.

2.3 Investigations épidémiologiques

2.3.1 Investigation des cas

Une enquête par questionnaire a été réalisée auprès des parents des enfants symptomatiques afin de pouvoir établir la courbe épidémique des nouveaux cas et des récurrences, de décrire les symptômes présentés par les enfants.

Le questionnaire en annexe 1 a été transmis par la directrice de l'école à tous les parents d'enfants ayant présenté, entre le 4 janvier et le 4 février (fermeture de l'école), au moins un des symptômes suivants : fièvre, maux de tête, vertige, douleur abdominale, nausée/vomissement, diarrhée, fatigue, somnolence.

Les non répondants ont été relancés par la directrice de l'école entre le 4 février et le 19 février. Les questionnaires ont été saisis sous Excel® et les données ont été analysées avec le logiciel Stata®.

2.3.2 Surveillance clinique lors de la réouverture de l'école

La cellule de coordination a souhaité mettre en place une surveillance clinique au sein de l'école primaire lors de la réouverture de l'école le 8 mars. Il s'agissait de pouvoir examiner les enfants au moment des symptômes et non lors d'une consultation tardive chez le médecin traitant. Des mesures de paramètres physiologiques étaient également réalisées, dont la saturation en oxygène (SpO_2) et la fréquence respiratoire, pour identifier une éventuelle altération de ces paramètres.

Un médecin ou une infirmière scolaire était présent tous les jours à l'infirmierie et devait remplir un questionnaire standardisé pour chaque enfant adressé (annexe 2). Les enseignants étaient informés de la présence du personnel de santé scolaire et de la nécessité de lui adresser tous les enfants se plaignant d'être malade.

La surveillance quotidienne a eu lieu du 8 au 19 mars, puis a été allégée à deux demi-journées la semaine du 22 au 26 mars, puis s'est arrêtée.

Les questionnaires ont été saisis sous Excel[®] et les données ont été analysées avec le logiciel Stata[®].

3. RÉSULTATS

3.1 Investigation environnementale

3.1.1 Présentation du bâtiment

À l'époque du signalement, l'école primaire accueillait 229 élèves (108 filles et 121 garçons) et 13 enseignants. L'école comprend 10 classes réparties sur deux ailes partant d'un hall central autour duquel sont disposés les ateliers, la salle de danse, la bibliothèque, la salle d'informatique et le réfectoire. Chaque aile dispose de blocs sanitaires filles et garçons accessibles par la cour de récréation et par le couloir desservant les classes. Les portes d'accès sont ouvertes en permanence pendant la présence des enfants. L'extérieur des locaux comprend deux cours de récréation séparées et une cour de service (plan Annexe 3).

Les salles de classes ont toutes la même configuration. Elles sont longées sur un côté par un couloir qui dessert toutes les classes d'une même aile avec une porte qui permet l'accès des élèves. En face de cette cloison contiguë au couloir, le mur est semi-vitré et donne sur la cour de récréation. Les huisseries le constituant sont en aluminium sans aérateurs avec une partie centrale fixe, une fenêtre à une extrémité et une porte-fenêtre à l'autre qui permet l'accès direct à la cour. Il existe un espace sous la porte permettant une aération mais cet espace est souvent obstrué. Les classes contiguës disposent d'une porte de communication fermée pendant les cours et dont l'espace sous la porte n'est pas obstrué.

Le hall central, organisé autour d'un patio, permet l'entrée des élèves le matin et accueille également les activités périscolaires. Ce hall est aéré par des ouvertures situées sur le pourtour et par les fenêtres coulissantes du patio.

3.1.2 Visite de l'école

Le rapport complet de la visite de l'école figure en annexe 4. Les principaux éléments sont rapportés ici.

Matériaux

Les revêtements de sol de type linoleum datent de la construction de l'école (1979) sauf pour la bibliothèque où le revêtement a été remplacé par une moquette. Les peintures des murs sont propres mais il n'y a pas eu de travaux récemment. Le mobilier n'a pas été changé dans les mois précédents.

Toutes les classes disposent d'une armoire renfermant des feutres, des pots de colle, vernis-colle et peintures. Certains feutres, crayons et tubes de colle sont également dans des bacs à disposition des enfants. Ce matériel est classique en école primaire et n'a pas été changé récemment.

Chauffage

Les locaux sont chauffés par un système de chauffage central. Une chaufferie située à l'arrière des cuisines comprend deux chaudières à gaz naturel qui alimentent les radiateurs situés dans les classes et les parties communes. L'école ne dispose pas de chauffages d'appoint.

La chaufferie est accessible par la cour de service et comprend, d'une part une chaudière Chappée (installation 1992) qui alimente un ballon de 250 litres pour l'eau chaude et le système de chauffage de l'école maternelle et, d'autre part, une chaudière Viessmann (installation 1994) qui alimente un ballon de 250 litres pour l'eau chaude et le système de chauffage de l'école primaire (plan en annexe 3). Les deux chaudières sont régulièrement entretenues. Le carnet d'entretien ne mentionne pas de pannes au cours du mois de janvier. Les travaux les plus récents concernaient le changement des électrodes d'anodisation des brûleurs de la chaudière Wiessmann (9 décembre) et le changement de la pompe de plancher du système de chauffage de l'école maternelle (3 janvier). Chaque chaudière est équipée d'un conduit de fumée qui lui est propre. Les fumées de la chaudière Viessmann sont évacuées par le conduit maçonnable tubé situé en toiture (au-dessus de la porte de la chaufferie). Celles de la chaudière Chappée sont évacuées par le conduit externe (à droite de la chaufferie). Une analyse des fumées a été réalisée le 25 janvier et les résultats étaient conformes à la législation en vigueur (Annexe 4).

Ventilation / aération des locaux

L'école ne dispose pas d'un système de ventilation mécanique. L'aération des classes et des locaux est manuelle par ouverture des différentes huisseries. Seule la cuisine dispose d'une aération par extracteur d'air.

Il existe un espace sous chaque porte d'accès à la cour de récréation afin de permettre une aération naturelle mais cet espace est souvent obstrué.

L'évaluation des moyens d'aération réalisée par la mairie n'a pas montré de problèmes de fonctionnement ou d'accessibilité des ouvrants de l'école.

Entretien des locaux

L'entretien est réalisé le matin (6h30 – 9h30) et le soir (16h00 – 18h30) lundi, mardi, jeudi et vendredi et le mercredi matin de 6h00 à 12h00. Le nettoyage est manuel pour les classes (tables, chaises, sols, poussières...) et une auto-laveuse est utilisée pour les couloirs. Une aération des locaux est réalisée après le ménage.

L'école utilise, depuis 2 ans, des produits certifiés écolabel pour l'entretien et la cuisine. Les produits de nettoyage sont entreposés dans deux locaux fermés à clés. Ces deux pièces semblent insuffisamment aérées en raison de l'odeur de produit à l'intérieur. Pour l'un des locaux, il s'agit d'une pièce aveugle avec une bouche d'aération mais qui n'a pas pu être testée car trop haute. Pour l'autre local il s'agit d'une pièce disposant d'ouvrants sur l'extérieur.

Lors de la visite de l'école et de l'interrogatoire de la directrice, il n'a pas été rapporté d'odeur suspecte, de bruit particulier ou d'évènement dans l'environnement des classes susceptibles d'avoir déclenché ces symptômes.

Restauration

Le réfectoire est accessible par le hall. Les repas sont servis en deux services, le premier de 12h à 12h45 et le deuxième de 13h à 13h45. Le réfectoire est aéré entre les deux services par ouverture des fenêtres et des portes. La cuisine est propre et bien ventilée. Les produits d'entretien utilisés sont certifiés écolabel. Il n'y a pas de source de combustion dans la cuisine. Les plats arrivent préparés depuis la cuisine centrale et sont placés en armoires chauffantes électriques pour maintien de la température.

Synthèse et préconisations transmises à la mairie à la suite de la visite

Les locaux sont en bon état et rénovés régulièrement. L'absence de monoxyde de carbone a été vérifiée par détecteur portable pendant la visite de l'école et lors du passage au complexe sportif. Aucune présence de CO n'a été détectée. Au cours de la visite il n'a pas été identifié de produits particulièrement toxiques. Les produits d'entretien sont certifiés écolabel et un matériel classique pour les activités scolaires en école primaire est utilisé en classe.

En conclusion de la visite, il est recommandé de mettre en œuvre les mesures suivantes :

- retirer les boudins positionnés au bas des portes qui bloquent la ventilation ;
- désencombrer les pièces qui donnent une sensation de confinement (vitres recouvertes, rangement) ;
- réorganiser les meubles de manière à pouvoir ouvrir les fenêtres en grand ;
- augmenter les fréquences d'aération à la faveur des températures plus clémentes ;
- vérifier que les débits de ventilation des locaux sont conformes aux dispositions du règlement sanitaire départemental et notamment des valeurs de l'article 64 : ventilation mécanique ou naturelle par conduits - 64.1. - Locaux à pollution non spécifique ;
- surveiller la couleur des panneaux du réfectoire destinés à amortir le bruit, l'apparition de taches noires pouvant être des signes d'humidité/moisissures ;
- assurer une aération suffisante et diminuer la température du réfectoire ;
- assurer une ventilation permanente suffisante des locaux de stockage des produits d'entretien et du local de stockage de matériel de sport ;
- mettre en œuvre une stratégie de prévention et de gestion de la qualité de l'air intérieur au sein de l'établissement en s'appuyant sur le guide « *Pour une meilleure qualité de l'air des lieux accueillant des enfants et des adolescents* ».

3.1.3 Qualité de l'eau et alimentation

Analyse de l'eau potable

Les résultats de l'analyse rapide du 26 janvier étaient conformes (Tableau 3). Par ailleurs, l'analyse du 12 janvier, réalisée dans le cadre du contrôle sanitaire de l'ARS, de l'eau destinée à la consommation humaine par le laboratoire CARSO, titulaire du marché, était également conforme (Annexe 5).

Tableau 3. Résultats des analyses d'eau potable, 26 janvier 2021, école primaire, Vaucluse

	ATP Métrie (charge bactérienne)	CHLORE		IDEXX (entérocoques et <i>E. Coli</i>)
		Libre	Total	
En face de l'école (PI 56)	négatif	0,48	0,51	Conforme
Lave Main réfectoire	négatif	0,25	0,4	Conforme
Robinet sanitaires	négatif	0,3	0,35	Conforme

Analyse des plats témoins

Tous les résultats étaient négatifs objectivant l'absence de germes dans les prélèvements. De plus, les relevés de températures en liaison chaude ou froide n'ont pas révélé d'anomalies (Annexe 6).

3.1.4 Qualité de l'air intérieur

Les mesures réglementaires de qualité de l'air intérieur en période de chauffe ont été réalisées par la société Socotec, du 8 au 12 mars 2021, dans les classes de CPA, CPB, Ulis, CE1A, CM1/2, et l'atelier. Les paramètres et polluants mesurés étaient le formaldéhyde, le benzène, le CO₂, la température et l'hygrométrie.

3.1.4.1 Paramètres de confinement

L'indice de confinement est à 1 pour tous les sites sauf pour la classe Ulis où il est à 2. Ces valeurs sont en dessous du seuil de 4 pour lequel des mesures doivent être prises par le propriétaire du bâtiment. Les mesures montrent donc un confinement faible à moyen dans les classes de l'école primaire.

Les valeurs moyennes de CO₂ mesurées dans les différentes classes sont toutes inférieures à 1 000 ppm (Tableau 4). Des valeurs de CO₂ ponctuellement supérieures à 1 000 ppm sont relevées sur tous les sites (voir courbes annexe 7). Ces pics sont observés principalement en fin de matinée et en fin d'après-midi.

Les valeurs de températures et d'humidité relative moyennes sont proches quel que soit le site de mesures et dans des valeurs assurant un confort hygrothermique correct.

Tableau 4. Résultats des mesures de CO₂, température et humidité relative, sur la période du 8 au 12 mars 2021, école primaire, Vaucluse

Classe		CO ₂ (ppm)	Température (°C)	Humidité relative (%)
CPA	Minimum	360	15,9	29
	Maximum	1 724	21,2	53
	Moyenne	488	19,0	42
CPB	Minimum	387	15,9	28
	Maximum	2 223	21,3	54
	Moyenne	554	19,4	41
Ulis	Minimum	398	17,2	29
	Maximum	2 034	22,3	54
	Moyenne	589	20,4	39
CE1A	Minimum	393	17,6	27
	Maximum	2 979	22,9	57
	Moyenne	682	20,4	40
CM1/2	Minimum	399	18,3	28
	Maximum	2 673	21,3	59
	Moyenne	642	19,6	43
Atelier	Minimum	357	17,6	33
	Maximum	1 298	22,7	50
	Moyenne	507	20,3	40

Il est à noter toutefois, qu'en raison de la pandémie de Covid-19, le Haut conseil de la santé publique (HCSP) et le ministère de la santé ont émis des recommandations en termes d'aération et de ventilation des locaux. En effet, la maîtrise de la qualité de l'air intérieur constitue un élément essentiel de prévention afin de réduire le risque de transmission du SARS-CoV-2. Ainsi, une concentration en 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 les locaux avec port du masque. Il est recommandé de maintenir une valeur de 600 ppm dans un milieu de restauration.

3.1.4.2 Mesure des polluants réglementaires

Les niveaux de formaldéhyde varient entre 9,4 µg/m³ et 16,2 µg/m³. Tous les sites de mesures présentent des valeurs inférieures à la valeur limite de 100 µg/m³ et à la valeur guide de 30 µg/m³ en vigueur depuis 2015.

Les niveaux de benzène varient entre 1,47 µg/m³ et 2,04 µg/m³. Tous les sites de mesures présentent des valeurs inférieures à la valeur limite de 10 µg/m³ mais sont proches de la valeur guide de 2 µg/m³ pour tous les sites de mesures sauf les deux classes de CP. Les valeurs mesurées dans les classes, à l'exception du CPA, sont supérieures au niveau mesuré en extérieur (1,62 µg/m³).

Tableau 5. Résultats des analyses des mesures de formaldéhyde et de benzène, 8-12 mars 2021, école primaire, Vaucluse

Site	Formaldéhyde (µg/m3)	Benzène (µg/m3)
CPA	9,8	1,47
CPB	9,4	1,80
Ulis	16,2	1,91
CE1A	14,6	1,97
CM1/2	10,6	1,92
Atelier	10,9	2,04

3.1.5 Environnement extérieur

Antennes relais

L'antenne relais la plus proche se situe à environ 700 mètres de l'école.

Sites et sols pollués

La consultation de la base de données BASIAS révèle la présence de sites polluants autour de l'école. Toutefois ces sites ne semblent pas pouvoir être à l'origine des symptômes des enfants. Un certain nombre de ces activités sont terminées et les personnes présentes lors de la visite n'ont pas signalé d'éléments ou d'incidents particuliers autour de l'école au cours des derniers mois.

Les deux sites les plus proches de l'école (environ 150-200 m) sont une ancienne station-service, où il y a actuellement un garage automobile, et une ancienne entreprise qui, dans le cadre de son activité, avait des dépôts de liquides inflammables. Les autres anciens sites industriels sont situés à plus de 300 m.

La base de données BASOL ne répertorie aucun site sur la commune. Aucun pressing n'est situé à proximité de l'école.

3.1.6 Synthèse de l'investigation environnementale

- **L'enquête environnementale n'a pas permis** d'identifier d'incident ou de facteurs susceptibles d'être à l'origine des symptômes aigus des élèves survenus en janvier et février 2021.
- **En effet, l'ensemble des analyses effectuées** dans l'eau potable, l'air intérieur ou encore les repas ont été conformes. De plus, aucun évènement particulier dans l'environnement extérieur de l'école n'a été mis en évidence.
- **Toutefois, une attention doit être portée** sur la qualité de l'air intérieur de l'école, notamment sur la qualité du renouvellement d'air. Le renouvellement de l'air est, de plus, un élément essentiel de réduction de la transmission du SARS-CoV-2.

3.2 Investigation épidémiologique

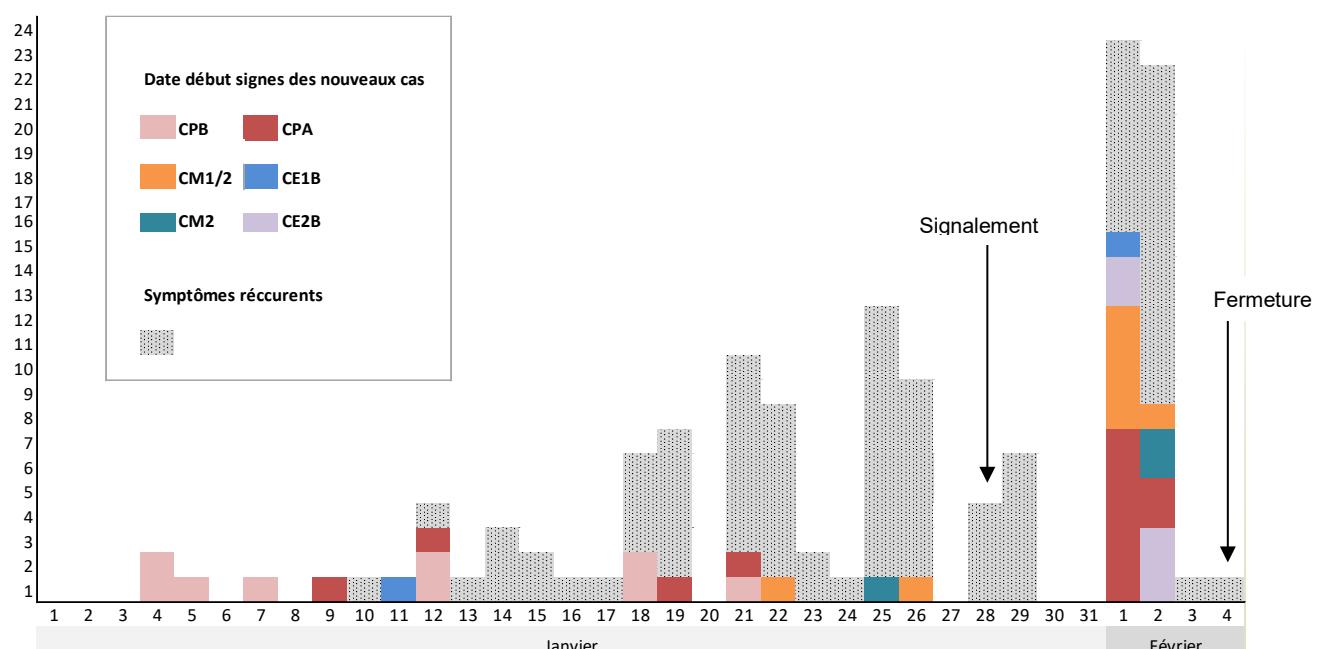
3.2.1 Description de l'épidémie

Les données épidémiologiques des élèves symptomatiques ont été recueillies à partir de deux sources d'information. Dans un premier temps, les instituteurs ont rapporté des informations pour 40 élèves déclarés comme ayant présenté des symptômes, puis un questionnaire a été distribué et complété par les parents de 23 élèves symptomatiques. La première partie de la description épidémiologique s'appuie sur ces deux sources et comprend 40 élèves au total.

