

DIAGNOSTIC QAI – PVS

Pays des Vosges Saônoises

Six bâtiments scolaires et périscolaires pilotes sur les communes de Conflans-sur-Lanterne, Luxeuil-les-Bains, Moffans-et-Vacheresse, Ronchamp, Saint-Barthélemy et Villersexel



Rapport d'étude

Février 2025

Le Cerema est l'expert public de l'adaptation des territoires au changement climatique

Il est l'unique établissement national dont la gouvernance est à pilotage partagé entre l'État et les collectivités territoriales avec plus de 950 collectivités adhérentes. Il est présent dans l'Hexagone et dans les Outre-mer grâce à ses 27 implantations et ses 2 500 agents.

Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques et projets d'aménagement et de transport. Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Le Cerema est un établissement public relevant du ministère de l'Aménagement du territoire et de la Décentralisation et du ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche.

Diagnostic QAI - PVS

Six bâtiments scolaires et périscolaires pilotes

Commanditaire : Pôle d'Equilibre Territorial et Rural (PETR) du PVS, M. Jean-Philippe Gonant

Auteurs : Ambre Marchand-Moury et Jocelyne Ponthieux

Responsable du rapport

Ambre MARCHAND-MOURY – Agence d'Autun – Groupe bâtiment
Tél. : +33(0)3 85 86 67 93
Courriel : ambre.marchand-moury@cerema.fr
1 boulevard Giberstein 71400 Autun

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V0	05/02/2024	
V1	28/07/2025	

Références

N° d'affaire : 2025-PVS-QAI

Partenaires : /

Devis n°DE-2024-0036309

N° NOVA : 24-CE-0463

Nom	Service	Rôle	Date	Visa Signature électronique ou initiales uniquement Ne pas mettre de signature manuscrite
Jocelyne Ponthieux	Agence d'Autun – groupe bâtiment	Auteur principal	13/02/2025 28/07/2025	JP
Ambre Marchand-Moury	Agence d'Autun – groupe bâtiment	Auteur		
Sylvain Rebières	Agence d'Autun – groupe bâtiment	Contributeur		
Florent Boithias	Agence d'Autun – groupe bâtiment	Valideur		

Résumé de l'étude

L'étude commandée par le PETR du PVS auprès du Cerema, vise à évaluer la qualité de l'air intérieur dans six établissements scolaires pilotes.

Elle comprend un diagnostic initial des sources de pollution intérieure (telles que les produits d'entretien, le mobilier, les matériaux utilisés, le dioxyde de carbone), et extérieures : le radon. Le diagnostic s'intéresse également aux systèmes de renouvellement d'air sous deux aspects : la ventilation et l'aération. Des capteurs ont mesuré en continu le CO₂, le radon, la température et l'humidité relative de chacun des sites pilotes.

Les résultats montrent des dysfonctionnements fréquents :

- Une ventilation mécanique absente ou défaillante ;
- Des débits d'air insuffisants,
- Des entrées d'air et terminaux de ventilation encrassés,
- Un détalonnage des portes non conforme,
- Une gestion des produits d'entretien perfectible.

Par ailleurs, les concentrations de CO₂ dépassent souvent les seuils recommandés, signalant un renouvellement d'air insuffisant. L'aération manuelle n'est pas systématiquement pratiquée.

Le radon reste en deçà des seuils réglementaires dans 90% des cas.

L'étude s'inscrivant dans une démarche d'amélioration continue de la QAI en milieu scolaire, recommande :

- Un entretien et un rééquilibrage des systèmes de ventilation lorsqu'ils existent,
- Une réduction de l'usage de produits d'entretien par des produits moins nocifs ;
- La mise en place de protocoles d'aération renforcés ;
- La sensibilisation régulière des usagers aux pratiques d'aération.
- Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), pendant les périodes hors occupation scolaire.

5 à 10 mots clés à retenir de l'étude

Qualité d'air intérieur	Système de ventilation
Aération	Renouvellement d'air
Radon	Diagnostic
Composés Organiques Volatils (COV)	CO₂

Statut de communication de l'étude

Les études réalisées par le Cerema sur sa subvention pour charge de service public sont par défaut indexées et accessibles sur le portail documentaire du Cerema. Toutefois, certaines études à caractère spécifique peuvent être en accès restreint ou confidentiel. Il est demandé de préciser ci-dessous le statut de communication de l'étude.

- ☒ Accès libre : document accessible au public sur internet
- ☐ Accès restreint : document accessible uniquement aux agents du Cerema
- ☐ Accès confidentiel : document non accessible

Cette étude est capitalisée sur la plateforme documentaire [CeremaDoc](https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx), via le dépôt de document : <https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx>

Contexte et objet de l'étude

Le Pôle d'Equilibre Territorial et Rural (PETR) du Pays des Vosges Saônoises (PVS) comprend 6 communautés de communes et 144 communes. Il est doté d'un Plan Climat Energie volontaire et d'un Contrat Local de Santé intégrant des actions autour de la qualité de l'air, dont la qualité de l'air intérieur (QAI). Sur ce sujet, la priorité est donnée aux bâtiments accueillant des enfants (écoles, périscolaires, crèches), soit environ 140 bâtiments.

D'autre part, dans le cadre du programme RESET mené avec le Pôle Energie, le PETR s'est équipé de 40 capteurs de type Class'air et Chauvin Arnoux C.A 1510 enregistrant le CO₂, la température et l'hygrométrie, ainsi que de 100 Détecteurs Solides de Traces Nucléaires (DSTN), mesurant le radon.

Le PVS fait appel au Cerema sur le sujet de la QAI dans 6 bâtiments scolaires ou périscolaires préalablement sélectionnés par les soins du PETR, pour :

- Réaliser un diagnostic ;
- Mettre en place un protocole d'instrumentation ;
- Formuler des recommandations de travaux et/ou d'actions de remédiation ;
- Participer à la sensibilisation sur le territoire afin d'entrer dans une démarche d'amélioration continue.

SOMMAIRE

1	MÉTHODOLOGIE	9
1.1	Diagnostic initial	10
1.1.1	Sources de polluants	10
1.1.2	Systèmes de renouvellement d'air	10
2	MÉTROLOGIE	13
3	ÉCOLE PRIMAIRE DE SAINT-BARTHÉLÉMY	15
3.1	Sources d'émission	16
3.1.1	Produits d'entretien	16
3.1.2	Bricolage et peinture	18
3.2	Renouvellement d'air	18
3.2.1	Ventilation Mécanique Centralisée double flux	18
3.2.2	Aération	21
3.3	Analyses QAI	22
3.3.1	Température	23
3.3.2	Humidité relative	24
3.3.3	CO ₂	25
3.3.4	Radon	26
3.3.5	Analyse croisée dynamique	26
3.4	Synthèse pour le site de Saint-Barthélemy	29
4	ÉCOLE PRIMAIRE DE RONCHAMP	30
4.1	Sources d'émission	31
4.1.1	Produits d'entretien	31
4.1.2	Bricolage et peinture	33
4.2	Renouvellement d'air	33
4.2.1	Ventilation	33
4.2.2	Aération	36
4.3	Analyses QAI	37
4.3.1	Température	38
4.3.2	Humidité relative	39
4.3.3	CO ₂	39
4.3.4	Radon	41
4.3.5	Analyse croisée dynamique	41
4.4	Synthèse pour le site de Ronchamp	44
5	ÉCOLE PRIMAIRE DE VILLERSEXEL	45
5.1	Sources d'émission	46
5.1.1	Produits d'entretien	46

5.1.2	Bricolage et peinture	48
5.2	Renouvellement d'air	49
5.2.1	Ventilation Mécanique Centralisée simple flux	49
5.2.2	Aération	52
5.3	Analyses QAI	53
5.3.1	Température	54
5.3.2	Humidité relative	55
5.3.3	CO ₂	56
5.3.4	Radon	57
5.3.5	Analyse croisée dynamique	57
5.4	Synthèse pour le site de Villersexel.....	60
6	ÉCOLE PRIMAIRE DE MOFFANS-ET-VACHERESSE.....	61
6.1	Sources d'émission.....	62
6.1.1	Produits d'entretien	62
6.1.2	Bricolage et peinture	64
6.2	Renouvellement d'air	64
6.2.1	Ventilation Mécanique Centralisée simple flux	64
6.2.2	Ventilation naturelle	67
6.2.3	Aération	68
6.3	Analyses QAI	68
6.3.1	Température	69
6.3.2	Humidité relative	70
6.3.3	CO ₂	71
6.3.4	Radon	73
6.3.5	Analyse croisée dynamique	73
6.4	Synthèse pour le site de Moffans-et-Vacheresse	76
7	ÉCOLE MATERNELLE DE LUXEUIL-LES-BAINS	77
7.1	Sources d'émission.....	77
7.1.1	Produits d'entretien	78
7.1.2	Bricolage et peinture	79
7.2	Renouvellement d'air	80
7.2.1	Ventilation Mécanique Centralisée simple flux	80
7.2.2	Aération	82
7.3	Analyses QAI	83
7.3.1	Température	84
7.3.2	Humidité relative	85
7.3.3	CO ₂	86
7.3.4	Radon	87
7.3.5	Analyse croisée dynamique	87
7.4	Synthèse pour le site de Luxeuil-les-Bains.....	91

8	ÉCOLES MATERNELLE ET PRIMAIRE DE CONFLANS-SUR-LANTERNE	92
8.1	Sources d'émission	93
8.1.1	Produits d'entretien	93
8.1.2	Bricolage et peinture	95
8.2	Renouvellement d'air	96
8.2.1	Ventilation	96
8.2.2	Ventilation naturelle	98
8.2.3	Aération	98
8.3	Analyses QAI	100
8.3.1	Température	101
8.3.2	Humidité relative	101
8.3.3	CO ₂	102
8.3.4	Radon	103
8.3.5	Analyse croisée dynamique	104
8.4	Synthèse pour le site de Conflans-sur-Lanterne	107
9	SYNTHESE GLOBALE ET ANONYMISÉE	108
10	Annexes	110

1 MÉTHODOLOGIE

L'étude sur les six bâtiments pilotes comprend deux volets :

1. Un **diagnostic initial**, dont l'objectif est d'identifier visuellement les sources de pollution et de qualifier le renouvellement d'air ;
2. L'**analyse d'indicateurs de qualité de l'air intérieur**, comprenant :
 - Les paramètres de confort : température, humidité relative ;
 - Le confinement : dioxyde de carbone (CO₂) ;
 - Le radon.

Les six établissements pilotes retenus par le PTER comprennent un bâtiment expertisé, sur chaque site, désigné ci-dessous :

- Pôle éducatif du Mont de Vannes, 28 route de Ronchamp 70270 Saint-Barthélemy : école primaire accueillant 67 élèves ;
- Ecole primaire du Centre 3 rue du stage 70250 Ronchamp accueillant 153 élèves ;
- SIVU Chanteraine 44 rue du 13 septembre 1944 70110 Villersexel : école primaire accueillant 131 élèves ;
- Bâtiment n°4 du Pôle éducatif, Pré au cœur rue de la Corne 70200 Moffans-et-Vacheresse : école primaire et bâtiment périscolaire accueillant respectivement 44 élèves et 80 à 120 élèves ;
- Ecole Bois de la Dame 15 avenue de Lattre de Tassigny 70300 Luxeuil-les-Bains : école maternelle accueillant 52 élèves ;
- SI des écoles de la Lanterne 16 rue Jules Ferry 70800 Conflans-sur-Lanterne : école maternelle et école primaire accueillant 120 élèves.



Figure 1: illustration d'un bâtiment retenu : école primaire de Villersexel

Les diagnostics initiaux ont eu lieu les lundi 27 janvier, mardi 28 janvier et mercredi 29 janvier en présence de M. Gonant, représentant le Pays des Vosges Saônoises.

L'instrumentation a été posée, en période de chauffe, comme suit :

Le lundi 27 janvier : écoles de Saint-Barthélemy et de Ronchamp,

Le mardi 28 janvier : écoles de Villersexel et de Moffans-et-Vacheresse,

Le mercredi 29 janvier : écoles de Luxeuil les Bains et de Conflans-sur-Lanterne.

L'enregistrement comprend pour chaque bâtiment deux semaines d'occupation pour les indicateurs de confort et de confinement, et huit semaines (6 semaines d'occupation entrecoupées de deux semaines hors occupation correspondant aux vacances scolaires) pour le radon.

1.1 Diagnostic initial

Le diagnostic initial de chaque bâtiment pilote se divise en deux parties :

- L'identification des **sources de polluants** ;
- L'évaluation des **systèmes de renouvellement d'air** : ventilation, aération.

1.1.1 Sources de polluants

Les sources de polluants sont conventionnellement regroupées en trois catégories :

- Extérieures : polluants atmosphériques, radon, etc.
- Produits de construction et de décoration du bâtiment : matériaux, peintures, mobilier, etc.
- Activités : ménage, bricolage, etc.

Pour cette étude, seul le radon est retenu dans le cadre des polluants extérieurs.

L'IRSN indique sur son site via une cartographie le potentiel radon de chaque commune. Il est compris entre 1 (potentiel d'émission faible), et 3 (potentiel d'émission dit « fort »).

Saint-Barthélemy : potentiel radon de catégorie 2.

Ronchamp : potentiel radon de catégorie 3.

Villersexel : potentiel radon de catégorie 2.

Moffans-et-Vacheresse : potentiel radon de catégorie 3.

Luxeuil-les-Bains : potentiel radon de catégorie 2.

Conflans-sur-Lanterne : potentiel radon de catégorie 2.

Les communes classées en zone 3 doivent, pour se conformer à la réglementation, procéder à des mesures de dépistages auprès d'un organisme accrédité afin de connaître le dépassement ou non de la valeur réglementaire de 300 Bq/m³.

1.1.2 Systèmes de renouvellement d'air

Le renouvellement d'air repose sur deux voies majeures dans un bâtiment :

- Les systèmes de ventilation ;
- L'aération.

Cette partie décrit l'utilité de chacune de ces voies, leur fonctionnement, ainsi que la manière dont ce dernier est évalué.

1.1.2.1 Ventilation

• Principe

La ventilation est un équipement dont l'objectif est de renouveler l'air intérieur d'un bâtiment. Il assure un renouvellement permanent, qui permet la dilution des polluants émis à l'intérieur du bâtiment en continu. La Figure 2 illustre la dynamique du CO₂ au sein d'une classe sans ou avec système de ventilation. Elle permet de visualiser que cette dernière permet d'écarter les pics.

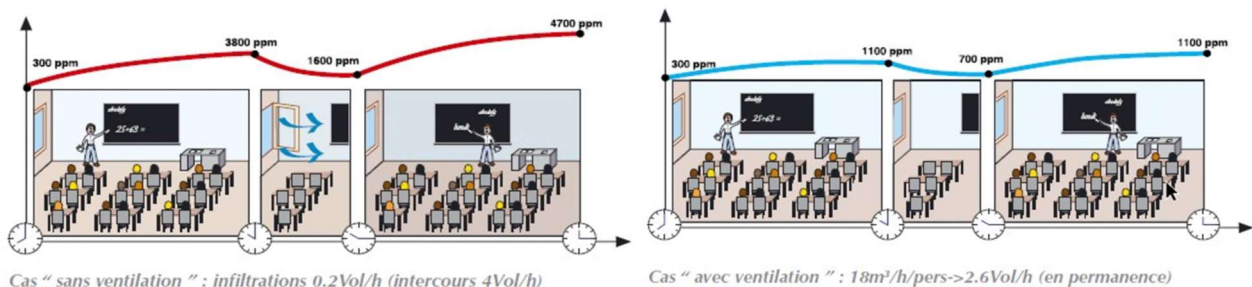


Figure 2 : dynamique du CO₂ sans ou avec ventilation dans une salle de classe - CETIAT, guide de conception d'une ventilation performante dans les écoles

Un système de ventilation se divise en plusieurs parties, comme schématisé sur la Figure 3 :

1. **L'entrée de l'air extérieur**, plus sain que celui présent à l'intérieur, dans les pièces majoritairement occupées : les salles de classes ;

2. Le « **balayage** », c'est-à-dire la circulation du flux d'air dans l'ensemble du bâti, depuis les pièces de vie vers les pièces humides : les sanitaires, par exemple ;
3. **L'extraction de l'air intérieur vicié**, aspiré dans les pièces humides et rejeté en extérieur.

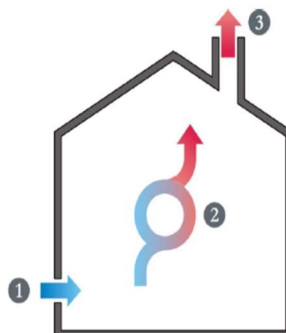


Figure 3 : schéma ventilation, R.Jobert, Cerema

Le phénomène moteur peut être d'origine naturelle (vent, tirage thermique) ou mécanique (assuré par un moteur). Dans le second cas, on parle de Ventilation Mécanique Centralisée (VMC).

- **Description de la VMC simple flux et principe de son évaluation qualitative**

Une VMC simple flux comprend :

- Des entrées d'air dans les pièces de vie. Elles sont constituées d'une mortaise, c'est-à-dire un percement oblong, et d'un module d'entrée d'air, comme illustré dans les deux figures ci-dessous.

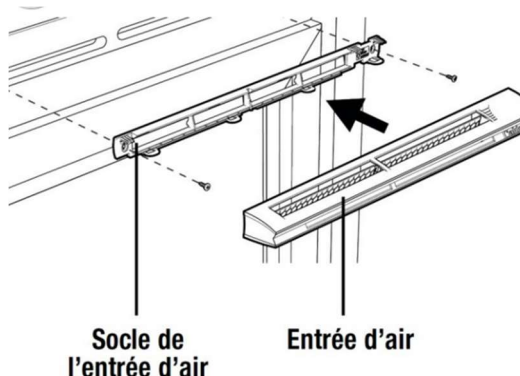


Figure 4 : schéma d'un module d'entrée d'air et de son socle fixé sur une mortaise

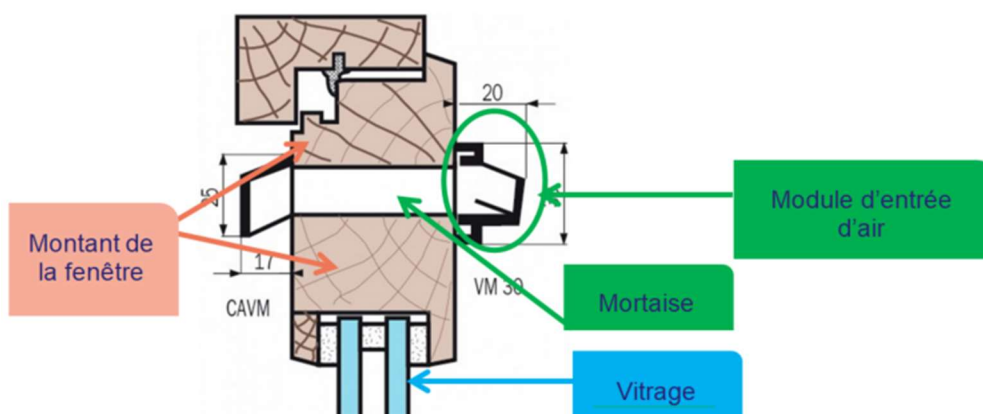
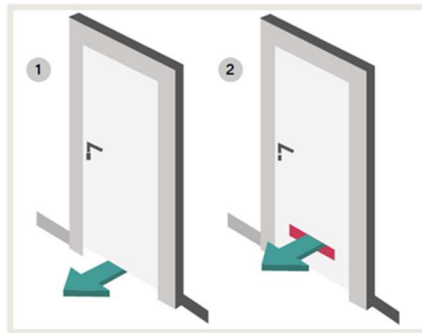


Figure 5 : schéma de détail - coupe transversale d'une entrée d'air dans une menuiserie

- Le détalonnage des portes situées entre les pièces de vie et les pièces humides, afin de permettre au flux d'air de circuler. Il s'agit d'un espace d'un centimètre entre le bas de la porte et le seuil.



Détalonnage (1) des portes intérieures ou grille de transfert d'air (2) (©jurad-bat)

- Des bouches d'extraction dans les pièces humides, comme les sanitaires, raccordées par des gaines au caisson d'extraction. Ce dernier assure une légère dépression dans le bâtiment, qui va orienter le flux d'air et permettre à l'air extérieur d'être « aspiré » au niveau des entrées d'air.

• Description de la VMC double flux et principe de son évaluation qualitative

Une VMC double flux comprend à la fois un réseau et des bouches d'extraction d'air vicié et un réseau et des bouches d'insufflation d'air neuf :

- Des bouches d'insufflation dans les pièces de vie (les salles de classe).
- Le détalonnage des portes situées entre les pièces de vie et les pièces humides ou les parties communes, afin de permettre au flux d'air de circuler. Il s'agit d'un espace d'un centimètre entre le bas de la porte et le seuil.
- Des bouches d'extraction dans les pièces humides, comme les sanitaires.



Bouches d'insufflation dans une salle de classe



Bouche d'extraction dans les sanitaires

Dans le cadre du diagnostic initial, le nombre et la conformité des entrées d'air et bouches d'extraction et/ou d'insufflation est systématiquement évalué, ainsi que la présence ou non de détalonnage. Ces éléments qualitatifs permettent d'identifier s'il y a des obstacles au balayage.

• Débits réglementaires et description de l'évaluation quantitative

Les débits d'air que la VMC doit assurer dans une école sont fixés par la réglementation. Le Code du Travail demande 25 m³/heure par travailleur (professeur et ATSEM), et le Règlement Sanitaire Départemental 15 m³/heure par élève de maternelle ou primaire. Le débit à obtenir par classe se calcule donc de la manière suivante :

$$\text{Débit ventilation} = 25 \times \text{nb de salariés} + 15 \times \text{nb élèves}$$

Dans une classe de 20 élèves avec un.e maître.sse et un.e ATSEM, cela fait $15 \times 20 + 25 \times 2 = 350 \text{ m}^3/\text{heure}$. Pour rappel, ce sont les débits extraits qui permettent de créer une dépression dans le bâtiment, dépression nécessaire à l'aspiration de l'air au niveau des entrées d'air. Ces dernières sont équipées d'un module indiquant le débit d'air pour lequel elles sont dimensionnées. Les débits d'air prévus par la réglementation sont donc assurés sous une triple condition :

- Que la somme des débits indiqués au niveau des modules d'entrée d'air corresponde au résultat à atteindre,
- Que l'air puisse circuler grâce au détalonnage,
- Que la somme des débits extraits sur l'ensemble des bouches d'extraction corresponde **au total de l'air à renouveler sur l'ensemble des classes**. En effet, puisque c'est l'extraction qui est le phénomène moteur, elle doit être dimensionnée pour l'ensemble du bâtiment.

Dans le cadre du diagnostic initial, les débits indiqués sur les modules d'entrée d'air sont relevés mais ne peuvent être mesurés. En revanche, le débit à chaque bouche d'extraction et/ou d'insufflation est mesuré avec un anémomètre à fil chaud. L'ensemble de ces résultats est consigné sur plan, qui permet de faire le bilan aéraulique de chaque bâtiment, et de se comparer aux valeurs réglementaires.

1.1.2.2 Aération

L'aération correspond à l'ouverture des fenêtres et/ou portes donnant sur l'extérieur. Elle repose sur une action des occupants, contrairement à la ventilation qui est un équipement.

L'aération a tout son intérêt en complément de la ventilation car elle permet de renouveler un volume d'air important sur un temps court. Cette propriété est parfaitement illustrée sur la Figure 6, où un quart d'heure d'aération durant la récréation permet un abattement des concentrations de CO_2 de plus de 2 000 ppm (parties par million) dans le « cas sans ventilation », quand la ventilation sans aération ne fait chuter la concentration en CO_2 que de 400 ppm dans le « cas avec ventilation ».

L'efficacité de l'aération, et donc le temps nécessaire pour le renouvellement d'air d'un volume donné, dépend de différents facteurs. Certains sont difficilement maîtrisables (différence de température intérieur/extérieure, vent, surface d'ouvrant, etc.) mais le degré d'ouverture des fenêtres, qui reste souvent à la main des occupants, revêt une importance particulière comme l'illustre la Figure 6.

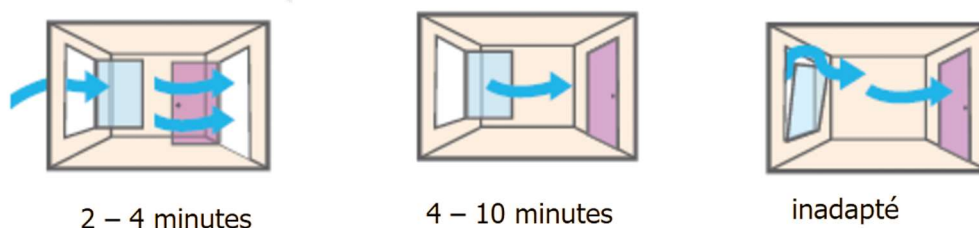


Figure 6 : temps nécessaire au renouvellement d'air dans différentes dispositions d'aération – Malette écol'Air v2018, Ademe

2 MÉTROLOGIE

Une instrumentation a été posée dans certaines classes afin de suivre différents paramètres de qualité d'air intérieur entre les 27, 28 et 29 janvier pour environ 15 jours pour les paramètres de confort et environ deux mois pour le radon.

La période de vacances scolaires pour la zone A au sein de laquelle le département de la Haute-Saône est rattaché s'étend du samedi 22 février au lundi 10 mars 2025. Cela donne un aperçu de la QAI hors occupation.

Durant la période d'occupation, la présence des élèves et des enseignants est détaillée dans le paragraphe idoine pour chaque bâtiment.

Les mesures réalisées sont des mesures en continu, c'est-à-dire avec un enregistrement de données sur un pas de temps court (toutes les dix minutes) durant plusieurs semaines. Cela permet d'évaluer la dynamique des molécules ou des paramètres choisis, mais aussi de calculer des indicateurs (moyennes, etc.).

Les paramètres mesurés sont (cf. illustration ci-dessous) :

- La température, l'humidité relative et le CO₂ (par des capteurs de deux marques différentes : Chavin Arnoux CA 1510 et Class'Air) ;
- Le radon (par des Détecteurs Solides de Traces Nucléaires DSTN).

Le détail des critères techniques des appareils utilisés sont annexés au présent rapport.



Exemple d'appareil de mesure de la température, de l'humidité relative et du CO₂



Exemple d'appareil de mesure de la température, de l'humidité relative et du CO₂



Appareil de mesure du radon

Les deux « polluants » mentionnés (CO₂ et radon) font également l'objet d'obligations réglementaires. Il convient de rappeler que les mesures effectuées dans le cadre de cette étude **ne sont pas opposables**. La réglementation radon repose sur une mesure intégrée, c'est-à-dire une moyenne sur deux mois, par un organisme agréé. Celle de la QAI dans les ERP nécessite un suivi sur deux heures du CO₂ avec un relevé manuel des enseignants, dispositif non mis en place pour ce travail, ainsi qu'un calcul d'indice ICONNE par un organisme accrédité lab REF 30. Comme précisé ci-dessus, les mesures réalisées dans le cadre de cette étude ont un pas de temps et une durée différente, choix justifié par des objectifs différents. Plus qu'une « photo » à un instant donné, qui correspondrait à la réglementation, les mesures réalisées dans le cadre de cette étude servent à comprendre le fonctionnement du bâtiment sous l'angle de la QAI.

La température et l'humidité caractérisent le confort, mais elles tracent également les pratiques d'aération lorsqu'une baisse brutale est concomitante avec une baisse du CO₂. L'humidité excessive est par ailleurs propice au développement de moisissures, elles-mêmes pouvant favoriser les manifestations d'allergies ou autres symptômes respiratoires. Enfin la température est l'un des paramètres explicatifs de l'activité volumique en radon.

Le CO₂ est un bon indicateur d'adéquation entre l'occupation et le renouvellement d'air. Si ses résultats sont élevés, le manque de renouvellement d'air constitue en lui-même un signal d'alerte pour la QAI. En effet, dans ce cas l'ensemble des polluants émis dans le bâtiment, mesurés ou non, aura tendance à s'accumuler. Pour rappel, le dioxyde de carbone n'a pas directement d'effet toxique sur la santé humaine dans les proportions rencontrées dans les établissements scolaires. En revanche, son augmentation est associée à une baisse de la concentration, voire à des maux de tête, symptômes dommageables aux apprentissages scolaires.

Au-delà de la variabilité des émissions de radon, fonction de la nature du sous-sol, les concentrations de ce gaz sont très dépendantes du bâtiment. L'activité volumique en radon est par nature très variable, ce qui justifie son enregistrement sur une durée suffisamment longue. Avoir des données en continu, en particulier sur une période cumulant vacance du bâtiment puis occupation, permet d'identifier plus finement l'exposition des occupants. L'exposition au radon est associée à une augmentation de la fréquence des cancers du poumon.

3 ÉCOLE PRIMAIRE DE SAINT-BARTHÉLÉMY

L'école primaire se situe dans un bâtiment construit sur terre-plein, il y a environ une dizaine d'années ; bâtiment d'une surface utile de 580,25 m² sur un seul et même niveau.

L'école primaire accueille 67 élèves répartis en trois classes :

- Le niveau CP/CE1 accueillant 23 élèves ;
- Le niveau CE2/CM2 accueillant 22 élèves ;
- Le niveau CM1/CM2 accueillant 22 élèves.

Les enseignants et les élèves sont considérés être présents de 08h30' à 16h30'.

La pause méridienne s'étend de 11h30' à 13h30'.

Le temps de récréation par classe est défini comme suit :

- CP/CE1 : 10h00' à 10h15' et de 15h00' à 15h15' ;
- CE2/CM2 : 10h00' à 10h15' et de 15h15' à 15h30' ;
- CM1/CM2 : 10h15' à 10h30' et de 15h15' à 15h30'.

Les salles de classes restent ouvertes en permanence pendant les cours.

Les menuiseries sont en PVC et en double vitrage. Le bâtiment est équipé de Brises Soleils Orientables (BSO) et de rideaux intérieurs.

Le bâtiment de l'école primaire de Saint-Barthélemy est équipé d'un système de ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux.

A notre arrivée sur les lieux le lundi 27 janvier 2025, la ventilation ne fonctionne pas. Le directeur de l'établissement indique que l'installation électrique liée à la ventilation disjoncte régulièrement et n'est pas systématiquement réenclenchée. A notre demande, le disjoncteur est réarmé par le directeur depuis l'armoire électrique,

Pendant le diagnostic, l'équipe se rend sur la toiture terrasse du bâtiment afin d'investiguer le caisson de ventilation.

Nous constatons le bon fonctionnement du caisson à extraction verticale. Cependant il n'y a pas de protection contre les intempéries et nous visualisons la présence d'un certain volume d'eau dans le fond du caisson sans évacuation existante. Il est probable qu'en cas d'intempéries, le volume d'eau ainsi retenu augmente, ce qui freine le rotor du ventilateur et crée une surcharge, jusqu'à faire disjoncter l'installation.

Le type de chauffage est un plancher chauffant. La température relevée in situ est de 23°C.

Une forte odeur liée aux revêtements des sols se dégage malgré l'âge de ces matériaux.

Nota : l'équipe d'intervention du Cerema déclare ressentir des maux de tête en fin de journée.

La commune de Saint-Barthélemy est classée en zone 2 potentiel radon.



Vue extérieure de l'école primaire

3.1 Sources d'émission

Les revêtements de sol sont mixtes : linoléum et carrelage.

Linoléum	Carrelage
Salles de classes	Sanitaires
Couloirs	Local des produits d'entretien
Bureau de la direction	
Salle des enseignants	
BCD informatique	

Le mobilier semble dater de plus de 5 ans, il n'est plus considéré comme une source importante de composants organiques volatils (COV).

L'odeur ressentie dans le bâtiment invite toutefois à s'interroger sur la présence de fortes concentrations en composés organiques volatils – qui resteraient à valider par des mesures adéquates.

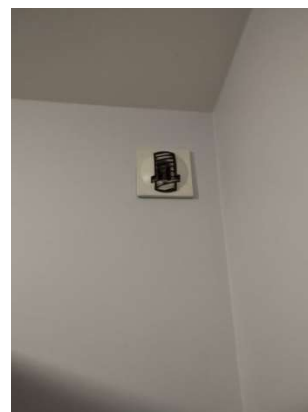
Les observations lors du diagnostic permettent de formuler une hypothèse explicative : les dysfonctionnements de la ventilation sont favorables à leur accumulation. Le linoléum pourrait représenter une source importante, en particulier s'il est nettoyé de façon trop agressive, ou s'il a été posé sans strict respect du temps de séchage des supports.

3.1.1 Produits d'entretien

Un local, fermé à clé, est dédié au stockage des produits d'entretien. Il est équipé d'une bouche d'extraction murale qui est encrassée.



Vue depuis le couloir sur la porte du local



Bouche d'extraction murale encrassée

En règle générale, le détalonnage des portes est attendu. Comme il s'agit ici d'un local contenant une source de pollution, l'absence de détalonnage limite les émissions de composés organiques volatils (COV) et leur dispersion au sein du bâtiment.

Aucune fenêtre n'est présente, ce qui ne permet pas non plus d'aération.

Les produits sont stockés dans une armoire métallique, tous quasiment identifiés dans leur contenant d'origine, prêts à l'emploi. Bon nombre d'entre eux présentent des pictogrammes de danger.

Cependant, sur le chariot du personnel d'entretien, deux aérosols ne sont pas étiquetés.

On y trouve par ailleurs une bouteille d'eau de source.

Des produits appartenant davantage au secteur du bricolage sont également recensés : white spirit, alcool à brûler. On note la présence de désodorisant – préjudiciable à la QAI et sans intérêt sur le plan de l'hygiène.

Quelques produits labellisés Ecocert sont utilisés.



Chariot du personnel d'entretien avec une bouteille d'eau de source et deux aérosols non identifiés



White spirit



Alcool à brûler



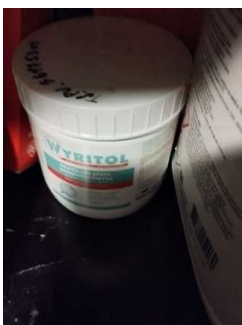
Désodorisant



Insecticide



Désinfectant



Pastilles de Javel



Décapant toute surface



Nettoyant, désinfectant avec parfum



Crème lavante mains



Nettoyant sols écologiques



Produits pour sanitaires Ecocert

Nota : certains produits contenus dans des sprays ne sont pas identifiés. Il faudrait y remédier en ajoutant une étiquette indiquant le nom du produit, et l'étiquette de danger le cas échéant.

Le personnel d'entretien effectue le ménage tous les jours à partir de 17h00'.

Le directeur détient une liste de produits et nous transmet les fiches techniques de certains produits utilisés.

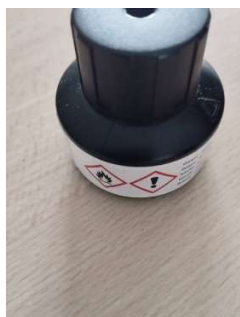
Nous n'avons pas d'information en notre possession quant à la composition de l'équipe de ménage, et sur les habitudes d'aération, si elles existent.

3.1.2 Bricolage et peinture

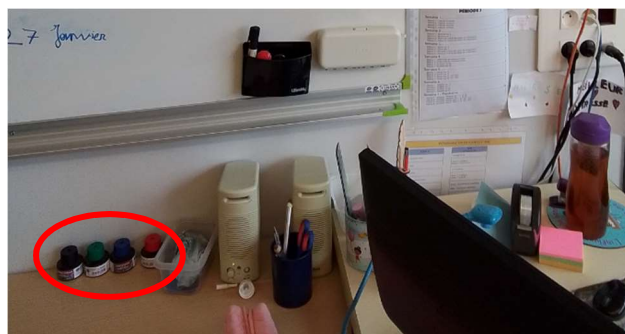
Le revêtement de sol des salles de classes est en linoleum.

Quelques peintures sont stockées dans la classe n°4 qui est peu utilisée.

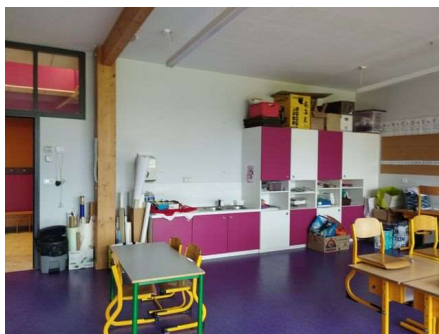
De l'encre pour recharger les feutres pour les tableaux blancs est stockée dans chaque salle de classe.



Vue zoomée sur la recharge d'encre pour feutre tableaux blancs



Recharge d'encre pour feutre tableaux blancs



Salle n°4 utilisée ponctuellement en complément de la classe 3

3.2 Renouvellement d'air

3.2.1 Ventilation Mécanique Centralisée double flux

Ce bâtiment est équipé d'une ventilation mécanique centralisée (VMC) double flux (cf. chapitre 1.1.2.1 pour l'explication des principes de fonctionnement). Le plan ci-dessous (cf. *Figure 7*) présente les différents terminaux du système de ventilation dans l'ensemble du bâtiment.

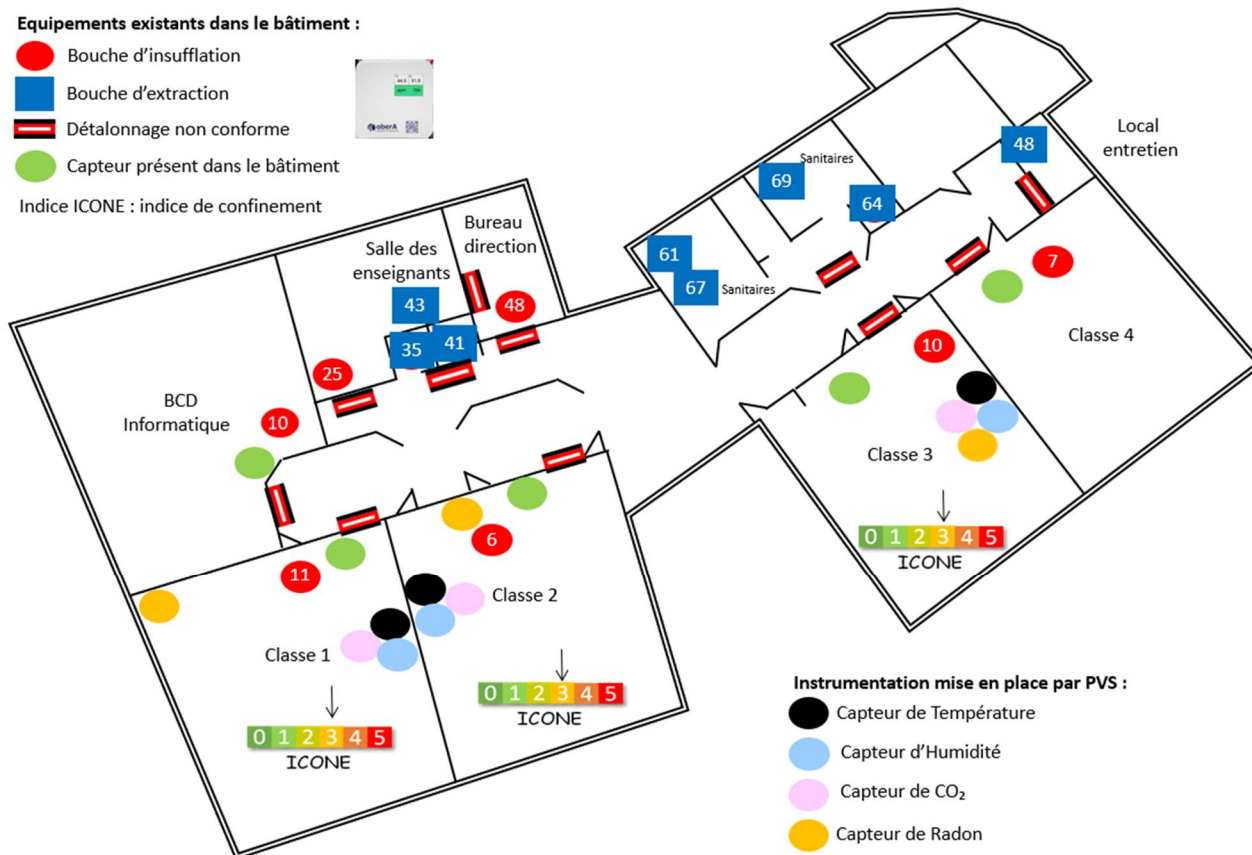


Figure 7: synthèse du système de VMC en place dans l'école primaire sous forme de plan légendé

3.2.1.1 Bouches d'insufflation

Toutes les pièces de vie (salles de classe, salles des maitres, bureaux) sont équipées a minima d'une bouche d'insufflation.

Toutes les bouches sont encrassées. Il est rappelé que ces éléments du système de ventilation doivent être accessibles, démontables et non obstrués.



Exemple d'une bouche d'insufflation

Il est procédé à une mesure systématique de débit à chaque bouche d'insufflation présente dans chaque salle de classe (Cf. Figure 7 avec indication du résultat).

Sur le plan quantitatif, par classe on recense une bouche d'insufflation avec des débits très insuffisants compris entre 6 et 11 m³/h.

Or, les débits calculés et attendus pour l'installation mise en œuvre sont de 90 m³/h pour chaque bouche d'insufflation. Aucun débit mesuré n'atteint le débit de fonctionnement de 90 m³/h (selon les plans fournis).

Pour rappel il est demandé 15 m³/h/élève, cela signifie qu'en l'état, il est impossible d'accueillir ne serait-ce qu'un enfant par classe et aucun enseignant.

D'autre part, toutes les bouches d'insufflation sont encrassées. Cela limite la section disponible pour le passage du flux d'air. Il serait nécessaire d'instaurer un entretien régulier (a minima deux fois par an) pour garantir leur pleine fonctionnalité.

3.2.1.2 Détalonnage

Le détalonnage des portes est entièrement non conforme. En effet, toutes les portes donnant sur les parties communes présentent un détalonnage inférieur à 1 cm.

Un détalonnage conforme garantit la capacité de l'air à circuler depuis ces pièces vers les couloirs, et jusqu'aux sanitaires où il est extrait.



Exemple d'un détalonnage de porte non conforme (bureau de la direction)

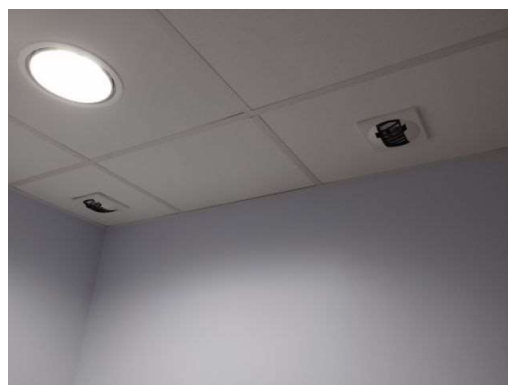
3.2.1.3 Extractions

Dans les pièces humides, des bouches d'extraction sont présentes. Il est procédé à une mesure systématique de débit à chaque bouche (Cf. Figure 7 avec indication du résultat).

Chaque sanitaire est équipé de deux bouches d'extraction.



Exemple de bouche d'extraction sanitaire



2 bouches d'extraction sanitaire adultes

Les débits calculés et attendus pour l'installation mise en œuvre sont de 60 m³/h pour chaque bouche d'extraction dans les sanitaires des filles. Les débits mesurés sont atteints.

Les débits calculés et attendus pour l'installation mise en œuvre sont de 75 m³/h pour chaque bouche d'extraction dans les sanitaires des garçons. Aucun débit mesuré n'atteint le débit de fonctionnement requis.

Dans les pièces équipées d'au moins une bouche d'extraction (sanitaires adultes et enfants, local produits d'entretien, coin cuisine de la salle des enseignants), 428 m³/h sont extraits (Cf. plan avec résultats des mesures aux bouches d'extraction).

Les débits réglementaires attendus sont atteints pour une seule classe mais pas à l'échelle du bâtiment (Cf. chapitre 1.1.2.1). En effet, 428 m³/h correspondent à une classe avec un.e enseignant.e (avec 25 m³/h) et 26 élèves qui auraient chacun 15 m³/h.

	Débits de fonctionnement attendus	Débits réglementaires attendus	Débits mesurés
Insufflation	550	/	117
Extraction	460	1080	428

Il est constaté un déséquilibre des flux entrants et sortants en faveur de l'extraction, ce qui suppose une vigilance à avoir notamment quant au radon présent sur le territoire de la commune de Saint-Barthélémy classée en zone 2 potentiel radon. Les résultats fournis pour cette campagne de mesures sont inférieurs à la valeur seuil réglementaire (Cf. § 3.3.4).

Traiter le renouvellement d'air permettrait d'améliorer la dilution du radon et également de diminuer la dépression au sein du bâtiment. Il conviendra de régler les débits d'air insufflé de manière à respecter la réglementation en vigueur (RSDT, Code du travail) et d'assurer une légère surpression des salles de classes.

3.2.2 Aération

Les menuiseries sont quasiment toutes accessibles, excepté la salle BCD informatique.

Il est donc possible d'aérer dans la quasi-totalité des pièces.

Lors de notre visite, le corps enseignant indique aérer plusieurs fois par jour (récréations et pause méridienne). Cela est uniquement constaté dans la classe n°2 au moment où le diagnostic se déroule de 13h00' à 15h30'.



Encombrement des fenêtres : salle BCD informatique



Exemple d'une classe aérée en oscillo-battant
Classe n°2

Résultats et recommandations :

- **Sources de polluants** : Les sources de polluants recensés dans cette école comprennent les produits d'entretien, les activités de bricolage et de peinture, ou encore le linoléum.
- *En outre, l'étude amène à formuler les recommandations suivantes :*
 - Mener une réflexion sur le protocole de ménage afin d'éviter les produits d'entretien étiquetés comme dangereux ou ceux contenant des molécules sans utilité sur le plan de l'hygiène (parfums, colorants, etc) ;
 - Revoir le protocole du nettoyage du revêtement de sol type linoleum en règle général principalement constitué de tissu, bois, liège, résine... matières qui ne sont pas adaptées pour recevoir de trop gros volumes d'eau, ni de vapeur, ou encore d'agents détergents (acétone, javel, ammoniac), d'abrasifs (fine poudre de matière minérale ou éponge

abrasive). Un nettoyage régulier avec vinaigre blanc ou savon de Marseille est conseillé. En cas d'encrassement, une solution de cristaux de soude ou de bicarbonate doit être diluée selon les recommandations du fabricant ;

- Maintenir les efforts sur l'étiquetage des produits afin d'éviter tout flacon non identifié ;
- Limiter les sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques ;
- Aérer lors d'activités émissives, comme le ménage ;
- Confirmer si la source de l'odeur de plastique est permanente dans le bâtiment et si elle provient le cas échéant du revêtement de sol.

• **Systèmes de renouvellement d'air :**

- Les débits insufflés sont très insuffisants et justifient un rééquilibrage du système
 - Les terminaux sont encrassés, ce qui réduit l'efficacité du système. Instaurer un entretien régulier des terminaux permet de garantir leur pleine fonctionnalité.
 - Le système de ventilation dysfonctionne. Mettre en place un chapeau au-dessus de l'installation et une vidange au fond du caisson (simple percement) permettrait sans doute de limiter, voire de s'affranchir du dysfonctionnement électrique. Dans le cas contraire, une vérification de l'installation électrique serait nécessaire.
 - Le détalonnage des portes est non conforme. Remettre en conformité chacune des portes, excepté celle du local des produits d'entretien.
-
- Dans les salles, nous avons observé la présence de capteurs de température, HR et CO₂ de la marque OBER. Ils pourraient permettre un suivi régulier de l'efficacité du renouvellement d'air – à condition de valider préalablement leur étalonnage et d'instaurer un suivi des mesures ;
 - Chauffage : lors de la visite, la température relevée avoisine les 23°C pour une température extérieure maximale relevée par Météo France à Luxeuil (70) de 11,9°C et un ensoleillement de 36 minutes cette journée. Le système de régulation est à revoir.

3.3 Analyses QAI

Les capteurs ont été posés du lundi 27/01/2025 à 13h11' au jeudi 20/02/2025 à 16h30' dans la classe des CE2/CM2, des CM1/CM2 et des CP/CE1, respectivement les salles de classe n°1, 2 et 3. (Cf. figure 7).

Les capteurs ont été programmés pour une durée d'enregistrement de 15 jours, et ont stoppé leur campagne automatiquement le 11/02/2025 à 12h00'.

L'enregistrement comprend 15 jours, dont 6 jours d'inoccupation (mercredi, samedi et dimanche).

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
27/01 après midi	28/01	29/01	30/01	31/01	01/02	02/02
03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02
10/02	11/02 matin					

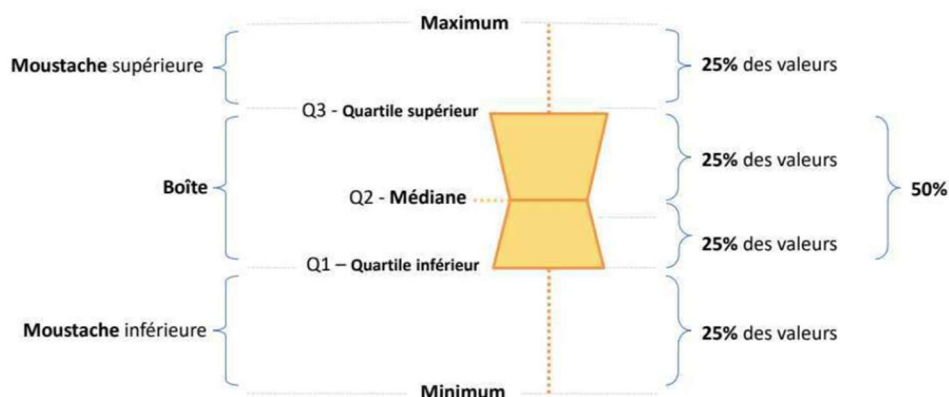
Figure 8 : Période d'instrumentation avec indication de l'occupation scolaire

Pour rappel, les périodes d'occupation scolaire sont les lundis, mardis, jeudis, vendredis de 8h30' à 11h30' et de 13h30' à 16h30'.

Les paramètres mesurés sont :

- La température,
- L'humidité relative,
- Le CO₂.

Les résultats sont présentés sous forme de boîtes à moustache. La figure ci-dessous rappelle comment ces dernières s'interprètent.



Interprétation de la construction des boîtes à moustache – S.REBIERES/CEREMA

3.3.1 Température

Les moyennes des trois salles de classes instrumentées sont comprises entre 20,6°C pour la plus basse et 22,27°C pour la plus élevée.

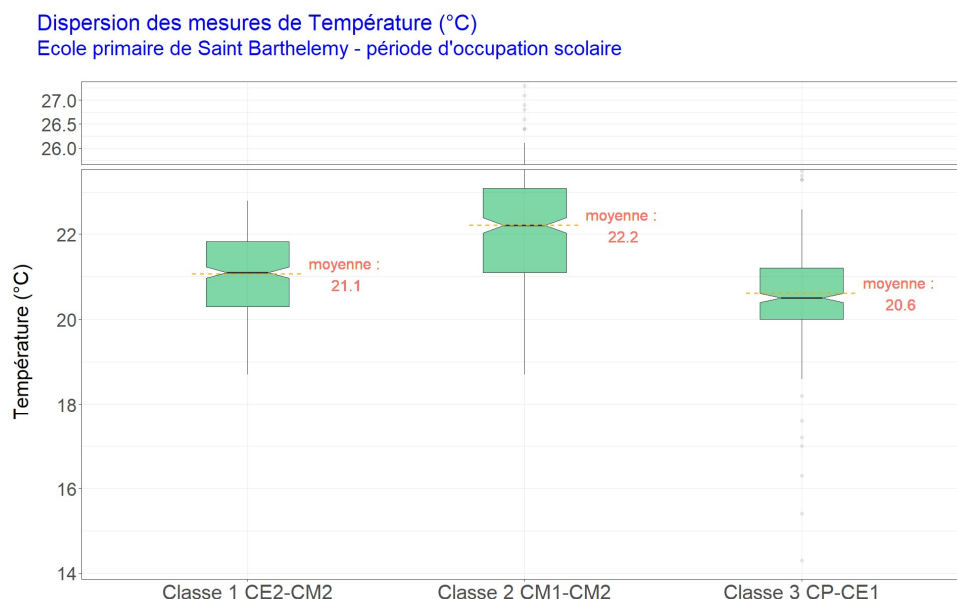


Figure 9 : moyenne des températures en occupation scolaire pour les salles de classe instrumentées

La dynamique des valeurs, présentée en **Erreur ! Source du renvoi introuvable**. Figure 10 ci-dessous montre qu'il y a peu d'écart de température sur toute la durée d'instrumentation (en et hors occupation scolaire) pour la classe des CM1/CM2 à titre d'exemple. Cela se vérifie pour les deux autres salles de classe instrumentées. Cela indique qu'il n'y a pas de réduction du chauffage hors occupation (période nocturne, journées des mercredis, samedis et dimanches).

Une réduction des températures de consigne du chauffage, ou la modification manuelle de réglage des vannes des radiateurs en période d'inoccupation semble indispensable.

A noter que la classe des CM1/CM2 est celle dont les températures maximales sont les plus fortes (27,3°C en occupation et jusqu'à 31,6°C hors occupation). Ces très hautes températures interpellent en plein hiver, quand bien même elles ne se sont pas répétées sur la durée de l'instrumentation.

Nota : lors de l'instrumentation, nous avons circulé avec un ressenti de chaleur plus importante. L'odeur présente, provenant sans doute du revêtement de sol (linoléum collé) était assez dérangeante à l'entrée dans les locaux.

Nous avons demandé la remise en marche de la ventilation qui a peut-être continué à fonctionner expliquant la différence de température entre le jour de notre visite et toute la durée de l'instrumentation.

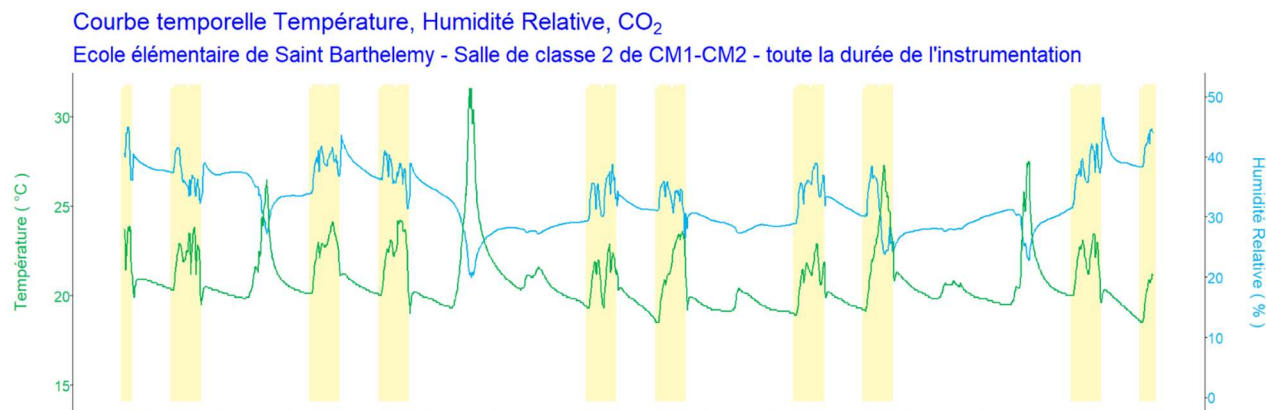


Figure 10 : moyenne des températures en occupation scolaire pour les salles de classe instrumentées

3.3.2 Humidité relative

L'hygrométrie présente un comportement quasi similaire dans les trois salles de classes instrumentées.

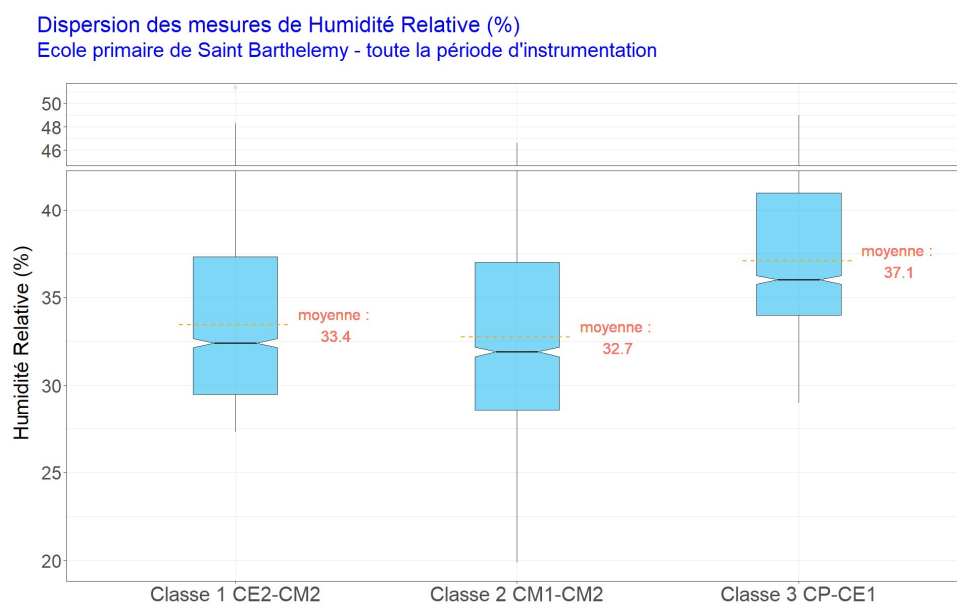


Figure 11 : boîte à moustaches de l'humidité relative aux trois salles de classe instrumentées

Le taux d'humidité relative recherché en air intérieur est situé entre 40% et 60%.

Une exposition prolongée à un taux d'humidité inférieur à 40% génère un inconfort pour les occupants, et peut irriter les voies respiratoires.

À Saint-Barthélémy, la moyenne pour les trois salles de classe est inférieure à 40% en occupation.

Les valeurs minimales sont inférieures ou égales à 30%.

3.3.3 CO₂

Des capteurs de CO₂ ont été installés dans les salles de classe depuis l'épidémie de Covid afin d'en surveiller en permanence son évolution.

Comme la Figure 12 l'indique ci-dessous, la principale source d'émission de CO₂ est la respiration humaine – aussi les résultats sont-ils bien plus élevés en période d'occupation (graphe de droite) qu'hors occupation (graphe de gauche).

Pour rappel, la valeur seuil réglementaire pour le CO₂ est de 800 ppm.

Les moyennes relevées sont similaires pour les trois salles de classe et dépassent largement les 800 ppm s'approchant du second seuil réglementaire de 1500 ppm ; en particulier pour la classe des CM1/CM2 pour lequel le seuil de 1500 ppm est franchi plus de 25% du temps d'occupation scolaire. Les résultats de mesure du taux de CO₂ pour cet établissement d'environ 10 ans d'âge et pourvu d'une VMC double flux, ne sont pas ceux attendus.

Les minimas quant à eux atteignent les 400 ppm pour chacune des classes.

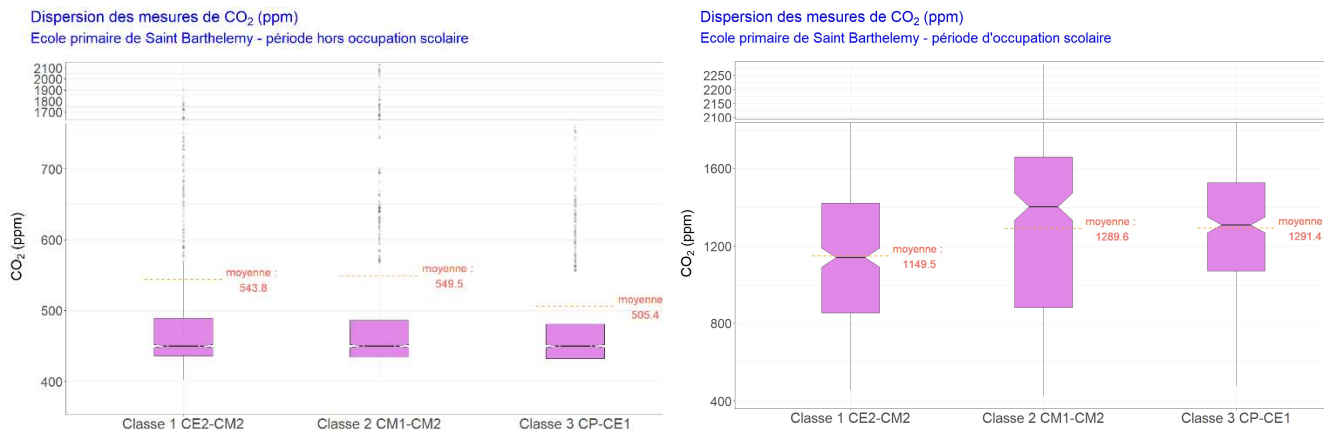


Figure 12-A : boîte à moustache du taux de CO₂ dans l'école

À titre indicatif, le calcul de l'Indice Icone, calculé selon les règles établies par la réglementation QAI dans les ERP, mène à un résultat de 3 pour les trois salles de classe instrumentées.

$$ICONE = \left(\frac{2.5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

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

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

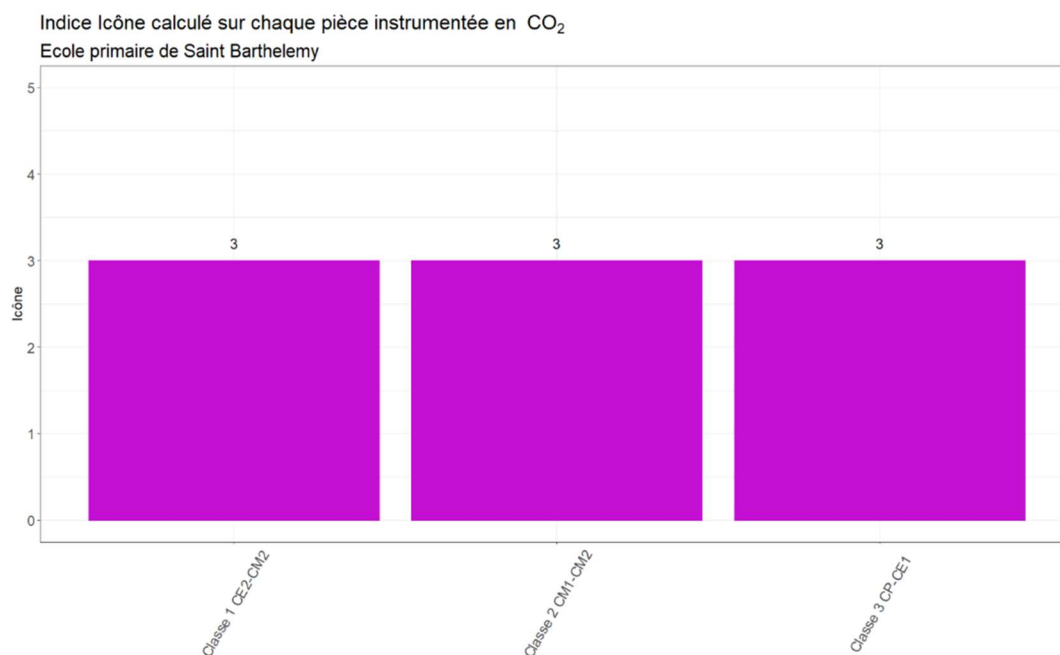
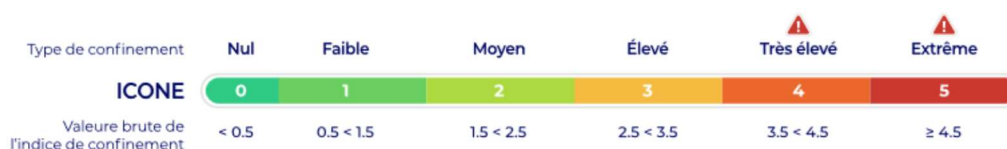


Figure 12-B : Indice Icône calculé pour chaque salle de classe instrumentée

Cela correspond à un « confinement élevé », selon le guide du CSTB.