3.2.1.2 Répartition spatio-temporelle des cas

Le 4 janvier, deux élèves de CPB ont présenté des symptômes, l'un avait des douleurs abdominales, l'autre a présenté de la fièvre, des céphalées, de la somnolence et des douleurs abdominales. Ensuite des nouveaux cas sont apparus tout au long du mois, affectant les classes CE1B, CPA, CM1/2, et CM2. Début février, il y a eu une augmentation importante du nombre de cas, affectant principalement les classes CM1/2 et CPA, des cas ont également été signalés en CE2B. Certains enfants ont présenté des récidives de symptômes tout au long de la période. Au total sur la période du 4 janvier au 4 février 2021 avant la fermeture de l'école, 40 enfants avaient présenté des symptômes inauguraux ou récidivants. La courbe de distribution des cas n'était pas en faveur d'une source commune comme lors de la survenue d'une toxiinfection alimentaire liée à un repas (Figure 2).

Figure 2. Courbe épidémique des élèves symptomatiques, janvier-février 2021, école primaire, Vaucluse



Note : les symptômes récurrents peuvent apparaître plusieurs fois pour chaque élève.

3.2.1.3 Caractéristiques des cas

Caractéristiques sociodémographiques

Sur les 40 élèves symptomatiques, 28 (70,0 %) étaient des filles et la majorité appartenait aux classes CPA, CPB et CM1/CM2 avec respectivement, 13 (32,5 %), 9 (22,5 %) et 8 (20,0 %) élèves (tableau 6).

Tableau 6. Répartition des cas par classe et taux d'attaque, janvier-février 2021, école primaire, Vaucluse

Classe	Nb d'élèves symptomatiques	Nombre d'élèves par classe	% du total ayant signalé des symptômes N=40	Taux d'attaque
CPA	13	20	32,5	65 %
CPB	9	19	22,5	47 %
CM1/CM2	8	26	20,0	31 %
CE2B	5	28	12,5	18 %
CM2	3	33	7,5	9 %
CE1B	2	22	5,0	9 %
Total	40	148	100	27 %

Symptomatologie

D'après les enseignants de CP, sur les deux dernières semaines de janvier, les symptômes apparaissaient après les récréations. Pour les enfants victimes d'endormissement, la séquence des signes était un peu toujours la même avec mal de tête et de ventre et sensation de « surchauffe dans la tête », fébricule et endormissement. Les symptômes disparaissaient après isolement en salle de danse et retrait du masque.

D'après les questionnaires transmis aux parents, les symptômes les plus fréquents étaient les céphalées (85 %), les douleurs abdominales (65 %), la fatigue (62,5 %), la somnolence / endormissement (50 %), les nausées ou vomissements (30 %), la fièvre (30 %) et des symptômes plus rares (tableau 7).

Tableau 7. Répartition des symptômes parmi les élèves, janvier-février 2021, école primaire, Vaucluse

Symptômes	Nb d'élèves	% du total ayant signalé des symptômes N=40
Céphalées / Maux de tête	34	85,0
Douleurs abdominales	26	65,0
Fatigue	25	62,5
Somnolence/endormissement	20	50,0
Nausée, vomissements	12	30,0
Fièvre [1]	12	30,0
Diarrhée [2]	3	7,5
Toux	1	2,5
Autre [3]	8	17,5

[1] 12 élèves présentant épisodes de fièvre entre le 4 janvier et le 2 février.

[2] 3 élèves présentant épisodes de diarrhée entre environ le 12 et la fin de janvier.

[3] d'autres symptômes: taches rouges sur la peau, sensation de froid, mal de gorge, étourdissement, rhume, vertiges.

Moment et lieu de survenue des symptômes

Le questionnaire a été renseigné pour 21 enfants. Les symptômes sont survenus majoritairement dans la classe (71,5 %) plutôt en fin de matinée (13,8 %) et en fin de journée (19,1 %). Seul deux questionnaires faisaient part d'un début des signes au domicile

(tableau 8). D'après les parents, pour la plupart des enfants, les symptômes disparaissaient à la maison (83 %) et pendant les weekends (84 %).

Tableau 8. Moment et lieu de survenue des symptômes, janvier-février 2021, école primaire, Vaucluse

Moment	Lieu	Nombre de cas	%
en fin de matinée	Classe	5	23,8
en fin de journée	Classe	4	19,1
entre midi et deux	Classe	3	14,3
à l'arrivée à l'école	Classe	1	4,8
début d'après-midi	Classe	1	4,8
après-midi	Classe	1	4,8
autre [1]	Classe/ Domicile	6	28,6
Total	-	21	100

[1] à la maison (n=2), durant la matinée dans la classe (n=2), variable dans la journée dans la classe (n=1), tout au long de la journée dans la classe (n=1).

Consultation médicale et diagnostic

Au total, 15 élèves ayant présenté des symptômes ont consulté un médecin traitant. Un diagnostic a été établi pour cinq d'entre eux avec deux cas de mononucléose infectieuse (sérologie douteuse non contrôlée), un cas possible de migraine, un cas d'infection virale, et un cas d'infection gastro-intestinale d'origine bactérienne ou virale. Des analyses des selles ont été faites pour deux élèves, les résultats étant négatifs pour les bactéries et virus analysés en routine. La fratrie ou la famille des enfants malades n'ont pas été symptomatiques.

Par ailleurs, deux élèves (école primaire et maternelle) ont été atteints de la Covid-19 début février. La mise en œuvre d'un dépistage de la classe de primaire et des enseignants n'a pas retrouvé d'autres cas positifs.

3.2.2 Suivi clinique après la réouverture de l'école

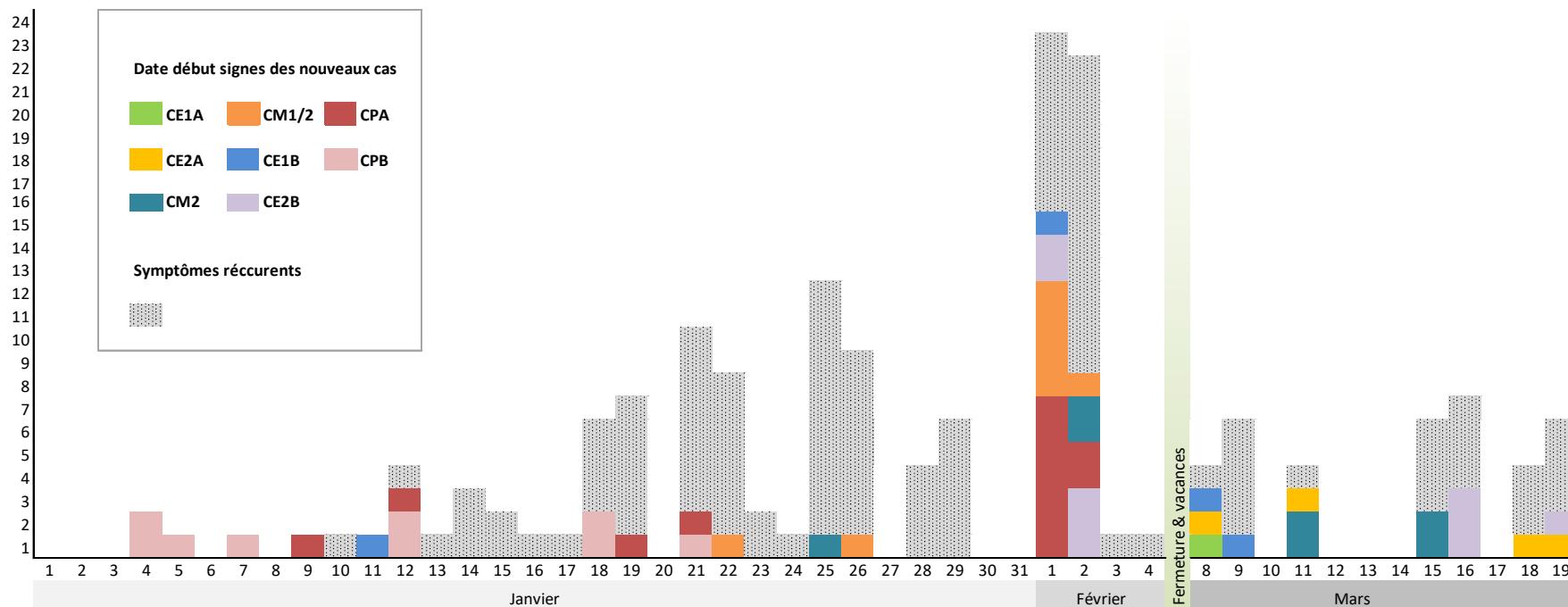
Comme demandé par la cellule de coordination, une prise en charge médicale des nouveaux cas survenus après la réouverture du 8 mars a été organisée dans l'établissement par la santé scolaire. Des questionnaires ont été complétés pour 26 enfants ayant consulté le médecin ou l'infirmière scolaire.

3.2.1.1 Répartition spatio-temporelle des cas

De nouveaux enfants malades ont été répertoriés dans des classes déjà identifiées en janvier (CE1B, CM2, CE2) mais également dans des classes qui n'avaient pas eu d'enfants malades en janvier (CE1A et CE2A). De plus certains enfants déjà malades en janvier ont présenté à nouveau des symptômes.

Au total, 26 enfants, dont 15 nouveaux cas, ont été vus en consultation au moins une fois pendant la période de surveillance entre le 8 et le 19 mars. La santé scolaire a réalisé 39 consultations. Aucun cas supplémentaire n'a été signalé du 22 au 26 mars ou après la période de surveillance (Figure 3).

Figure 3. Courbe épidémique des élèves symptomatiques selon la classe, janvier-mars, école primaire, Vaucluse



Note : les symptômes récurrents peuvent apparaître plusieurs fois pour chaque élève.

3.2.1.2 Caractéristiques des cas

Caractéristiques sociodémographiques

Sur cette période, les filles (61,5 %) étaient également plus souvent malades que les garçons. Les classes de CM1/CM2, CM2 et CE2 étaient les plus touchées. Par rapport au mois de janvier, peu d'enfants ont été malades en CP (tableau 9).

Tableau 9. Répartition des enfants malades par classe, 8-19 mars 2021, école primaire, Vaucluse

Classe	Nb d'élèves symptomatiques	% du total ayant signalé des symptômes N=26
CM2	5	19,2
CM1/CM2	5	19,2
CE2B	4	15,4
CE2A	4	15,4
CE1B	3	11,5
CPB	3	11,5
CE1A	1	3,9
CPA	1	3,9

Symptomatologie

Au total, il y a eu 39 consultations médicales entre le 8 et le 19 mars au cours desquelles ont été identifiés des céphalées essentiellement frontales (64,1 %), des douleurs abdominales (46,2 %), principalement périombilicales et gastriques, des nausées/ vomissements (12,8 %), de la somnolence (12,8 %), et de la fatigue (10,3 %). Aucun épisode de fièvre ou de diarrhée n'a été identifié (tableau 10).

Les symptômes signalés étaient rapidement résolutifs et les enfants sont retournés en classe entre 10 et 30 minutes après leur prise en charge, quatre enfants seulement ayant été renvoyés à leur domicile.

Tableau 10. Répartition des symptômes identifiés lors de l'ensemble des consultations, 8-19 mars 2021, école primaire, Vaucluse

Symptômes	Nb d'élèves	% du total nombre de consultations N=39
Céphalées / Maux de tête [1]	25	64,1
Douleurs abdominales [2]	18	46,2
Fatigue	4	10,3
Nausée, vomissements	5	12,8
Somnolence [3]	5	12,8
Toux	1	2,6
Autre [4]	11	28,2

[1] 22 céphalées frontales, deux en casque et une pulsatile.

[2] 18 consultations de douleurs abdominales dont: sept périombilicales, sept gastriques, deux fosse iliaque gauche, un gastrique-periombilical et une consultation non renseignée.

[3] quatre cas de somnolence dont deux profondes.

[4] d'autres symptômes : migraine, asthénie, rhinorrhée, rhinopharyngite, rhume, constipation, gêne respiratoire, mal à la gorge, perte d'appétit, sensation de faim.

Consultation de la santé scolaire

Examen clinique

L'examen clinique des élèves a été renseigné uniquement lors de la présence du médecin scolaire et a concerné 12 élèves. Sur l'ensemble des enfants examinés, la plupart des examens cliniques étaient normaux. Cinq enfants sur 11 ont présenté des douleurs à la palpation abdominale en rapport avec une aérocolie ou la présence de matières au niveau du

cadre colique. Tous les examens neurologiques étaient normaux à l'exception d'un élève avec pupilles non réactives.

Paramètres physiologiques

Tous les paramètres physiologiques mesurés par le médecin ou l'infirmière scolaires étaient jugés dans la norme (Tableau 11). Les valeurs médianes étaient de 106 / 70 mm Hg pour la tension artérielle (TA) systolique/diastolique, de 37°C pour la température, de 100 % pour la SpO₂, de 87 battements/mn pour le pouls et de 19,5 cycles pour la fréquence respiratoire.

Tableau 11. Caractéristiques des paramètres physiologiques des élèves, 8-19 mars 2021, école primaire, Vaucluse

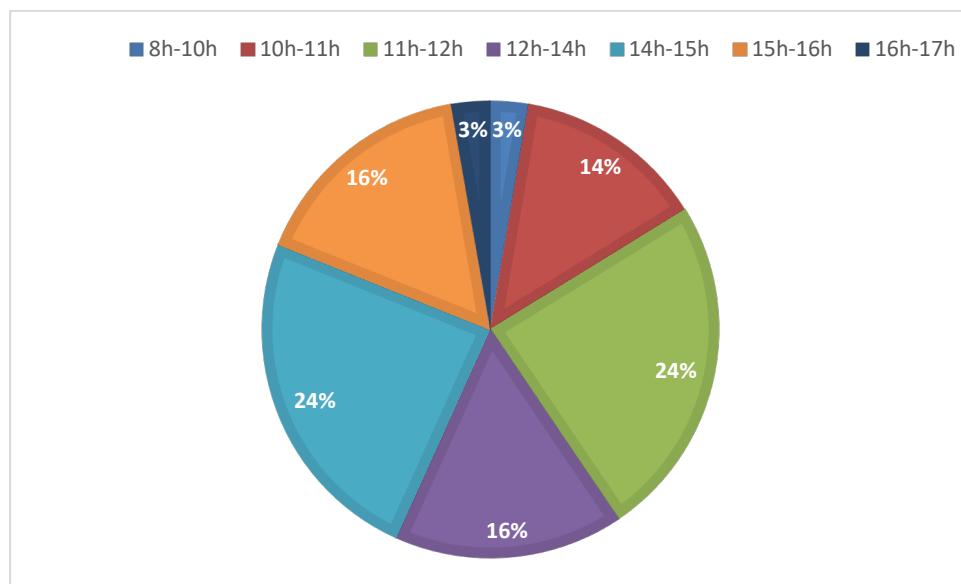
Paramètres (N=39)	min	max	moyenne	écart type	Q1	Médiane	Q3
TA systolique	85,0	125,0	105,5	9,3	99,0	106,0	113,0
TA diastolique	54,0	89,0	69,9	8,1	63,0	70,0	75,0
Fréquence respiratoire*	14,0	28,0	19,7	2,9	18,0	19,5	22,0
SpSo ₂ %	96,0	100,0	99,2	1,0	99,0	100,0	100,0
Pouls	70,0	109,0	88,3	10,5	81,0	87,0	98,0
Température °C	36,1	37,7	37,0	0,4	36,9	37,0	37,3

*Une valeur manquante

Moment et lieu de survenue des symptômes

Quatre enfants avaient débuté leurs symptômes hors de l'école la veille au soir. Les consultations ont été plus fréquentes en fin de matinée et en début d'après-midi (figure 4).

Figure 4. Répartition des heures de survenue des symptômes, 8-19 mars 2021, école primaire, Vaucluse



3.2.3 Comparaison des symptômes avant et après la réouverture de l'école

Comparativement aux mois de janvier et février, la fréquence des symptômes présents au moins une fois sur la période a diminué à partir de la réouverture de l'école en mars : céphalées (58 % vs 85 %), douleurs abdominales (58 % vs 65 %), fatigue (19 % vs 63 %), somnolence (15 % vs 50 %), nausées/ vomissements (19 % vs 30 %), et il n'y a pas eu de fièvre ni de diarrhée.

En janvier et février, les médecins libéraux ont diagnostiqué deux cas de mononucléose infectieuse douteuse, un cas de possible migraine, un cas de possible infection virale, et un cas d'infection gastro-intestinale d'origine bactérienne ou virale. Début février, deux élèves ont été atteints de la Covid-19. En revanche, à partir de la réouverture, le personnel médical sur place n'a identifié aucun symptôme compatible avec des maladies infectieuses.

Il a été déclaré que deux enfants étaient des migraineux connus et que trois enfants présentaient fréquemment des céphalées ou des douleurs abdominales. Les symptômes identifiés étaient peu sévères et rapidement résolutifs pour la plupart. En outre, le personnel médical a jugé que les constantes physiologiques étaient normales, ainsi que l'examen clinique.

3.2.3 Synthèse des résultats de l'investigation épidémiologique

Les résultats des investigations épidémiologiques mettent en évidence plusieurs éléments répondant à la définition d'un syndrome collectif à forte composante émotionnelle dans certaines classes de l'école primaire :

- des taux d'attaque élevés surtout en CP mais plus faibles ou nul dans les autres classes ;
- une augmentation croissante des symptômes au cours du temps ainsi qu'une augmentation des récurrences ;
- les filles plus touchées que les garçons (70 % vs 30 %) ;
- une symptomatologie variée, caractéristique des syndromes collectifs inexplicable avec une fréquence plus importante de céphalées (85 %), douleurs abdominales (65%) asthénie (62,5 %) ;
- des symptômes apparaissant à l'école et disparaissant au domicile.