Ce calcul est donné ici à titre indicatif.

Un résultat de 3 mérite d'envisager des actions à moyen terme pour améliorer le renouvellement d'air.

3.3.4 Radon

Pour rappel, la commune de Saint-Barthélemy est classée en potentiel radon de catégorie 2, selon l'IRSN.

Trois capteurs ont été installés pendant 8 semaines dont deux semaines d'inoccupation correspondant aux vacances scolaires, dans les salles de classe n°1 (classe des CM1/CM2), n° 2 (classe des CE2/CM2) et n°3 (classe des CP/CE1) (Cf. figure 7).

Les résultats des mesures indiquent une activité volumétrique inférieure à 28 Bq/m³ pour chacune des trois salles (Cf. Résultats annexe n°1). Ils sont donc inférieurs à la valeur réglementaire de 300 Bq/m³.

3.3.5 Analyse croisée dynamique

L'examen des courbes temporelles de CO₂ (en rose sur la Figure 13) permet d'identifier différents éléments pour la classe des CM1/CM2 :

- Une chute du taux de CO₂ entre deux journées consécutives d'école.
- Une baisse du taux de CO₂ aux environs de 400 ppm pendant le week-end (cercle bleu).
- Des pics des températures hors occupation avoisinant parfois 32°C (cercles rouges).

Concernant les valeurs de CO₂, les valeurs sont importantes et il serait pertinent de faire intervenir un technicien pour régler les registres du système de ventilation afin de rééquilibrer les débits.

Pour les pics de températures hors occupation scolaire, à ces dates, il s'avère que le nombre d'heures d'ensoleillement sur la station météo de Luxeuil (Cf. carte météo en annexe n°7) est le suivant :

Date	Ensoleillement (heures)
mercredi 29 janvier 2025	3,4
samedi 1 février 2025	7,4
vendredi 7 février 2025	3,5
dimanche 9 février 2025	3

Ces valeurs d'ensoleillement sont cohérentes avec l'importance des pics. On peut donc supposer que les hausses de températures des 3 journées hors occupation sont uniquement dues aux apports solaires et non à une mauvaise utilisation du chauffage, ces pics n'étant pas systématiques hors occupation.

Par ailleurs, des pics similaires mais d'intensité moins forte sont observables sur les mêmes journées pour les deux autres salles de classe. Les Brise-Soleil-Orientables (BSO) doivent être en position occultante de manière plus régulière voire permanente, au regard des courbes de température et également des statistiques plus basses pour ces deux salles de classe.

Les enseignants ont déclaré avoir trop chaud quand il y avait du soleil, et utiliser les BSO pour s'en protéger.

Pour rappel, les trois salles de classe sont orientées plein sud. Le pic du vendredi 07/02 pourrait s'expliquer par l'oubli d'usage du BSO.

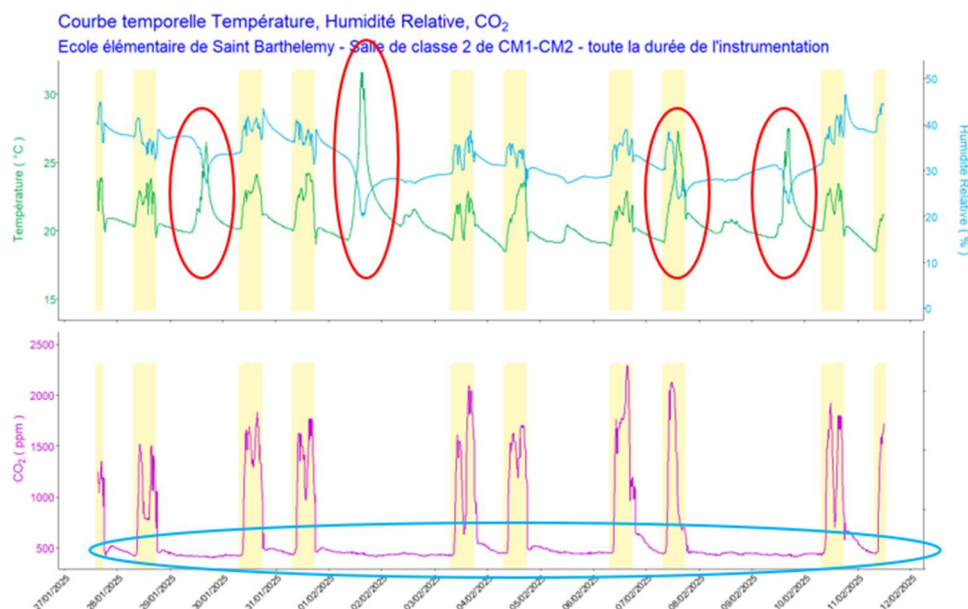


Figure 13 : courbe temporelle T° , HR et CO_2 pour toute la durée d'instrumentation pour la classe des CM1/CM2

La courbe temporelle (Cf. Figure 14 ci-dessous) indique pour toute la durée d'instrumentation pour la classe des CE2/CM2 une baisse des températures et du taux de CO_2 (cercles rouges). Cet événement est également observé pour les deux autres salles de classe. Les salles de classe sont donc aérées pendant les récréations comme nous l'ont indiqué les enseignants.

Lors de la pause méridiennes, l'aération manuelle n'est pas pratiquée, les paramètres varient à la baisse en l'absence des élèves probablement uniquement par l'ouverture des portes intérieures (cercles bleus).

La chute du taux de CO_2 vers une valeur plancher voisine de 400 ppm s'effectue assez rapidement après la fin de la journée scolaire (cercles noirs). La température chute rapidement également. L'hygrométrie quant à elle augmente et indique une aération manuelle prolongée jusqu'à environ 18 heures par l'enseignant de cette classe ou par le personnel effectuant le ménage.

Ce phénomène est observé pour les trois salles de classe quasiment tous les jours d'école.

Courbe temporelle Température, Humidité Relative, CO₂
Ecole élémentaire de Saint Barthelemy - Salle de classe 1 de CE2-CM2 - 28/01/2025

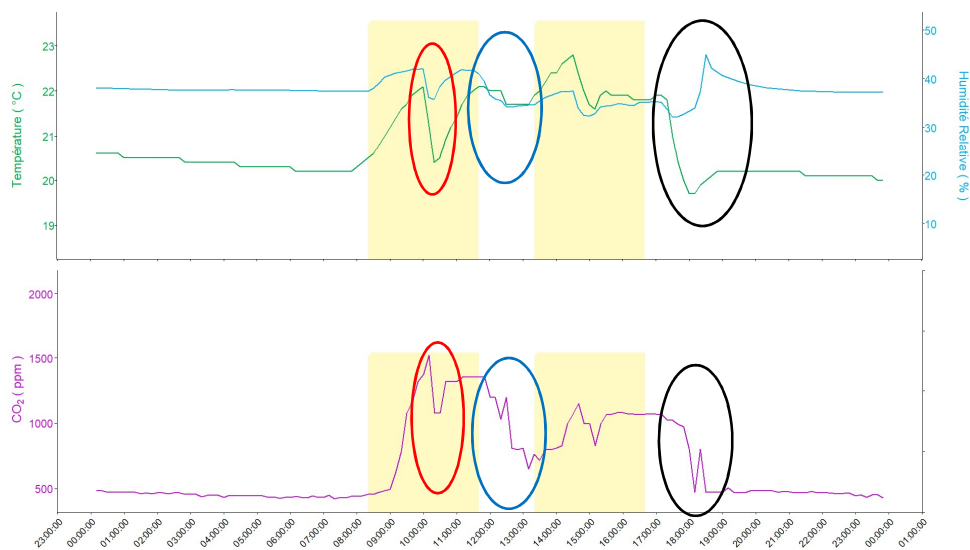


Figure 14 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour la journée du 28/01/25 pour la classe des CE2/CM2

Au regard des observations de cette analyse, nous recommandons de :

- Vérifier l'installation électrique du système de ventilation installé dans le bâtiment (dysfonctionnement du système : installation disjoncte).
- Prévoir une maintenance périodique afin de permettre l'extraction permanente des polluants et de davantage gérer l'hygrométrie par l'apport d'air neuf.
- CO₂ : rééquilibrer les débits d'air au regard des taux mesurés qui sont élevés dans le bâtiment. De tels taux sont synonymes d'accumulation de polluants (qui pour rappel n'ont pas été mesurés dans le cadre de cette étude) d'où l'odeur présente et dérangeante dès l'entrée dans les locaux.
- Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération afin d'homogénéiser les pratiques.

Nota : bien que cela ne soit pas directement le sujet de l'étude, les températures qui avoisinent les 30 degrés mesurés en plein hiver interpellent. Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), pendant les week-ends et la période nocturne semble indispensable. Rappeler aux occupants l'intérêt de l'utilisation des BSO, en particulier dans la classe n°2 serait également pertinent.

3.4 Synthèse pour le site de Saint-Barthélemy

L'étude amène à formuler les recommandations suivantes classées par thématique :

	Recommandations
Concentration de polluants	<u>Produits d'entretien</u> : -Privilégier les produits d'entretien écolabellisés et sans parfum -Maintenir les efforts sur l'étiquetage des produits afin d'éviter tout flacon non identifié. -Limiter l'utilisation des sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques. -Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération. <u>Mobilier : linoléum</u> : -Confirmer si la source de l'odeur de plastique dans le bâtiment provient le cas échéant du revêtement de sol. -Revoir si nécessaire le protocole du nettoyage du linoléum. <u>CO₂</u> : -Procéder à l'étalonnage des capteurs en place au sein du bâtiment depuis l'épidémie de Covid et instaurer un suivi des mesures. -Aérer les salles de classe à différents moments de la journée. <u>Radon</u> : -Aérer les salles de classe régulièrement.
Confort Hygrothermique	-Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), pendant les week-ends et la période nocturne. -Rappeler l'intérêt de l'utilisation des BSO, en particulier dans la classe n°2.
Renouvellement d'air / Ventilation	<u>Renouvellement d'air</u> : -Aérer lors d'activités émissives telles que le ménage. -Détalonnage : remettre en conformité chacune des portes, excepté celle du local des produits d'entretien. <u>Ventilation</u> : -Faire procéder à la vérification de l'installation électrique du système de ventilation. -Prévoir une maintenance périodique du système de ventilation. -Rééquilibrer les débits d'air au regard des taux de CO₂ mesurés qui sont élevés dans le bâtiment. -Instaurer un entretien régulier des terminaux pour garantir leur pleine fonctionnalité.

4 ÉCOLE PRIMAIRE DE RONCHAMP

L'école primaire se situe dans un bâtiment sur trois niveaux (sous-sol, rez-de-chaussée et R+1) construit dans les années 50.

L'école primaire accueille 153 élèves répartis en dix classes comme suit :

Au rez-de-chaussée :

- CP/CE1 : 18 élèves ;
- CE1 : 20 élèves ;
- CE2 : 20 élèves ;
- CM2 : 18 élèves.

Au niveau R+1 :

- CP : 20 élèves ;
- CM1 : 20 élèves ;
- CM1 : 19 élèves ;
- CM2 : 18 élèves.

NB : deux salles de classe sont réservées pour moins de 10 élèves appartenant au réseau ULIS et RASED.

Les enseignants et les élèves sont considérés être présents de 08h20' à 16h30'.

Chaque mardi et chaque jeudi, un temps de soutien appelé « Activités Pédagogiques Complémentaires » (APC) est dispensé jusqu'à 17h.

La pause méridienne s'étend de 11h30' à 13h20'.

Le temps de récréation par classe est défini comme suit :

- CP/CE1/CE2 : 10h00' à 10h20' et de 15h00' à 15h20' ;
- CM1/CM2 : 10h20' à 10h45' et de 15h20' à 15h45' ;

Les salles de classes restent ouvertes en permanence pendant les cours.

Nous n'avons pas eu accès à la classe des ULIS fermée à clé au moment du diagnostic.

Les menuiseries sont en cours de remplacement par trois tranches. Les nouvelles menuiseries posées sont en PVC et en double vitrage. Le bâtiment n'est pas équipé de volets, toutefois, des rideaux plus ou moins épais sont installés aux fenêtres et sont a priori fermés en fin de journée.

Les menuiseries des parties communes sont également en PVC double vitrage avec ouverture en oscillo-battant uniquement, sans entrées d'air.

Par ailleurs, la commune de Ronchamp se situe en zone 3 radon, et se trouve donc soumise à des obligations réglementaires applicables aux établissements scolaires.

Le rapport de mesurage de l'activité volumique en radon réalisé avant le diagnostic de cette étude (rapport de mesurage non fourni) fait état d'un dépassement du seuil de 300 Bq/m³ dans le bureau d'accueil du périscolaire.

Des travaux ont été engagés (installation d'une ventilation au sous-sol) pour diluer le radon mais n'ont pas fait l'objet d'une nouvelle mesure afin de vérifier leur efficacité. Un dosimètre a été déposé sur site au sous-sol de la chaufferie.

Le type de chauffage est mixte : bois sous forme de plaquettes et fuel. La chaudière se situe au sous-sol du bâtiment, et dont l'accès s'effectue directement par l'extérieur du bâtiment.

La température relevée in situ est d'environ 20°C. La température de régulation du chauffage semble être parfois un peu juste pour certaines enseignantes. Dans une classe, le thermostat d'un radiateur est positionné sur 5.



Vue extérieure de l'école primaire

4.1 Sources d'émission

Le mobilier semble dater de plus de 5 ans et n'est pas considéré comme une source importante de composants organiques volatils (COV).

Les revêtements de sol sont mixtes : linoléum et carrelage.

Linoléum	Carrelage
Classe des CP/CE1	Couloirs
Classe des CM2 (RDC)	Sanitaires
Bureau de la psychologue	Cuisine
Classe des CE2	Classe des CE1
Salle du périscolaire	Classe des CP
Cantine	BCD
Classe des CM1	
Classe des CM2 (étage)	



Menuiseries dans les parties communes



Exemple de mobilier – classe de CP/CE1

4.1.1 Produits d'entretien

Deux locaux (un à chaque étage), fermés à clé, sont dédiés au stockage des produits d'entretien.

Aucune extraction n'est présente dans les deux locaux.

Au rez-de-chaussée, les cloisons murales du petit local n'atteignent pas le plancher haut permettant une aération permanente du dit local, qui est cependant situé dans le couloir en face d'une salle de classe. Le détalonnage de la porte est conforme (supérieur à 1 cm).

A l'étage, un dépôt de produits d'entretien est stocké dans une armoire fermée à clé dans une pièce sans extraction, mais avec une fenêtre avec un rideau maintenu fermé en permanence.

Il est ressenti de l'humidité dans cette pièce et une odeur importante de produits chimiques en entrant dans le local.

De la moquette est au sol uniquement dans ce local.

En règle générale, le détalonnage des portes est attendu. Comme il s'agit ici d'un local contenant une source de pollution, l'absence de détalonnage et également de bouche d'extraction limitent les émissions de composés organiques volatils (COV) et leur dispersion au sein du bâtiment.



Vue d'ensemble du local au RDC



Vue de l'armoire des produits d'entretien dans un grand local au R+1

Les produits sont stockés soit sur une étagère (local au RDC) soit dans une armoire métallique, tous identifiés dans leur contenant d'origine (bidon, spray, aérosol), prêts à l'emploi. Bon nombre d'entre eux présentent des pictogrammes de danger.

Quelques produits écolabellisés sont utilisés.

La direction indique le choix de ne pas recourir à la javel dans l'établissement – ce qui est un choix favorable à la QAI.



Nettoyant superpuissant en spray



Nettoyant désinfectant



Eco détergent



Désodorisant

Le personnel d'entretien effectue le ménage tous les jours de 05h00' à 10h00'.

Nous n'avons pas d'information en notre possession quant à la composition de l'équipe de ménage, et sur les habitudes d'aération, si elles existent.

4.1.2 Bricolage et peinture

Le revêtement de sol des salles de classes est en carrelage ou en linoleum.

Au rez-de-chaussée, on recense :

- Des peintures dans la classe n°5 (CP/CE1), dans la classe n°4 (CM2) ;
- De l'encre dans la classe n°5 (CP/CE1) ;
- De la colle (bureau de la psychologue/ maitresse spécialisée) ;
- Des produits type désodorisant (sous forme de granulés absorbant) et purificateur assainisseur d'atmosphère (en spray) sont présents dans le local dédié au périscolaire.

A l'étage (R+1), on recense également :

- Des peintures dans la classe n°7 (SESSAD) et dans la classe n°8 (CP).



Exemple de colles stockées dans les salles de classe



Exemple de peintures stockées dans les salles de classe

4.2 Renouvellement d'air

4.2.1 Ventilation

Ce bâtiment n'est pas équipé de ventilation. (Cf. chapitre 1.1.2.1 pour l'explication des principes de fonctionnement). Le plan ci-dessous (Cf. Figure 15) présente le renouvellement d'air simplifié dans l'ensemble du bâtiment.

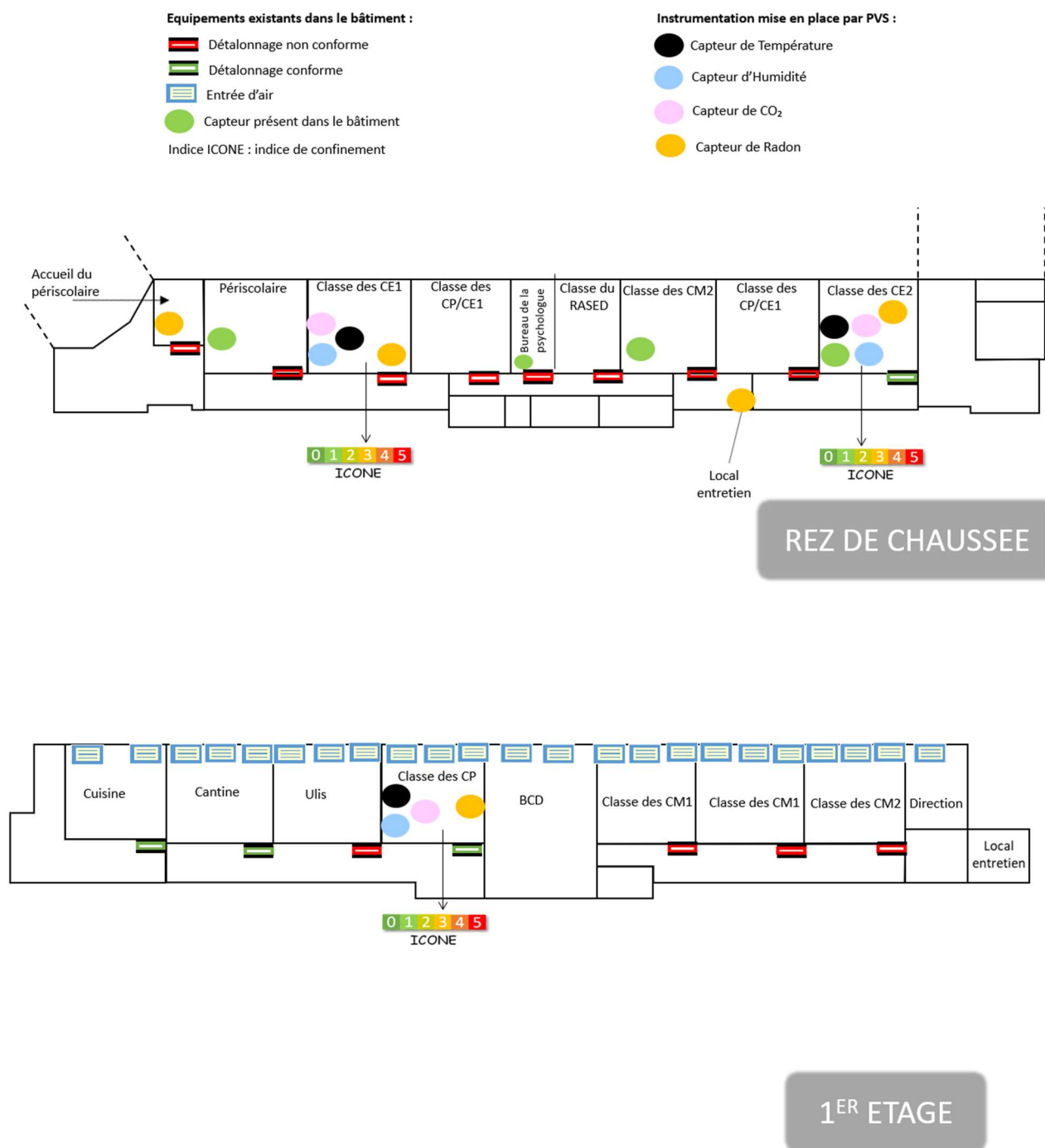


Figure 15 : synthèse du renouvellement d'air dans l'école primaire sous forme de plan légendé

4.2.1.1 Entrées d'air

Les menuiseries du bâtiment sont en cours de remplacement sur trois tranches par des fenêtres PVC double vitrage. Par conséquent, il est observé une hétérogénéité au sein des pièces en termes de menuiseries et d'entrées d'air dans le bâtiment.

Il apparaît cependant que certaines menuiseries neuves ne sont pas toutes équipées d'entrées d'air. Par ailleurs, des entrées d'air sont présentes aux menuiseries de la cantine, mais aucune bouche d'extraction n'est installée.



Exemple d'une entrée d'air sur une menuiserie



Exemple d'une menuiserie neuve sans entrée d'air

La hauteur sous plafond ne nous permet pas de vérifier l'état de propreté des entrées d'air. On peut considérer qu'elles sont probablement encrassées. Il conviendra de procéder à leur nettoyage à minima deux fois par an.

Les entrées d'air n'ont pas été déposées et il n'a pas été vérifié si le percement des mortaises est correct.

Nota : au regard des résultats des mesures en radon, il serait judicieux de demander aux techniciens de la commune de vérifier l'état des mortaises, en particulier pour le bureau d'accueil du périscolaire dont la valeur seuil réglementaire est largement dépassée (Cf. § 4.3.4).

4.2.1.2 Détalonnage

Le détalonnage des portes n'est pas conforme. En effet, toutes les portes donnant sur les parties communes ne bénéficient pas d'un détalonnage supérieur à 1 cm.

Pour rappel, un détalonnage conforme garantit la capacité de l'air à circuler depuis ces pièces vers les couloirs, et jusqu'aux sanitaires où il est extrait.



Exemple d'un détalonnage de porte non conforme (photo de gauche) et conforme (photo de droite)

4.2.1.3 Extractions

Aucune bouche d'extraction n'est présente dans les pièces humides. Il n'est donc pas possible de mesurer les débits d'air extraits.

Pour rappel, pour une classe avec une un.e enseignant.e (avec $25 \text{ m}^3/\text{h}$) et 20 élèves qui auraient chacun $15 \text{ m}^3/\text{h}$, les débits réglementaires attendus sont de $525 \text{ m}^3/\text{h}$.

En l'état les flux d'air entrant et sortant sont aléatoires, dans le meilleur des cas - fonction des conditions météorologiques. Un étage complet est entièrement dépourvu de renouvellement d'air.

4.2.2 Aération

Les menuiseries sont toutes accessibles, non encombrées et manœuvrables. Il est donc possible d'aérer dans la totalité des pièces.

Lors de notre visite, le corps enseignant présent indique aérer lors de la pause méridienne et ponctuellement pendant les récréations.

En période estivale, les enseignantes essaient de créer un courant d'air avec les menuiseries du couloir (ouverture en oscillant-battant) sur une courte durée car l'exposition des classes entraîne de fortes chaleurs dans le bâtiment.

Pour le périscolaire, la personne sur place le jour du diagnostic, déclare aérer à chaque fin de séance au départ de chaque groupe d'enfants.

NB : une fenêtre de la classe des CP/CE1 est ouverte en grand à notre arrivée dans la classe, car un enfant a vomi.



Exemple d'une menuiserie non encombrée

Résultats et recommandations (synthèse provisoire) :

- **Sources de polluants** : Les sources de polluants recensés dans cette école comprennent les produits d'entretien, les activités de bricolage et de peinture.
- **En outre, l'étude amène à formuler les recommandations suivantes :**
 - Mener une réflexion sur le protocole de ménage afin d'éviter les produits d'entretien étiquetés comme dangereux, et d'éviter autant que possible ceux qui ne sont pas indispensables (désodorisants).
 - Être vigilant quant au protocole relatif au nettoyage du linoléum principalement constitué de tissu, bois, liège, résine... matières qui ne sont pas adaptées pour recevoir de trop gros volumes d'eau, ni de vapeur, ou encore d'agents détergents (acétone, javel, ammoniaque), d'abrasifs (fine poudre de matière minérale ou éponge abrasive). Un nettoyage régulier avec vinaigre blanc ou savon de Marseille est conseillé. En cas d'encrassement, une solution de cristaux de soude ou de bicarbonate doit être diluée selon les recommandations du fabricant.
 - Limiter les sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques.
 - Aérer lors d'activités émissives, comme le ménage.
 - Ventiler les lieux de stockage de ces produits de manière indépendante du reste du bâtiment, et calfeutrer les portes donnant sur les parties communes afin de limiter la diffusion.
- **Systèmes de renouvellement d'air :**
 - Les menuiseries neuves remplacées ne sont pas systématiquement équipées d'entrée d'air. Cela pose un véritable problème pour le renouvellement de l'air et doit impérativement être évité sur les prochaines commandes. Les entrées d'air doivent être percées conformément aux bonnes pratiques en usine et installées dès la pose des menuiseries.
 - Les terminaux sont encrassés, ce qui réduit l'efficacité du système. Instaurer un entretien régulier des entrées d'air permet de garantir leur pleine fonctionnalité.
 - Le détalonnage des portes est non conforme. Remettre en conformité chacune des portes.

- Ventilation : le bâtiment est dépourvu d'un système mécanique de ventilation qui assurerait le renouvellement de l'air en permanence. Mener une réflexion sur l'installation d'un système de ventilation, la hauteur sous plafond permettrait le passage des conduits.
- En l'état il est indispensable de mettre en place un protocole d'aération renforcé afin de renouveler l'air dans le bâtiment (Cf. modèle de protocole en annexe 7).

4.3 Analyses QAI

Les capteurs ont été posés du lundi 27/01/2025 à 16h30' au jeudi 20/02/2025 à 15h00' dans la classe des CE2, CE1 et CP, respectivement les salles de classe n°2, 6 et 8. (Cf. figure 12).

Les capteurs ont été programmés pour une durée d'enregistrement de 15 jours, et ont stoppé leur campagne automatiquement le 11/02/2025 à 17h00'.

L'enregistrement comprend 15 jours, dont 6 jours d'inoccupation (mercredi, samedi et dimanche).

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
27/01 après midi	28/01	29/01	30/01	31/01	01/02	02/02
03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02
10/02	11/02					

Figure 16 : Période d'instrumentation avec indication de l'occupation scolaire

Pour rappel, les périodes d'occupation scolaire sont les lundis, mardis, jeudis, vendredis de 08h20' à 11h30' et de 13h20' à 16h20'.

Chaque mardi et chaque jeudi, un temps de soutien appelé « Activités Pédagogiques Complémentaires » (APC) est dispensé jusqu'à 17h.

Les paramètres mesurés sont :

- La température,
- L'humidité relative,
- Le CO₂.

Les résultats sont présentés sous forme de boîtes à moustache. La figure ci-dessous rappelle comment ces dernières s'interprètent.



Interprétation de la construction des boîtes à moustache – S.REBIERES/CEREMA

4.3.1 Température

Les moyennes des trois salles de classes instrumentées sont comprises entre 20,7°C et 21,7°C.

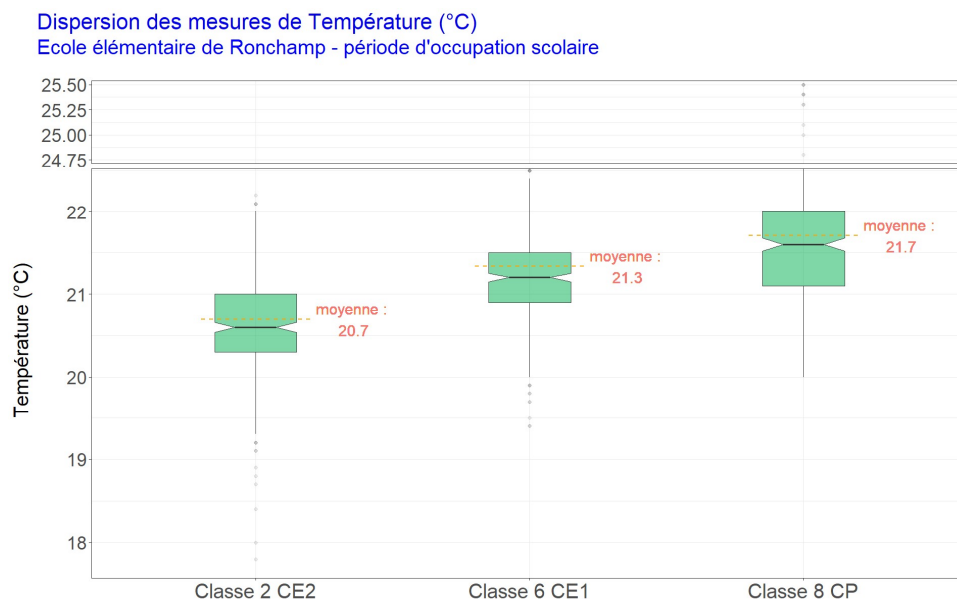


Figure 17 : moyenne des températures en occupation scolaire pour les salles de classe instrumentées

La dynamique des valeurs, présentée en figure 18 indique qu'il y a peu d'écart de température sur toute la durée d'instrumentation (en et hors occupation scolaire) pour la classe des CE2 à titre d'exemple ci-dessous. Cela se vérifie pour les deux autres salles de classe instrumentées. Cela indique qu'il n'y a pas de réduction du chauffage hors occupation (période nocturne, journées des mercredis, samedis et dimanches).

Une réduction des températures de consigne du chauffage, ou la modification manuelle de réglage des vannes des radiateurs en période d'inoccupation est recommandée.

Courbe temporelle Température, Humidité Relative, CO₂

Ecole élémentaire de Ronchamp - Salle de classe 2 de CE2 - toute la durée de l'instrumentation

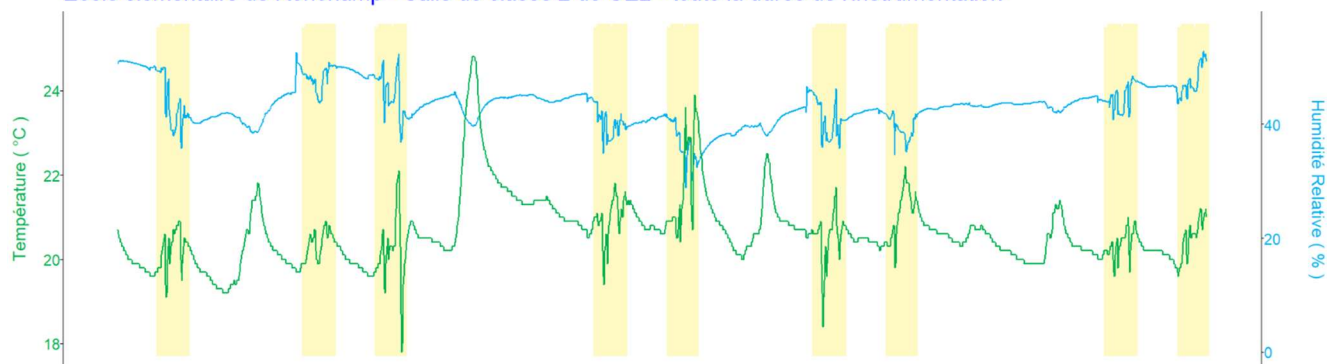


Figure 18 : moyenne des températures sur toute la durée d'instrumentation pour la classe des CE2

4.3.2 Humidité relative

L'hygrométrie présente un comportement quasi similaire dans les trois salles de classes instrumentées.

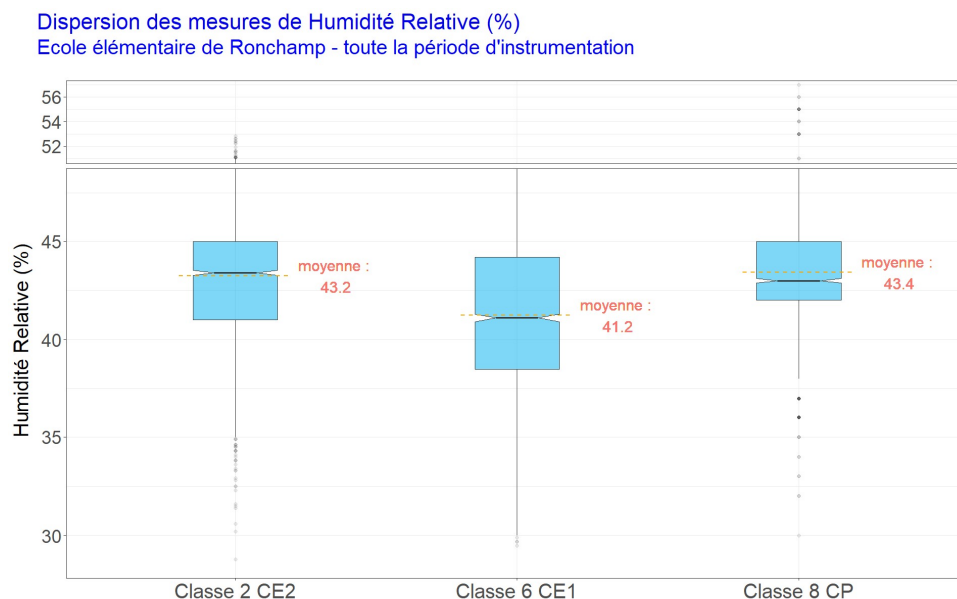


Figure 19 : boîte à moustaches de l'humidité relative aux trois salles de classe instrumentées

Le taux d'humidité relative recherché en air intérieur est situé entre 40% et 60%.

Une exposition prolongée à un taux d'humidité inférieur à 40% génère un inconfort pour les occupants, et peut irriter les voies respiratoires.

À Ronchamp, les moyennes et médianes calculées pour les trois salles de classes se situent juste au-dessus de 40%.

Les valeurs d'humidité relative minimales relevées sont légèrement inférieures à 30% particulièrement pour la classe des CE2 (classe n°2).

4.3.3 CO₂

Des capteurs de CO₂ ont été installés dans les salles de classe depuis l'épidémie de Covid afin d'en surveiller en permanence son évolution.

Comme la Figure 20 l'indique, la principale source d'émission de CO₂ est la respiration humaine – aussi les résultats sont-ils bien plus élevés en période d'occupation (graphe de droite) qu'hors occupation (graphe de gauche).

Pour rappel, la valeur seuil recommandée pour le CO₂ est de 800 ppm.

Des moyennes relevées sont similaires pour les classes 2 et 8, cependant l'amplitude des trois salles de classes instrumentées est relativement homogène.

L'écart des moyennes entre les deux périodes (hors occupation et en occupation scolaire) est cependant faible, traduisant l'absence de ventilation, ce qui permettrait l'apport d'air neuf et l'évacuation des polluants intérieurs tel que le CO₂.

A noter que pour la classe des CE1, le taux de CO₂ ne redescend pas en dessous de 600 ppm, confirmant le mauvais renouvellement de l'air dans cette pièce en particulier.

Les moyennes de CO₂ en occupation dépassent la valeur guide pour les trois classes instrumentées. Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air de l'établissement, de tels résultats de mesures ne sont pas conformes à la réglementation et nécessiteraient une réflexion à mener et des travaux à engager.

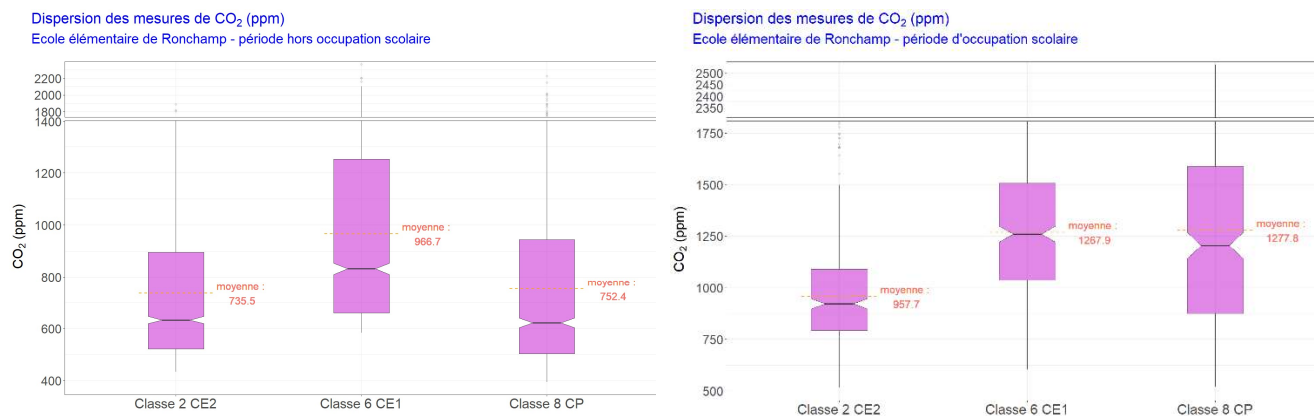


Figure 20-A : boîte à moustache du taux de CO₂ dans l'école

À titre indicatif, le calcul de l'Indice Icone, calculé selon les règles établies par la réglementation QAI dans les ERP, mène à un résultat compris entre 2 et 3 pour les trois salles de classe instrumentées.

$$ICONE = \left(\frac{2.5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

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

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

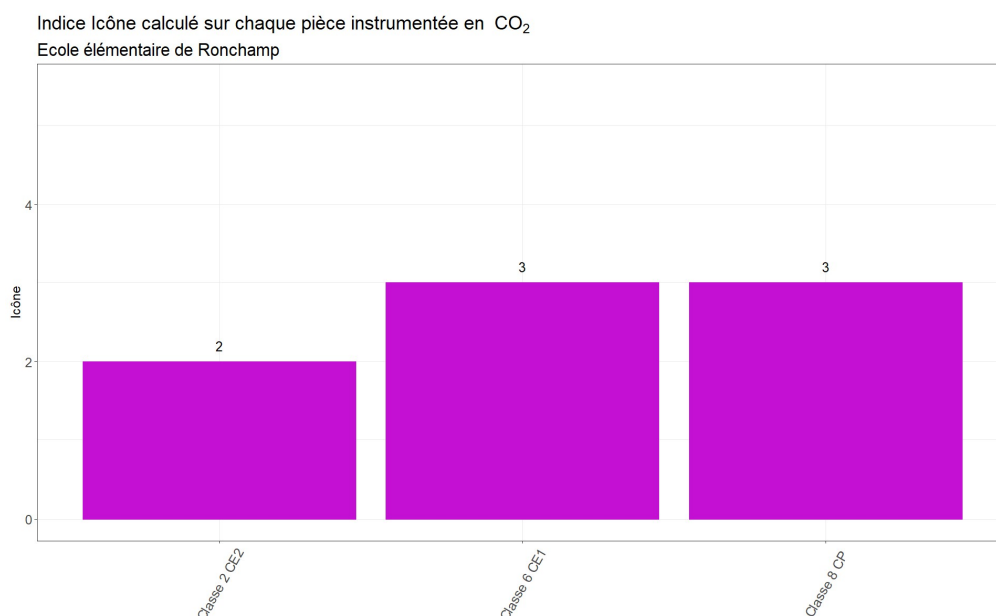
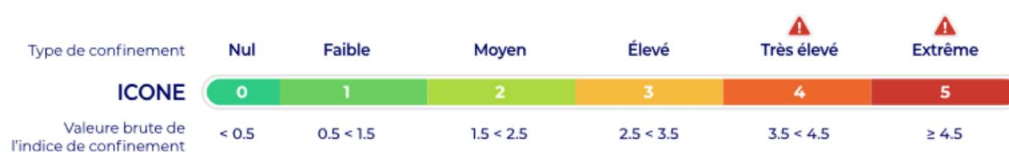


Figure 20-B : Indice Icone calculé pour chaque salle de classe instrumentée

Cela correspond à un « confinement élevé », selon le guide du CSTB.



Ce calcul est donné ici à titre indicatif.

Un tel résultat mérite d'envisager des actions à moyen terme pour améliorer le renouvellement d'air.

4.3.4 Radon

Pour rappel, la commune de Ronchamp se situe en zone 3 radon, et se trouve donc soumise à des obligations réglementaires applicables aux établissements scolaires.

Six capteurs ont été installés aux différents niveaux de l'établissement pendant 8 semaines dont 2 semaines d'inoccupation scolaire (vacances scolaires) (Cf. figure 15).

Au sous-sol : dans le vide sanitaire près de la chaufferie.

Au rez-de-chaussée, dans le bureau d'accueil du périscolaire, dans la classe des CE1, CE2 et dans le local de service.

Au 1^{er} étage, dans la classe des CP.

Deux dépassements de la valeur réglementaire sont constatés (Cf. Résultats annexe n°2). Il s'agit du bureau d'accueil du périscolaire avec une activité volumétrique haute à 1117 Bq/m³ et dans une moindre mesure le local service avec 351 Bq/m³.

Pour mémoire, le rapport de mesurage de l'activité volumique en radon réalisé avant le diagnostic de cette étude (rapport de mesurage non fourni) faisait déjà état d'un dépassement du seuil de 300 Bq/m³ dans le bureau d'accueil du périscolaire.

Des travaux ont été engagés (installation d'une ventilation au sous-sol) pour diluer le radon mais n'ont pas fait l'objet d'une nouvelle mesure afin de vérifier leur efficacité. C'est pourquoi, un dosimètre a été déposé sur site au sous-sol de la chaufferie, qui fait état, à ce jour, d'un résultat inférieur à de la valeur réglementaire, avec une activité volumétrique à 74 Bq/m³.

Lorsque l'activité volumique reste supérieure ou égale au niveau de référence, ce qui est le cas pour le bureau d'accueil du périscolaire et le local de service, une expertise doit être menée et des travaux doivent être engagés sur un ou plusieurs aspects, comme par exemple assurer l'étanchéité du bâtiment, augmenter le renouvellement d'air et traiter le soubassement.

Les mesures de radon effectuées au niveau des quatre autres points de mesure sont plutôt bonnes, comprises entre 74 et 245 Bq/m³ (Cf. Résultats annexe n°2). Aucun dépassement de la valeur seuil de 300 Bq/m³ n'est constaté sur la période de mesure.

4.3.5 Analyse croisée dynamique

L'examen des courbes temporelles de CO₂ (en rose sur la Figure 21) permet d'identifier différents éléments pour la classe des CM1/CM2 :

- Un maintien du taux de CO₂ à 800 ppm entre deux journées d'école (cercles rouges),
- Une baisse du taux de CO₂ aux environs de 400 ppm pendant le week-end (cercles bleus).

Ce phénomène s'observe également sur les courbes des 2 autres salles de classes.

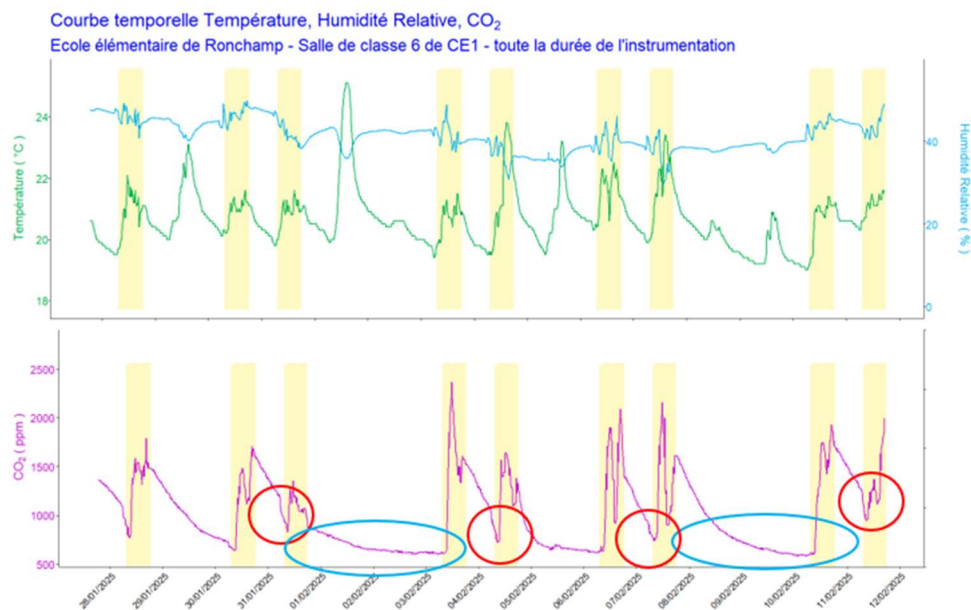


Figure 21 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour toute la durée d'instrumentation pour la classe des CE1

La courbe temporelle pour toute la durée d'instrumentation pour la classe des CE2 ci-dessous indique une absence de réduction du chauffage (courbe verte) hors occupation scolaire (mercredis et week-ends : plages blanches sur le graphique). En effet, il n'y a pas de baisse franche des températures. Cette observation est également valable pour les deux autres salles de classe.

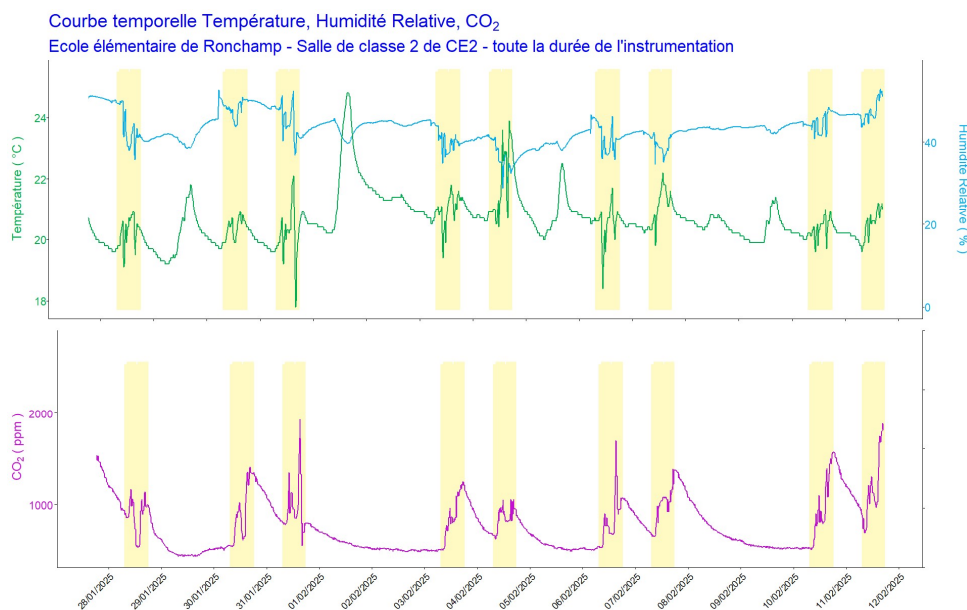


Figure 22 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour toute la durée d'instrumentation pour la classe des CE2.

Lors de la rencontre avec des enseignantes, celles-ci ont affirmé peu aérer leur salle de classe pendant les récréations, en raison notamment de leur ressenti de manque de chauffage. Des aérations épisodiques sont effectivement constatées par une chute de la température et du taux de CO₂ pour la classe des CE2 à la fin de la classe (cercles rouges – Figure 23), à titre d'exemple. Au moment de la pause méridienne, l'aération manuelle n'est pas pratiquée, les paramètres varient peu en l'absence des élèves (légère baisse).

Courbe temporelle Température, Humidité Relative, CO₂
Ecole élémentaire de Ronchamp - Salle de classe 2 de CE2 - 31/01/2025

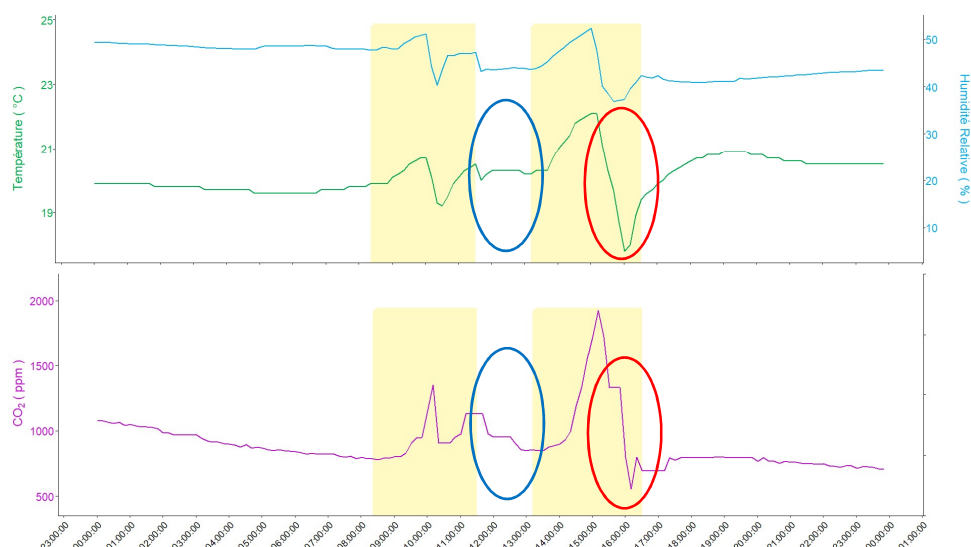


Figure 23 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour journée du 31/01 pour la classe des CE2

Au regard des observations de cette analyse, nous recommandons de :

- Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), pendant les week-ends et la période nocturne.
- Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération.
- Instaurer un protocole d'aération renforcé selon le modèle fourni en annexe 7.
- Mettre en place un système de ventilation au vu des résultats de CO₂.
- Radon : faire procéder à une expertise et engager des travaux sur un ou plusieurs aspects, comme par exemple assurer l'étanchéité du bâtiment, augmenter le renouvellement d'air et traiter le soubassement, en particulier pour le bureau d'accueil du périscolaire et le local de service.
- Point de vigilance lors des prochains changements de menuiseries au risque de dégrader la problématique radon, il est impératif que les menuiseries soient équipées d'entrées d'air.

4.4 Synthèse pour le site de Ronchamp

L'étude amène à formuler les recommandations suivantes classées par thématique :

	Recommandations
Concentration de polluants	<u>Produits d'entretien</u> : -Privilégier les produits d'entretien écolabellisés et sans parfum -Limiter l'utilisation des sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques -Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération. <u>Mobilier : linoléum</u> : -Revoir le cas échéant le protocole du nettoyage du linoléum. <u>CO₂</u> : -Procéder à l'étalonnage des capteurs en place au sein du bâtiment depuis l'épidémie de Covid et instaurer un suivi des mesures. -Aérer les salles de classe à différents moments de la journée selon le protocole d'aération renforcé qui aura été mis en place. <u>Radon</u> : -Faire procéder à une expertise et engager des travaux sur un ou plusieurs aspects, comme par exemple assurer l'étanchéité du bâtiment, augmenter le renouvellement d'air et traiter le soubassement, en particulier pour le bureau d'accueil du périscolaire. -Poursuivre la surveillance périodique du radon (zone 3). -Aérer les salles de classe régulièrement.
Confort Hygrothermique	-Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), pendant les week-ends et la période nocturne.
Renouvellement d'air / Ventilation	<u>Renouvellement d'air</u> : -Instaurer un protocole d'aération renforcé (Cf. modèle en annexe 7). -Aérer lors d'activités émissives telles que le ménage. -Détalonnage : remettre en conformité chacune des portes, excepté celle du local des produits d'entretien. -S'assurer que toutes les entrées d'air sont percées conformément aux bonnes pratiques en usine et installées dès la pose des menuiseries. -Instaurer un entretien régulier des entrées d'air afin de garantir leur pleine fonctionnalité. -Point de vigilance lors des prochains changements de menuiseries au risque de dégrader la problématique radon, il est impératif que les menuiseries soient équipées d'entrées d'air. <u>Ventilation</u> : -Le bâtiment est dépourvu d'un système mécanique de ventilation. Mener une réflexion sur l'installation d'un système de ventilation, la hauteur sous plafond permettrait le passage des conduits ; notamment au vu des résultats de CO₂. -Ventiler les lieux de stockage des produits d'entretien de manière indépendante du reste du bâtiment, et calfeutrer les portes donnant sur les parties communes afin de limiter la diffusion.

5 ÉCOLE PRIMAIRE DE VILLERSEXEL

L'école primaire se situe dans un bâtiment construit sur terre-plein, sur un seul et même niveau.

L'école primaire accueille 131 élèves répartis en six classes, comme suit :

- Le niveau CP/CE1 accueillant 23 élèves (classe n°3) ;
- Le niveau CE1/CE2 accueillant 22 élèves (classe n°5) ;
- Le niveau CE2 accueillant 24 élèves (classe n°4) ;
- Le niveau CM1/CM2 accueillant respectivement 21 élèves (classe n°1), 21 élèves (classe n°2) et 20 élèves (classe n°6).

Les enseignants et les élèves sont considérés être présents de 08h30' à 16h15'.

La pause méridienne s'étend de 11h45' à 13h20'.

Le temps de récréation par classe est défini comme suit :

- CP/CE1/CE2 : 10h00' à 10h15' et de 15h15' à 15h30' ;
- CM1/CM2 : 10h15' à 10h30' et de 15h00' à 15h15'.

Les salles de classes restent ouvertes en permanence pendant les cours.

Les menuiseries sont en PVC et en double vitrage. Le bâtiment est équipé de volets roulants électriques et d'aucun rideau intérieur.

Le bâtiment de l'école primaire de Villersexel est équipé d'un système de ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux par extraction dans les sanitaires. Et d'un système de ventilation pièce par pièce dans les salles de classes (présence conjointe de bouches d'extraction et d'entrées d'air sur les menuiseries neuves).

Le type de chauffage est collectif au gaz. Le passage à un chauffage biomasse est envisagé.

La consigne de chauffage au sein du bâtiment n'a pas pu être vérifiée.

Toutefois, la salle polyvalente semble surchauffée avec pourtant des thermostats au niveau 2 des radiateurs. Les pointeaux à l'intérieur des vannes thermostatiques pourraient être bloqués, ne permettant pas une bonne régulation du chauffage dans cette pièce en particulier.

La commune de Villersexel est classée en zone 2 potentiel radon.



Vue extérieure de l'école primaire

5.1 Sources d'émission

Le mobilier semble dater de plus de 5 ans et n'est pas considéré comme une source importante de composants organiques volatils (COV).

Les revêtements de sol sont mixtes : linoléum, parquet et carrelage.

Linoleum	Parquet	Carrelage
Salle du Rased (classe 7)	Classe 5	Hall d'entrée
Bureau de la direction		Couloirs
Salle polyvalente		Local des produits d'entretien
Classe 1		Sanitaires
Classe 2		
Classe 3		
Classe 4		
Classe 6		

5.1.1 Produits d'entretien

Un local, fermé à clé, est dédié au stockage des produits d'entretien. Il est équipé d'une bouche d'extraction qui est encrassée.

Il est noté une tâche d'humidité au plafond révélatrice d'un probable dégât des eaux. Cela est constaté également à plusieurs endroits du bâtiment : hall d'entrée, et dans les classes n° 1 et n°4.



Vue depuis le couloir sur la porte du local



Bouche d'extraction encrassée



Vue du plancher haut du hall



Vue du plancher haut du hall avec dalles de sous-plafond absente

La porte donnant sur les parties communes n'est pas suffisamment détalonnée.

En règle générale, le détalonnage des portes est attendu. Comme il s'agit ici d'un local contenant une source de pollution, l'absence de détalonnage limite les émissions de composés organiques volatils (COV) et leur dispersion au sein du bâtiment.

Aucune menuiserie n'est présente, ce qui ne permet pas d'aération.

Un point d'eau est présent dans le local.

Les produits sont stockés sur une étagère, ils sont tous identifiés dans leur contenant d'origine, prêts à l'emploi. Bon nombre d'entre eux présentent des pictogrammes de danger.

Quelques produits biologiques certifiés Ecolabel sont recensés.

Quelques produits sont stockés sur une étagère dans les toilettes réservées aux adultes, sous forme de spray et d'aérosol notamment.



Nettoyant vitres et surfaces
(spray)



Anticalcaire



Détergent



Nettoyant pour toilettes et
urinoirs



Vinaigre et alcool ménager



Produit écologique Eco label



Désinfectant et détartrant
avec un pictogramme de
danger



Produits dans toilettes adultes

Le personnel d'entretien effectue le ménage chaque matin pour le nettoyage des tables et chaque fin d'après-midi pour un nettoyage complet.

L'équipe est composée de trois agents d'entretien les jeudi et vendredi et d'un agent les lundi et mardi.

Nous n'avons pas d'information en notre possession sur les habitudes d'aération, si elles existent.

5.1.2 Bricolage et peinture

Le revêtement de sol des salles de classes est en linoleum, parquet ou carrelage.

Quelques peintures sont stockées dans les classes n°1 et n°3 et dans le placard situé dans le hall d'accueil.

De l'encre pour recharger les feutres pour les tableaux blancs est stockée dans chaque salle de classe.



Exemple de peintures



Exemple de colle



Vernis à l'eau



Spray décoration argenté



Stock de peintures dans le hall d'accueil

5.2 Renouvellement d'air

5.2.1 Ventilation Mécanique Centralisée simple flux

Ce bâtiment est équipé d'une ventilation mécanique centralisée (VMC) simple flux (cf. chapitre 1.1.2.1 pour l'explication des principes de fonctionnement). Le plan ci-dessous (Cf. Figure 24) présente les différents terminaux du système de ventilation dans l'ensemble du bâtiment.

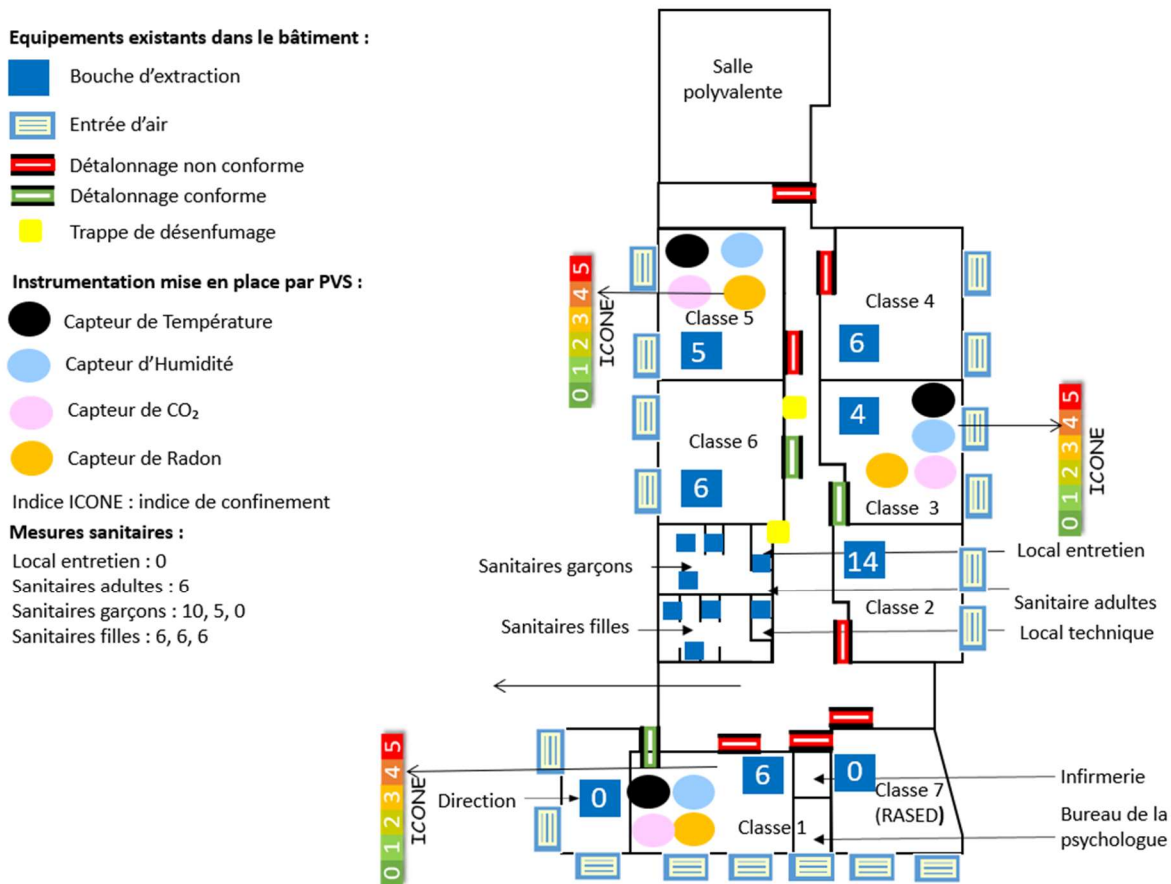


Figure 24 : synthèse du système de VMC en place dans l'école primaire sous forme de plan légendé

5.2.1.1 Entrées d'air

De manière générale, les pièces de vie (salles de classe, bureaux) sont bien équipées d'entrée d'air. Seule la classe réservée au RASED (classe n°7) en est dépourvue ainsi que la salle polyvalente. On retrouve le même modèle d'entrée d'air autoréglable dans tout le bâtiment, de la marque Anjos. Dans la classe n°6, une entrée d'air a été mise en œuvre à l'envers.



Sur le plan quantitatif, par classe on recense deux entrées d'air avec pour chacune en moyenne un débit entrant de 45 m³/h soit 90 m³/h par classe. Pour rappel il est demandé 15 m³/h/élève, cela signifie qu'en l'état il est possible d'accueillir 6 enfants par classe (à condition de ne pas avoir d'enseignant). D'autre part, plusieurs entrées d'air sont encrassées. Cela limite la section disponible pour le passage du flux d'air. Il serait nécessaire d'instaurer un entretien régulier (a minima deux fois par an) pour garantir leur pleine fonctionnalité.

Les entrées d'air n'ont pas été déposées et il n'a pas été vérifié si le percement des mortaises est correct.

5.2.1.2 Détalonnage

Le détalonnage des portes n'est pas conforme. En effet, un quart des portes donnant sur les parties communes ne bénéficient pas d'un détalonnage supérieur à 1 cm.