Certains éléments favorables au développement des syndromes collectifs sont à noter :

- la survenue de cas de gastroentérites avec symptômes caractéristiques (fièvre, vomissement, diarrhée) parmi les premiers cas avec un retour à l'école d'enfants qui n'étaient pas complètement guéris, qui a pu favoriser une contagion émotionnelle ;
- le fait que les enfants malades soient gardés en classe avant l'arrivée des parents a pu inquiéter leurs camarades et favoriser la contagion émotionnelle et le mimétisme ;
- une période stressante et compliquée liée à l'épidémie de Covid-19 pour les élèves, les parents et les enseignants.

4. DISCUSSION / CONCLUSION

Des symptômes avérés chez plusieurs enfants de l'école primaire

Au cours du mois de janvier 2021, un épisode de cas groupés d'enfants ayant présenté des troubles digestifs et généraux est survenu au sein d'une école primaire du Vaucluse. Quarante élèves se sont plaints de symptômes, dont certains ont présenté une récurrence sur plusieurs jours, avec un pic observé avant la fermeture de l'école le 4 février. Il s'agissait de symptômes majoritairement sans gravité (maux de tête, maux de ventre, vomissements, fatigue, endormissement) régressant spontanément à l'école ou à la maison.

L'hypothèse d'une intoxication collective écartée

Une toxi-infection alimentaire a été écartée car les cas se sont déclarés sur plusieurs jours, ne pouvant être reliés à un seul repas. Les résultats de l'analyse des repas témoins diligentée par la mairie le jour de la déclaration à l'ARS sont revenus négatifs.

Lors de la visite de l'école et de l'interrogatoire de la directrice, il n'a pas été rapporté d'odeur suspecte, de bruit particulier ou d'événement dans l'environnement des classes susceptibles d'avoir déclenché ces symptômes. De plus, aucune source de pollution de l'air intérieur pouvant expliquer les symptômes présentés n'a été identifiée.

L'hypothèse d'une intoxication au CO a également été écartée car aucune source de combustion n'était présente dans les classes (pas de chauffage d'appoint, pas de chauffe-eau à proximité des classes). Les chaudières, en fonctionnement pendant cette période, étaient dans un local fermé situé à l'arrière du bâtiment et éloigné des salles de classes avec des évacuations dans la cour de service ou sur le toit. De plus, les mesures environnementales de CO réalisées à différents moments et dans différentes classes se sont toutes révélées négatives. Par ailleurs, aucun personnel enseignant ne s'est plaint d'avoir ressenti de symptôme particulier sur la période, pouvant orienter vers une intoxication.

Enfin, les investigations environnementales menées par un bureau d'étude agréé étaient normales. Les polluants mesurés (formaldéhyde et benzène) étaient inférieurs aux valeurs guides ou au niveau de la valeur guide pour le benzène dans l'atelier d'art plastique qui devra être reconstruit. L'indice de confinement, les niveaux moyens de CO₂, de température et d'humidité étaient dans la norme mais il aurait été préférable de tenir compte des périodes d'occupation des locaux pour ces valeurs moyennées. Des pics de CO₂ supérieurs à 1 000 ppm étaient parfois observés avant les récréations, confortant la nécessité de bien aérer régulièrement les salles de classes. Une campagne de mesures de qualité de l'air, hors période de chauffage, a été réalisée en octobre 2021 pour vérifier les niveaux de formaldéhyde (de 11,1 à 18,6 µg/m³) et de benzène (de 0,54 à 1,28 µg/m³) qui étaient tous conformes. Les niveaux de benzène avaient bien diminué probablement suite à l'application des recommandations d'aération.

Les enquêtes concluent à l'existence d'un syndrome collectif dans un contexte local anxiogène

L'investigation épidémiologique a retrouvé des éléments décrits classiquement dans la littérature en faveurs d'un syndrome collectif inexpliqué :

- des taux d'attaque élevés surtout en CP mais plus faibles ou nul dans les autres classes.
- une augmentation croissante des symptômes au cours du temps ainsi qu'une augmentation des récurrences.
- une majorité de fille (70 %) parmi les enfants symptomatiques ;
- une symptomatologie variée, caractéristique des syndromes collectifs inexpliqués avec une fréquence plus importante de céphalées (85 %), douleurs abdominales (65 %), fatigue (62,5%) ;
- des symptômes apparaissant dans ce contexte le plus souvent à l'école et disparaissant au domicile.

En considérant les différents éléments de l'enquête épidémiologique, on peut supposer qu'au moins quatre enfants parmi les premiers cas ont présenté une gastroentérite virale avec parfois des vomissements en classe. D'autres enfants se sont endormis en classe et un enfant aurait perdu connaissance quelque secondes à la cantine. Ces différentes situations ont pu inquiéter leurs camarades et par mimétisme provoquer des symptômes similaires sans gravité chez d'autres enfants. Le phénomène de contagion par la vue et l'ouïe, lié à l'anxiété, est un mode de transmission régulièrement décrit dans ces épisodes de syndromes collectifs. De plus, la prise en charge retardée de cet épisode, malgré un signalement précoce de la directrice, a permis l'installation de l'inquiétude et de la contagion collective qui s'est amplifiée au cours du mois de janvier.

Les résultats décrits ici ont pu être un peu biaisés. En effet, des biais de mémorisation ne peuvent être exclus, d'autant que les symptômes remontaient pour certains à plus de 15 jours. Le questionnaire recueillant les symptômes des enfants malades a été transmis aux parents car les élèves de CP et CE1 étaient trop petits pour le remplir eux-mêmes. Les parents se sont donc basés sur les dires de l'enfant et peut être de l'enseignant pour le remplir.

Des épisodes de syndromes collectifs sont décrits régulièrement en France en milieu scolaire ou sur les lieux de travail. De tels épisodes ont déjà été identifiés par le passé dans d'autres écoles élémentaires [2,3] ou en collège [4,5]. Il faut noter que lorsque l'épisode concerne des élèves, le personnel est rarement touché ce qui était le cas dans cette école. Si les symptômes sont bien réels, il est parfois difficile de faire accepter qu'ils n'aient pas toujours de cause physique et qu'aucun diagnostic ne soit posé. En effet, plusieurs enfants ont consulté leur médecin traitant après l'école ou les jours suivants et, pour la plupart d'entre eux, ils ne présentaient plus aucun symptôme. Cette absence de diagnostic a contribué à renforcer l'inquiétude des enseignants et des parents.

Un contexte local anxiogène favorisant

Les élèves de l'école primaire ont donc présenté des symptômes en l'absence de source environnementale mais dans un contexte anxiogène lié à l'épidémie de Covid-19 et aux conflits à propos du port du masque devenu obligatoire pour les élèves de primaire. Les discussions lors des deux réunions de la cellule de coordination ont fait ressortir différents éléments du contexte local ayant pu favoriser la survenue de ce syndrome collectif inexpliqué. Le

fonctionnement de la cellule a été plus compliqué à distance, la parole circulant moins bien que dans une réunion classique et certaines personnes n'intervenant presque jamais. Les échanges ont été souvent tendus et les conditions de confidentialité n'ont pas toujours été respectées.

Importance de la prise en compte du syndrome collectif inexpliqué

Avant la mise en place de la cellule de coordination, les mesures prises pour répondre au problème ne faisaient pas l'objet d'une concertation ou d'une large communication de sorte que les enseignants ont parfois pu se sentir abandonnés et l'inquiétude grandissait chez les parents d'élèves.

Des enseignants devant surveiller la santé des élèves en plus de leur travail

Les enseignants déjà stressés par les contraintes liées à l'épidémie de Covid-19 ont dû faire face à la survenue de symptômes d'endormissement, de fatigue et de maux de tête qu'ils jugeaient inquiétants. L'école disposant d'une petite infirmerie sans personnel, les enfants malades sont parfois restés en classe jusqu'à l'arrivée de leurs parents ou ont été isolés dans la salle de danse et cette situation a pu inquiéter leurs camarades. Les enfants n'ont pas été examinés sur place, ni par les pompiers ni par le SAMU, qui n'ont pas été sollicités par l'école au mois de janvier. La médecine scolaire a examiné certains enfants le 29 janvier. Les enseignants de CP ont donc assuré le suivi des enfants en prenant la température, le pouls et même la saturation en oxygène. Avec parfois plusieurs enfants malades, ils ne pouvaient plus faire classe correctement et ont eu le sentiment d'être dépossédés de leur rôle d'enseignant.

L'absence d'une infirmière scolaire au sein de l'établissement n'a pas permis de décharger les enseignants et de dédramatiser la situation en examinant et rassurant les enfants au moment où ils étaient malades. La mise en œuvre d'une surveillance sanitaire à l'infirmerie dans les semaines qui ont suivi la rentrée des vacances de février a d'ailleurs été un élément important pour arriver à contrôler ce syndrome collectif.

La parole de la santé scolaire et des médecins remise en question par les enseignants et les parents.

Il est ressorti des deux réunions de la cellule de coordination un manque de confiance dans la parole du médecin scolaire et même parfois du généraliste ou des pédiatres hospitaliers quand les enfants ont consulté aux urgences. Certaines personnes, remettaient en cause les constats moins alarmistes de la santé scolaire qui faisait état de symptômes sans gravité et rapidement régressifs ou des médecins traitants qui avaient trouvé les enfants en bonne santé. Ce ressenti probablement lié à une communication insuffisante, n'a pas facilité la prise en charge de ce syndrome collectif inexpliqué.

Les craintes de certains parents et enseignants concernant le port du masque en primaire

La problématique du port du masque en primaire et sa potentielle dangerosité a donné lieu à de nombreuses discussions en cellule de coordination.

Des positionnements différents des parents ont été observés selon les craintes verbalisées avec, d'un côté des parents plus inquiets des risques de contamination par le Covid-19 et des effets de la maladie et, d'un autre côté, des parents plus inquiets quant aux effets secondaires liés au port du masque et des risques pour la santé des enfants. Cette dernière position était confortée par les propos d'un collectif anti-masque présent sur les réseaux sociaux et à la sortie de l'école.

Afin d'apporter des réponses concernant le port du masque chez l'enfant, les membres de la cellule de coordination ont interrogé le centre de matériovigilance de Marseille qui a fait part de peu de cas d'effets secondaires signalés pour des enfants portant un masque chirurgical. La CR Paca-Corse a réalisé une synthèse bibliographique concernant les effets secondaires cliniques et physiologiques du port du masque ainsi que le port du masque en milieu scolaire, dont les résultats sont détaillés en annexe 8. Les principaux enseignements sont résumés ci-après :

La littérature concernant les effets du port du masque chez les enfants est très pauvre et d'autres études seraient nécessaires pour améliorer les connaissances sur les effets lors d'un portage de quelques dizaines de minutes mais surtout, sur un portage de plusieurs heures, ce qui est le cas en milieu scolaire.

Pourquoi les enfants doivent-ils porter un masque à l'école puisqu'ils sont peu contaminés et peu transmetteurs ?

La transmission et la contamination sont variables selon l'âge. Les études portant sur les périodes de circulation du virus sauvage et du variant Alpha ont conclu que les enfants de moins de 12 ans étaient peu contaminés et peu transmetteurs. Les premières analyses concernant le variant Delta faisaient état d'une contamination et d'une transmission plus importante. Ces résultats doivent être confirmés par d'autres études notamment sur le variant omicron.

Le port du masque est-il efficace pour limiter la circulation virale ?

Aucune étude ne concerne le port du masque seul, puisque plusieurs types de mesures barrières sont généralement combinées dans les établissements scolaires (port du masque, lavage des mains, distanciation, aération, diminution du brassage). Plusieurs études ont montré que l'obligation de porter un masque à l'école était associée à un taux plus faible d'infection. La mise en place de mesures barrières dans les écoles et de mesures visant à diminuer la circulation virale et augmenter la vaccination au sein de la communauté permettent de diminuer la transmission au sein des écoles et de protéger les élèves.

Le port du masque peut-il entraîner une hypoxie et une atteinte de la fonction respiratoire chez les enfants ?

Les résultats des études sur des enfants en bonne santé suggèrent que la ventilation et les échanges gazeux ne sont pas impactés par le port du masque en tissu ou chirurgical et n'entraînent pas de manifestations cliniques respiratoires. La saturation en oxygène, la pression partielle en CO₂ en fin d'expiration, les fréquences cardiaque et respiratoire ne sont pas modifiées. Le port d'un masque de type FFP2 peut conduire à une légère augmentation de la pression partielle en CO₂ en fin d'expiration ainsi que de la fréquence respiratoire, tout en restant dans les normes physiologiques. Ce type de masque n'est en principe pas recommandé pour les enfants sauf cas exceptionnel.

Les manifestations d'inconfort retrouvées chez les enfants sont : chaleur sous le masque, gêne pour respirer, douleur derrière les oreilles et sur le nez, buée sur les lunettes.

Dans les deux études identifiées portant sur les symptômes attribués au port du masque par les parents ou les soignants, le plus fréquent est le mal de tête signalé dans près de 50 % des cas. D'autres symptômes tels que la fatigue/somnolence, une gêne pour respirer, des vertiges, des difficultés de concentration et une gêne pour parler sont également rapportés.

Les résultats des études chez les enfants sont similaires à ceux des études chez les adultes concernant l'inconfort et les symptômes. Les adultes jeunes présentent un peu plus fréquemment des manifestations cutanées au niveau du visage que les enfants.

Communication non coordonnée et médiatisation de l'épisode

La communication non coordonnée des différents éléments d'information a pu favoriser l'anxiété des parents et des enfants et l'installation dans la durée de cet épisode de syndrome collectif inexpliqué. L'incertitude a permis aux différentes hypothèses véhiculées via les réseaux sociaux de prendre de l'ampleur. La médiatisation de l'évènement a pu également contribuer à la dramatisation de l'épisode.

Le premier communiqué de presse est intervenu le 4 février au moment de la fermeture de l'école. Un deuxième communiqué de presse a été publié lors de la rentrée après les vacances scolaires le 8 mars. Enfin, une information récapitulant les différentes investigations menées et présentant les résultats de la surveillance clinique du 8 au 16 mars a été transmise à la directrice de l'école le 30 avril 2021 pour transmission aux parents. Une restitution publique aurait été préférable pour permettre de répondre aux questionnements et apporter les éclaircissements nécessaires mais cette réunion n'a pu être organisée en raison de l'épidémie de Covid-19. Une communication claire et coordonnée visant à apaiser la situation et à informer toutes les parties prenantes est un élément important pour arriver à une maîtrise de la situation.

En conclusion, après avoir éliminé une intoxication alimentaire ou une intoxication d'origine environnementale, l'épisode survenu dans l'école primaire correspond à un syndrome collectif à forte composante émotionnelle. Le port du masque n'est pas la cause première des symptômes présentés par les enfants mais peut en avoir augmenté l'intensité chez certains enfants sensibles, sans impact sur la fonction respiratoire et sans signes d'hypoxie.

La prise en charge des enfants symptomatiques au sein de l'école par la médecine scolaire après le retour des vacances scolaires a permis de rassurer les enfants et les parents et de libérer les enseignants pour qu'ils puissent faire cours sereinement. Cette mesure a permis la maîtrise de la situation, malgré l'impossibilité de faire une restitution des résultats sur site en raison des mesures limitant les rassemblements. Les vacances scolaires de printemps ont également contribué à la fin de l'épisode.

Références

- [1] Kermarec F, Heyman C, Dor F. *Guide pour le diagnostic et la prise en charge des syndromes collectifs inexplicables*. Saint-Maurice (Fra): Institut de veille sanitaire, août 2010, 102 p. Disponible sur www.santepubliquefrance.fr
- [2] Esvan M, Demillac R, Kermarec F, Marchand D, Chaventré F. Prise en charge pluridisciplinaire d'un syndrome collectif inexplicable dans une école, Rennes (Ille-et-Vilaine). Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 47 p. Disponible sur www.santepubliquefrance.fr
- [3] Djennaoui M, Grard O. Investigation d'un syndrome collectif inexplicable survenu dans un établissement d'enseignement primaire. Sin-le-Noble (59) - avril 2012. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 15 p. Disponible sur www.santepubliquefrance.fr
- [4] Ruello M, Heyman C, Chaud P. Épisode collectif de symptômes non spécifiques dans un lycée professionnel du Pas-de-Calais – Mars 2010. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2012. 14 p. Disponible sur www.santepubliquefrance.fr
- [5] Cochet A, Banzet L, Mouly D. Syndrome collectif inexplicable dans un collège des Pyrénées-Orientales. Saint-Maurice : Santé publique France ; 2018. 29 p. Disponible sur <http://www.santepubliquefrance.fr>

ANNEXES

- Annexe 1. Questionnaire sanitaire remis aux parents
- Annexe 2. Questionnaire rempli par les médecins et la santé scolaire
- Annexe 3. Plan de l'école
- Annexe 4. Rapport de visite de l'école primaire
- Annexe 5. Analyses d'eau potable au niveau de l'école
- Annexe 6. Analyses des repas témoins de la cantine scolaire
- Annexe 7. Courbes de mesures du CO2 réalisés par le bureau d'étude
- Annexe 8. Synthèse biblio port du masque

Annexe 1. Questionnaire sanitaire remis aux parents

Épisode collectif de symptômes digestifs et généraux dans une école primaire du Vaucluse

PRENOM :

INITIALE DU NOM : ...

Classe : _____

Date de survenue des premiers symptômes de votre enfant :/...../.....

Moment de survenu :

- A l'arrivée à l'école
En fin de matinée
Entre midi et deux
En fin de journée
Autre précisez :

Lieu où ont débuté les symptômes :

- Réfectoire
Cour de l'école
Classe
Domicile

Repas à la cantine oui non

Symptômes

- Fièvre
Maux de tête
Vertiges
Douleurs abdominales
Nausée, vomissements
Diarrhée
Fatigue
Somnolence
Autres
Préciser :

Combien de temps ont duré les symptômes :

Ces symptômes ont-ils disparu à la maison oui non

Ces symptômes ont-ils disparu le week-end oui non

Y a-t-il eu plusieurs épisodes de symptômes ? oui non

Si oui

Episode 2 : date de survenue :/...../.....

Episode 3 : date de survenue :/...../.....

Episode 4 : date de survenue :/...../.....

Episode 5 : date de survenue :/...../.....