Pour rappel, un détalonnage conforme garantit la capacité de l'air à circuler depuis ces pièces vers les couloirs, et jusqu'aux sanitaires où il est extrait.



Exemple de détalonnage non conforme



Exemple de détalonnage conforme

5.2.1.3 Extractions

Dans les pièces humides, des bouches d'extraction sont présentes. Il est procédé, chaque fois que possible, à une mesure systématique de débit à chaque bouche (Cf. Figure 24 avec indication du résultat).

Chaque sanitaire (filles et garçons) est équipé de trois bouches d'extraction.

Le sanitaire réservé aux adultes est quant à lui équipé d'une seule bouche d'extraction.

Toutes les bouches d'extraction sont encrassées. Il serait nécessaire d'instaurer un entretien régulier (a minima deux fois par an) pour garantir leur pleine fonctionnalité.

NB : il n'a pas été possible de mesurer le débit extrait à la bouche du local de produits d'entretien.



Exemple de bouche d'extraction sanitaire des élèves



Bouche d'extraction sanitaire adultes

Dans les pièces équipées d'au moins une d'une bouche d'extraction (sanitaires adultes et enfants, local produits d'entretien, salle RASED avec un point d'eau, salles de classe), $80 \text{ m}^3/\text{h}$ sont extraits (Cf. plan avec résultats des mesures aux bouches d'extraction), les débits réglementaires attendus ne sont pas atteints (Cf. chapitre 1.1.2.1). En effet, $80 \text{ m}^3/\text{h}$ correspondent à une classe avec un.e enseignant.e (avec $25 \text{ m}^3/\text{h}$) et 3 élèves qui auraient chacun $15 \text{ m}^3/\text{h}$.

Cela ne couvre donc clairement pas les débits réglementaires attendus pour l'occupation de l'ensemble des classes du bâtiment.

Il est important de noter que la quasi-totalité des salles de classes sont équipées de bouches d'extraction. Or, ces dernières sont équipées d'entrées d'air aux menuiseries.

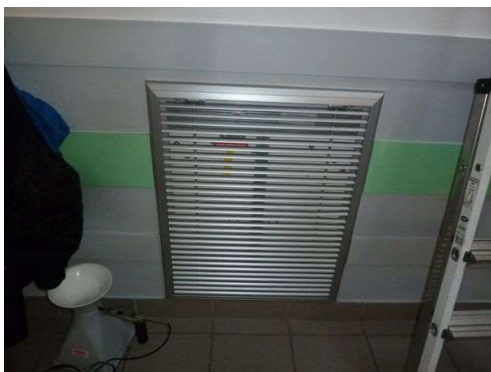
Il a été cependant procédé à la mesure systématique des débits d'air extraits à chacune des bouches présentes dans les salles de classe (salle du RASED excepté). Les débits relevés sont de l'ordre du tirage thermique (Cf. plan figure n°24).

Dans la classe n°2, la bouche d'extraction est déposée sur le plan de travail.

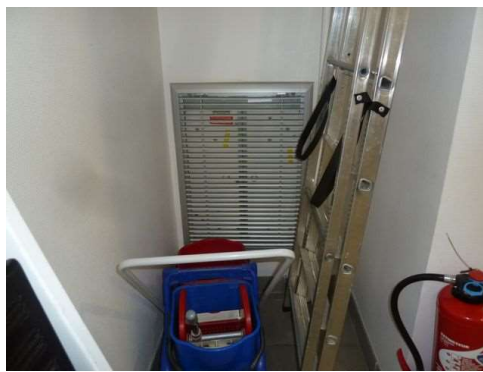


Classe n°2 : bouche d'extraction absente

A noter, deux grilles de désenfumage dans les parties communes, dont l'une est encombrée.



Grille de désenfumage au milieu du couloir desservant la plupart des salles de classe



Grille de désenfumage encombrée dans le hall

5.2.2 Aération

Les menuiseries de quelques classes sont parfois inaccessibles car encombrées par des livres ou du matériel. Cela peut limiter la possibilité d'aérer.

Toutefois, pendant la récréation du matin de 10h00' à 10h30', nous avons pu constater que la majorité des enseignantes aère leur salle de classe. Une seule classe sur six n'est pas aérée. Nous n'avons pas pu interroger l'enseignant concerné (en l'occurrence le directeur) afin de savoir s'il aère à d'autres moments de la journée.

A noter qu'il est possible de verrouiller les menuiseries (serrure sur poignée). Ce qui n'a pas été constaté le jour de notre visite in situ.



Système de verrouillage des menuiseries



Exemple d'une menuiserie encombrée



Exemple d'une classe aérée en oscillo-battant pendant la récréation du matin

Résultats et recommandations :

- **Sources de polluants** : Les sources de polluants recensés dans cette école comprennent les produits d'entretien, les activités de bricolage et de peinture.

Nota : voir s'il est possible de modifier les horaires d'entretien le matin avant le début de la classe, car cela dégrade la qualité d'air intérieur au sein du bâtiment.

- **En outre, l'étude amène à formuler les recommandations suivantes** :

- Mener une réflexion sur le protocole de ménage afin d'éviter les produits d'entretien étiquetés comme dangereux ;
- Être vigilant quant au protocole relatif au nettoyage du linoléum principalement constitué de tissu, bois, liège, résine... matières qui ne sont pas adaptées pour recevoir de trop gros volumes d'eau, ni de vapeur, ou encore d'agents détergents (acétone, javel, ammoniaque), d'abrasifs (fine poudre de matière minérale ou éponge abrasive). Un nettoyage régulier avec vinaigre blanc ou savon de Marseille est conseillé. En cas d'encrassement, une solution de cristaux de soude ou de bicarbonate doit être diluée selon les recommandations du fabricant.
- Limiter les sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques ;
- Aérer lors d'activités émissives, comme le ménage ;
- Vérifier la ventilation sur le lieu de stockage de ces produits de manière indépendante du reste du bâtiment, et calfeutrer la porte donnant sur les parties communes afin de limiter la diffusion.

- **Systèmes de renouvellement d'air** :

- Système de ventilation pièce par pièce dans les salles de classes : présence conjointe d'entrées d'air et bouches d'extraction. Remettre en état ce qui peut l'être au niveau des bouches dans les salles de classes, avant d'envisager d'éventuels travaux pour une ventilation conforme aux règles de l'art.
- Les terminaux sont encrassés, ce qui réduit l'efficacité du système. Instaurer un entretien régulier des entrées d'air permet de garantir leur pleine fonctionnalité.
- Remettre en place la bouche d'extraction manquante, et l'entrée d'air mal positionnée.

Nota : en présence d'un système de ventilation pièce par pièce dans les salles de classe, le détalonnage des portes n'est pas nécessaire. Cependant, il sera à remettre en conformité lors d'éventuels travaux au niveau du système de ventilation.

5.3 Analyses QAI

Les capteurs ont été posés du mardi 28/01/2025 à 10h10' au lundi 17/02/2025 à 15h53' dans la classe des CM1/CM2, des CP/CE1 et des CE1/CE2, respectivement les salles de classe n°1, 3 et 5. (Cf. figure 25).

Les capteurs ont été programmés pour une durée d'enregistrement de 15 jours, et ont stoppé leur campagne automatiquement le 12/02/2025 à 11h10'.

L'enregistrement comprend 15 jours, dont 7 jours d'inoccupation (mercredi, samedi et dimanche).

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
	28/01 après midi	29/01	30/01	31/01	01/02	02/02
03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02
10/02	11/02	12/02				

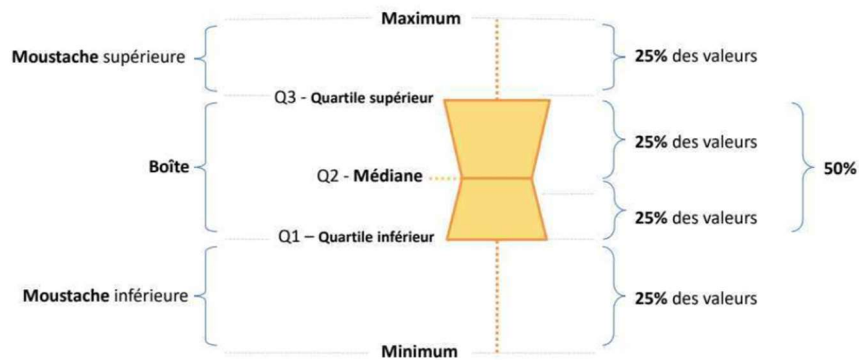
Figure 25 : Période d'instrumentation avec indication de l'occupation scolaire

Pour rappel, les périodes d'occupation scolaire sont les lundis, mardis, jeudis, vendredis de 8h30' à 11h45' et de 13h20' à 16h15'.

Les paramètres mesurés sont :

- La température,
- L'humidité relative,
- Le CO₂.

Les résultats sont présentés sous forme de boîtes à moustache. La figure ci-dessous rappelle comment ces dernières s'interprètent.



Interprétation de la construction des boîtes à moustache – S.REBIERES/CEREMA

5.3.1 Température

Les moyennes de deux des trois salles de classes instrumentées sont homogènes et sont comprises entre 17,1°C environ pour la classe de CM1/CM2 et 17,9°C pour la classe des CP/CE1. La classe des CE1/CE2 est plus élevée avec 21,1 °C.

Dispersion des mesures de Température (°C)
Ecole primaire de Villersexel - toute la période d'instrumentation

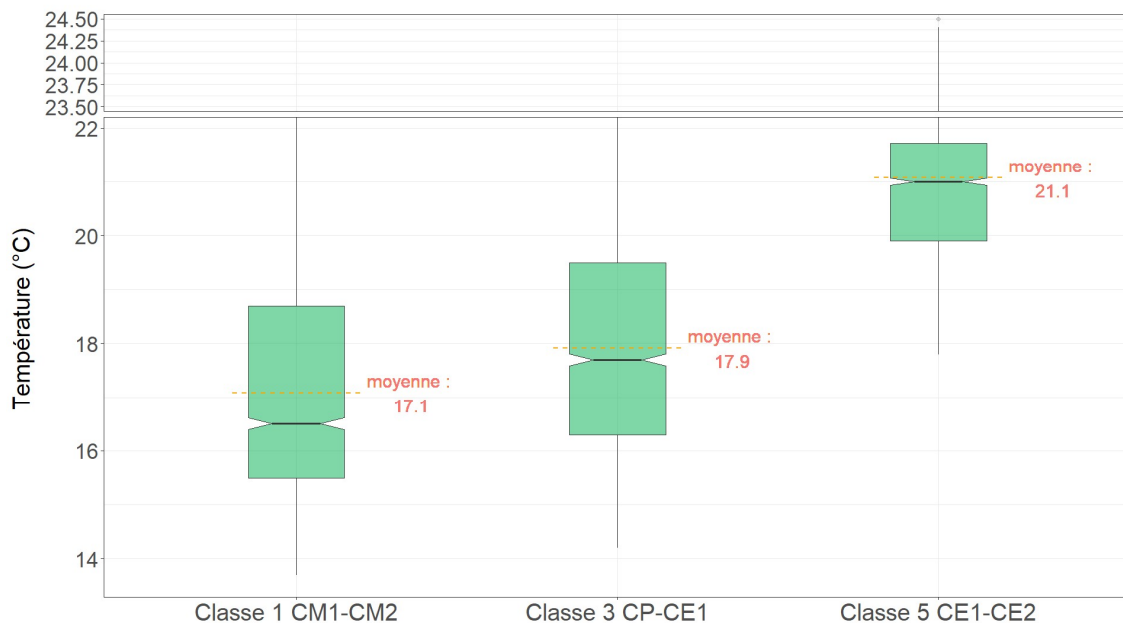


Figure 26 : moyenne des températures pour tout le période d'occupation pour les salles de classe instrumentées

La dynamique des valeurs, présentée en **Erreur ! Source du renvoi introuvable**. Figure 27 montre qu'il y a peu d'écart de température sur toute la durée d'instrumentation (en et hors occupation scolaire)

pour la classe des CM1/CM2. Cela indique qu'il n'y a pas de réduction du chauffage hors occupation (période nocturne, journées des mercredis, samedis et dimanches). Les moyennes sont très basses (moins de 18°C) pour des salles de classes et sont peu confortables pour les occupants chez les CP/CE1 et particulièrement pour les CM1/CM2 pour lesquels plus de 50% du temps il y a des valeurs à 16,5°C en occupation.

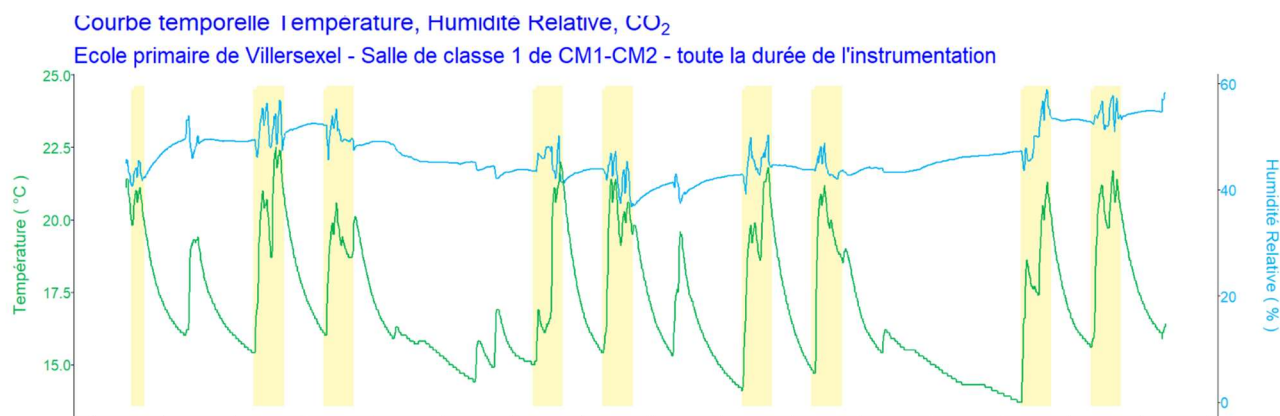


Figure 27 : évolution dynamique de la température et de l'humidité relative dans la salle des CM1/CM2

Dans les deux autres salles de classe instrumentées, il semble y avoir une réduction du chauffage hors occupation (grande amplitude entre les minima et maxima de température mesurée).

5.3.2 Humidité relative

L'hygrométrie présente un comportement similaire dans les salles de classes des CP/CE1 et CE1/CE2. Tel n'est pas le cas pour la classe des CM1/CM2.

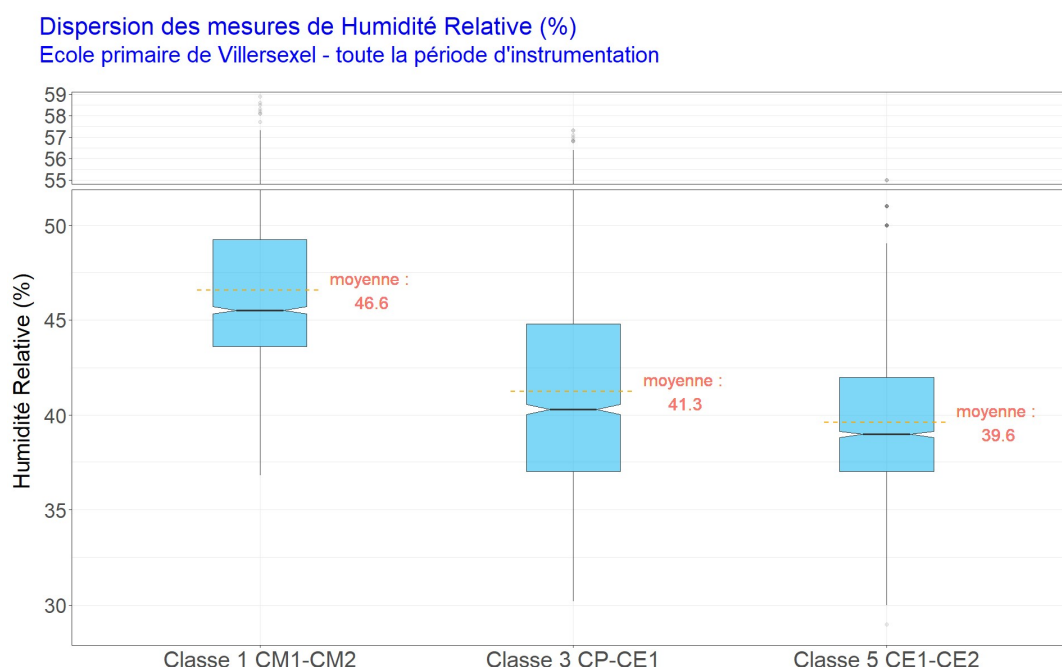


Figure 28 : boîte à moustaches de l'humidité relative aux trois salles de classe instrumentées

Le taux d'humidité relative recherché en air intérieur est situé entre 40% et 60%. Une exposition prolongée à un taux d'humidité inférieur à 40% génère un inconfort pour les occupants, et peut irriter les voies respiratoires.

À Villersexel, les moyennes et médianes calculées pour les classes des CP/CE1 et CM1/CM2 sont très proches de 40% ; alors que pour la classe des CM1/CM2 les moyennes sont aux environs de 50 %.

5.3.3 CO₂

Comme la Figure 29 ci-dessous l'indique, la principale source d'émission de CO₂ est la respiration humaine – aussi les résultats sont-ils bien plus élevés en période d'occupation (graphe de droite) qu'hors occupation (graphe de gauche).

Pour rappel, la valeur seuil recommandée pour le CO₂ est de 800 ppm.

Il est remarqué que la classe des CM1/CM2 et des CE1/CE2 ont des maxima supérieurs à 3400 ppm, alors que la classe des CP/CE1 atteint 2500 ppm au maximum.

Ces valeurs élevées traduisent l'absence de ventilation efficace.

Pour mémoire, les effectifs sont sensiblement identiques dans les trois salles de classe 21 à 24 élèves maximum.

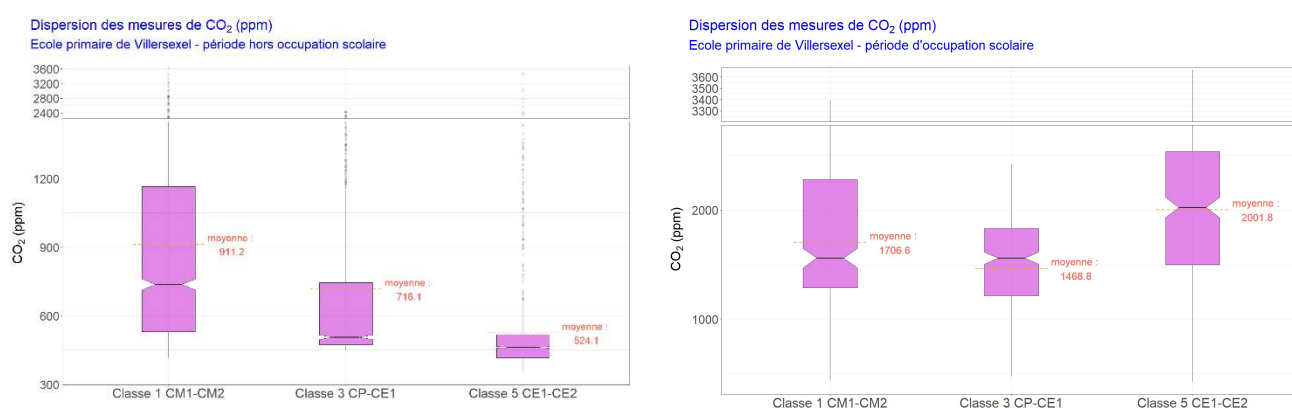


Figure 29-A : boîte à moustache du taux de CO₂ dans l'école

À titre indicatif, le calcul de l'Indice Icone, calculé selon les règles établies par la réglementation QAI dans les ERP, mène à un résultat de 4 pour les trois salles de classe instrumentées.

$$ICONE = \left(\frac{2.5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

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

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

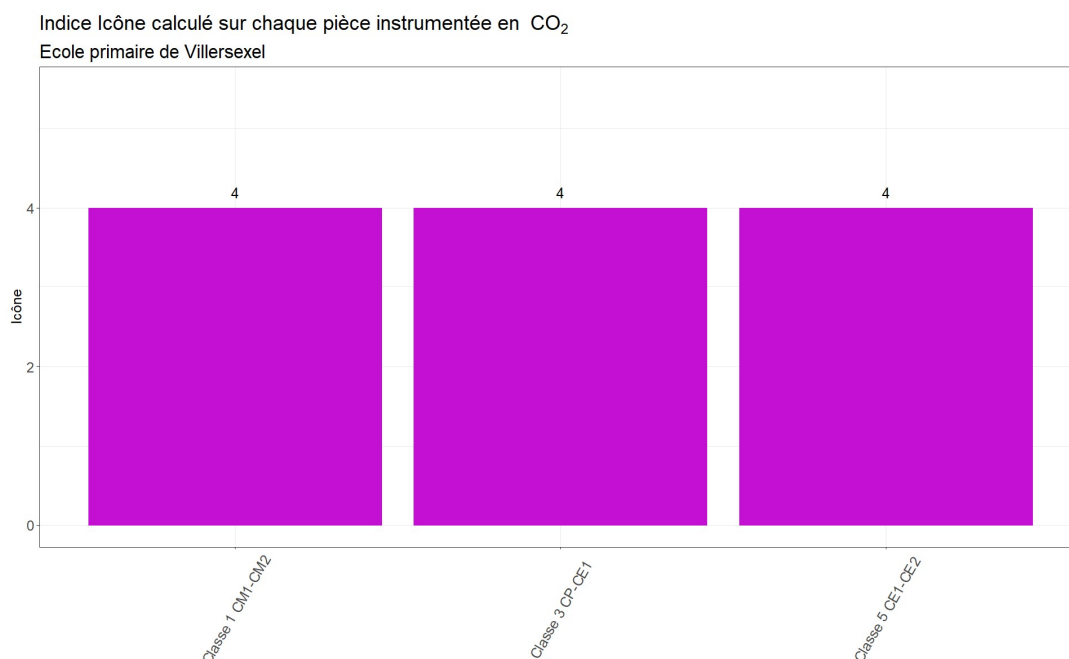


Figure 29-B : Indice Icône calculé pour chaque salle de classe instrumentée

Cela correspond à un « confinement très élevé », selon le guide du CSTB.



Ce calcul est donné ici à titre indicatif.

Un résultat de 4 mérite d'envisager des actions à court terme pour améliorer le renouvellement d'air.

5.3.4 Radon

Pour rappel, la commune de Villersexel est classée en potentiel radon de catégorie 2, selon l'IRSN. Trois capteurs ont été installés pendant 8 semaines dont deux semaines d'inoccupation scolaire (vacances scolaires) dans les salles de classe n°1 (classe des CM1/CM2), n°3 (classe des CP/CE1) et n°5 (classe des CE1/CE2) (Cf. figure 24).

Les résultats des mesures indiquent une activité volumétrique inférieure à 30 Bq/m³ pour chacune des trois salles (Cf. Résultats annexe n°3). Ils sont donc inférieurs à la valeur réglementaire de 300 Bq/m³.

5.3.5 Analyse croisée dynamique

L'examen des courbes temporelles de CO₂ (en rose sur la Figure 30) permet d'identifier différents éléments pour la classe des CM1/CM2 :

- Un maintien du taux de CO₂ à 1000 ppm entre deux journées d'école (cercles rouges),
- Une baisse du taux de CO₂ aux environs de 400 ppm pendant le week-end (cercles bleus).

Ce phénomène ne s'observe pas sur les courbes des 2 autres salles de classes. En effet, le taux de CO₂ chute pour atteindre les 400 ppm entre 2 journées de classe.

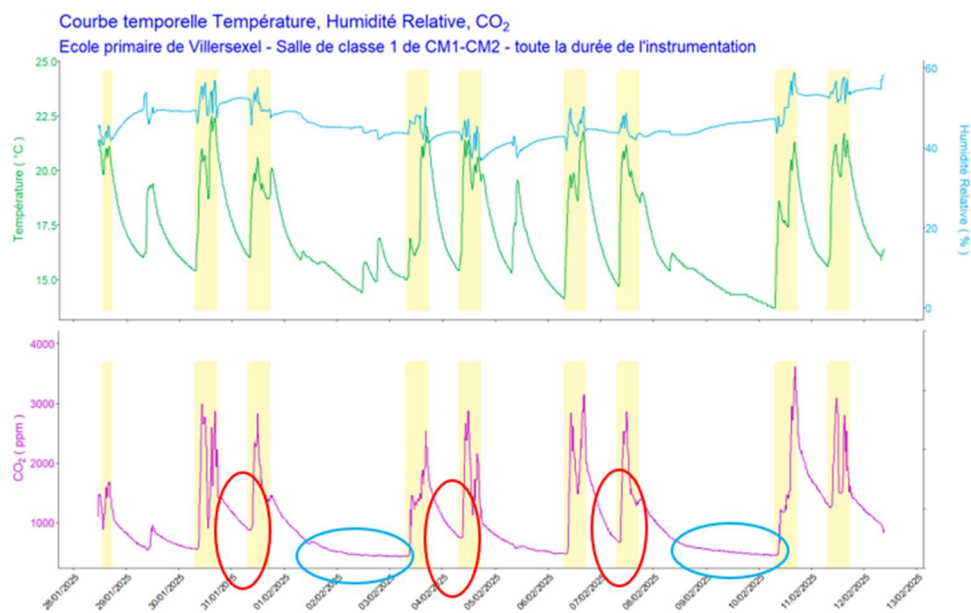


Figure 30 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour toute la durée d'instrumentation pour la classe des CM1/CM2

La courbe temporelle pour toute la durée d'instrumentation pour la classe des CP/CE1 ci-dessous indique une gestion du chauffage hors occupation scolaire (mercredis et week-ends) par une chute de la température jusqu'à un minimum proche de 15°C (cercles rouges). Ce phénomène est observable également sur la période nocturne entre 2 journées d'occupation.

Si cela est également valable pour la classe des CM1/CM2, en revanche, ce phénomène n'est pas observé pour la classe des CE1/CE2.

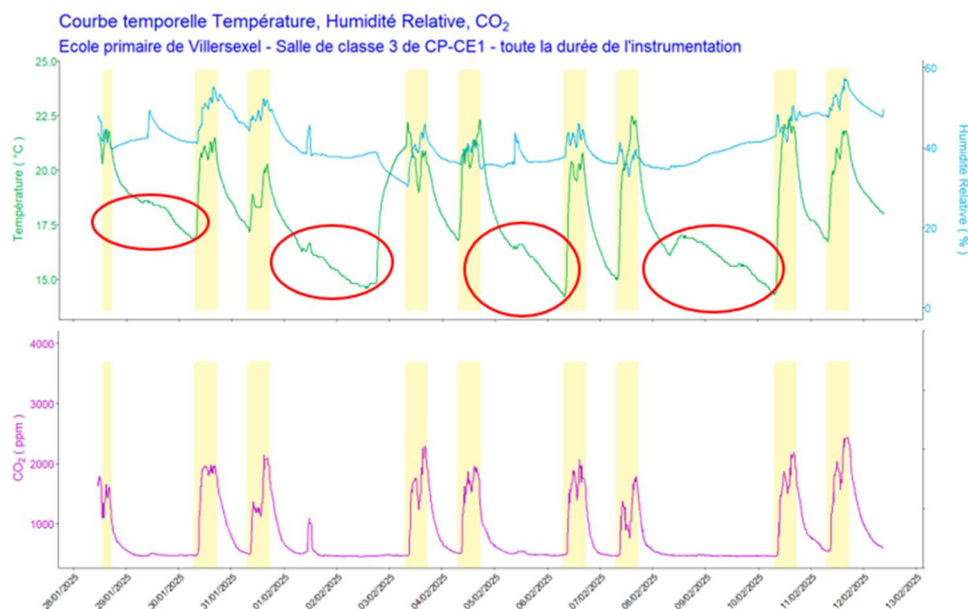


Figure 31 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour toute la durée d'instrumentation pour la classe des CP/CE1

Lors de la rencontre avec des enseignantes, celles-ci ont affirmé aérer leur salle de classe pendant les récréations. Cette pratique est observable par une chute notable de la température des pièces mais également celle du taux de CO₂ (Cf. figure 32 ci-dessous).

Plusieurs phénomènes de baisse de température pendant les récréations sont constatés avec une baisse simultanée du taux de CO₂ (cercles rouges).

Lors de la pause méridienne, la baisse des 2 paramètres (température et hygrométrie) est plus importante, sur cependant un temps plus long (cercles bleus).

L'aération ne peut pas se substituer totalement à la ventilation. Il est recommandé d'augmenter le chauffage et d'aérer avec un protocole renforcé, en attendant d'installer un système de ventilation dans le bâtiment.

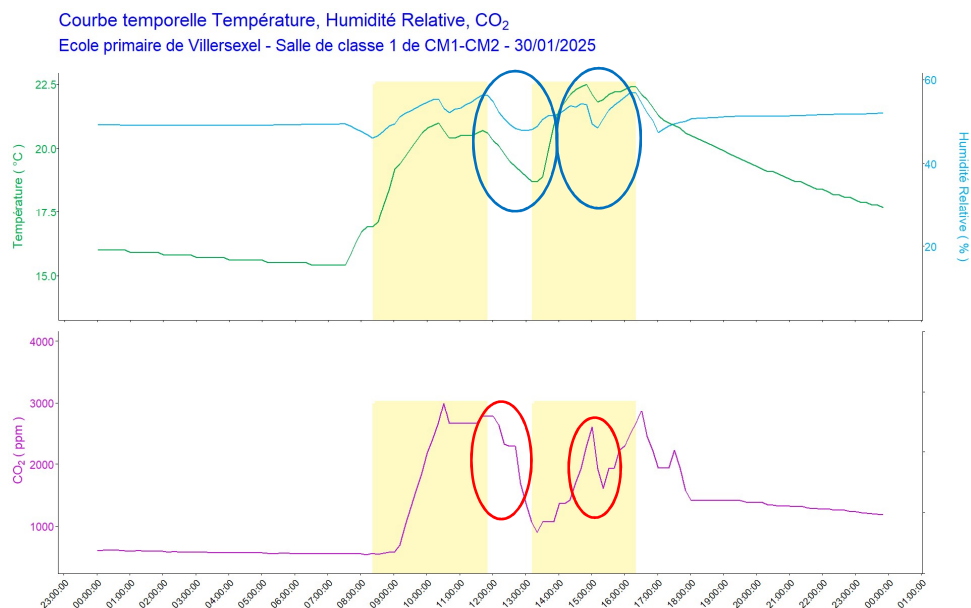


Figure 32 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour journée du 30/01 pour la classe des CM1/CM2

Au regard des observations de cette analyse, nous recommandons de :

- Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), particulièrement basses pour les salles de classe des CM1/CM2 et CP/CE1.
- Effectuer la maintenance périodique du système de ventilation installé dans le bâtiment pour atteindre un renouvellement d'air adapté au besoin – et envisager à moyen terme de remplacer la ventilation.
- Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération.
- Instaurer un protocole d'aération renforcé selon le modèle fourni en annexe 7.

5.4 Synthèse pour le site de Villersexel

L'étude amène à formuler les recommandations suivantes classées par thématique :

	Recommandations
Concentration de polluants	<u>Produits d'entretien</u> : -Privilégier les produits d'entretien écolabellisés et sans parfum -Limiter l'utilisation des sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques. -Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération. -Mener une réflexion pour modifier le cas échéant les horaires d'entretien le matin avant le début de la classe. <u>Mobilier : linoléum</u> : -Revoir si besoin le protocole du nettoyage du linoléum. <u>CO₂</u> : -Aérer les salles de classe à différents moments de la journée selon le protocole d'aération renforcé qui aura été mis en place. <u>Radon</u> : -Aérer les salles de classe régulièrement.
Confort Hygrothermique	-Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), particulièrement basses pour les salles de classe des CM1/CM2 et CP/CE1.
Renouvellement d'air / Ventilation	<u>Renouvellement d'air</u> : -Instaurer un protocole d'aération renforcé afin de renouveler l'air dans le bâtiment (Cf. Modèle en annexe 7). -Aérer lors d'activités émissives telles que le ménage. -Détalonnage : remettre en conformité chacune des portes, excepté celle du local des produits d'entretien. <u>Ventilation</u> : -En présence d'un système de ventilation pièce par pièce, remettre en état ce qui peut l'être au niveau des bouches dans les salles de classes, avant d'envisager d'éventuels travaux pour une ventilation conforme aux règles de l'art. -Remettre en place la bouche d'extraction manquante, et l'entrée d'air mal positionnée. -Effectuer la maintenance périodique du système de ventilation installé dans le bâtiment pour atteindre un renouvellement d'air adapté au besoin – et envisager à moyen terme de remplacer la ventilation. -Instaurer un entretien régulier des terminaux pour garantir leur pleine fonctionnalité. -Ventiler les lieux de stockage des produits d'entretien de manière indépendante du reste du bâtiment, et calfeutrer les portes donnant sur les parties communes afin de limiter la diffusion.

6 ÉCOLE PRIMAIRE DE MOFFANS-ET-VACHERESSE

L'école se situe dans un bâtiment sur deux niveaux, un ancien corps de ferme acquis et rénové par la mairie en 2022. Il accueille l'école primaire, maternelle et le périscolaire.

Seul le bâtiment 4 regroupant une partie de l'école primaire et le périscolaire sont inclus dans le diagnostic.

L'école primaire située au 1^{er} étage accueille 44 élèves répartis en deux classes, comme suit :

- Le niveau CP accueillant 20 élèves (classe n°2) ;
- Le niveau CE1/CE2 accueillant 24 élèves (classe n°1).

Au rez-de-chaussée, le périscolaire accueille environ 80 à 120 enfants.

Les enseignants et les élèves sont considérés être présents de 08h30' à 16h30'.

Chaque mardi et chaque jeudi, un temps de soutien appelé « Activités Pédagogiques Complémentaires » (APC) est dispensé jusqu'à 17h.

La pause méridienne s'étend de 11h30' à 13h30'.

Le temps de récréation est défini comme suit :

- Le matin : de 10h15' à 10h25' ;
- L'après-midi : de 15h15' à 15h25'.

Les menuiseries sont en PVC et en double vitrage. Le bâtiment est équipé de volets roulants mécaniques et d'aucun rideau intérieur.

Le bâtiment de l'école primaire de Moffans-et-Vacheresse est équipé d'un système de ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux par extraction dans les sanitaires, datant de 2024.

Le périscolaire dispose d'un système de ventilation dans la salle de restauration la plus récente datant de 2022, avec des entrées d'air aux menuiseries et 4 bouches d'extraction (système d'extraction indépendant du reste du bâtiment).

Le type de chauffage est mixte fuel et plaquettes de bois. La collectivité a lancé une consultation afin de remplacer les deux chaudières fuel et plaquettes de bois par deux chaudières à pellets.

La température relevée in situ est de 23°C.

Par ailleurs, la commune de Moffans-et-Vacheresse se situe en zone 3 radon, et se trouve donc soumise à des obligations réglementaires applicables aux établissements scolaires.

Le rapport de mesurage de l'activité volumique en radon réalisé par BOLMONT EDM durant l'hiver 2016/2017 fait état d'un dépassement du seuil de 300 Bq/m³ dans le bâtiment périscolaire.

Des travaux ont été engagés (installation d'une ventilation sous le vide sanitaire) pour diluer le radon mais n'ont pas fait l'objet d'une nouvelle mesure afin de vérifier leur efficacité.

Enfin, il est noté deux tâches d'humidité au plafond de la salle BCD révélatrice d'un probable dégât des eaux.



Tâches d'humidité salle BCD



Vue extérieure de l'école primaire

6.1 Sources d'émission

Les revêtements de sol sont mixtes : linoléum et carrelage dans les sanitaires.

Linoleum	Carrelage
Classes 1 et 2 (R+1)	Hall d'entrée
BCD	Couloirs
Salle de motricité	Local des produits d'entretien
	Sanitaires (R+1)
	Salle d'activités (périscolaire)
	Salles de restauration (X2)
	Vestiaires
	Douche
	Cuisine
	Bureau périscolaire

Le mobilier semble dater de plus de 5 ans et n'est pas considéré comme une source importante de composants organiques volatils (COV).

6.1.1 Produits d'entretien

Un local, fermé à clé, est dédié au stockage des produits d'entretien. Il n'est pas équipé d'une bouche d'extraction.

La porte donnant sur les parties communes n'est pas suffisamment détalonnée.

En règle générale, le détalonnage des portes est attendu. Comme il s'agit ici d'un local contenant une source de pollution, l'absence de détalonnage et également d'extraction limitent les émissions de composés organiques volatils (COV) et leur dispersion au sein du bâtiment.

Aucune menuiserie n'est présente, ce qui ne permet pas d'aération.

La mairie dispose de trois personnels d'entretien dont une affectée au bâtiment n°4 qui procède à l'aération pendant le nettoyage des classes.

L'entretien est effectué chaque soir.

Les produits sont stockés sur une étagère, et au sol. Ils sont tous identifiés dans leur contenant d'origine, prêts à l'emploi. Bon nombre d'entre eux présentent des pictogrammes de danger.



Vue depuis le couloir sur la porte du local



Liquide rinçage avec pictogramme de danger



Aérosols



Sprays



Détartrant WC



Pastilles de chlore



Détergent, désinfectant pour sanitaires avec pictogramme de danger



Détartre cuisine avec pictogramme de danger



Nettoyant mobilier



Alcool à brûler



Nettoyant mains parfumé



Détergent, désinfectant sur odorant



Détergent, détartrant, désinfectant acide moussant

6.1.2 Bricolage et peinture

Le revêtement de sol des salles de classes est en linoleum.

Quelques peintures sont stockées dans les classes n°1 et n°2 sous l'évier.



Exemple de peintures



Aérosols



Exemple de colle



Bougie parfumée sur étagère

6.2 Renouvellement d'air

6.2.1 Ventilation Mécanique Centralisée simple flux

Le bâtiment de l'école primaire est équipé d'une ventilation mécanique centralisée (VMC) simple flux (cf. chapitre 1.1.2.1 pour l'explication des principes de fonctionnement). Le plan ci-dessous (Cf. Figure 33) présente les différents terminaux du système de ventilation dans l'ensemble du bâtiment.

Le péricolaire dispose d'un système de ventilation atypique.

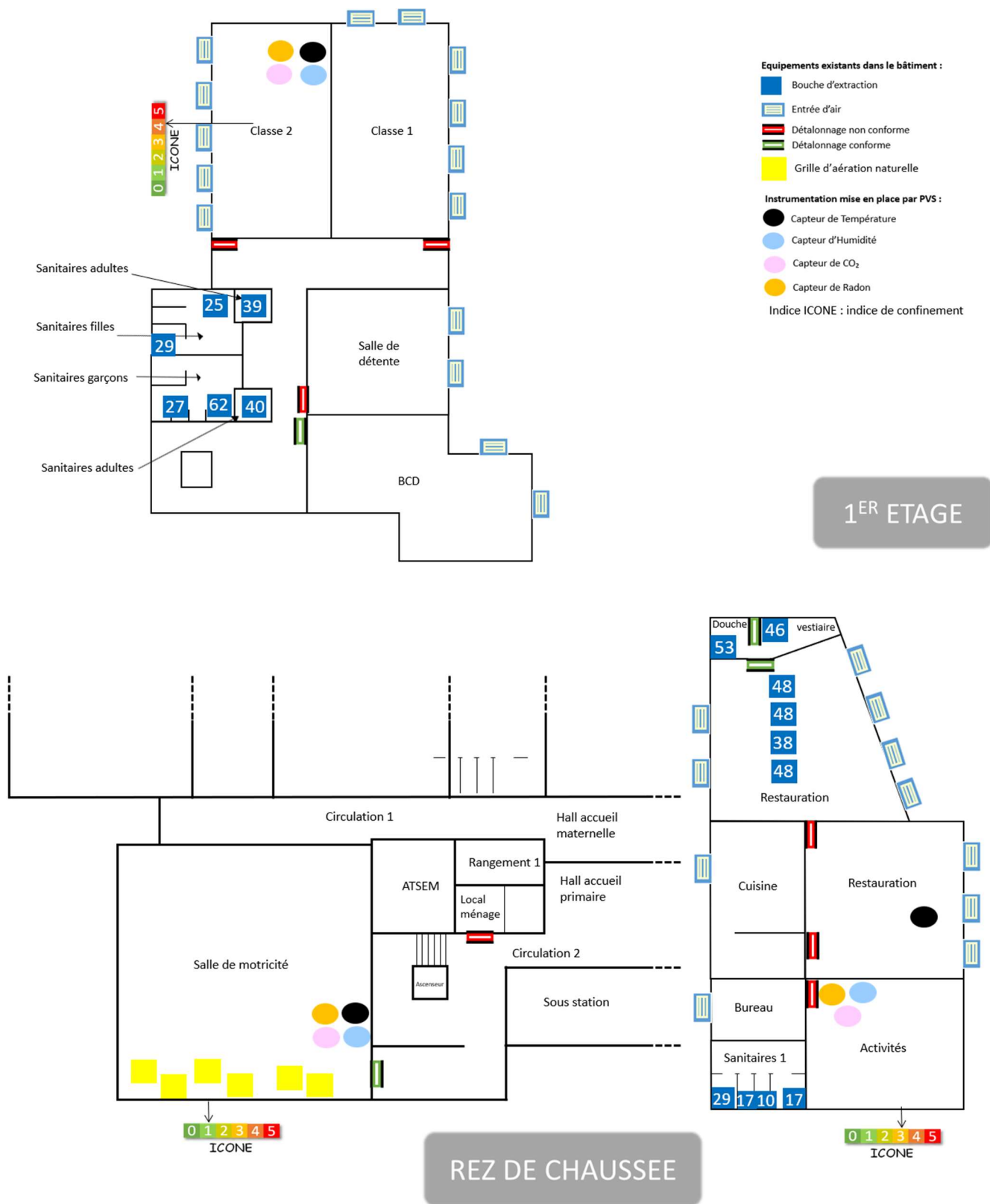


Figure 33 : synthèse du système de VMC en place dans l'école primaire sous forme de plan légendé

6.2.1.1 Entrées d'air

De manière générale, pour l'école primaire, les pièces de vie (salles de classe, bibliothèque, salle informatique) sont bien équipées d'entrée d'air.

Pour le bâtiment périscolaire, Il est noté une absence d'entrée d'air dans la salle dédiées aux activités. Des entrées d'air sont mise en œuvre aux menuiseries dans les deux salles de restauration, ainsi qu'à

une menuiserie de la cuisine. Ce qui n'est pas une mise en œuvre conforme pour la partie cuisine. La présence d'entrée d'air dans ces salles shunte le balayage prévu, ce qui nuit au renouvellement d'air dans les salles de vie contiguës.

Il est constaté des modèles d'entrée d'air mises en œuvre de marques différentes (école et partie restauration scolaire datant de 2022). Cela n'est pas conforme aux bonnes pratiques car les systèmes de ventilation sont conçus, et leurs performances assurées, pour des terminaux compatibles entre eux.



Exemple d'entrée d'air école primaire



Exemple d'entrée d'air encrassée école primaire

Sur le plan quantitatif, on comptabilise six entrées d'air pour la classe n°1 avec pour chacune en moyenne un débit entrant de 45 m³/h soit 270 m³/h par classe. Pour rappel il est demandé 15 m³/h/élève, cela signifie qu'en l'état il est possible d'accueillir 18 enfants par classe (à condition de ne pas avoir d'enseignant).

La classe n°1 comprenant 24 élèves avec 15 m³/h chacun et un.e enseignant.e avec 25 m³/h, il est attendu 385 m³/h.

On comptabilise cinq entrées d'air pour la classe n°2 avec pour chacune en moyenne un débit entrant de 45 m³/h soit 225 m³/h par classe. Pour rappel il est demandé 15 m³/h/élève, cela signifie qu'en l'état il est possible d'accueillir 15 enfants par classe (à condition de ne pas avoir d'enseignant).

La classe n°2 comprenant 20 élèves avec 15 m³/h chacun et un.e enseignant.e avec 25 m³/h, il est attendu 325 m³/h.

D'autre part, les entrées d'air sont encrassées. Cela limite la section disponible pour le passage du flux d'air. Il serait nécessaire d'instaurer un entretien régulier (a minima deux fois par an) pour garantir leur pleine fonctionnalité.

Enfin, les entrées d'air n'ont pas été déposées et il n'a pas été vérifié si le percement des mortaises est correct.

6.2.1.2 Détalonnage

Le détalonnage des portes est non conforme. En effet, les trois-quarts des portes donnant sur les parties communes présentent un détalonnage inférieur à 1 cm.

Pour rappel, un détalonnage conforme garantit la capacité de l'air à circuler depuis ces pièces vers les couloirs, et jusqu'aux sanitaires où il est extrait.

6.2.1.3 Extractions

Dans les pièces humides, des bouches d'extraction sont présentes. Il est procédé, chaque fois que possible, à une mesure systématique de débit à chaque bouche (Cf. Figure 7Figure 33 avec indication du résultat).

Chaque sanitaire (filles et garçons) est équipé de deux bouches d'extraction.

Les deux sanitaires réservés aux adultes sont quant à eux équipé d'une seule bouche d'extraction.

Toutes les bouches d'extraction sont propres, ce qui assure de garantir leur pleine fonctionnalité.



Exemple de bouche d'extraction sanitaire des élèves



Bouche d'extraction sanitaire adultes

Dans les pièces équipées d'au moins une bouche d'extraction (sanitaires adultes et enfants), $222\text{ m}^3/\text{h}$ sont extraits (Cf. plan avec résultats des mesures aux bouches d'extraction), les débits réglementaires attendus ne sont pas atteints (Cf. chapitre 1.1.2.1). En effet, $222\text{ m}^3/\text{h}$ correspondent à une classe avec un.e enseignant.e (avec $25\text{ m}^3/\text{h}$) et 13 élèves qui auraient chacun $15\text{ m}^3/\text{h}$.

Cela ne couvre donc pas les débits réglementaires attendus pour l'occupation de l'ensemble des classes du bâtiment.

Pour le bâtiment périscolaire, plusieurs bouches d'extraction sont mises en œuvre :

- 4 bouches dans la salle de restauration de 2022 ;
- 1 bouche dans le vestiaire ;
- 1 bouche dans la douche.

Ces 6 bouches d'extraction ont été mesurées et leurs résultats sont indiqués sur le plan ci-dessus (Cf. Figure 33).

6.2.2 Ventilation naturelle

La salle de motricité au rez-de-chaussée de la partie périscolaire, est équipée de six grilles d'aération naturelle (en partie haute et basse) afin de résoudre un problème d'humidité lié au mur de soutènement. Le détalonnage de la porte est conforme.



Exemple de grilles d'aération hautes et basses



Vue zoomée sur une grille d'aération naturelle

6.2.3 Aération

Les menuiseries de la classe n°1 sont parfois inaccessibles car encombrées par des livres ou du matériel. Cela limite la possibilité d'aérer.

Toutefois, pendant la pause méridienne, nous avons pu constater que l'enseignante de la classe n°1 aère sa salle de classe. L'enseignant remplaçant de la classe n°2 nous indique aérer pendant les récréations.



Exemple d'une menuiserie encombrée



Exemple d'une classe aérée en oscillo-battant pendant la pause méridienne

Résultats et recommandations :

- **Sources de polluants** : Les sources de polluants recensés dans cette école comprennent les produits d'entretien, les activités de bricolage et de peinture, ou encore la bougie parfumée.
- *En outre, l'étude amène à formuler les recommandations suivantes :*
 - Mener une réflexion sur le protocole de ménage afin d'éviter les produits d'entretien étiquetés comme dangereux ;
 - Être vigilant quant au protocole relatif au nettoyage du linoleum principalement constitué de tissu, bois, liège, résine... matières qui ne sont pas adaptées pour recevoir de trop gros volumes d'eau, ni de vapeur, ou encore d'agents détergents (acétone, javel, ammoniaque), d'abrasifs (fine poudre de matière minérale ou éponge abrasive). Un nettoyage régulier avec vinaigre blanc ou savon de Marseille est conseillé. En cas d'encrassement, une solution de cristaux de soude ou de bicarbonate doit être diluée selon les recommandations du fabricant.
 - Limiter les sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques ;
 - Aérer lors d'activités émissives, comme le ménage ;
 - Ventiler les lieux de stockage de ces produits de manière indépendante du reste du bâtiment, et calfeutrer les portes donnant sur les parties communes afin de limiter la diffusion.
- **Systèmes de renouvellement d'air** :
 - Système de ventilation dans la deuxième salle de restauration du bâtiment périscolaire comprend la présence conjointe d'entrées d'air et bouches d'extraction.
 - Seules les entrées d'air sont encrassées, ce qui réduit l'efficacité du système. Instaurer un entretien régulier des entrées d'air permet de garantir leur pleine fonctionnalité.
 - Le détalonnage des portes est non conforme. Remettre en conformité chacune des portes.

6.3 Analyses QAI

Les capteurs ont été posés du lundi 28/01/2025 à 14h20' au lundi 17/02/2025 à 14h50' dans la classe des CP (classe n°2), dans la salle d'activités du bâtiment périscolaire et dans la salle de motricité (Cf. Figure 34).

Les capteurs ont été programmés pour une durée d'enregistrement de 15 jours, et ont stoppé leur campagne automatiquement le 12/02/2025 à 15h00'.

L'enregistrement comprend 15 jours, dont 7 jours d'inoccupation (mercredi, samedi et dimanche).

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
	28/01 après midi	29/01	30/01	31/01	01/02	02/02
03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02
10/02	11/02	12/02				

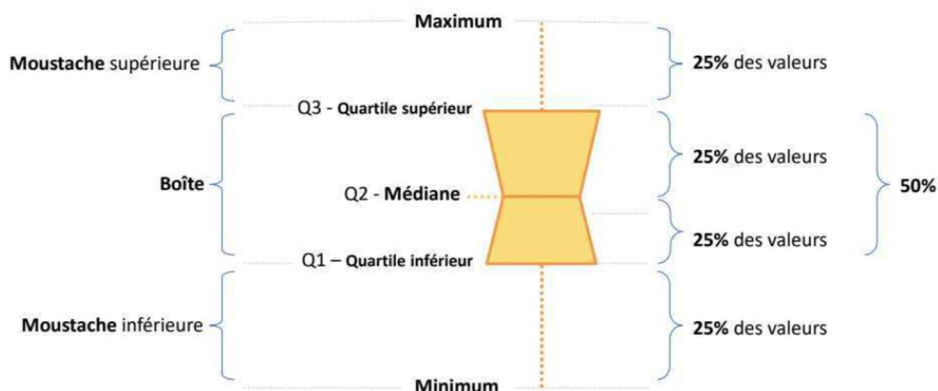
Figure 34 : Période d'instrumentation avec indication de l'occupation scolaire

Pour rappel, les périodes d'occupation scolaire sont les lundis, mardis, jeudis, vendredis de 8h20' à 11h30' et de 13h30' à 16h30'.

Les paramètres mesurés sont :

- La température,
- L'humidité relative,
- Le CO₂.

Les résultats sont présentés sous forme de boîtes à moustache. La figure ci-dessous rappelle comment ces dernières s'interprètent.



Interprétation de la construction des boîtes à moustache – S.REBIERES/CEREMA

6.3.1 Température

Les moyennes des trois salles instrumentées sont hétérogènes. Elles sont comprises entre 16,7°C environ pour la classe des CP et jusqu'à 22,5°C pour la salle de motricité appartenant au bâtiment périscolaire.

Les salles de d'activités et de motricité présentent des boîtes à moustache peu dispersées, avec une moyenne de températures assez élevée (respectivement de 20,6°C et 22,5 °C). Ces données indiquent une gestion uniforme du chauffage.

Dispersion des mesures de Température (°C)
Ecole primaire de Moffans - toute la période d'instrumentation

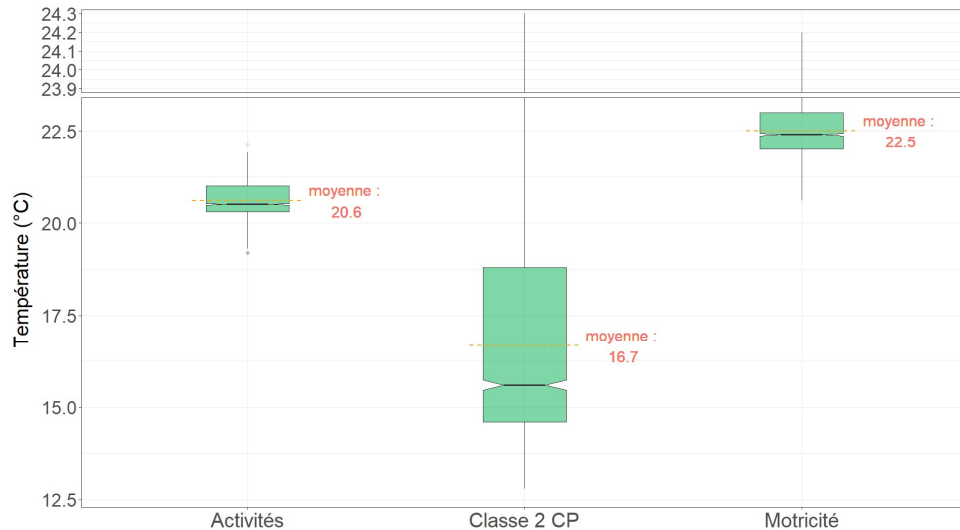


Figure 35 : moyenne des températures pour toute la durée de l'instrumentation

La dynamique des valeurs, présentée en figure 36 ci-dessous, montre qu'il y a un écart de température sur toute la durée d'instrumentation (en et hors occupation scolaire) pour la classe des CP d'environ 4°C.

Il y a une gestion différenciée du chauffage en occupation et hors occupation scolaire (Les plages jaunes correspondent à l'occupation scolaire et les plages blanches sont hors occupation scolaire).

Courbe temporelle Température, Humidité Relative, CO₂
Ecole primaire de Moffans - Classe de CP - toute la durée de l'instrumentation

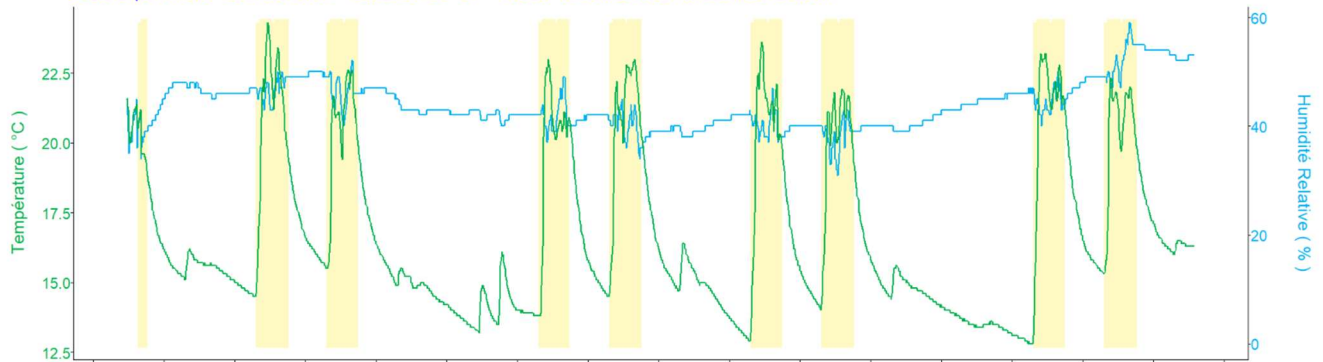


Figure 36 : évolution dynamique de la température et de l'humidité relative dans la classe des CP

6.3.2 Humidité relative

L'hygrométrie présente un comportement différencié selon les salles instrumentées.

Dispersion des mesures de Humidité Relative (%)
Ecole primaire de Moffans - toute la période d'instrumentation

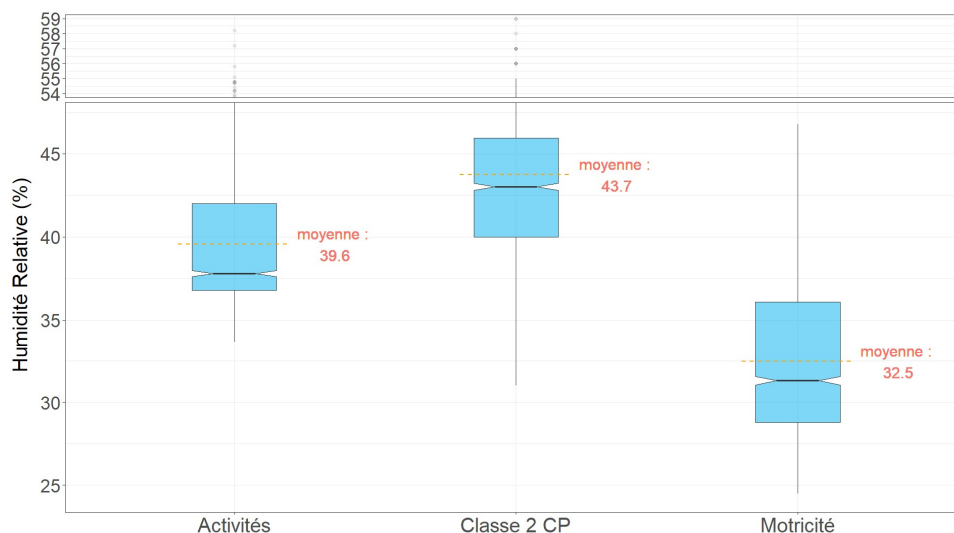


Figure 37 : boîte à moustaches de l'humidité relative aux trois salles instrumentées

Le taux d'humidité relative recherché en air intérieur est situé entre 40% et 60%.

Une exposition prolongée à un taux d'humidité inférieur à 40% génère un inconfort pour les occupants, et peut irriter les voies respiratoires.

À Moffans-et-Vacheresse, les moyennes et médianes calculées pour les trois salles s'avèrent être assez faibles avec des valeurs approchant les 24% pour la salle de motricité. De plus, les $\frac{3}{4}$ du temps de la période d'occupation scolaire, l'hygrométrie est en-dessous de 40%. Les activités pratiquées dans cette salle peuvent nécessiter un apport d'air supplémentaire. La respiration, augmentée lors de l'activité physique, peut occasionner un inconfort ou une irritation des voies respiratoires d'autant plus important que l'air est trop sec.

Pour rappel, des travaux de gestion de l'humidité du mur de soutènement de la salle de motricité ont été effectués. L'instrumentation indique a priori leur efficacité.

6.3.3 CO₂

Comme la figure 38 ci-dessous l'indique, la principale source d'émission de CO₂ est la respiration humaine – aussi les résultats sont-ils bien plus élevés en période d'occupation (graphe de droite) qu'hors occupation (graphe de gauche), excepté pour la salle de motricité.

Cette particularité est liée au temps d'occupation de chaque pièce. La salle de classe est la plus occupée, et les salles de motricité et d'activités sont moins utilisées. La faible dispersion à un taux relativement bas de CO₂ de la salle de motricité est certainement inhérente à son volume et à une grande hauteur sous plafond, estimée à environ 6 à 7 m.

Les valeurs moyennes calculées dépassent largement la valeur de 800 ppm pour la salle d'activités et salle de classe des CP pour laquelle le second seuil réglementaire de 1500 ppm est dépassé en moyenne. En cas de dépassement persistant, un protocole d'aération renforcé doit être mis en place. Ces données traduisent le défaut de ventilation et ne permettant pas de maintenir le taux de CO₂ à son taux le plus bas.

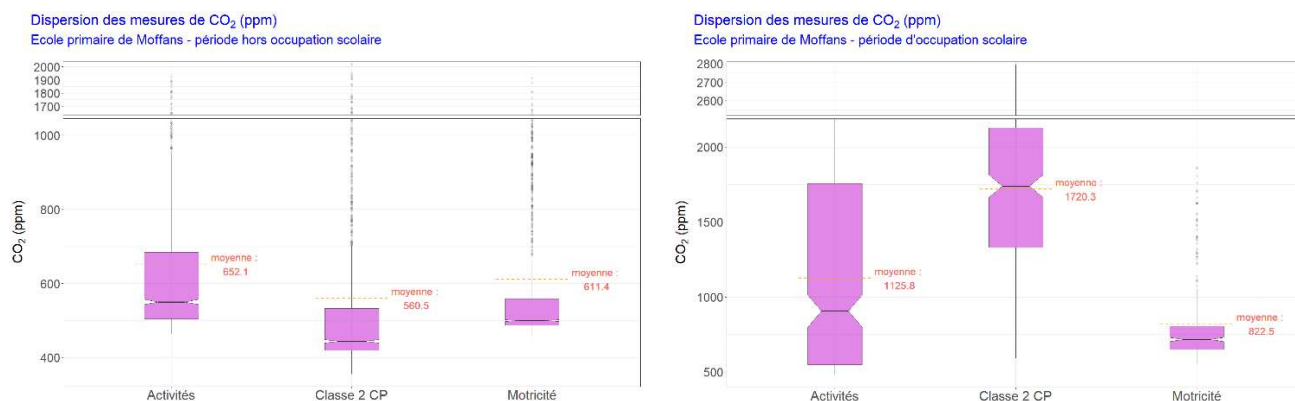


Figure 38-A : boîte à moustache du taux de CO₂ dans les trois salles instrumentées

À titre indicatif, le calcul de l'Indice Icone, calculé selon les règles établies par la réglementation QAI dans les ERP, mène à un résultat compris entre 1 et 4 selon les trois salles de classe instrumentées.

$$ICONE = \left(\frac{2.5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

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

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

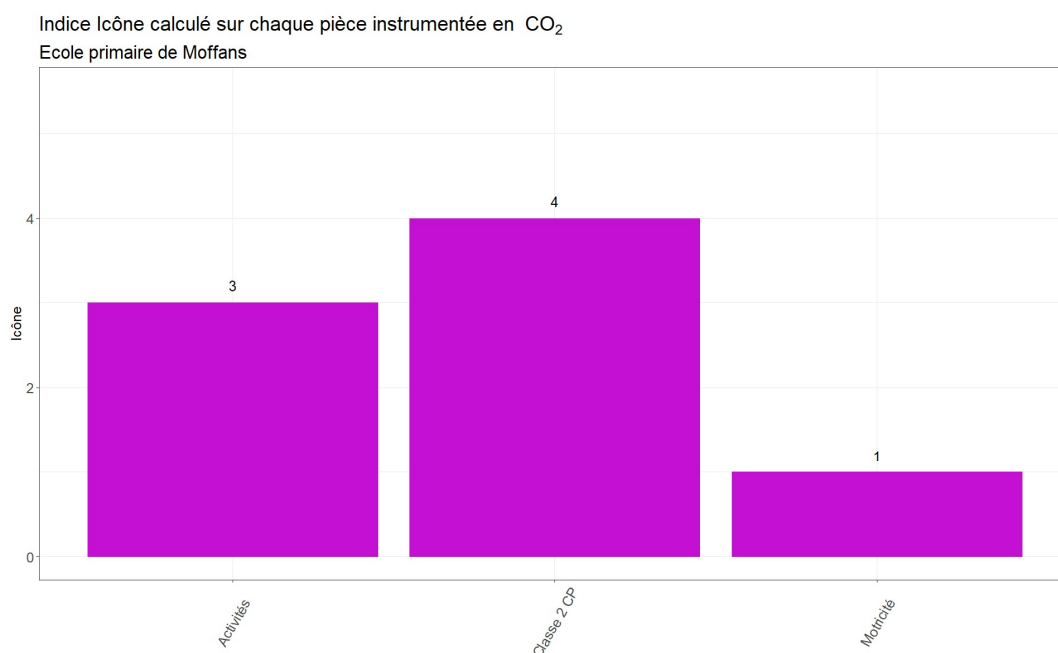
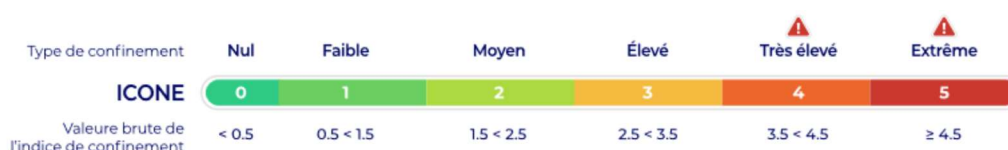


Figure 38-B : Indice Icone calculé pour chaque salle de classe instrumentée

Cela correspond à un « confinement élevé », selon le guide du CSTB.