Avez-vous consulté un médecin après la survenue de ces symptômes ? oui non

Si oui quel a été le diagnostic du médecin :

Votre enfant a-t-il eu ?

- un test COVID oui non Date :/...../.....
Résultat positif négatif
- une analyse de selles oui non Date :/...../.....
Résultat positif négatif

Y a-t-il eu d'autres personnes malades dans la famille avant ou après les 1^{ers} signes de votre enfant ? oui non

Si oui merci de remplir le tableau suivant en mettant une X dans les cases correspondant aux symptômes présentés

	Nausées/ Vomissements	Douleurs abdominales	Diarrhée	Fièvre	Fatigue	Maux de tête	Autres
Père							
Mère							
Enfant							

Annexe 2. Questionnaire rempli par les médecins et la santé scolaire

Intervention médicale auprès des enfants de l'école primaire

A renvoyer par mail à paca-corse@santepubliquefrance.fr ou par fax au 04.13.55.83.47

Prénom : 1^{res} lettres Nom : / / / / Date :

Tension artérielle : / Pouls :

Fréquence respiratoire : Température :

SaO₂ : %

Symptômes

Dyspnée : Oui Non

Hyperventilation : Oui Non

Toux : Oui Non

Douleur abdominale : Oui Non

Si oui, localisation

Fosse iliaque droite Fosse iliaque gauche

Péri-ombilicale Gastrique

Vomissements : Oui Non

Céphalée : Oui Non

Si oui localisation

frontale occipitale en casque pulsatile

Malaise : Oui Non

Perte de connaissance : Oui Non

Endormissement profond : Oui Non

Autres symptômes :

Examen

Auscultation pulmonaire : Normale Anormale

Auscultation cardiaque : Normale Anormale

Palpation abdomen : Normale Anormale

Examen neurologique : Normal Anormal

Motricité : Normale Anormale

Coordination : Normale Anormale

Pupilles réactives Oui Non

Paraclinique

Coproculture : Oui Non

Résultat :

Prélèvement pharyngé : Oui Non

Résultat :

Test Covid19 : Oui Non

Positif Négatif

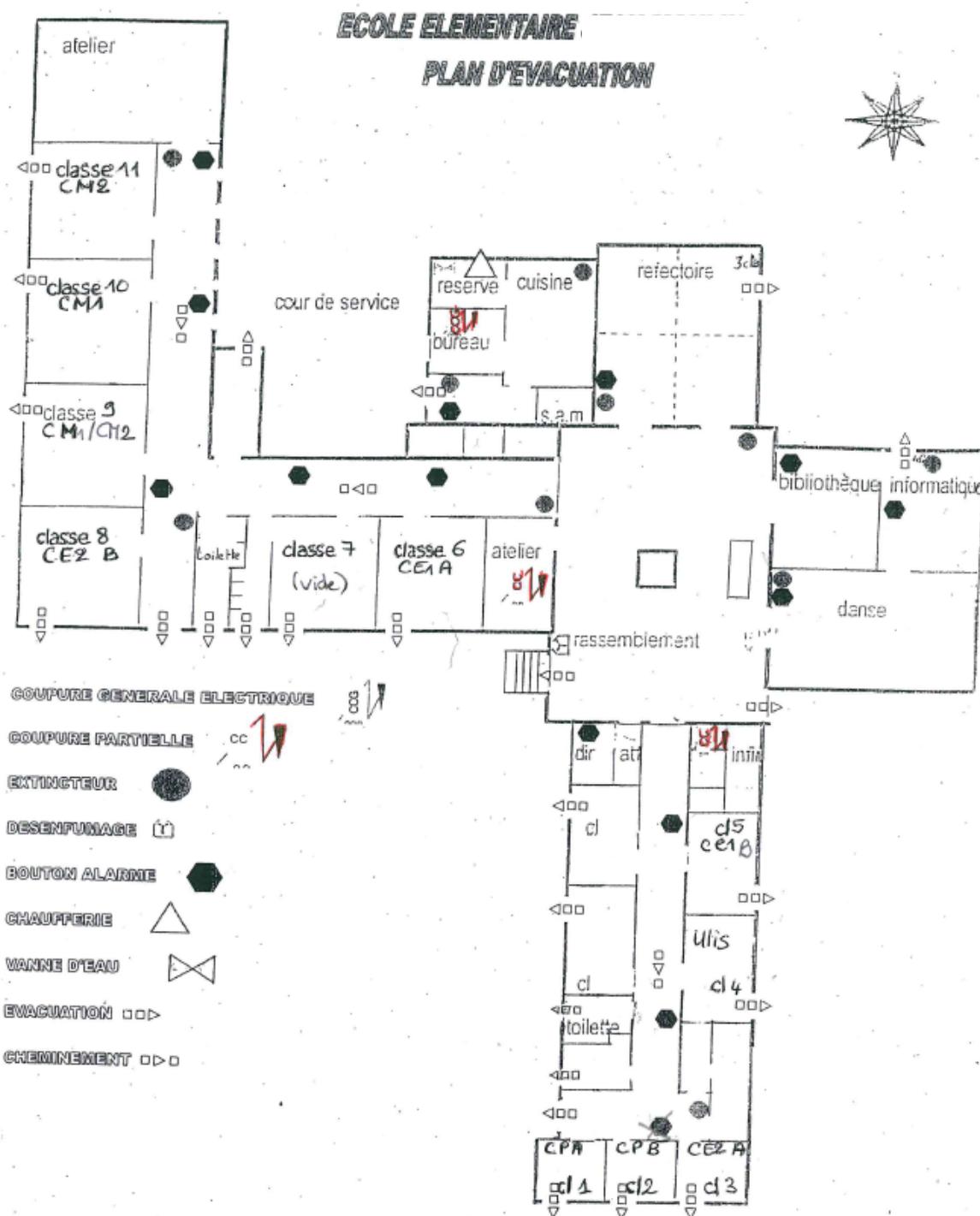
Bilan sanguin : Oui Non

Résultat.....

Sérologies : Oui Non

Résultat.....

Annexe 3. Plan de l'école primaire



Annexe 4. Rapport de visite de l'école élémentaire du Vaucluse dans le cadre de l'investigation d'un syndrome collectif inexplicable

La visite de l'école a été réalisée le 12 février 2021 en présence d'épidémiologistes à la CR Paca-Corse, d'un ingénieur santé environnement ARS-DT84, de la directrice de l'école, d'un adjoint au Maire, du responsable des Services Techniques de la Commune et de la responsable du service restauration scolaire et entretien de la mairie.

Description générale des locaux

L'école primaire a été construite en 1979 sur un ancien terrain agricole. L'école primaire jouxte une école maternelle, une crèche et le stade. Elle est située dans un environnement urbain. Un parking pour les parents d'élèves est situé devant les écoles primaire et maternelle (plan des locaux en annexe 1). Elle accueille actuellement 228 élèves.

Elle comprend 10 classes réparties sur deux ailes partant d'un hall central autour duquel sont disposés les ateliers, salle de danse, bibliothèque, salle d'informatique et réfectoire. L'extérieur des locaux comprend deux cours de récréation séparées et une cour de service. Les locaux sont bien entretenus et n'ont pas fait l'objet de travaux récemment. On note la présence de nombreux cyprès dans les cours de récréation (Fig.1) et dans l'environnement immédiat de l'école.

Figure 1. Cours de récréation



Cour de récréation principale



Petite cour

Les locaux sont chauffés par un système de chauffage central. Une chaufferie située à l'arrière des cuisines comprend deux chaudières à gaz naturel qui alimentent les radiateurs situés dans les classes et les parties communes. L'école ne dispose pas de chauffages d'appoint.

L'aération des classes et des locaux est manuelle par ouverture des différentes huisseries. Seule la cuisine dispose d'une aération par extracteur. L'école n'utilise pas de sprays et parfums d'intérieur ni d'épurateur d'air.

Les eaux usées sont rejetées dans le circuit d'assainissement de la ville.

L'entretien est réalisé le matin (6h30 – 9h30) et le soir (16h00 – 18h30) lundi, mardi, jeudi et vendredi et le mercredi matin de 6h00 à 12h00. Le nettoyage est manuel pour les classes

(tables, chaises, sols, poussières...). Une auto-laveuse est utilisée pour les couloirs. Une aération des locaux est réalisée après le ménage.

L'école utilise, depuis 2 ans, des produits certifiés écolabel pour l'entretien et la cuisine. Les produits de nettoyage sont entreposés dans un local fermé à clés. La pièce semble insuffisamment aérée en raison de l'odeur de produit à l'intérieur. Il s'agit d'une pièce aveugle où il y a une bouche d'aération mais qui n'a pas pu être testée car trop haute (Fig.2).

Figure 2. Local de stockage des produits d'entretien



Les salles de classe

Les 10 salles de classes présentent toutes la même configuration. Elles sont longées sur un côté par un couloir qui dessert toutes les classes d'une même aile avec une porte qui permet l'accès aux élèves. Le mur d'en face est semi-vitré et donne sur la cour de récréation. Les huisseries sont en aluminium sans aérateurs avec une partie centrale fixe, une fenêtre à une extrémité et une porte-fenêtre à l'autre qui permet l'accès direct à la cour. Il existe un espace sous la porte permettant une ventilation. Cet interstice est obstrué par un boudin pour les huisseries anciennes et par un joint pour les huisseries qui ont été changées. Dans certaines classes des petits meubles sont situés devant la fenêtre ne permettant pas une large ouverture. Une porte permet la communication entre deux salles de classes. Cette porte est fermée pendant les cours (Figure 3).

Les revêtements de sol de type linoleum datent de la construction, les peintures des murs sont propres mais il n'y a pas eu de travaux de peinture récemment. Les murs et les plafonds ne présentent pas de traces d'humidité ou de moisissure, à l'exception d'une petite zone dans la classe CE1A (non susceptible de provoquer les symptômes rapportés). Le mobilier est en bon état.

Les classes sont éclairées par des néons, remplacés par des éclairages LED quand ils sont défectueux. A noter en classe CPB, un néon défectueux a coulé sur les tables des élèves. Cet incident est situé entre le 6 et le 13 janvier. Cet éclairage a été remplacé le 28 janvier.

L'aération des salles de classes est réalisée le matin après le ménage, pendant les récréations par l'ouverture des portes et entrebâillement des fenêtres.

Les classes sont chauffées par des radiateurs et la température est réglée manuellement par l'enseignant.

Figure 3. Salles de classe



Classe CPA



Classe CPB



Classe CE1A



Classe CM2

Toutes les classes disposent d'une armoire renfermant des feutres, des pots de colle, vernis-colle et peintures. Certains feutres, crayons et tubes de colle sont également dans des bacs à disposition des enfants. Ce matériel est classique en école primaire et n'a pas été changé récemment (Figure 4). Pour les tableaux les classes utilisent des craies et/ou des marqueurs dont la marque n'a pas été changée récemment.

Figure 4. Matériel dans les classes



Certaines classes sont encombrées ce qui donne une sensation de confinement. C'est le cas de la classe CE2B, cette sensation est renforcée par le fait que la paroi vitrée est recouverte de dessins et posters qui baissent la luminosité.

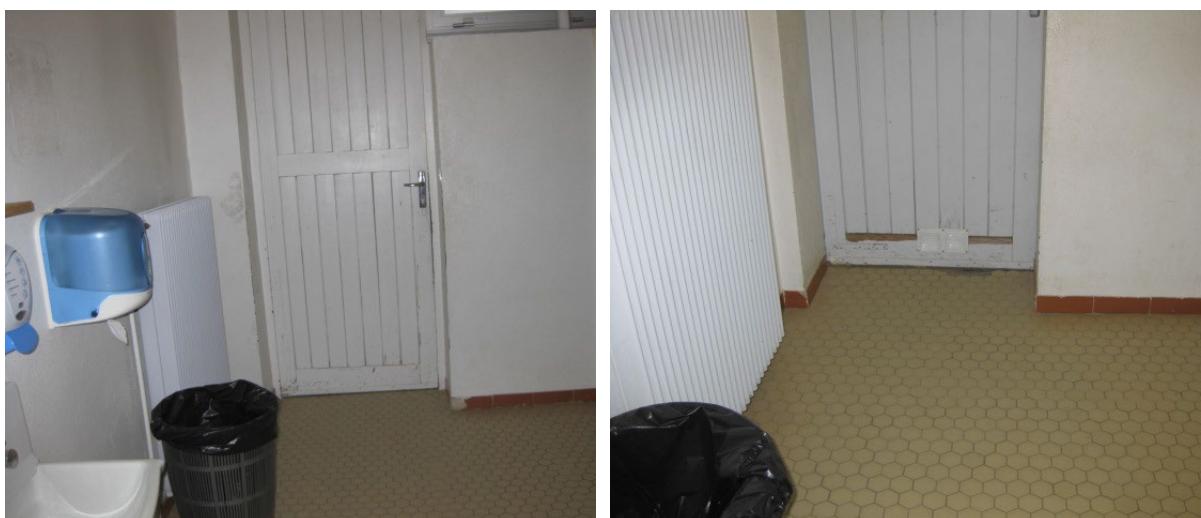
Figure 5. Classe CE2B



Les sanitaires

Des blocs sanitaires filles et garçons sont disponibles dans chacune des ailes. Ces sanitaires sont en bon état et les murs et les plafonds ne présentent pas de traces d'humidité à l'exception des sanitaires des filles aile B mais qui ne sont pas de nature à entraîner les symptômes présentés par les enfants. Les sanitaires sont équipés d'une bonde d'évacuation au niveau du sol qui est revêtu de carrelage. Ils sont aérés toute la journée puisque les portes, l'une donnant sur le couloir et l'autre sur la cour, sont maintenues ouvertes pendant la présence des enfants.

Figure 6. Sanitaires



Les espaces communs et lieux partagés

Les couloirs ne présentent pas de particularités et sont bien entretenus.

Le hall central, organisé autour d'un patio, permet l'entrée des élèves le matin et accueillent également les activités périscolaires. Il est haut de plafond et présente par endroit des traces d'humidité anciennes dues à des infiltrations de toiture qui ont été réparées. On ne note pas d'infiltrations récentes dans le bâtiment. Ce hall est aéré par des ouvertures situées sur le pourtour et par les fenêtres coulissantes du patio.

La salle de danse est une pièce haute de plafond avec des fenêtres qui donnent sur une cour. Elle a été utilisée comme salle de repos pour les enfants qui se plaignaient de symptômes car elle dispose de matelas de gymnastique. L'infirmerie étant relativement exigüe, elle ne permet pas d'accueillir plusieurs enfants en même temps.

La salle d'informatique située à côté a accueilli la classe de CPB pendant 48h. Cette pièce est plutôt sombre avec une sortie de secours sur l'extérieur et encombrée de matériel informatique. Elle donne une impression de confinement. On note la présence de quelques traces de condensation.

Le réfectoire est accessible par le hall. Les repas sont servis en deux service, le premier de 12h à 12h45 et le 2^{ème} de 13h à 13h45. Le réfectoire est aéré entre les deux services par ouverture de fenêtres et portes. Lors de notre visite la pièce était surchauffée.

Le plafond présente des traces d'humidité ancienne dues à des infiltrations de toiture. Le plafond est divisé en 4 secteurs chacun étant centré par une grille destinée à faire circuler l'air dans le plenum. Ces grilles ne sont pas nettoyées et une seule semble avoir été changée récemment. En partie haute, les murs sont recouverts de panneaux destinés à amortir le bruit qui sont grisâtres juste sous le plafond (poussières et/ou humidité). La cuisine est propre et bien ventilée. Les produits utilisés sont certifiés écolabel.

Il n'y a pas de source de combustion dans la cuisine. Les plats arrivent préparés depuis la cuisine centrale et sont placés en armoires chauffantes électriques pour maintien de la température

Figure 7. Espaces communs



Entrée aile A



Couloir Aile A



Plafond réfectoire



Salle informatique

La chaufferie

La chaufferie est accessible par la cour de service (Fig. 8). Le local comprend une chaudière CHAPPEE (installation 1992) qui alimente un ballon de 250 litres pour l'eau chaude et le système de chauffage de l'école maternelle et une chaudière VIESSMANN (installation 1994) qui alimente un ballon de 250 litres pour l'eau chaude et le système de chauffage de l'école primaire (plan en annexe 3). Les deux chaudières sont régulièrement entretenues par la société SOMEGEC. Le carnet d'entretien ne mentionne pas de pannes au cours du mois de janvier. Les travaux les plus récents concernent le changement des électrodes d'anodisation des brûleurs de la chaudière Wiessmann (9 décembre) et le changement de la pompe de plancher du système de chauffage de l'école maternelle (3 janvier).

Chaque chaudière est équipée d'un conduit de fumée qui lui est propre. Les fumées de la chaudière Viessmann sont évacuées par le conduit maçonnable tubé situé en toiture (au-dessus de la porte de la chaufferie). Celles de la chaudière Chappée sont évacuées par le conduit externe (à droite de la chaufferie).

Une analyse des fumées a été réalisée le 25 janvier et les résultats étaient conformes à la législation en vigueur (Annexe 4).

Un prélèvement du ballon d'eau chaude de l'école primaire et de la cuisine a été réalisé le 26 janvier. Les analyses étaient négatives.

Figure 8. Chaufferie du groupe scolaire Jean Moulin



Vue de l'extérieur de la chaufferie



Vue de l'intérieur de la chaufferie

L'environnement immédiat de l'école

Aucun établissement susceptible d'émettre des substances polluantes n'est situé en proximité immédiate de l'école. Les surfaces agricoles sont éloignées d'au moins un kilomètre. Le personnel de la ville chargé de l'entretien des espaces verts et du stade n'utilise pas de pesticides. La pelouse du stade est entretenue avec une tondeuse à essence.

SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS

Les locaux sont en bon état et rénovés régulièrement. La présence de monoxyde de carbone (CO) a été vérifiée par détecteur portable pendant la visite de l'école et lors du passage au complexe sportif. Aucune trace de CO n'a été détectée.

Compte-tenu de l'aération manuelle des classes, il est important de vérifier les paramètres de confort, notamment le dioxyde de carbone.

Les boudins positionnés devant les portes donnant sur les cours de récréation obstruent l'apport d'air extérieur. L'espace sous la porte participe à l'aération des locaux et doit être libéré.

Afin de permettre une ventilation de toutes les parties de la classe, il est préconisé d'ouvrir toutes les portes y compris les portes de communication ainsi que la fenêtre de manière à faire circuler l'air.