Ce calcul est donné ici à titre indicatif.

Un tel résultat mérite d'envisager des actions à moyen terme pour améliorer le renouvellement d'air.

6.3.4 Radon

La commune de Moffans-et-Vacheresse se situe en zone 3 radon, et se trouve donc soumise à des obligations réglementaires applicables aux établissements scolaires.

Trois capteurs ont été installés pendant 8 semaines dont 2 semaines d'inoccupation scolaire (vacances de février) dans les salles de classe n°2 (classe des CP), salle de motricité et la deuxième salle de restauration (Cf. figure 10).

Les résultats des mesures indiquent une activité volumétrique inférieure à 30 Bq/m³ pour chacune des trois salles (Cf. Résultats annexe n°4). Ils sont donc inférieurs à la valeur réglementaire de 300 Bq/m³.

Pour mémoire, le rapport de mesurage de l'activité volumique en radon réalisé par BOLMONT EDM durant l'hiver 2016-2017 faisait état d'un dépassement du seuil de 300 Bq/m³ dans le bâtiment 4 réservé au périscolaire.

Des travaux ont été engagés (installation d'une ventilation) mais n'ont fait l'objet ni d'une réception ni d'une nouvelle mesure afin de vérifier leur efficacité.

Les travaux engagés ont été efficaces puisque la mesure effectuée dans la deuxième de restauration (installation d'une ventilation dans le vide sanitaire) sont largement inférieurs à la valeur seuil réglementaire.



Trappe d'accès du vide-sanitaire

6.3.5 Analyse croisée dynamique

L'examen des courbes temporelles de CO₂ (en rose sur la figure 39 *Figure 60*) permet d'identifier différents éléments pour la salle d'activités :

- Une élévation du taux de CO₂ pendant l'occupation scolaire (plages jaunies),
- Un pic du taux de CO₂ durant les trois mercredis de l'instrumentation (cercles rouges),
- Une baisse ponctuelle qui pourrait correspondre à la sortie des élèves en récréation, et donc diminution de la source d'émission de CO₂,
- Une fois les heures d'école terminées, une nouvelle chute du taux de CO₂ qui indique l'absence de présence humaine.

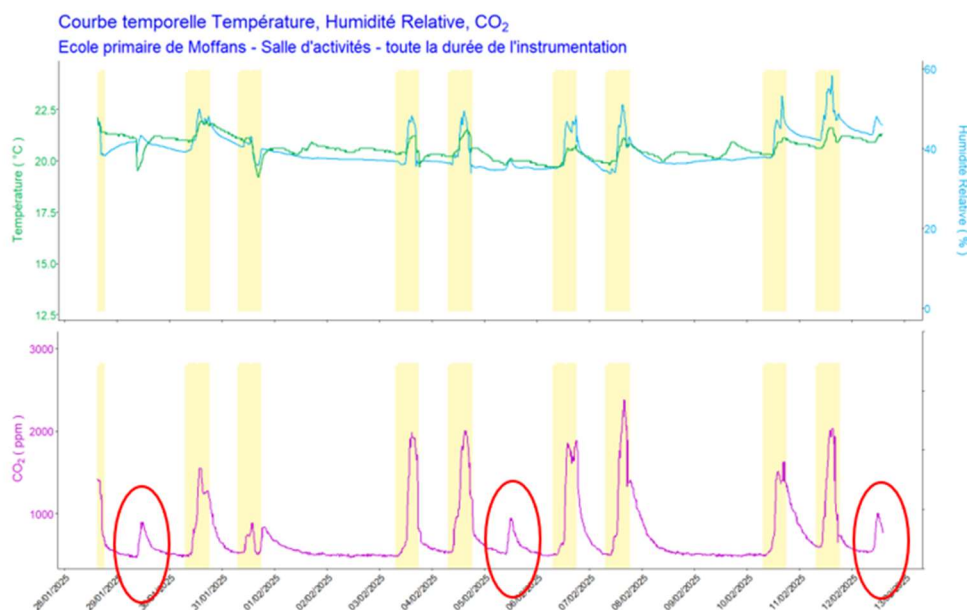


Figure 39 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour toute la durée d'instrumentation – salle d'activités

On retrouve la même utilisation de ces jours avec la salle de motricité, sur la courbe temporelle ci-dessous (Cf. Figure 40) :

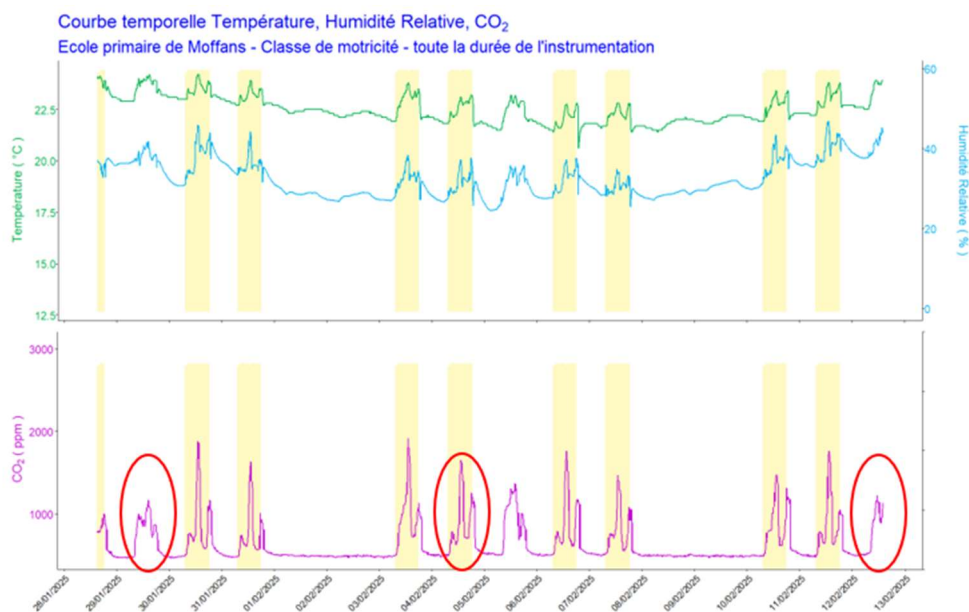


Figure 40 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour toute la durée d'instrumentation – salle de motricité

Pour ces deux salles, il y a une homogénéité des courbes de température en vert. Il n'y a pas de chute avec un plateau bas nocturne identifié, traduisant l'absence de réduction nocturne du chauffage. Il n'y a pas non plus de chute de température qui pourrait être liée à l'aération manuelle, et donc peu de variation d'hygrométrie.

La gestion du chauffage est différente sur la salle de classe n°2 celles des CP : la température chute fortement hors occupation scolaire pour atteindre des minimas proches de 12,5°C. Cela indique clairement que le chauffage est coupé pendant cette période.

A l'examen d'une courbe de cette salle de classe sur plusieurs journées, on identifie la mise en route du chauffage entre 07h00' et 08h30' le matin, sans doute manuellement.

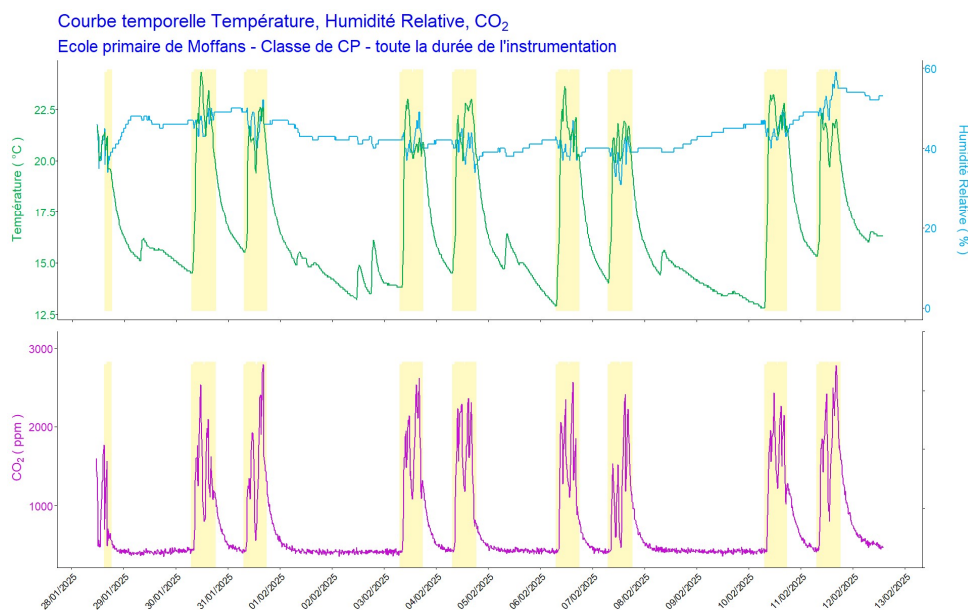


Figure 41 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour toute la durée d'instrumentation – classe des CP

La courbe temporelle ci-dessous (Cf. Figure 42) pour la salle de CP pour la journée du mardi 4 février indique une absence de pratique d'aération (cercles rouges).

La pause méridienne ne permet pas la baisse du taux de CO₂ à un niveau de 400 ppm, et l'après-midi, le taux est encore plus élevé.

Les temps de récréation avec moins d'occupation se traduisent par une baisse du CO₂, une légère baisse de température également. Il n'y a pas de franche chute de ces paramètres qui pourraient indiquer une aération manuelle. Ces baisses relatives sont plus probablement dues à l'ouverture des portes intérieures.

L'examen des courbes temporelles des salles instrumentées n'a pas permis de mettre en évidence une pratique d'aération manuelle.

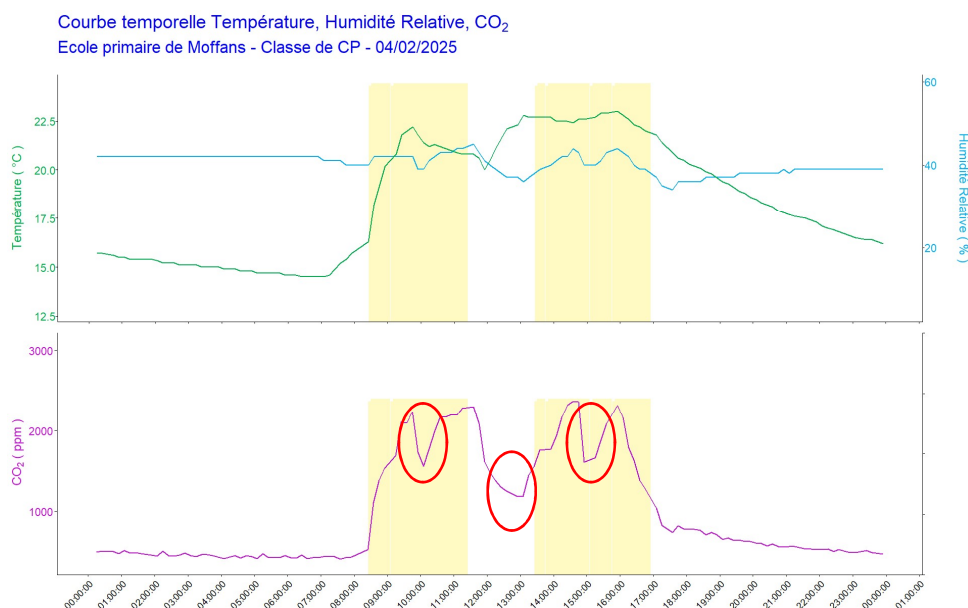


Figure 42 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour la journée du 04/02/25 – classe des CP

Au regard des observations de cette analyse, nous recommandons de :

- Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), pour les 2 salles d'activités et de motricité, notamment pour le week-end et durant la période nocturne.
- Effectuer la maintenance du système de ventilation installé au sein du bâtiment afin de permettre l'extraction des polluants et de mieux gérer l'hygrométrie par l'apport d'air neuf (en particulier pour la salle de motricité).
- Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération.
- Instaurer un protocole d'aération renforcé pour la classe des CP selon le modèle fourni en annexe 7.

6.4 Synthèse pour le site de Moffans-et-Vacheresse

L'étude amène à formuler les recommandations suivantes classées par thématique :

	Recommandations
Concentration de polluants	<u>Produits d'entretien</u> : -Privilégier les produits d'entretien écolabellisés et sans parfum -Limiter l'utilisation des sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques. -Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération. <u>Mobilier : linoléum</u> : -Revoir les cas échéant le protocole du nettoyage du linoléum. <u>CO₂</u> : -Aérer les salles de classe à différents moments de la journée selon le protocole d'aération renforcé qui aura été mis en place. <u>Radon</u> : -Poursuivre la surveillance périodique du radon (zone 3). -Aérer les salles de classe régulièrement.
Confort Hygrothermique	-Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), pour les 2 salles d'activités et de motricité, notamment pour le week-end et durant la période nocturne.
Renouvellement d'air / Ventilation	<u>Renouvellement d'air</u> : -Aérer lors d'activités émissives telles que le ménage. -Instaurer un protocole d'aération renforcé pour la classe des CP. -Instaurer un entretien régulier des entrées d'air pour garantir leur pleine fonctionnalité. -Détalonnage : remettre en conformité chacune des portes, excepté celle du local des produits d'entretien. <u>Ventilation</u> : -Système de ventilation dans la deuxième salle de restauration du bâtiment périscolaire comprend la présence conjointe d'entrées d'air et bouches d'extraction, ce qui n'est pas conforme aux règles de l'art. -Effectuer la maintenance du système de ventilation installé au sein du bâtiment afin de permettre l'extraction des polluants et de mieux gérer l'hygrométrie par l'apport d'air neuf (en particulier pour la salle de motricité). -Ventiler les lieux de stockage des produits d'entretien de manière indépendante du reste du bâtiment, et calfeutrer les portes donnant sur les parties communes afin de limiter la diffusion. Point fort : toutes les bouches d'extraction sont propres.

7 ÉCOLE MATERNELLE DE LUXEUIL-LES-BAINS

L'école maternelle se situe dans un bâtiment de plein pied, construit sur terre-plein et rénové en 2006.

L'école maternelle accueille 52 élèves répartis en quatre classes, comme suit :

- La classe des toutes petites sections (TPS) accueillant 6 élèves ;
- La classe des moyennes section (MS) accueillant 16 élèves (classe n°1) ;
- La classe des petites sections (PS) accueillant 15 élèves (classe n°2) ;
- La classe des grandes sections (GS) accueillant 16 élèves (classe n°3).

Les enseignants et les élèves sont considérés être présents de 08h20' à 16h30'.

La pause méridienne s'étend de 11h30' à 13h20'.

Le temps de récréation par classe est défini comme suit :

- PS : 11h00' à 11h15' et sieste l'après-midi ;
- MS : 10h15' à 10h30' et sieste l'après-midi ;
- GS : 10h15' à 10h30' et de 15h00' à 15h15'.

Nous n'avons pas d'information pour savoir si les salles de classes restent ouvertes en permanence pendant les cours. Nous n'avons pas pu rencontrer d'enseignants, étant intervenus un mercredi.

Les menuiseries sont en PVC et en double vitrage, sauf dans la salle de repos et la salle des toutes petites sections où les menuiseries sont en bois, double vitrage.

Le bâtiment de l'école maternelle de Luxeuil-Les-Bains est équipé d'un système de ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux par extraction.

Le type de chauffage est collectif au gaz au sol et au moyen de radiateurs.

La consigne de chauffage est abaissée à 15°C le mercredi, le week-end et pendant les vacances.

A notre arrivée sur site le mercredi 29 janvier, il est constaté 16°C dans le bâtiment.

La commune de Luxeuil-les-Bains est classée en zone 2 potentiel radon.



Vue extérieure de l'école maternelle

7.1 Sources d'émission

Les revêtements de sol sont en linoléum exclusivement.

Le bâtiment est équipé de volets roulants mécaniques et parfois de rideaux intérieurs.

Le mobilier semble dater de plus de 5 ans et n'est pas considéré comme une source importante de composants organiques volatils (COV).

7.1.1 Produits d'entretien

Un local, fermé à clé, est dédié au stockage des produits d'entretien. Il n'est pas équipé d'une bouche d'extraction, ni d'une menuiserie ce qui ne permet pas d'aération.

Des produits sont également stockés dans une armoire dans la salle de propreté.



Vue depuis le couloir sur la porte du local



Vue du placard dans la salle de propreté

La porte du local des produits d'entretien donnant sur les parties communes n'est pas suffisamment détalonnée.

En règle générale, le détalonnage des portes est attendu. Comme il s'agit ici d'un local contenant une source de pollution, l'absence de détalonnage et également d'extraction limitent les émissions de composés organiques volatils (COV) et leur dispersion au sein du bâtiment.

Les produits sont stockés sur une étagère, ils sont tous identifiés dans leur contenant d'origine, prêts à l'emploi.

L'assistant prévention présent lors de notre visite indique acheter des produits éco-labellisés. Il détient une liste des produits stockés ainsi que les fiches de données de sécurité (FDS) associées.

Plusieurs produits d'entretien présentent cependant des pictogrammes de danger.

Un protocole de nettoyage a été établi selon l'usage des salles, avec un code couleur pour l'utilisation des microfibras. Le protocole a évolué en 2023 quant au dosage des produits.



Nettoyant mains



Désodorisant en aérosol



Détergent, désinfectant, désodorisant avec pictogramme de danger



Sprays identifiés



Détergent, désinfectant surfaces hautes



Désodorisant



Lessive liquide



Détartrant WC



Détartrant, désinfectant sur-odorant parfumé pour sanitaires

Le personnel d'entretien est composé de 3 personnes dont deux ATSEM dont les horaires sont les suivants :

- 07h30 - 11h30'
- 13h15' - 17h45'

L'équipe de ménage est régulièrement formée via le CNFPT.

Nous avons pu rencontrer deux membres de l'équipe de ménage qui nous informent aérer à leur arrivée le matin, pendant les récréations, à la pause méridienne et également le soir pendant les travaux de ménage. Elles ajoutent que ce sont des pratiques habituelles.

Nous avons pu constater effectivement que les menuiseries et portes donnant directement sur l'extérieur sont ouvertes pendant le ménage.

7.1.2 Bricolage et peinture

Le revêtement de sol des salles de classes est en linoleum.

Des peintures sont stockées dans la salle d'activité située entre les salles n°1 et n°2 référencée « salle de repos » sur le plan des bâtiments.



Exemple de peintures



Exemple d'encre utilisée

7.2 Renouvellement d'air

7.2.1 Ventilation Mécanique Centralisée simple flux

Ce bâtiment est équipé d'une ventilation mécanique centralisée (VMC) simple flux (cf. chapitre 1.1.2.1 pour l'explication des principes de fonctionnement). Le plan ci-dessous (Cf. Figure 7Figure 43) présente les différents terminaux du système de ventilation dans l'ensemble du bâtiment.

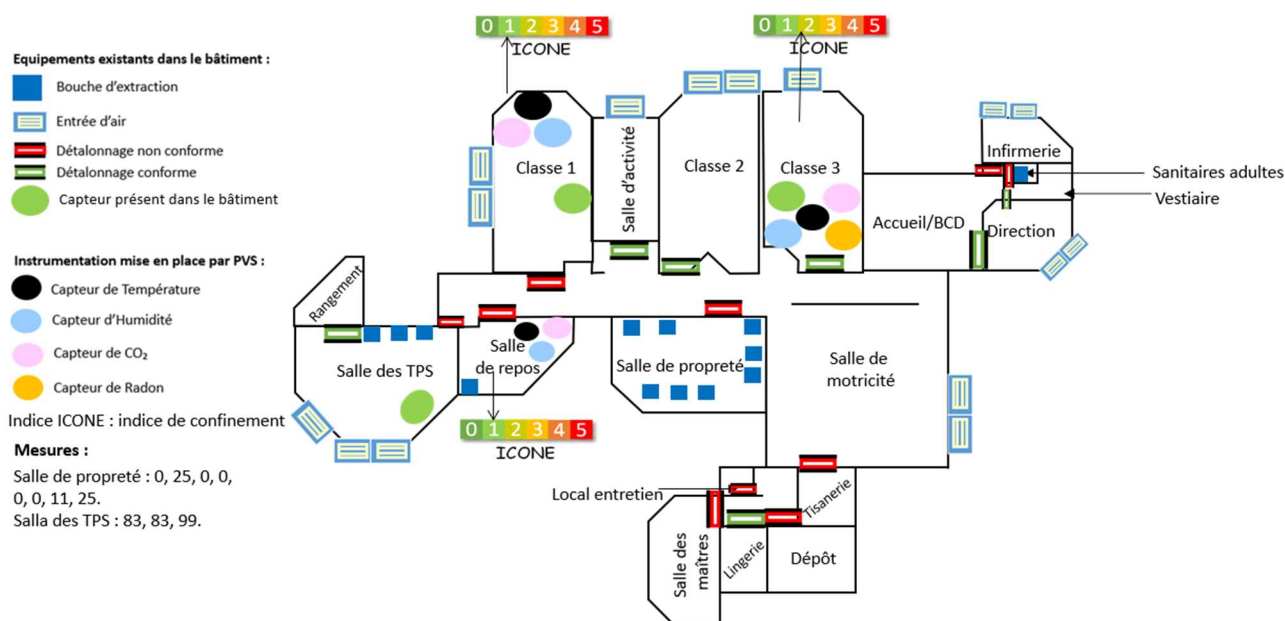


Figure 43 : synthèse du système de VMC en place dans l'école primaire sous forme de plan légendé

7.2.1.1 Entrées d'air

De manière générale, les pièces de vie (salles de classe, bureaux) sont bien équipées d'entrée d'air. On retrouve le même modèle d'entrée d'air autoréglable dans la quasi-totalité du bâtiment, de la marque Anjos ; excepté dans la salle des toutes petites sections (marque Nicoll), dont l'une est cassée.



Exemple d'entrée d'air de la marque Anjos



Exemple d'entrée d'air de la marque Nicoll cassée



Exemple d'entrée d'air encrassée

Sur le plan quantitatif, par classe on recense deux entrées d'air pour deux classes sur trois (classes n° 1 et 2) chacune en moyenne un débit entrant de 45 m³/h soit 90 m³/h par classe. Pour rappel il est demandé 15 m³/h/élève, cela signifie qu'en l'état il est possible d'accueillir 6 enfants par classe (à condition de ne pas avoir d'enseignant).

D'autre part, les entrées d'air sont encrassées. Cela limite la section disponible pour le passage du flux d'air. Il serait nécessaire d'instaurer un entretien régulier (a minima deux fois par an) pour garantir leur pleine fonctionnalité.

7.2.1.2 Détalonnage

Le détalonnage des portes est en règle générale non conforme. En effet, plus de la moitié des portes donnant sur les parties communes présentent un détalonnage inférieur à 1 cm.

Pour rappel, un détalonnage conforme garantit la capacité de l'air à circuler depuis ces pièces vers les couloirs, et jusqu'aux sanitaires où il est extrait.

7.2.1.3 Extractions

Dans les pièces humides, des bouches d'extraction sont présentes. Il est procédé, chaque fois que possible, à une mesure systématique de débit à chaque bouche (Cf. Figure b43 avec indication du résultat).

La salle de propreté est équipée de huit bouches d'extraction.

Le sanitaire réservé aux adultes est quant à lui équipé d'une seule bouche d'extraction.

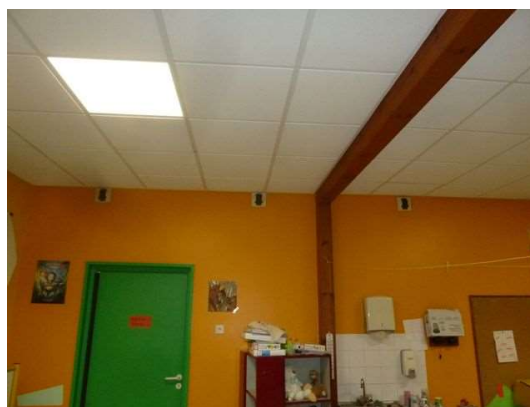
Enfin, la salle de repos et la salle des toutes petites sections sont équipées respectivement d'une bouche (sans commande dans la pièce) et de trois bouches d'extraction.

Toutes les bouches d'extraction sont encrassées. Il serait nécessaire d'instaurer un entretien régulier (a minima deux fois par an) pour garantir leur pleine fonctionnalité.

NB : il n'a pas été possible de mesurer le débit extrait à la bouche des toilettes réservés aux adultes de par son système de fonctionnement et d'une commande non visible à proximité.



Exemple de bouche d'extraction salle de propreté



Exemple de bouche d'extraction salle des toutes petites sections



Bouche d'extraction sanitaires adultes

Dans les pièces équipées d'au moins une d'une bouche d'extraction (salle de propreté des enfants et salle des toutes petites sections), 276m³/h sont extraits (Cf. plan avec résultats des mesures aux bouches d'extraction). Les débits réglementaires attendus sont atteints pour une seule classe mais pas à l'échelle du bâtiment (Cf. chapitre 1.1.2.1).

En effet, 276 m³/h correspondent à une classe avec un.e enseignant.e (avec 25 m³/h) et 16 élèves qui auraient chacun 15 m³/h.

7.2.2 Aération

Les menuiseries de quelques classes sont parfois inaccessibles car encombrées par des livres ou du matériel, notamment dans la salle des toutes petites sections. Cela limite la possibilité d'aérer.

Toutefois, le personnel responsable de l'entretien nous indique aérer les classes plusieurs fois par jour, chaque jour.

Nous constatons le jour de notre visite que des fenêtres et des portes sont ouvertes pendant les heures de nettoyage des locaux.



Exemple d'une menuiserie encombrée



Exemple d'une porte ouverte pendant le nettoyage des locaux

Résultats et recommandations :

- **Sources de polluants** : Les sources de polluants recensés dans cette école comprennent les produits d'entretien, les activités de bricolage et de peinture.
- **Point positif** : *une réflexion est d'ores et déjà menée sur les produits de ménage et le personnel d'entretien suit des formations régulières avec le CNFPT sur ce sujet. Poursuivre les actions de formation dans ce sens.*

- *En outre, l'étude amène à formuler les recommandations suivantes :*
 - Poursuivre la réflexion sur le protocole de ménage afin d'éviter les produits d'entretien étiquetés comme dangereux ;
 - Être vigilant quant au protocole relatif au nettoyage du linoléum principalement constitué de tissu, bois, liège, résine... matières qui ne sont pas adaptées pour recevoir de trop gros volumes d'eau, ni de vapeur, ou encore d'agents détergents (acétone, javel, ammoniaque), d'abrasifs (fine poudre de matière minérale ou éponge abrasive). Un nettoyage régulier avec vinaigre blanc ou savon de Marseille est conseillé. En cas d'encrassement, une solution de cristaux de soude ou de bicarbonate doit être diluée selon les recommandations du fabricant.
 - Limiter les sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques ;
 - Poursuivre l'aération des locaux lors d'activités émissives, comme le ménage ;
 - Ventiler les lieux de stockage de ces produits de manière indépendante du reste du bâtiment, et calfeutrer les portes donnant sur les parties communes afin de limiter la diffusion.
- **Systèmes de renouvellement d'air :**
 - Vérifier l'état de marche du système de ventilation, notamment dans la salle de propreté. L'air vicié des toilettes est aspiré dans la salle des TPS avec un débit mesuré aux trois bouches d'extraction de 265 m³/h. Il est constaté une incohérence au niveau du balayage avec la circulation du flux d'air dans l'ensemble du bâti, depuis les pièces de vie vers les pièces humides telle que la salle de propreté et la salle des TPS (qui n'est pas considérée comme une pièce humide). Le balayage au sein du bâtiment ne se fait pas correctement, en raison d'un déséquilibre des flux.
 - Il pourrait être envisagé d'engager des travaux comme suit : mettre en œuvre des entrées d'air dans la salle de repos et déplacer les bouches d'extractions de la salle des TPS vers les parties communes.
 - Les terminaux sont encrassés, ce qui réduit l'efficacité du système. Instaurer un entretien régulier des entrées d'air permet de garantir leur pleine fonctionnalité.
 - Le détalonnage des portes est non conforme. Remettre en conformité chacune des portes.

7.3 Analyses QAI

Les capteurs ont été posés du mercredi 29/01/2025 à 12h30' au jeudi 20/02/2025 à 11h00' dans la classe des maternelles moyenne et grande section (respectivement classe n°1 et classe n°3) et la salle de repos (Cf. figure 44).

Les capteurs ont été programmés pour une durée d'enregistrement de 15 jours, et ont stoppé leur campagne automatiquement le 13/02/2025 à 11h00'.

L'enregistrement comprend 15 jours, dont 7 jours d'inoccupation (mercredi, samedi et dimanche).

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
		29/01 après midi	30/01	31/01	01/02	02/02
03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02
10/02	11/02	12/02	13/02 matin			

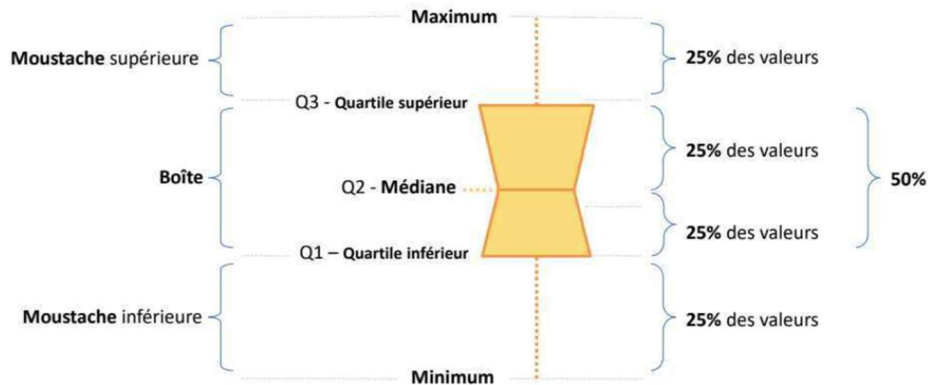
Figure 44 : Période d'instrumentation avec indication de l'occupation scolaire

Pour rappel, les périodes d'occupation scolaire sont les lundis, mardis, jeudis, vendredis de 08h20' à 11h30' et de 13h20' à 16h30'.

Les paramètres mesurés sont :

- La température,
- L'humidité relative,
- Le CO₂.

Les résultats sont présentés sous forme de boîtes à moustache. La figure ci-dessous rappelle comment ces dernières s'interprètent.