Nous n'avons pas identifié l'utilisation de produits autres que ceux utilisés classiquement dans une école primaire lors des activités scolaires ou de l'entretien.

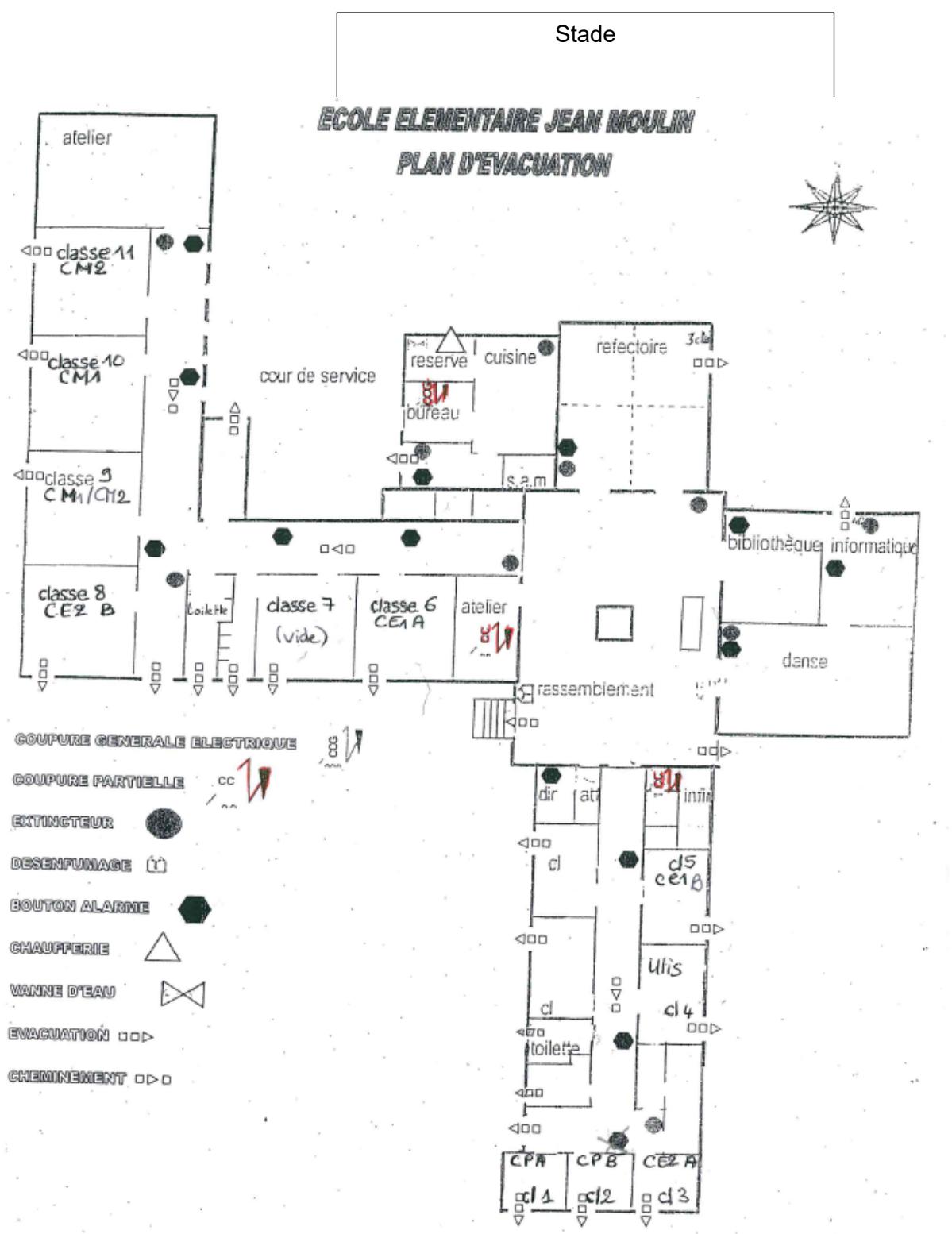
Nous préconisons également le maintien d'une température de confort de 21-22 degrés dans les classes, les salles communes et notamment le réfectoire.

Enfin, il serait souhaitable de vérifier le fonctionnement de l'aération du local où sont entreposés les produits d'entretien.

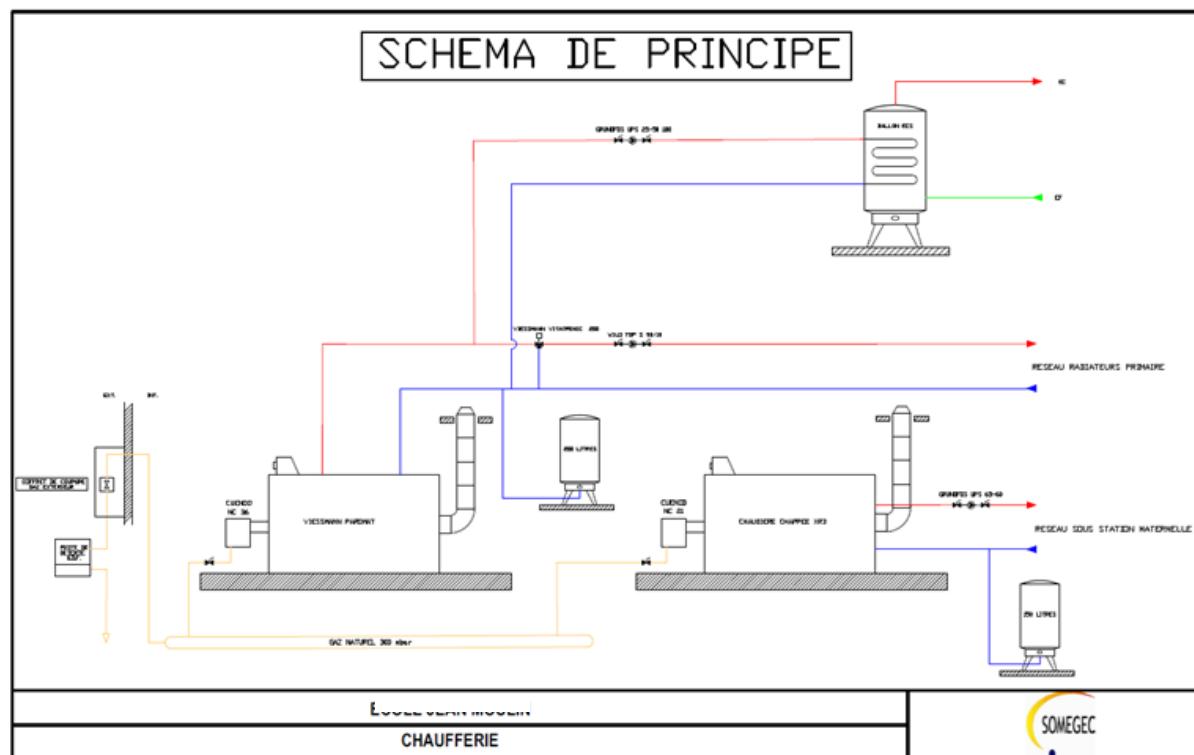
En conclusion de la visite, il est recommandé de mettre en œuvre les mesures suivantes :

- **retirer les boudins positionnés au bas des portes**, qui bloquent la ventilation ;
- **désencombrer les pièces qui donnent une sensation de confinement** (vitres recouverte, rangement) ;
- **réorganiser les meubles de manière à pouvoir ouvrir les fenêtres en grand** ;
- **augmenter les fréquences d'aération** à la faveur des températures plus clémentes ;
- **vérifier que les locaux sont conformes aux dispositions du règlement sanitaire départemental** et notamment des valeurs de l'article 64 : ventilation mécanique ou naturelle par conduits - 64.1. - Locaux à pollution non spécifique ;
- **surveiller la couleur des panneaux du réfectoire destinés à amortir le bruit**, l'apparition de taches noires pouvant être des signes d'humidité/moisissures ;
- **assurer une aération suffisante ou diminuer la température du réfectoire** ;
- **assurer une ventilation suffisante des locaux de stockage des produits d'entretien et du local de stockage de matériel de sport** ;
- **mettre en œuvre une stratégie de prévention et de gestion de la qualité de l'air intérieur au sein de l'établissement** en s'appuyant sur le guide « *Pour une meilleure qualité de l'air des lieux accueillant des enfants et des adolescents* » :
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6w7uyopHvAhWnx4UKHWAyAZYQFjAAeqQIARAD&url=https%3A%2F%2Fwww.ecologique-solidaire.gouv.fr%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FGuide-complet-QAI-web.pdf&usg=AOvVaw1IG2T8EanLTQMpe5TpG1CI>

Annexe 4.1. Plan



Annexe 4.2. Circuit de chauffage et d'eau chaude école primaire et maternelle, Vaucluse



Annexe 5. Analyses d'eau potable au niveau de l'école primaire

CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Edité le : 15/01/2021
Rapport d'analyse

SUEZ EAU FRANCE SAS
AGENCE RHONE COMPTA
1295 AV JF KENNEDY
BP 226
84206 CARPENTRAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #. Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification dossier :	LSE21-4398	Analyse demandée par : ARS DT DU VAUCLUSE
Identification échantillon : LSE2101-11641-1		
N° Analyse :	00118164	N° Prélèvement : 00118025
Nature:	Eau de distribution	
UGE :	0037 - ADDUCTION SYND.RHONE VENTOUX	
Type d'eau :	T - EAU DISTRIBUEE DESINFECTEE	
Type de visite :	Type Analyse : D1B D1	Motif du prélèvement : CS
Nom de l'exploitant :	SUEZ EAU FRANCE PB184 RHONE PROVENCE TSA 6118 59711 LILLE CEDEX 09	
Prélèvement :	Prélevé le 12/01/2021 à 09h35 Réception au laboratoire le 12/01/2021 Prélevé et mesuré sur le terrain par CARSO LSEHL / BRUGIER Marion Prélèvement accrédité selon FD T 90-520 et NF EN ISO 19458 pour les eaux de consommation humaine Flaconnage CARSO-LSEHL	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client qui sont antérieures à l'heure et la date de prélèvement.

Date de début d'analyse le 12/01/2021 à 19h16

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	Code
Mesures sur le terrain							

CARSO-LSEHL

Rapport d'analyse

Édité le : 15/01/2021

Identification échantillon : LSE2101-11641-1

Destinataire : SUEZ EAU FRANCE SAS

Paramètres analytiques		Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité
Température de l'eau	84018*	14,6	°C	Méthode à la sonde	Méthode interne M_E2008 v3		25
pH sur le terrain	84018*	7,3	-	Electrochimie	NF EN ISO 10523	6,5	9
Chlore libre sur le terrain	84018*	0,50	mg/l Cl2	Spectrophotométrie à la DPD	NF EN ISO 7393-2		■
Chlore total sur le terrain	84018*	0,53	mg/l Cl2	Spectrophotométrie à la DPD	NF EN ISO 7393-2		■
Analyses microbiologiques							
Microorganismes aérobiotes à 36°C réalisé à Marseille	84018*	< 1	UFC/ml	Incorporation	NF EN ISO 6222	300	■
Microorganismes aérobiotes à 22°C réalisé à Marseille	84018*	< 1	UFC/ml	Incorporation	NF EN ISO 6222	300	■
Bactéries coliformes réalisée à Marseille	84018*	< 1	UFC/100 ml	Filtration	NF EN ISO 9308-1		0
Escherichia coli réalisé à Marseille	84018*	< 1	UFC/100 ml	Filtration	NF EN ISO 9308-1	0	■
Entérocoques (Streptocoques fécaux) réalisé à Marseille	84018*	< 1	UFC/100 ml	Filtration	NF EN ISO 7899-2	0	■
Anaérobies suiffo-réducteurs (spores) réalisé à Marseille	84018*	< 1	UFC/100 ml	Filtration	NF EN 26481-2		0
Caractéristiques organoleptiques							
Aspect de l'eau	84018*	0	-	Analyse qualitative			
Odeur	84018*	0 Chlore	-	Qualitative			
Goueuvre	84018*	0 Chlore	-	Qualitative			
Couleur	84018*	0	-	Qualitative			
Turbidité	84018*	0,19	NFU	Néphélosétrie	NF EN ISO 7027		2
Analyses physicochimiques							
Analyses physicochimiques de base							
Conductivité électrique brute à 25°C	84018*	505	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888	200 1100	■
Cations							
Ammonium	84018*	< 0,05	mg/l NH4+	Spectrophotométrie au bleu indophénol	NF T90-015-2	0,10	■
Métaux							
Aluminium total	84018*	11	µg/l Al	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	200	■
fer total	84018*	< 10	µg/l Fe	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	200	■
Manganèse total	84018*	< 10	µg/l Mn	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	50	■

84D1B* ANALYSE (D1B) EAU DE DISTRIBUTION (ARS84-2021)

Si certains paramètres soumis à des seuils de conformité ne sont pas couverts par l'accréditation alors la déclaration de conformité n'est pas couverte par l'accréditation.

Alice MARTINHO
Directeur Technique Adjoint Biologie

[Signature]

Société par action simplifiée au capital de 2 283 622,30 € - RCS Lyon B 410 545 313 -
313 00042 - APE 7120B — N° TVA: FR 82 410 545 313

Siège social et laboratoire : 4, avenue Jean Moulin — CS 30228 - 69633 VENISSIEUX

33 30000 33000 VILLEURBANNE
(33) 04 72 76 16 16 - Fax :

Laboratoire de Marseille : Immeuble Actilaude - 201 Avenue des Aygues
(30) 3472 1718 - Fax (30) 3475 5555

SIRET 410 545

CEDEX - Tél :

Annexe 6. Analyses des plats témoins de la cantine scolaire

Echantillon - SAUCISSE PROVENÇALE CUITE

Déclaration de conformité :

Qualité satisfaisante selon les critères d'hygiène de l'Interprofession.

Les analyses suivantes ont été effectuées à partir de l'échantillon conserver en froid positif :

Entérobactéries (37°C)- dénombrement

02/02/2021

Echantillon - SALADE DE HARICOT VERT

Déclaration de conformité :

Qualité satisfaisante selon les critères d'hygiène de l'Interprofession.

Les analyses suivantes ont été effectuées à partir de l'échantillon conserver en froid positif :

Entérobactéries (37°C)- dénombrement

02/02/2021

Echantillon - PURÉE DE POMME DE TERRE

Déclaration de conformité :

Qualité satisfaisante selon les critères d'hygiène de l'Interprofession.

Les analyses suivantes ont été effectuées à partir de l'échantillon conserver en froid positif :

Entérobactéries (37°C)- dénombrement

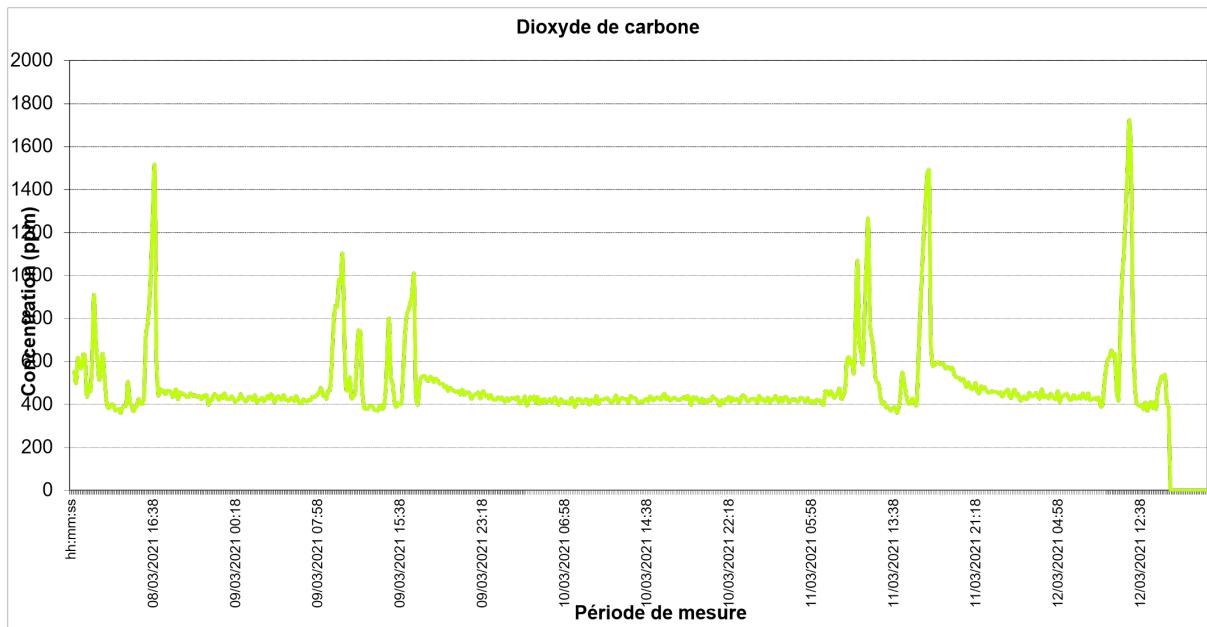
02/02/2021

Déclaration de conformité non couverte par l'accréditation

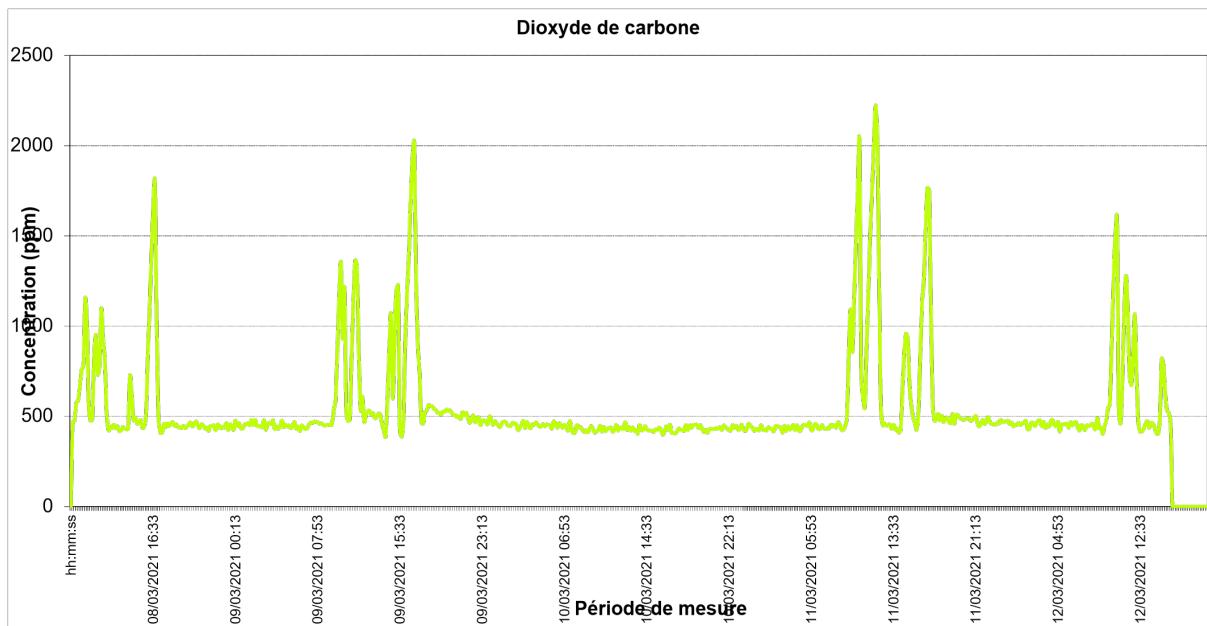
La déclaration de conformité prend seulement en compte les résultats des paramètres pour lesquels un critère est édité. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat

Annexe 7. Courbes des mesures du CO₂ dans l'école primaire

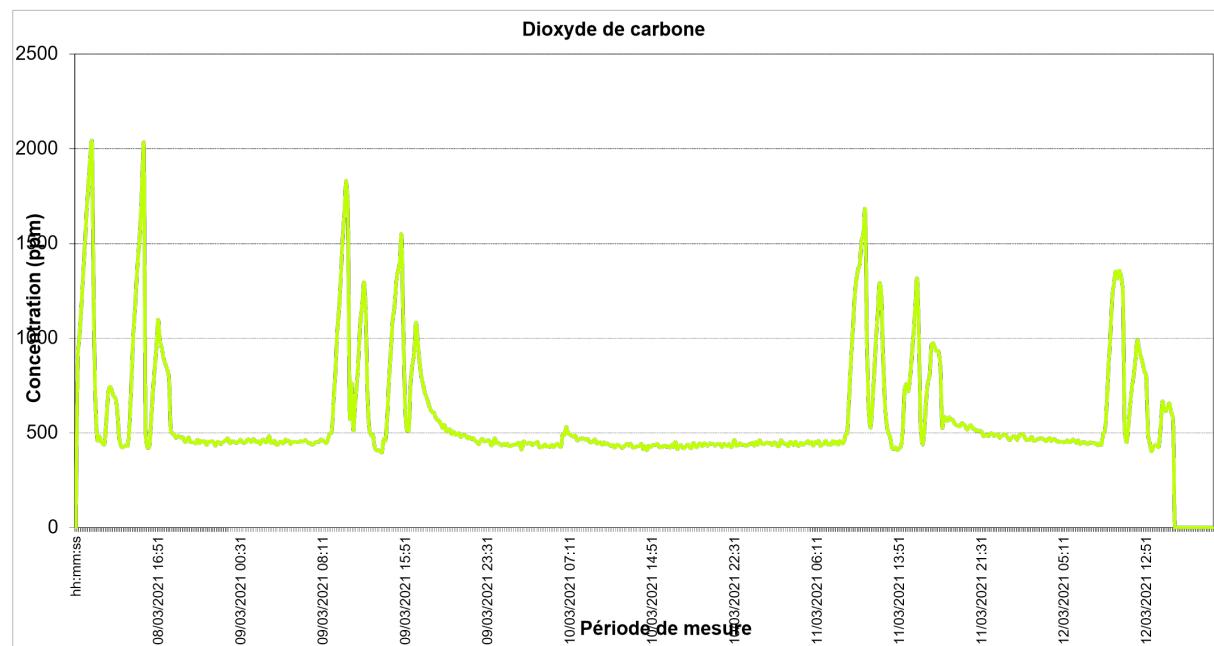
Classe CPA



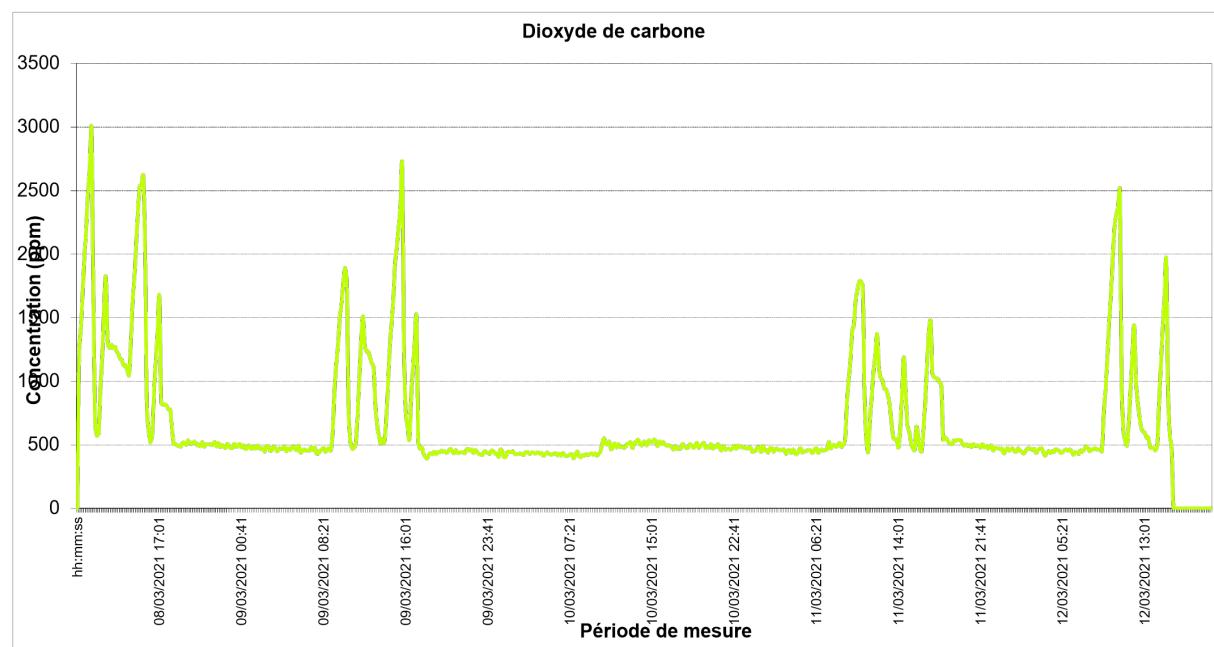
Classe CPB



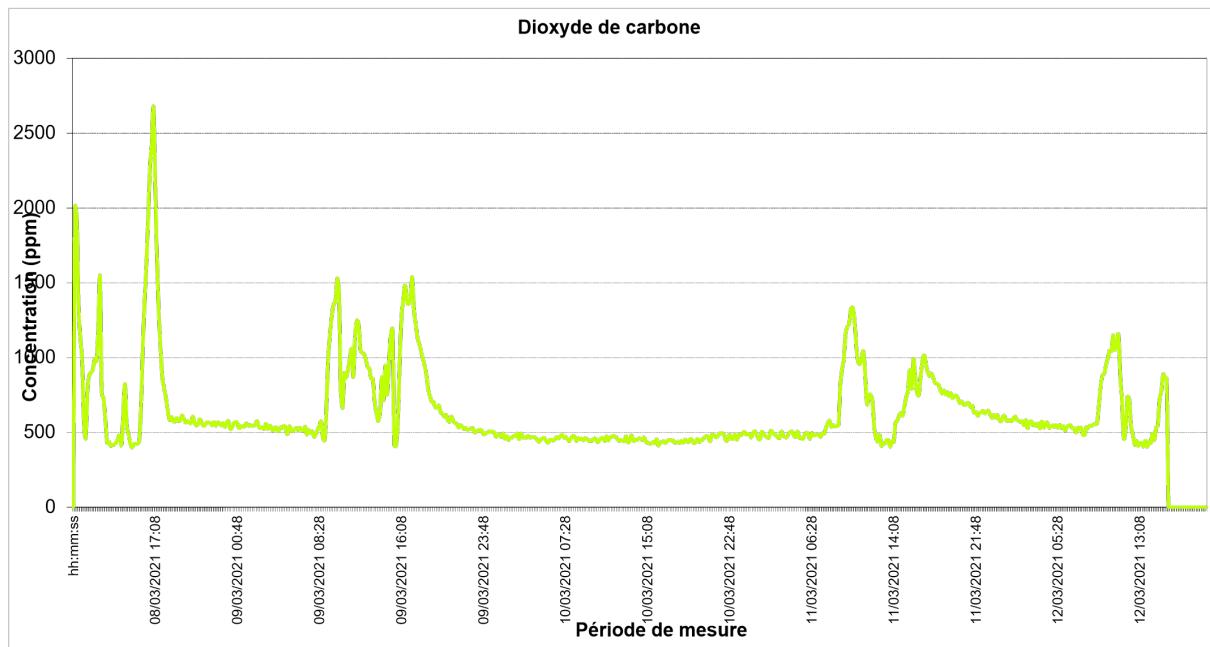
Classe Ulis



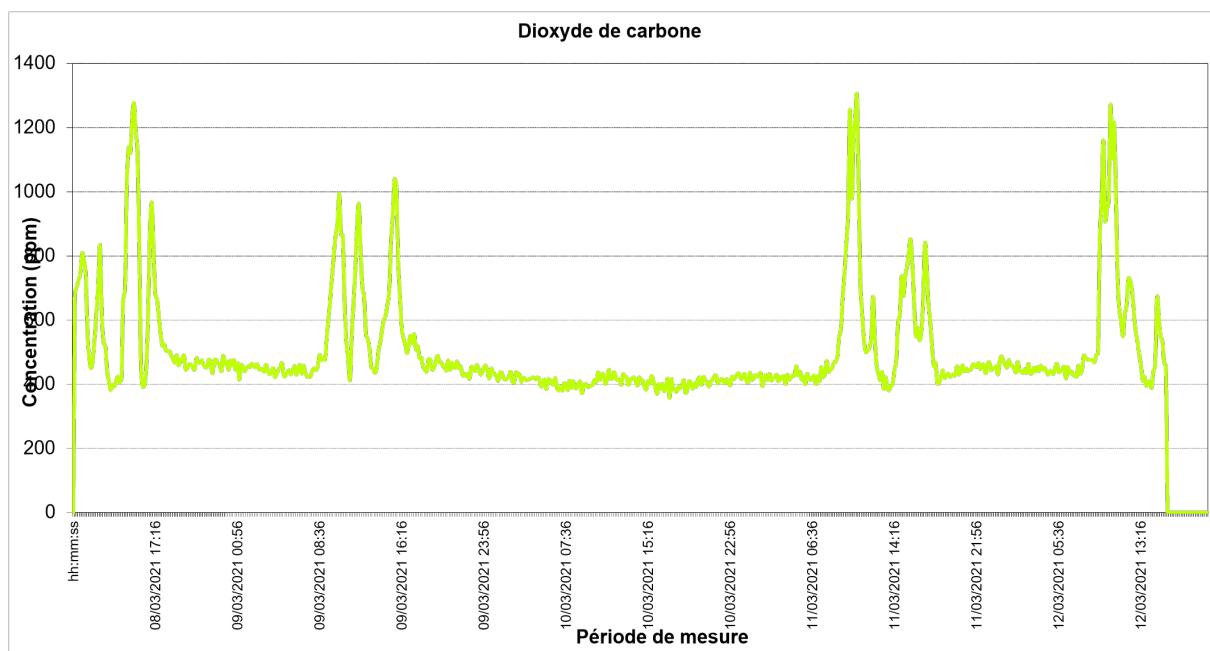
Classe CE1A



Classe CM1/2



Salle Atelier



Annexe 8. Synthèse bibliographique rapide concernant les effets secondaires physiologiques et cliniques pouvant être liés au port du masque chez l'enfant et l'adulte

La situation de pandémie générée par la circulation mondiale du SARS-CoV2 a conduit les Etats et l'OMS à recommander le port du masque en différentes circonstances et différents lieux afin de freiner la diffusion du virus. Plusieurs études concordantes confirment que le port du masque, associé à la distanciation physique et au lavage des mains, est une stratégie efficace pour lutter contre la diffusion du virus [1].

Ces recommandations ont créé de nombreuses controverses dans la population générale. De ce fait le port du masque a été recommandé à des publics et des travailleurs qui n'étaient pas habitués à en porter, contrairement aux soignants par exemple. Cette situation a entraîné la manifestation de nombreuses inquiétudes, le masque étant perçu comme inconfortable, pesant, voire comme une nuisance. Cette situation nouvelle a engendré la crainte que l'utilisation prolongée du masque soit dangereuse pour la santé [2]. De nombreuses croyances, désinformations et controverses concernant la Covid-19 circulent sur les réseaux sociaux et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a créé sur son site une page visant à démythifier les croyances sur cette maladie [3], notamment sur le port du masque.

En France également, le port du masque est l'objet de controverses, notamment le port du masque chez les enfants depuis l'obligation de le porter à l'école primaire. Plusieurs collectifs (enfances et libertés, collectif Ventoux 84...) militent pour l'arrêt du port du masque à l'école. Dans le cadre de la prise en charge du syndrome collectif inexpliqué, nous avons réalisé une revue bibliographique rapide et non exhaustive de la littérature concernant le port du masque et certains de ses effets secondaires chez les enfants pendant l'épidémie de COVID-19. Cette revue a pour objectif d'apporter des éclaircissements aux parents qui s'interrogent à ce sujet.

Méthodologie

Les articles ont été sélectionnés à partir des bases de données Pubmed, Sciencedirect et google scholar et des bibliographies des articles identifiés. Les synthèses ont été privilégiées.

Les articles concernant les enfants étant peu nombreux, la recherche a été étendue aux adultes.

Les mots clés utilisés étaient les suivants : *Children, mask-wearing, face mask, masks, mouth and nose covering, N95 respirator, surgical mask, side effects, hypoxia, hypercapnia, covid-19, SARS-CoV-2, gas exchange, physiological, pulmonary function, discomfort, school, adults.* Une première recherche a été réalisée en mars-mai 2021. La bibliographie concernant les enfants a été complétée en septembre-octobre 2021.

Les différents types de masques recommandés en France

L'usage des différents types de masques disponibles en France a fait l'objet d'un avis du haut conseil de la santé publique (HCSP) [4].

Masques en tissus

Ces dispositifs « masque barrière » ou masque grand public (GP) en tissu réutilisable sont destinés à compléter les gestes barrières et les règles de distanciation physique. Ils sont destinés au grand public et notamment aux personnes saines ou asymptomatiques. Les masques GP sont destinés à la filtration de dedans en dehors pour protéger l'environnement de celui qui le porte et bloquer les rejets de gouttelettes. Dans les conditions pratiques du port des masques grand public, la performance dépend aussi de l'étanchéité en périphérie mais aussi pour les enfants et les adultes, de la taille du masque et de son positionnement sur le visage.

Un masque grand public est un masque ayant démontré :

- une efficacité de filtration d'au moins 70 % (catégorie 2, peu répandue) pour des particules de 3 µm émises pour la personne portant le masque ;
- une efficacité supérieure à 90 % pour les masques de catégorie 1 (norme AFNOR) qui sont les seuls recommandés depuis la circulation des nouveaux variants. Le masque de catégorie 1 limite l'exposition dans des proportions suffisantes pour la population générale et dans les lieux qui reçoivent du public.

Masques chirurgicaux

Le masque à usage médical (dit « masque chirurgical ») est un dispositif médical majoritairement utilisé dans un cadre médical aussi bien par les professionnels de santé que par les malades et personnes à risque.

Ce masque est destiné principalement à éviter la projection de gouttelettes ($> 3 \mu\text{m}$) contenant le coronavirus et permet donc de protéger l'entourage du porteur. L'ajustement du masque n'est pas parfait et n'empêche pas les fuites d'air au niveau des bords lors de l'inhalation ou de l'expiration. Il ne protège donc pas complètement le porteur mais suffisamment pour qu'il soit recommandé pour le grand public en cas de facteur de risque de forme grave de Covid-19. Leur efficacité est testée suivant des méthodes standardisées visant à évaluer le compromis entre la filtration, la respirabilité et, éventuellement, la résistance à la pénétration de liquides.

Masques FFP2 ou N95

Ce masque est destiné principalement à éviter la projection de particules ($> 0,75 \mu\text{m}$) et d'aérosols contenant le coronavirus et permet donc de protéger efficacement l'entourage du porteur de la contamination aérienne et par gouttelettes. Les masques FFP2 étant ajustés et étanche au niveau du visage, ils garantissent une bonne protection du porteur à l'exposition au coronavirus. Ils visent eux aussi à concilier filtration et respirabilité en assurant un minimum de résistance au passage de l'air lors de l'inspiration et de l'expiration. Les FFP2 doivent aussi satisfaire à d'autres critères d'efficacité, notamment à des paramètres spécifiques concernant la concentration maximale de CO₂, le taux de fuite maximum vers l'intérieur et la résistance des lanières à la traction. Le port de ce type de masque n'est pas recommandé chez l'enfant sauf dans le cadre de certaines pathologies et sur avis médical.

Émissions chimiques et graphène

L'Institut national de recherche et sécurité (INRS) a publié une étude sur les émissions chimiques des masques chirurgicaux de type 2 [5]. Le test a concerné plusieurs lots de 50 masques provenant de 4 fabricants chinois et un fabricant français. Les auteurs ont analysé les émissions de composés organiques volatils (COV) ainsi que la composition chimique des COV.

Les émissions sont très faibles et peuvent varier d'un facteur 4 selon le lot concerné. Les COV sont composés à 95% d'hydrocarbures en cohérence avec la matière première utilisée pour la fabrication. Ces molécules ne sont pas classées cancérogène-mutagène-reprotoxique (CMR). Les masques émettent cependant un aldéhyde irritant utilisé également dans les parfums, mais les produits et les faibles quantités émises n'engendrent pas de risque toxicologique. Les auteurs n'excluent pas la possibilité de survenue d'effets de type irritatifs liés à plusieurs facteurs (émissions, frottements, humidité et température). Les masques les plus épais et les plus lourds émettent une plus grande quantité de COV car ils contiennent une plus grande quantité de matière première. Enfin, certains composés peuvent émettre des odeurs gênantes pour les personnes sensibles mais qui ne sont pas synonymes de risque. Les émissions diminuent fortement au bout de 24h. Laisser le masque s'aérer pendant une journée permet donc de diminuer les émissions et les odeurs.

L'avis de l'Anses relatif aux masques FFP2 contenant du graphène du 28 octobre 2021, rappelle le manque de données sur la toxicité du graphène et souligne que les objectifs visés par l'ajout de ce matériau ne sont pas clairement exprimés ou démontrés. Dans l'attente de précisions de la part des fabricants sur la nature du matériau, son utilité dans le produit et son innocuité, l'Anses considère qu'il n'est pas pertinent de mettre sur le marché des masques contenant du graphène alors que les masques n'en contenant pas ont démontré leur efficacité [6].

Effets secondaires du port du masque chez les adultes

La respiration pulmonaire permet le transport de l'oxygène (O_2) de l'atmosphère vers la cellule et inversement le transport du dioxyde de carbone (CO_2) produit par la cellule vers l'atmosphère. La respiration cellulaire consiste en l'utilisation de l'oxygène par la cellule. Le corps humain dispose de nombreux mécanismes d'adaptation permettant de préserver l'utilisation de l'oxygène par les tissus qui en ont le plus besoin, notamment lors de l'effort.

Le port du masque entraîne une résistance à l'inspiration et à l'expiration. Cette résistance est augmentée par l'humidité contenue dans le masque, plus importante après 4 heures d'utilisation (+0,26 gm) et impacte surtout la résistance à l'expiration [7]. La résistance à l'air du masque FFP2 est supérieure à celle des masques en tissu ou chirurgicaux mais très en dessous des limites imposées pour un usage professionnel.

Paramètres physiologiques

Études expérimentales avec port du masque sur une durée courte

Les études sur le port du masque chez l'adulte ont concerné les paramètres physiologiques et parfois l'étude de la ventilation, de la dyspnée et de l'effort perçu. La plupart des études sont de type expérimental sur des volontaires sains, principalement du personnel hospitalier, évalués pendant quelques dizaines de minutes [7-18]. Les paramètres physiologiques les plus souvent mesurés sont la fréquence respiratoire (FR), la fréquence cardiaque (FC), le pourcentage de saturation en oxygène (SpO_2) ou la pression partielle en oxygène (PaO_2), la pression partielle transcutanée en dioxyde de carbone ($PtcCO_2$) ou la pression partielle en CO_2 .

(PaCO_2), la pression partielle en CO_2 en fin d'expiration (Pet CO_2), et la pression artérielle (TA). Dans les études publiées, les concentrations en O_2 et CO_2 sont mesurées à l'intérieur du masque en fin d'expiration. Toutefois, les concentrations mesurées sous le masque ne représentent pas la concentration gazeuse délivrée aux bronches qui dépend de la quantité d'air frais inspiré [16].

Il ressort des études que le port du masque peut entraîner l'inspiration d'une partie de l'air expiré plus riche en CO_2 présent sous le masque. Dans l'étude de Rhee et al, la concentration en CO_2 sous un masque chirurgical ou FFP2 est de l'ordre de 25 000 ppm, inférieure à la limite sur 15 minutes en milieu professionnel (30 000 ppm) mais nettement supérieure à la limite sur 8 heures (5 000 ppm) [17]. Des résultats similaires sont retrouvés par Roberge et al [7] mais sans impact sur les paramètres physiologiques.

Sur le plan physiologique, il faut une baisse des niveaux de PaO_2 en dessous de 60 mm.Hg pour stimuler les récepteurs entraînant une hyperventilation et une altération de la fonction respiratoire [16]. Ce niveau d'hypoxie n'est pas atteint avec le port des masques tissus, chirurgicaux ou FFP2. En effet, dans les différentes études publiées, la saturation en oxygène est peu modifiée par le port du masque [8-11,14-16,18] et même si certaines études retrouvent des différences statistiquement significatives, les variations restent faibles et dans la norme physiologique de 95%-100%. Ces résultats observés au repos ne sont pas modifiés lors d'une activité physique modérée chez les personnes en bonne santé.

La pression transcutanée en CO_2 est généralement augmentée lors du port d'un masque FFP2 mais de façon modérée entre 2 et 4 mm Hg selon les études. Ces augmentations restent le plus souvent dans les normes physiologiques et sont trop faibles pour être perçue par le volontaire et pour entraîner des symptômes [8-11,14,16].

La dyspnée liée au port du masque est définie comme une expérience subjective d'inconfort respiratoire variable en intensité. Une augmentation de la dyspnée est rapportée dans quelques études notamment avec le port du masque FFP2 lors d'un exercice modéré à intense [13,16,18]. Plusieurs hypothèses ont été étudiées. L'impact de la résistance liée au masque lors de la respiration n'a pas été démontré lors d'études expérimentales. Certains auteurs expliquent la dyspnée par l'inspiration d'une fraction de l'air exhalé enrichi en CO_2 présent sous le masque mais les mesures physiologiques sont peu impactées. La dyspnée ne serait donc pas reliée à une augmentation de la Pa CO_2 mais à l'augmentation de la ventilation perçue [16]. Enfin la dyspnée pourrait être reliée à l'augmentation de la température et de l'humidité sous le masque, particulièrement pendant l'exercice physique [10].

L'effort perçu n'est en général pas augmenté par le port du masque dans les expérimentations de courte durée [9,11,15] sauf en cas d'exercice intense [13].

Enfin, pour la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire, la plupart de ces études ne montrent pas de modifications physiologiques induites par le port du masque en tissu, chirurgical ou FFP2, au repos ou pour une activité modérée, chez les volontaires sains [8-10,13].

Le port du masque sur une durée courte chez les personnes en bonne santé n'entraînerait donc pas d'effets délétères sur la fonction respiratoire et n'affecterait pas la ventilation alvéolaire [2,16]

Études sur une utilisation longue du masque en milieu hospitalier

Ces analyses expérimentales portent sur un temps d'utilisation relativement court du masque et ne donnent pas d'information sur le port du masque sur plusieurs heures dans une journée.

Quelques articles sur une utilisation plus longue du masque ont été publiées mais ces résultats nécessitent d'être vérifiés par d'autres études car ils ne sont pas toujours concordants [19-23]. Quatre études retrouvent quelques modifications des paramètres physiologiques mais qui restent dans la norme. La première a mesuré les paramètres physiologiques (SpO_2 , PetCO_2 , FR, FC) chez des soignants portant un masque chirurgical ou FFP2 [19]. Les paramètres en fin de service se situaient dans les normes physiologiques (sauf pour 2 soignants présentant une hypoxie) et similaires selon le type de masque. Dans la deuxième étude incluant des soignants portant un masque de type FFP2, les paramètres physiologiques n'étaient pas significativement modifiés après les quatre premières heures d'utilisation sauf pour l'effort perçu qui était augmenté. A la fin du temps de travail dans le service, les paramètres étaient modifiés tout en restant dans les normes physiologiques [20]. La troisième, chez des infirmières ayant porté un masque chirurgical pendant leur service, n'a pas noté de changement significatif des paramètres physiologiques au cours du temps à l'exception d'une augmentation de la PtcCO_2 (maximum 41 mmHg) [21]. Dans la quatrième étude les paramètres physiologiques n'ont pas été mesurés mais l'inconfort et l'effort perçu augmentait avec la durée du portage quel que soit le masque utilisé [22].

La dernière étude concernant des chirurgiens-dentistes portant un masque chirurgical sur un masque FFP2 lors d'interventions a retrouvé une diminution de la SpO_2 de 97% à 94% pour les interventions de moins de 40 mn et jusqu'à 91% pour les interventions longues, mais sans signes cliniques d'hypoxie. La fréquence cardiaque et la dyspnée perçue augmentaient également mais la PtcCO_2 n'a pas été mesurée [23].

Effets du port du masque chez les personnes présentant des comorbidités

Ces études sont rares et ont concerné principalement des personnes souffrant de maladies pulmonaires chroniques. Les patients avec une atteinte modérée supportent mieux le port du masque que ceux qui ont une pathologie sévère. Samannan et al ont mené une étude sur le port du masque chez des retraités atteint de bronchite chronique obstructive (BPCO) sévère [9]. Le port du masque n'a pas entraîné de modification significative des paramètres mesurés au repos chez ces malades. Après 6 minutes de marche une diminution de la SpO_2 et de la PaO_2 a été observée chez les personnes souffrant de BPCO mais pas d'augmentation de la PaCO_2 . En revanche, lors d'un effort, le port du masque N95 modifie également la PetCO_2 chez des patients souffrant de pathologies respiratoires chroniques [24].

L'étude de Shein et al a inclus des personnes présentant des comorbidités moins sévères, essentiellement asthme et hypertension [14]. Aucun d'entre eux, au repos ou à la marche, n'a présenté une hypoxie ou une hypercapnie avec un masque en tissu ou chirurgical.

Effets du port du masque lors d'un exercice physique

Les études retrouvent des résultats similaires concernant les effets physiologiques au repos ou lors d'un exercice physique modéré chez les volontaires portant un masque en tissu ou chirurgical. Cela n'entraîne pas d'altération de la ventilation, de la fréquence respiratoire ou du volume courant [2] ni de variations de la SpO_2 ou de PtcCO_2 qui restent dans les normes physiologiques [14,16].

Les études portant sur une activité intense sont plus rares et difficilement comparables car les niveaux d'activité étudiés sont différents. Une étude retrouve une diminution significative de la SpO_2 avec le port d'un masque en tissu lors d'un effort égal ou supérieur à 5,4 km/h [13]. Le port du masque impacte la performance, certaines variables physiologiques ainsi que la dyspnée et l'effort perçus mais l'efficacité ventilatoire pour éliminer le CO_2 n'est pas modifiée. La ventilation est adéquate pour permettre le maintien de l'oxygène dans le sang à un niveau proche de la normale. Une autre étude ne retrouve pas de diminution de la SpO_2 avec le port d'un masque chirurgical lors d'un effort égal à 5,6 km/h mais une légère augmentation de la

FC et de la PtcCO₂ de 39,3 à 41,5 mm Hg sans hypercapnie [11]. La dernière ne retrouve pas non plus de diminution de la SpO₂ quel que soit le type de masque (tissu ou chirurgical), ni pour la FC et pour l'effort perçu [15].

Inconfort et symptômes

La compliance au port du masque est meilleure avec un masque chirurgical qu'avec un masque FFP2 et augmente avec le temps mais le port prolongé du masque génère un inconfort associé à des plaintes telles que maux de tête, étourdissements, augmentation de l'effort perçu et de la difficulté à respirer perçue. Bien que les proportions soient variables d'une étude à l'autre, la majorité des volontaires ayant participé aux études sur le port du masque ont signalés des gênes et des symptômes (proportion variant de 76 à 100%) [20, 30,31].

Le mal de tête est le symptôme le plus fréquent, signalé par 37% à 81% des participants selon les études. Le port d'un masque FFP2 entraîne plus fréquemment des céphalées que le port du masque chirurgical [25]. Les maux de têtes sont plus présents chez les personnes qui portent le masque plus de 4h et qui ont des antécédents de migraines ou de maux de tête [21,26,27]. Toutefois, le port du masque n'est pas le seul facteur en cause dans l'augmentation des maux de tête, une mauvaise hydratation, un manque de sommeil, un stress physique et émotionnel en période de pandémie sont aussi des facteurs déclenchants [2,27].

D'autres gênes sont rapportées comme les irritations et le prurit de la face [11,28,29], l'acné [28], les lésions de l'arête du nez [29], la sensation de chaleur sous le masque [11,29,31] des difficultés à parler avec un masque [31], la fatigue, les troubles de la concentration [25]. Ces gênes sont plus fréquentes avec les masques FFP2 que les masques chirurgicaux et plus faibles avec les masques en tissus.

La perception d'une difficulté à respirer ou d'un effort augmente avec la durée de portage de même que les maux de tête et les étourdissements. Le masque est également moins bien toléré chez les personnes en surpoids [21].

POINTS CLÉS

- Les résultats des études sur volontaires sains suggèrent que la ventilation alvéolaire et les échanges gazeux sont peu impactés par le port du masque ou trop faiblement pour entraîner des manifestations cliniques.
- Chez les personnes en bonne santé dans le cadre d'une activité modérée, le port du masque n'a pas d'effet notable sur les paramètres physiologiques. La pression partielle en O₂ n'est en général pas modifiée et la pression partielle en CO₂ peut être légèrement augmentée mais les valeurs restent dans les normales physiologiques.
- Chez les personnes souffrant de pathologies respiratoires, les paramètres physiologiques ne sont pas modifiés lors d'une activité faible mais le sont lors d'un effort physique entraînant une diminution de la pression partielle en O₂. L'utilisation de masque FFP2 chez les personnes souffrant de BPCO sévère doit se faire avec prudence, car ce type de masque peut également modifier la pression partielle en fin d'inspiration en CO₂.
- Un inconfort et des symptômes sont fréquemment rapportés par les utilisateurs, à type de céphalées, chaleur, difficulté à respirer, irritations sous le masque, étourdissements, fatigue, troubles de la concentration.... Ces manifestations sont plus fréquentes chez les personnes qui portent un masque plus de 4 heures et chez celles qui présentent un antécédent de migraines.
- Les effets secondaires reliés au port du masque sont moins fréquents avec les masques en tissus et chirurgicaux qu'avec les masques FFP2.
- Il est nécessaire de poursuivre les études sur le port du masque sur plusieurs heures et chez les personnes souffrant de co-morbidité.

Effets secondaires du port du masque chez les enfants

Peu d'études concernent le port du masque chez les enfants mais il a déjà été recommandé pour d'autres pathologies avant l'épidémie de covid-19. Chez les enfants souffrant de mucoviscidose, le port du masque en milieu hospitalier était recommandé pour réduire le risque de transmission et d'acquisition de maladies infectieuses [32]. Pour les enfants ne supportant pas le masque, le respect de la distanciation physique était préconisé.

Acceptabilité

Dans l'étude de Suess et al l'acceptabilité du port du masque chez les enfants au domicile en période d'épidémie de grippe pour limiter la transmission du virus dans les foyers était de 60%. La sensation de chaleur était la raison principale avancée pour enlever le masque [33]. Ce même type d'étude mené en milieu scolaire [34-37] montre des résultats variables de 30% à 52% avec une acceptabilité qui tend à diminuer avec le temps. Les freins à l'utilisation du port du masque étaient la distraction, l'inconfort (chaleur, prurit, sensation de difficulté à respirer, taille) et la difficulté à lire les expressions faciales. Le masque était mieux accepté par les enfants si l'adhésion de l'enseignant était importante [34]. L'adhésion au port du masque était plus élevée chez les filles, les enfants d'un milieu socio-économique élevé et augmentait avec l'âge [35]. Les masques en tissu étaient jugés plus confortables et les enfants préféraient porter un masque coloré [36].

Paramètres physiologiques

Les résultats des quatre études identifiées concernant l'impact du port du masque chez les enfants sur les paramètres physiologiques sont concordants [38-41]. Les mesures de la saturation en oxygène (de 98% à 99,5%) et de la fréquence cardiaque n'étaient pas impactées par le port d'un masque de type FFP2 ou chirurgical sur une courte période lors d'une activité faible ou modérée. Cependant, le port du masque de type FFP2 était relié à une augmentation significative de la PetCO₂ de 1 à 3 mm Hg selon les études mais se situant dans les limites physiologiques normales [39,41]. Chez les moins de 2 ans la PetCO₂ moyenne augmentait de 34 à 37 mm Hg et chez 2-11 ans, elle passait de 37 à 39 mm Hg [41]. Cette augmentation n'a pas été observée lors du port d'un masque chirurgical. Il était noté également une légère augmentation de la fréquence respiratoire lors d'un effort [40]. Dans ces études aucun enfant n'a présenté de signes cliniques respiratoires. Les résultats chez l'enfant sont donc assez similaires à ceux observés chez l'adulte. Les auteurs s'accordent pour privilégier le port d'un masque en tissu ou chirurgical chez l'enfant.

Ces résultats plutôt rassurants sur une courte durée devraient être complétés par des études sur un portage long du masque comme c'est le cas dans les écoles dans beaucoup de pays durant cette épidémie de Covid-19.

Gênes et symptômes

Les masques en tissus sont jugés plus confortables que les masques chirurgicaux ou FFP2 [31,36] mais les gênes liées à l'inconfort sont les mêmes pour tous les masques, principalement chaleur sous le masque, gêne pour respirer, douleur derrière les oreilles et sur le nez, buée sur les lunettes. Deux enquêtes par questionnaires une en France et une en Allemagne ont été publiées récemment [42,43]. Dans ces études les parents rapportaient fréquemment des symptômes ou des gênes physiques (82%) ainsi que des changements de comportement (63%) qu'ils reliaient au port du masque. Le symptôme le plus fréquemment rapporté était, comme chez les adultes, le mal de tête chez environ 50% des enfants. L'étude française signalait également une difficulté à parler (45%), une gêne pour respirer (28%) et des problèmes cutanés (25%) [43]. Dans l'étude Co-Ki [42], une gêne pour respirer (31%) était

également rapportée ainsi que des difficultés à se concentrer (50%), une somnolence/fatigue (36%), des vertiges (26%), une sécheresse de la gorge (23%), un malaise (20%), des démangeaisons du nez (18%), des nausées (18%), une douleur abdominale (16%) et encore quelques signes moins fréquents.

Les résultats du volet médecin de l'étude Co-Ki ne sont pas encore publiés. Dans l'étude française, les pédiatres rapportaient une gêne respiratoire (53%), le mal de tête (38%) et des lésions cutanées (42%). La proportion des signes déclarés par les pédiatres est différente de celle déclarée par les parents mais probablement en lien avec les motifs de consultation.

POINTS CLÉS

- Les résultats des études sur des enfants en bonne santé suggèrent que la ventilation et les échanges gazeux ne sont pas impactés par le port du masque en tissu ou chirurgical et n'entraîne pas de manifestations cliniques. Le port d'un masque de type FFP2 peut conduire à une légère augmentation de la pression partielle en CO₂ en fin d'expiration ainsi que de la fréquence respiratoire, tout en restant dans les normes physiologiques. Ce type de masque n'est en principe pas recommandé pour les enfants.
- Les manifestations d'inconfort retrouvées chez les enfants sont similaires à celles des adultes.
- Parmi les symptômes attribués au port du masque chez les enfants par les parents ou les soignants, le plus fréquent est le mal de tête signalé dans près de 50% des cas. D'autres symptômes tels que la fatigue/somnolence, une gêne pour respirer, des vertiges, des difficultés de concentration et une gêne pour parler sont également rapportés.
- L'acceptabilité du port du masque est très variable selon les études, un peu meilleure en milieu scolaire qu'à la maison, du fait de l'obligation. Elle est plus importante si l'enseignant a une attitude positive vis-à-vis du port du masque. Les enfants préfèrent porter des masques en tissu colorés.

Recommandations des sociétés savantes et des autorités sanitaires sur le port du masque des enfants

Selon l'avis de différentes sociétés savantes et auteurs [44-48], le port du masque n'est pas recommandé pour les enfants de moins de 3 ans car ils ont des voies respiratoires trop étroites, ce qui les obligeraient à forcer pour respirer. De plus, ils sont incapables de porter correctement un masque et de l'enlever en cas de nécessité augmentant ainsi le risque de suffocation. Les recommandations sont très variables selon les pays pour les enfants de 3 à moins 6 ans. A partir de 6 ans, il est considéré que le système respiratoire de l'enfant est proche de celui de l'adulte et que les enfants peuvent porter correctement leur masque et l'enlever tout seuls s'ils ont du mal à respirer. De plus des masques adaptés aux enfants de cet âge sont commercialisés ce qui n'est pas toujours le cas pour les plus petits. Enfin, il est important que les parents et les enseignants expliquent aux enfants pourquoi ils doivent porter le masque et comment le mettre et l'enlever.

L'OMS et l'Unicef [47] distinguent trois classes d'âge dans leurs recommandations mais indiquent également qu'il faut se référer aux mesures en vigueur dans chaque pays.

Les enfants âgés de **5 ans et moins** ne devraient pas être obligés de porter un masque. Cette indication est fondée sur la sécurité et l'intérêt global de l'enfant, et sur sa capacité à utiliser un masque correctement avec une assistance minimale.

Pour les enfants âgés de **6 à 11 ans**, le port du masque devrait tenir compte des facteurs suivants :

- Une transmission intense dans la zone où réside l'enfant,
- La capacité de l'enfant à utiliser un masque correctement et en toute sécurité,
- L'accès aux masques, ainsi que la possibilité de les laver ou de les remplacer dans certains contextes (tels que les écoles et les services de garde d'enfants),
- Une supervision adéquate par un adulte et des instructions données à l'enfant sur le port et le retrait du masque en toute sécurité,
- Des incidences potentielles du port du masque sur l'apprentissage et le développement psychosocial, en consultation avec les enseignants, les parents/aidants et/ou les prestataires de santé,
- Des contextes spécifiques ou les interactions particulières de l'enfant avec d'autres personnes exposées à un risque élevé de développer une maladie grave, telles que les personnes âgées et celles souffrant d'autres affections préexistantes.

Les enfants âgés de **12 ans et plus** peuvent porter le masque dans les mêmes conditions que les adultes, en particulier lorsqu'ils ne peuvent garantir une distance d'au moins un mètre avec les autres et si la transmission est généralisée dans la zone concernée.

Port du masque à l'école primaire

Il existe un consensus sur la nécessité de laisser les écoles ouvertes en mettant en œuvre toutes les mesures nécessaires pour limiter la transmission du virus [49,51] telles que : lavage des mains, distanciation, port du masque, aération des locaux, échelonnement des entrées, des récréations et des sorties, bulles COVID, limitations du brassage des élèves, mesure du niveau de CO₂. Toutefois, le recours à plusieurs de ces mesures dans un établissement scolaire ne permet pas d'évaluer l'impact spécifique du port du masque [50,51]. Yuan et al aux Etats-Unis, ont évalué les facteurs agissant sur la transmission du virus à l'école et ont montré qu'une circulation virale élevée en communauté ainsi qu'un comportement individualiste de la population favorisait la transmission à l'école [52]. Au contraire la mise en place de mesures préventives dans les écoles et de mesures visant à diminuer la circulation virale et augmenter la vaccination au sein de la communauté permettait de diminuer la transmission au sein des écoles et de protéger les élèves. Cet impact était plus important dans les collèges et les lycées que pour les écoles primaires. Santé publique Ontario rapportait des résultats similaires avec un nombre de cas moins élevé dans les écoles avec port du masque obligatoire en intérieur. La ventilation jouait également un rôle protecteur [50].

Plusieurs études ont montré que la transmission du virus était plus élevée chez les enfants âgés de 12 ans et plus que chez les enfants de 6 à 11 ans et encore moindre chez les plus petits. Les études portant sur les périodes de circulation du virus sauvage et du variant Alpha concluaient que les enfants étaient peu contaminés et peu transmetteurs. Les premières études concernant la circulation du variant Delta ne retrouvaient pas de différence de transmission selon l'âge [51].

Les sociétés savantes et les autorités sanitaires sont de façon consensuelle en faveur du port du masque pour les niveaux collèges et lycées en intérieur comme en extérieur. Les avis sont moins tranchés concernant le port du masque en primaire. Certaines voix se font entendre quant aux effets négatifs sur la socialisation et l'apprentissage de la lecture notamment chez les enfants de CP [53]. De plus, les experts ne recommandent pas le port du masque pour la pratique d'une activité sportive ou lors d'un effort tel que course ou jeux de ballon [54]. Il n'existe pas suffisamment d'études chez l'enfant pour montrer l'absence d'effets secondaires dans ces conditions et les études chez les adultes ne sont pas toutes cohérentes.

La transmission du virus en extérieur dans les écoles semble peu importante ainsi le port du masque pendant les récréations semble peu utile et il vaut mieux privilégier le port du masque en intérieur [50]. Toutefois, toutes ces études ont été réalisées lors des premières vagues d'infections à SARS-CoV2. D'autres études seront nécessaires sur les vagues liées au variant delta et plus récemment au variant omicron qui atteint plus particulièrement les enfants et les jeunes adultes qui sont aussi les populations les moins vaccinées.

Si la décision était de ne plus porter le masque en intérieur cela nécessiterait un respect strict des autres mesures préventives - lavage des mains, non brassage des élèves, distanciation, aération des locaux et mise en place de capteurs de CO₂ dans les classes – c qui est extrêmement compliqué à mettre en œuvre. Il faut rappeler que la vaccination des parents, du personnel et maintenant des enfants est également un moyen de limiter la transmission du COVID-19 dans les écoles.

Références

1. Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ; COVID-19 Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE) study authors. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2020 Jun 27;395(10242):1973-1987.
2. Scheid JL, Lupien SP, Ford GS, West SL. Commentary: Physiological and Psychological Impact of Face Mask Usage during the COVID-19 Pandemic. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Sep 12;17(18):6655.
3. OMS. Nouveau coronavirus (2019-nCOV) : conseils grand public - en finir avec les idées reçues. Téléchargeable à : <https://www.who.int/fr/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters>.
4. HCSP. Avis 20201029 relatif au masque dans le cadre de la lutte contre la propagation du virus SARS-CoV-2. Téléchargeable à file:///vdifile1/VDI_Ctx_TelechargementsV2/l.pascal/Downloads/hcspn20201029_masd_anlecaddelalutconlaproduvirs.pdf.
5. Robert L, Klingler J, Guichard R. Port de masques chirurgicaux : des émissions chimiques très faibles. Note techniques: Hygiène et sécurité du travail 2020;261:86-91. Téléchargeable à <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%2088>
6. Anses. Avis 2021-SA-0089 relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés à l'usage de masques contenant du graphène: téléchargeable sur le site de l'Anses à <https://www.anses.fr/fr/system/files/CONSO2021SA0089.pdf>
7. Roberge RJ, Bayer E, Powell JB, Coca A, Roberge MR, Benson SM. Effect of exhaled moisture on breathing resistance of N95 filtering facepiece respirators. *Ann Occup Hyg* 2010; 54(6):671-7.
8. Georgi C, Haase-Fielitz A, Meretz D, Gäsert L, Butter C: The impact of commonly-worn face masks on physiological parameters and on discomfort during standard work-related physical effort. *Dtsch Arztebl Int* 2020;117:674-5.
9. Samannan R, Holt G, Calderon-Candelario R, Mirsaeidi M, Campos M. Effect of face masks on gas exchange in healthy persons and patients with COPD. *Ann Am Thorac Soc.* 2021 Mar;18(3):541-544.
10. Roberge RJ, Coca A, Williams WJ, Powell JB, Palmiero AJ. Physiological impact of the N95 filtering facepiece respirator on healthcare workers. *Respir Care.* 2010 May;55(5):569-77.
11. Roberge RJ, Kim JH, Benson SM. Absence of consequential changes in physiological, thermal and subjective responses from wearing a surgical mask. *Respir Physiol Neurobiol.* 2012 Apr 15;181(1):29-35.
12. Li Y, Tokura H, Guo YP, Wong ASW, Wong T, Chung J, Newton E. Effects of wearing N95 and surgical facemasks on heart rate, thermal stress and subjective sensations. *Int Arch Occup Environ Health.* 2005;78:501-9.

13. Driver S, Reynolds M, Brown K, Vingren JL, Hill DW, Bennett M et al. Effects of wearing cloth face mask on performance, physiological and perceptual responses during a graded treadmill running exercise test. *Br J Sports Med* 2021;0:1-7;
14. Shein SL, Whitticar S, Mascho KK, Pace, E, Speicher R, Deakins K. The effects of wearing facemasks on oxygenation at rest and during physical activity. *PLoS ONE* 2021;16(2):e0247414;
15. Shaw K, Butcher S, Ko J, Gordon AZ, Chilibeck PD. Wearing of cloth or disposable surgical face masks has no effect on vigorous exercise performance in healthy individuals. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:8110;
16. Hopkins SR, Dominelli PB, Davis CK, Guenette JA, Luks AM, Molgat-Seon D et al. Face masks and the cardiorespiratory response to physical activity in health and disease. *AnnalsATS*. 2021;18(3):399-407.
17. Rhee MSM, Lindquist CD, Silvestrini MT, Chan AC, Ong JJY, Sharma VK. Carbon dioxide increases with face masks but remains below short-term NIOSH limits. *BMC Infectious diseases*. 2021;21:354.
18. Person E, Lemercier C, Royer A, Reyhler G. Effect of a surgical mask on six minute walking distance. *Rev Mal Respir*. 2018 Mar;35(3):264-268
19. Garra G, Parmentier D, Garra G. Physiologic effects and symptoms associated with extended-use medical mask and N95 respirators. *Ann Work Expos Health* 2021;65(7):862-7
20. Choudhury A, Singh M, Khurana DK, Mustafi SM, Ganapathy U, Kumar A. Physiological effects of N95 FFP and PPE in healthcare workers in COVID intensive care unit: a prospective cohort study. *Indian J Crit Care Med*. 2020;24(12):1169-73.
21. Rebmann T, Carrico R, Wang J. Physiologic and other effects and compliance with long-term respirator use among medical intensive care unit nurses. *Am J Infect Control*. 2013 Dec;41(12):1218-23.
22. Shenal BV, Radonovich LJ, Cheng J, Hodgson M, Bender BS. Discomfort and exertion associated with prolonged wear of respiratory protection in a health care setting. *J Occup Environ Hygiene* 2012;9:59-64
23. Scarano A, Inchegolo F, Rapone B, Festa F, Rexheptari S, Lorusso F. Protective facemasks: effect on the oxygenation and heart rate status of oral surgeons during surgery. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:2363
24. Kyung SY, Kim Y, hwang H, Park JW, Jeong SH. Risks of N95 face mask use in subjects with COPD. *Respiratory Care* 2020;65(5):658-64
25. Ipek S, Yurtutan S, Güllü UU, Dalkiran T, Acipayam C, Doganer A. Is N95 face mask linked to dizziness and headaches. *Int Arch Occup Environ Health* 2021;94 :1627-36. <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01665-3>
26. Lim ECH, Seet RCS, Lee KH, Wilder-Smith EPV, Chuah BYS, Ong BKC. Headaches and the N95 face-mask amongst healthcare providers. *Acta Neurol Scand*;113:199-202
27. Ong JJY(1)(2), Bharatendu C(1)(2), Goh Y(1), Tang JZY(2)(3), Sooi KWX(1), Tan YL(1), Tan BYQ(1)(2), Teoh HL(1)(2), Ong ST(3), Allen DM(2)(4), Sharma

- VK(1)(2).Headaches Associated With Personal Protective Equipment - A Cross-Sectional Study Among Frontline Healthcare Workers During COVID-19. Headache. 2020 May;60(5):864-877.
28. Foo CC, Goon AT, Leow YH, Goh CL. Adverse skin reactions to personal protective equipment against severe acute respiratory syndrome--a descriptive study in Singapore. Contact Dermatitis. 2006 Nov;55(5):291-4.
 29. Hu K, Fan J, Li X, Gou X, Li X, ZhouX. The adverse skin reactions of health care workers using personal protective equipment for COVID-19. Medicine 2020;99:24(e20603).
 30. Bakhit M, Krzyzaniak N, Scott AM, Clark J, Glasziou P, Del Mar C. Downsides of face masks and possible mitigation strategies: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2021;11:e044364. doi: 10.1136/bmjopen-2020-044364
 31. Matusiak Ł, Szepietowska M, Krajewski P, Białynicki-Birula R, Szepietowski JC. Inconveniences due to the use of face masks during the COVID-19 pandemic: A survey study of 876 young people. *Dermatol Ther*. 2020 Jul;33(4):e13567.
 32. Saiman L, Siegel JD, LiPuma JJ, Brown RF, Bryson EA, Chambers MJ et al. Infection Prevention and Control Guideline for Cystic Fibrosis: 2013 Update. *Infect Control Hosp Epidemiol*;35: S1-S67.
 33. Suess T, Remsmidt C, Schink S, Luchtenberg M, Haas W, Krause G, Buchholz U. Facemasks and intensified hygiene in a German household trial during the 2009/2010 influenza A(H1N1) pandemic: adherence and tolerability in children and adults. *Epidemiol Infect* 2011;139:1895-1901;
 34. Allison MA, Guest-Warnick G, Nelson D, Pavia AT, Srivastava R, Gesteland PH et al. Feasibility of elementary school children's use of hand gel and facemasks during influenza season. *Influenza and other respiratory viruses* 2010;4:223-9.
 35. Chen X, Ran L, Liu Q, Hu Q, Du X, Tan X. Hand hygiene, mask-wearing behaviors and its associated factors during the COVID-19 epidemic:a cross-sectional study among primary school students in Wuhan , China. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:2893
 36. Smart NR, Horwell CJ, Smart TS, Galea KS. Assessment of the Wearability of Facemasks against Air Pollution in Primary School-Aged Children in London. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jun 2;17(11):3935.
 37. INSPQ; Revue rapide de la littérature scientifique sur le port du couvre-visage par les enfants. Téléchargeable: <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/covid/3025-port-couvre-visage-enfants-covid19.pdf>
 38. Goh DYT, Mun MW, Lee WLJ, Teoh OH, Rajgor DD. A randomised clinical trial to evaluate the safety, fit, comfort of a novel N95 mask in children. *Sci Rep*. 2019 Dec 12;9(1):18952.
 39. Dost B Kömürcü O, Bilgin S, Dokmeci H, Terzi O, Baris S. Investigating the effects of protective face masks on the respiratory parameters of children in the post-anesthesia care unit during the COVID-19 pandemic. *J Perianesth Nurs* 2021

40. Lubrano R, Bloise STesta A, MarcellinoA, Dilillo A, Mallardo S et al.Assessment of respiratory function in infants and young children wearing face masks during the COVID-19 pandemic. JAMA Network Open. 2021;4(3):e210414.
41. Lubrano R, Bloise s, Marcellino A, Proietti-Ciolli C, Testa A, De Luca E et al. Effectd of N95 Mask use on pulmonary function in Children. J Pediatrics 2021;237:143-7.
42. Schwarz S, Jenetzky Ekkehart, Krafft Hanno, Maurer T, Martin D. Coronkinderstudien "Co-Ki": erste Ergebnisse eines deutschlandweiten Registers zur Mund-Nasen-Bedeung (Maske) bei Kindern. Monatsschr Kinderheilkd 2021;169:353-65.
43. Assathiany R, Salinier C,Béchet S, Dolard C, Kochert F, Bocquet A, Levy C. Face masks in youngchildren during the COVID-19 pandemic: Parents' and pediatricians' point of view. Frontiers in Pediatrics, 2021;9.
44. Villani A, Bozzola E, Staiano A, Agostiniani R, Del Vecchio A et al. Face masks in children : the position statement of the Italian pediatric society. Italian journal of Pediatrics 2020;46:132.
45. Huppertz HI, Berner R, Schepker R, Kopp M, Oberle A, Fischbach T et al. Verwendung von Masken bei Kindern zur Verhinderung des infection mit SARS-Cov-2. Monatsschr Kinderheilkd 2020;.
46. Lopes H, Middleton J, De Guchtenaere A, Hadjipanayis A. Déclaration de l'ASPER sur le port du masque 2020. DOI : 10.13140/RG.2.2.17790.61762
47. WHO. Questions-réponses sur le port du masque chez les enfants. Téléchargeable <https://www.who.int/fr/news-room/q-a-detail/q-a-children-and-masks-related-to-covid-19>
48. Esposito S, Principi N. To mask or not to mask children to overcome Covid-19. Eur J Pediatr.
49. Gras-Le Guen C, Cohen R, Rozenberg J, Launay E, Levy-Bruhl D, Delacourt C. Reopening schools in the context of increasing COVID-19 community transmission: The French experience; Archives de Pédiatrie. DOI 10.1016/j.arcped.2021.02.001
50. INSPQ; Ce que nous savons jusqu'à présent sur la COVID-19 et le port du masque chez les enfants. Téléchargeable : <https://www.publichealthontario.ca/-/media/documents/ncov/covid-wwksf/2021/08/wwksf-wearing-masks-children.pdf>;
51. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). COVID-19 in children and the role of school settings in transmission-second update. Stockholm: ECDC; 2021.
52. Yuan H, Reynolds C, Ng S, Yang W. Factors affecting the transmission of SARS-CoV-2 in school settings. MedRxiv preprint 2021
53. Spitzer M. Masked education? The benefits and burdens of wearing face masks in schools during the current Corona pandemic. Trends in Neuroscience and Education 2020;20:e100138.
54. Jin K, Min J, Jin X. Re: Esposito et al.: To mask or not to mask children to overcome COVID-19. Eur J Pediatr. 2020;179(8):1339-40. Téléchargeable à : <https://doi.org/10.1007/s00431020-03720-6>.