Interprétation de la construction des boîtes à moustache – S.REBIERES/CEREMA

7.3.1 Température

Les moyennes des deux salles de classes instrumentées sont assez homogènes. La salle de repos, quant à elle, disposant d'un radiateur fait l'objet d'un réglage du chauffage indépendant.

Dispersion des mesures de Température (°C)

Ecole maternelle et primaire de Luxeuil - période d'occupation scolaire

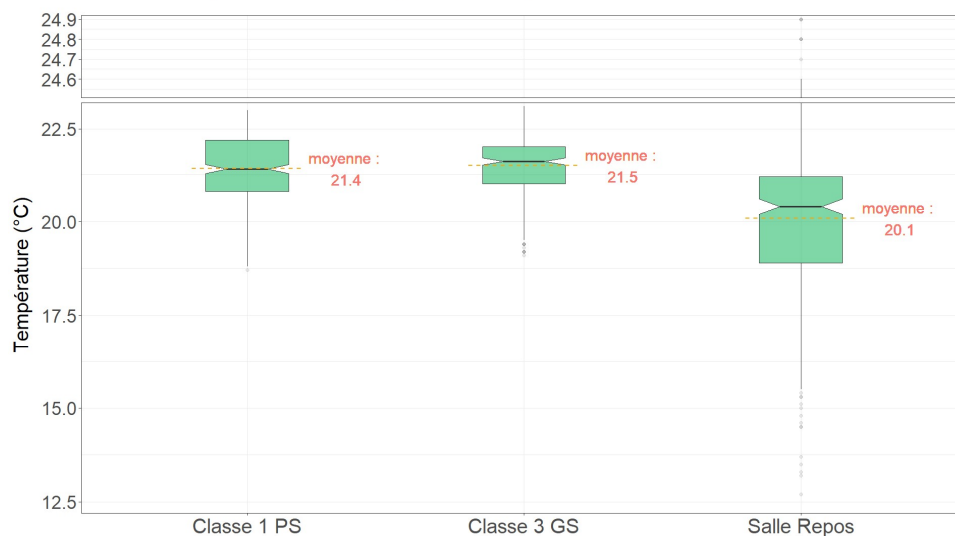


Figure 45 : moyenne des températures en occupation scolaire pour les salles de classe instrumentées

La salle de repos présente une dispersion plus basse que les autres pièces, avec une moyenne en occupation de 20,1°C, et de 17,3°C hors occupation. Ceci indique une gestion efficace du chauffage pour cette pièce.

Les températures moyennes des 2 salles de classe sont de 21,4 et 21,5°C en occupation et de 21°C et 20,9°C hors occupation scolaire. Cela traduit l'absence de réduction du chauffage pendant les périodes d'inoccupation scolaire (périodes nocturnes, journées du mercredi, samedi et dimanche).

Les boîtes à moustache étant très compactes, elles indiquent un mode de réglage unique des consignes de température, sans réduction pour autant ; alors qu'il nous a été signalé in situ que la consigne de chauffage est abaissée à 15°C le mercredi, le week-end et pendant les vacances.

La figure 46 ci-dessous indique par exemple pour toute la durée de l'instrumentation pour la classe des grandes sections que les consignes de réduction de chauffage telles qu'elles sont programmées ne sont pas assurées.

Courbe temporelle Température, Humidité Relative, CO₂

Ecole maternelle de Luxeuil - Classe de Maternelle Grande Section - toute la durée de l'instrumentation

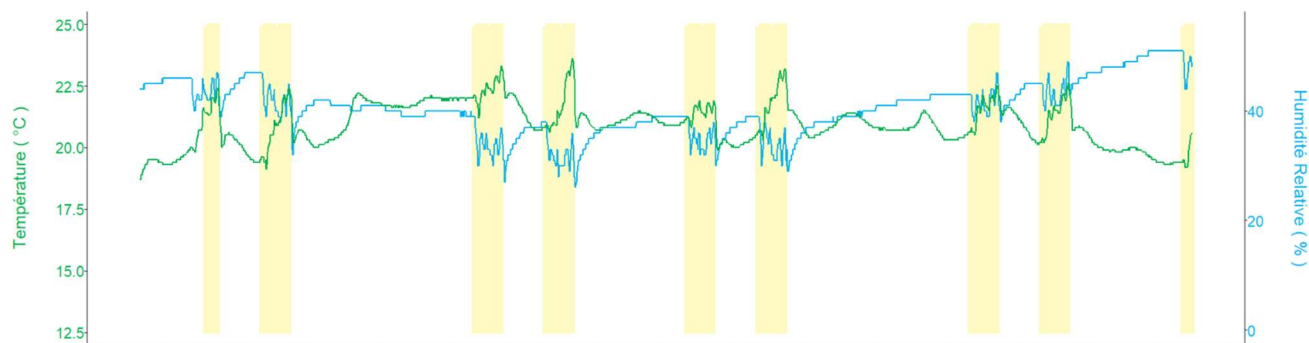


Figure 46 : évolution dynamique de la température et de l'humidité relative dans la salle des GS

7.3.2 Humidité relative

L'hygrométrie présente un comportement variable selon les salles qui ont été instrumentées. Cependant avec une constante : la moyenne enregistrée se situe systématiquement en-dessous de 40% d'hygrométrie.

Dispersion des mesures de Humidité Relative (%)

Ecole maternelle et primaire de Luxeuil - période d'occupation scolaire

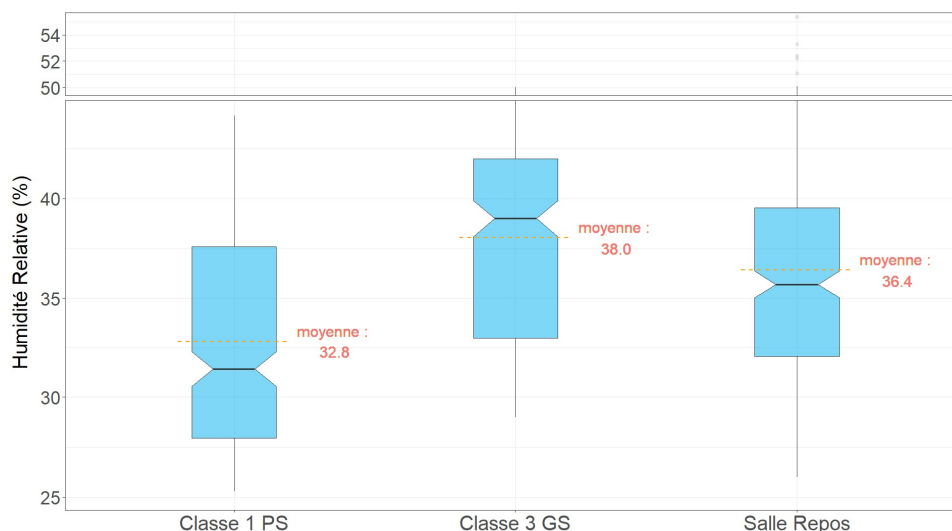


Figure 47 : boîte à moustaches de l'humidité relative aux trois salles instrumentées

Le taux d'humidité relative recherché en air intérieur est situé entre 40% et 60%.

Une exposition prolongée à un taux d'humidité inférieur à 40% génère un inconfort pour les occupants, et peut irriter les voies respiratoires.

À Luxeuil-les-Bains, les moyennes et médianes calculées notamment pour la classe des moyennes sections sont très proches de 30%.

7.3.3 CO₂

L'école de Luxeuil-les-Bains s'est dotée de boîtier à led afin de surveiller le taux de CO₂ au sein de son établissement.

Comme la Figure 48 l'indique, la principale source d'émission de CO₂ est la respiration humaine – aussi les résultats sont-ils bien plus élevés en période d'occupation (graphe de droite) qu'hors occupation (graphe de gauche).

Pour rappel, la valeur seuil réglementaire pour le CO₂ est de 800 ppm.

En classe des grandes sections, la lecture de la boîte à moustaches indique qu'elle est dépassée plus de 50% du temps de présence. Toutefois, le taux de CO₂ reste en-deçà du 2^{ème} seuil qui est de 1500 ppm. L'usage de cette pièce avec moins d'ouverture des portes intérieures et extérieures pourrait être une explication.

Pour la classe des petites sections, le taux de CO₂ est toujours en-dessous des 800 ppm.

Pour la salle de repos, le taux de CO₂ est inférieur à la valeur réglementaire dans 75% du temps.

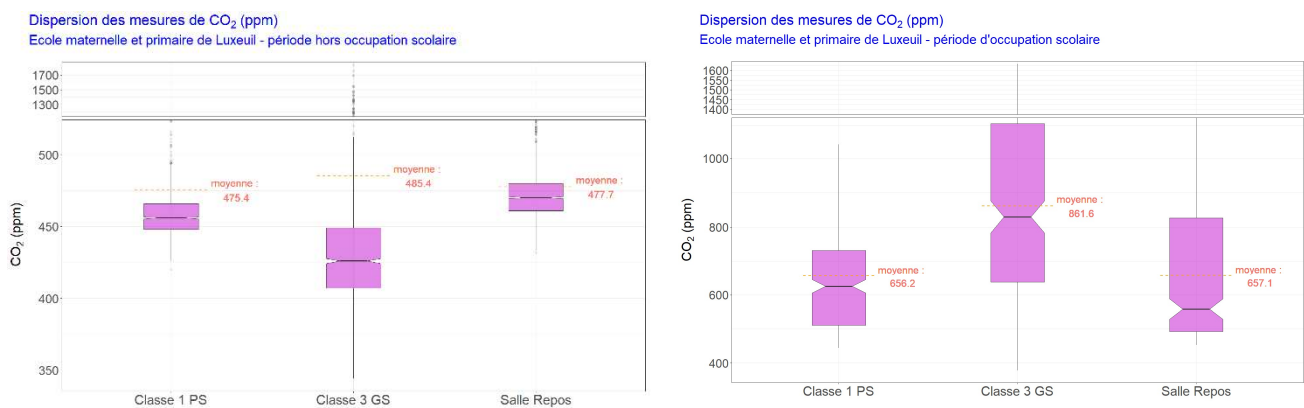


Figure 48-A : boîte à moustache du taux de CO₂ dans l'école

À titre indicatif, le calcul de l'Indice Icone, calculé selon les règles établies par la réglementation QAI dans les ERP, mène à un résultat compris entre 1 et 2 selon les trois salles de classe instrumentées.

$$ICONE = \left(\frac{2.5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

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

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

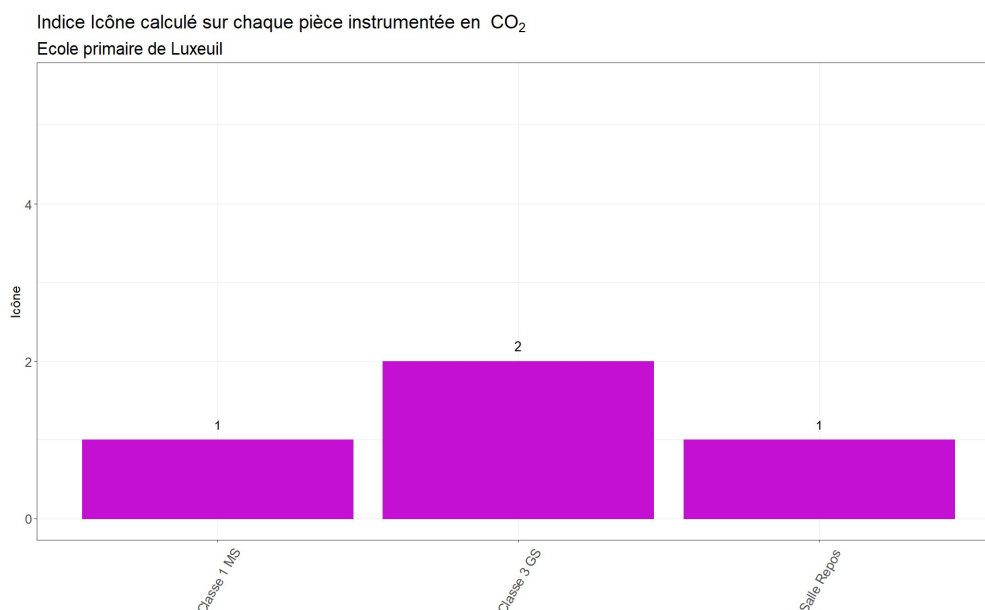
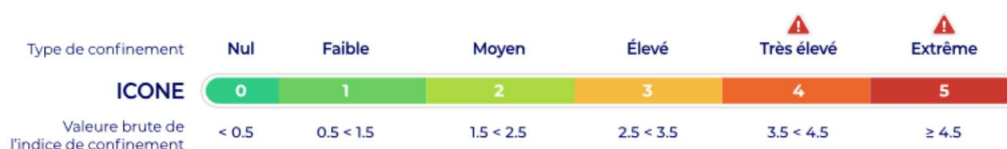


Figure 48-B : Indice Icône calculé pour chaque salle de classe instrumentée

Cela correspond à un « confinement faible », selon le guide du CSTB.



7.3.4 Radon

Pour rappel, la commune de Luxeuil-les-Bains est classée en potentiel radon de catégorie 2, selon l'IRSN.

Un capteur a été installé pendant 8 semaines dont 2 d'inoccupation scolaire (vacances scolaires) dans la salle de classe n°3 (classe des maternelles (Cf. figure 43).

Un autre capteur a été déposé dans l'école primaire qui est hors du champ d'application du diagnostic QAI pour lequel le Cerema est missionné, car seul le bâtiment de l'école maternelle a été diagnostiqué. Les résultats des mesures indiquent une activité volumétrique inférieure à 29 Bq/m³ pour chacune des deux salles (Cf. Résultats annexe n°5). Ils sont donc inférieurs à la valeur réglementaire de 300 Bq/m³.

7.3.5 Analyse croisée dynamique

L'examen des courbes temporelles de température (en vert sur la Figure 49) permet d'identifier une hausse des températures pour la classe des petites sections en période hors occupation du bâtiment, c'est-à-dire pendant les deux week-ends couverts par l'instrumentation et également le mercredi 5 février (cercles rouges).

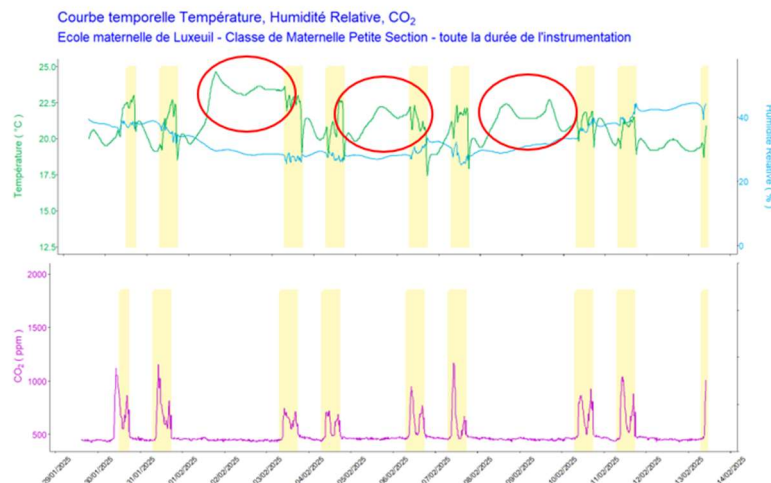


Figure 49 : évolution de la température sur toute la durée d'instrumentation - classe des petites sections

Pour cette même salle de classe, la figure 50 ci-dessous apporte pour la journée du lundi 3 février des précisions quant à la régulation du chauffage comme suit : la température entre minuit et 7 heures du matin semble être régulée à 23°C puis chute à 22°C au moment de l'entrée en classe à 08h20' (sans doute en raison de l'ouverture des portes).

Le soir, après la fin de la classe, la pièce est probablement aérée par l'ouverture des portes intérieures et extérieures car la température chute d'environ 3°C en une heure, pour ensuite atteindre un palier de 21°C (événement entouré en rouge). La température minimum pour cette nuit est de 20°C.

La même cinétique est sensiblement identique pour la classe de grande section.

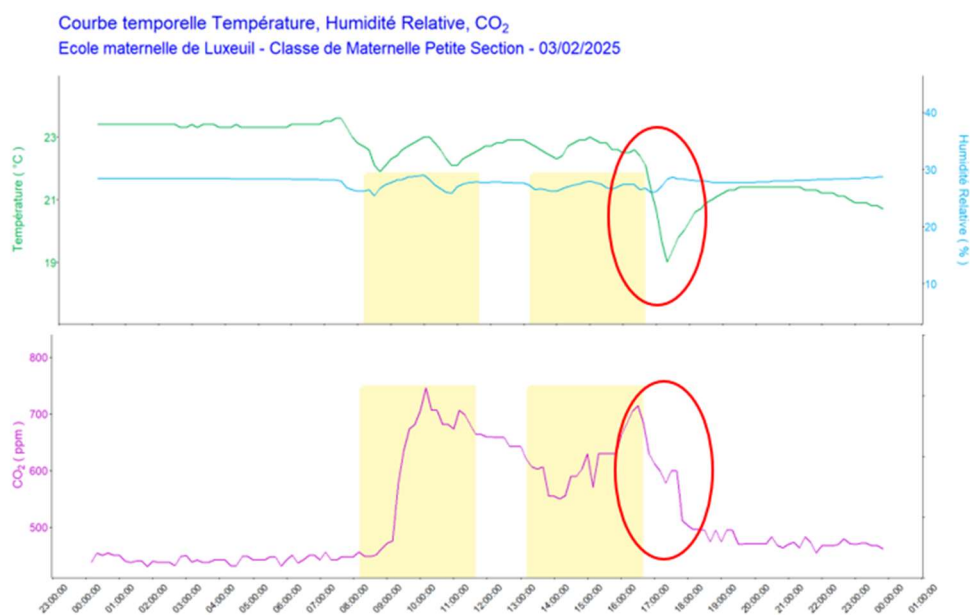


Figure 50 : évolution de la température pour le lundi 03 février - classe des petites sections

Pour la classe des grandes sections, en cours de matinée ainsi qu'en cours d'après-midi, un pic de CO₂ de même grandeur et supérieur à la valeur recommandée est observé (cercles en rouge – Figure 51). Le taux de CO₂ continue d'augmenter après le temps de classe (cercle en noir).

Courbe temporelle Température, Humidité Relative, CO₂
Ecole maternelle de Luxeuil - Classe de Maternelle Grande Section - 03/02/2025

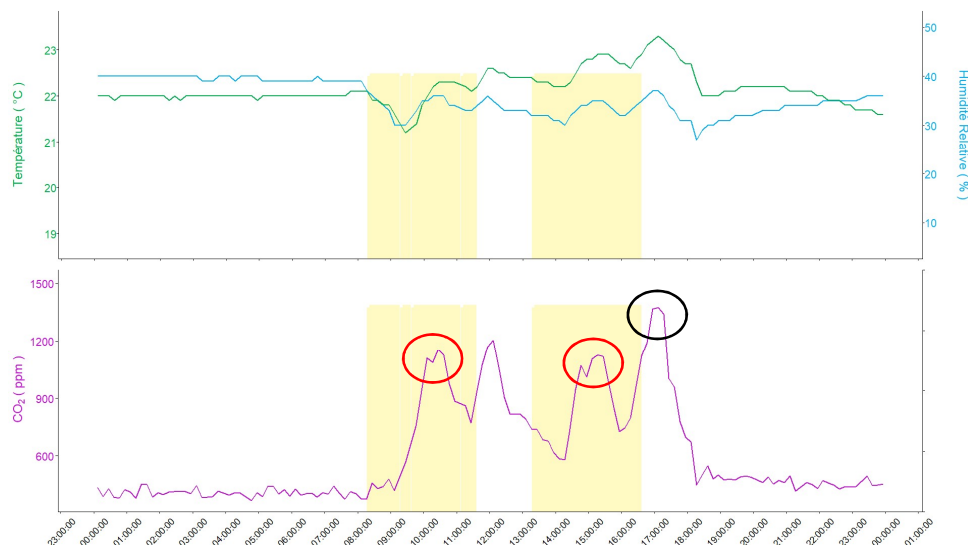


Figure 51 : évolution du taux de CO₂ lundi 03 février - classe des grandes sections

Indépendamment de la régulation du chauffage perfectible dans la classe des petites sections, il est observé tout de même des pratiques d'aération (cercles en rouge sur la figure 52 ci-dessous). Comme par exemple pour la journée du 6 février, le taux de CO₂ est inférieur à la valeur seuil recommandée et diminue encore grâce à l'aération manuelle mise en place. Lors de la pause méridienne, le taux de CO₂ de la classe de petite section redescend systématiquement en dessous de 500 ppm (cercle en rouge), par l'ouverture probable des portes intérieures mais également en raison d'un taux peu élevé en occupation.

Courbe temporelle Température, Humidité Relative, CO₂
Ecole maternelle de Luxeuil - Classe de Maternelle Petite Section - 06/02/2025

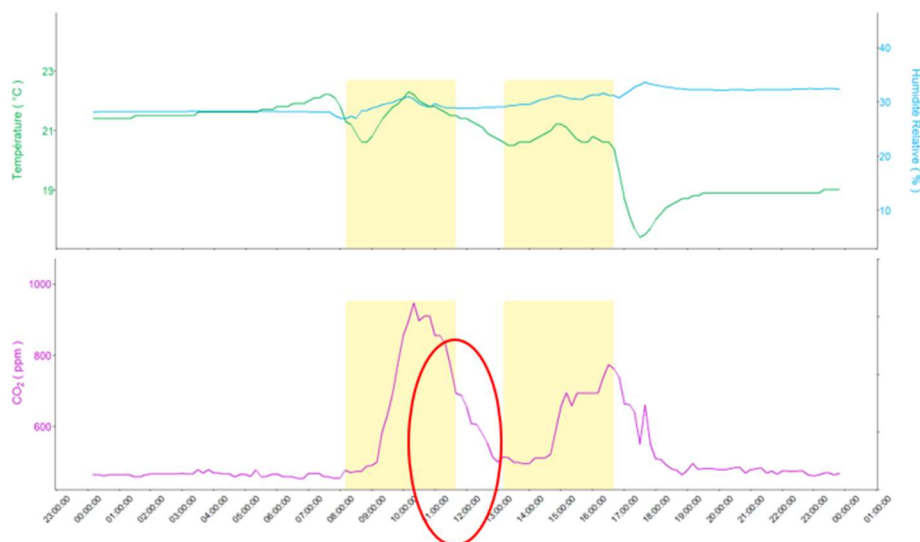


Figure 52 : évolution du taux de CO₂ jeudi 06 février - classe des grandes sections

La courbe pour la salle de repos ci-dessous (Figure 53) indique une chute simultanée de la température et du CO₂ (cercles rouges). La légère augmentation d'hygrométrie (plus élevée à l'extérieur) confirme l'ouverture d'un ouvrant extérieur. Cette cinétique est valable tous les jours de l'instrumentation en occupation, traduisant une méthodologie d'usage de cette pièce très cadrée et parfaitement adaptée.

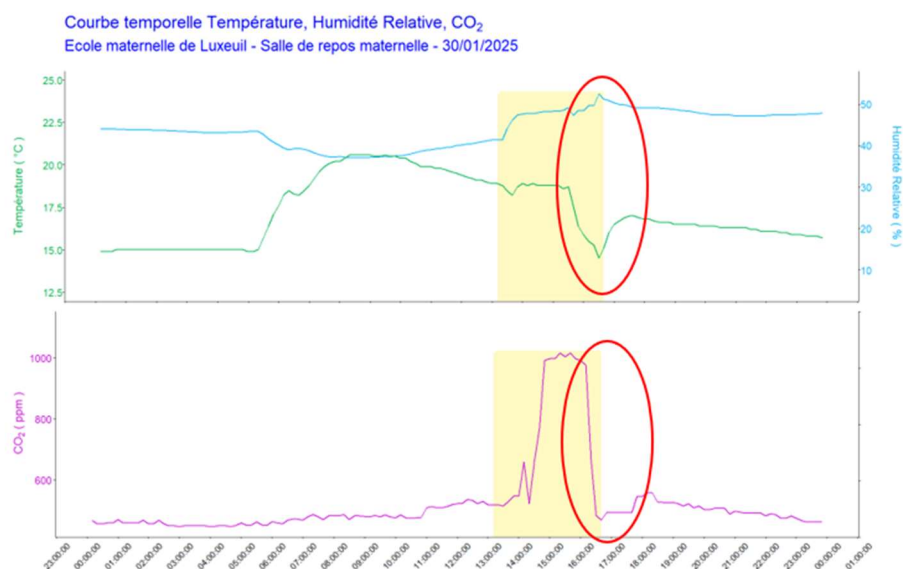


Figure 53 : évolution des températures et du taux de CO₂ jeudi 30 janvier – salle de repos

Au regard des observations de cette analyse, nous recommandons de :

- Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), notamment pour la réduction de consommation hors occupation scolaire. Pour information, le temps d'inoccupation moyen des locaux scolaires français est de 85%.
- Vérifier l'état de marche du système de ventilation dans le bâtiment afin de permettre l'apport d'air neuf et l'extraction des polluants et prévoir une maintenance périodique.
- Sensibiliser les usagers à la poursuite des bonnes pratiques d'aération déjà mises en place.

7.4 Synthèse pour le site de Luxeuil-les-Bains

L'étude amène à formuler les recommandations suivantes classées par thématique :

	Recommandations
Concentration de polluants	<u>Produits d'entretien</u> : -Privilégier les produits d'entretien écolabellisés et sans parfum -Limiter l'utilisation des sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques. -Poursuivre les formations à destination du personnel quant à l'utilisation et l'aération des produits d'entretien. <u>Point fort</u> : les formations régulières via le CNFPT. <u>Mobilier : linoléum</u> : -Revoir les cas échéant le protocole du nettoyage du linoléum. <u>CO₂</u> : -Procéder à l'étalonnage des capteurs à led en place au sein du bâtiment depuis l'épidémie de Covid et instaurer un suivi des mesures. -Poursuivre l'aération dans les salles de classe à différents moments de la journée. <u>Radon</u> : -Poursuivre l'aération dans les salles de classe.
Confort Hygrothermique	-Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), pendant les week-ends et la période nocturne.
Renouvellement d'air / Ventilation	<u>Renouvellement d'air</u> : -Poursuivre l'aération des locaux lors d'activités émissives telles que le ménage. -Instaurer un entretien régulier des entrées d'air pour garantir leur pleine fonctionnalité. -Détalonnage : remettre en conformité chacune des portes, excepté celle du local des produits d'entretien. <u>Ventilation</u> : -Vérifier l'état de marche du système de ventilation, notamment dans la salle de propreté. -Envisager le cas échéant d'engager des travaux en mettant en œuvre des entrées d'air dans la salle de repos et en déplaçant bouches d'extractions de la salle des TPS vers les parties communes. -Prévoir une maintenance périodique du système de ventilation. -Instaurer un entretien régulier des terminaux du système de ventilation pour garantir leur pleine fonctionnalité.

8 ÉCOLES MATERNELLE ET PRIMAIRE DE CONFLANS-SUR-LANTERNE

Les écoles maternelle et primaire se situent depuis 2018 dans un bâtiment datant du 18^{ème} siècle, sur deux niveaux.

Une étude pour la rénovation du bâtiment est envisagée.

L'école de Conflans-sur-Lanterne accueille 120 élèves répartis en cinq classes, comme suit :

Au rez-de-chaussée :

- La classe des CE2/CM1 accueillant 23 élèves ;
- La classe des CM2 accueillant 24 élèves ;
- La classe des petites sections et moyennes sections de la maternelle accueillant 26 élèves ;

Au R+1 :

- La classe des grandes sections et des CP accueillant 23 élèves.
- La classe des CE1/CE2 accueillant 24 élèves.

Les enseignants et les élèves sont considérés être présents de 08h20' à 16h30'.

Chaque mardi et chaque jeudi, un temps de soutien appelé « Activités Pédagogiques Complémentaires » (APC) est dispensé jusqu'à 17h.

La pause méridienne s'étend de 11h30' à 13h20'.

Le temps de récréation par classe est défini comme suit :

Le matin en trois groupes :

- De 10h00' à 10h15' ;
- De 10h15 à 10h30' ;
- De 10h30' à 10h45'

L'après-midi en deux groupes :

- De 15h00' à 15h15' ;
- De 15h15 à 15h30'.

Les élèves de petites et moyennes sections font la sieste l'après-midi.

Deux cours d'écoles sont disponibles pour accueillir les différents groupes.

Les menuiseries sont en PVC et en double vitrage, excepté :

- Au rez-de-chaussée : dans la salle de bibliothèque, les sanitaires de la maternelle, la salle de motricité menuiseries en bois, simple vitrage.
- A l'étage : couloir desservant plusieurs salles de stockage.

Plusieurs classes sont équipées de rideaux intérieurs.

Des volets en bois battants sont ponctuellement présents au niveau R+1 et R+2, ainsi qu'une fenêtre avec des persiennes.

Au niveau R+2, seule la salle de classe des CE1/CE2 est équipée de volets roulants.

La directrice de l'école nous indique que les portes des salles de classes restent en général ouvertes pendant les cours. Nous n'avons pas pu rencontrer d'enseignants, étant intervenus un mercredi.

Le bâtiment de Conflans-sur-Lanterne n'est pas équipé d'un système de ventilation mécanique.

Le type de chauffage est le gaz de ville au moyen de radiateurs. La température relevée in situ est de 20,5°C.

La commune de de Conflans-Sur-Lanterne est classée en zone 2 potentiel radon.



Vue extérieure de l'école maternelle et primaire

8.1 Sources d'émission

Les revêtements de sol est mixte : linoléum, parquet et carrelage.

Linoleum	Parquet	Carrelage
Salle de motricité	Hall (R+1)	Hall d'entrée
Classe des maternelles	Classe des CP et GS de maternelle (R+1)	Salle des photocopieuses
Salles de stockage (R+1)	Salle de stockage (R+1)	Local des produits d'entretien
Couloir (R+1)		Sanitaires
Bureau de la direction		BCD
Salle « supp »		Classe des CM
		Classe des CE2 / CM1
		Classe des CE1 / CE2

Le mobilier semble dater de plus de 5 ans et n'est pas considéré comme une source importante de composants organiques volatils (COV).



Classe avec volets roulants



Exemple de mobilier

8.1.1 Produits d'entretien

Un local est dédié au stockage des produits d'entretien au rez-de-chaussée près des sanitaires réservés aux enfants. Il n'est pas fermé à clé. Il n'est pas équipé d'une bouche d'extraction mais une menuiserie encombrée est présente. Il nous est indiqué que la menuiserie ne s'ouvre pas, suite à des travaux de peinture. Ceci empêche toute forme d'aération.

Deux packs de bouteilles d'eau minérale sont stockés dans ce local près des produits d'entretien.

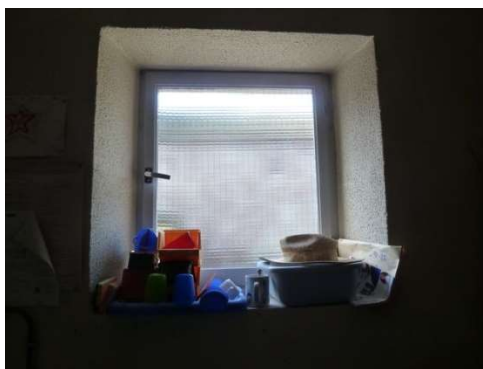
Quelques produits sont également stockés dans les sanitaires adultes et dans la salle des photocopies. Des produits sont également stockés dans une armoire au 1^{er} étage dans local éloigné des salles de classe comportant une menuiserie non encombrée.



Vue depuis le couloir sur la porte du local (RDC)



Vue du placard dans la salle de stockage (1^{er} étage)



Menuiserie encombrée et non manoeuvrable (local du RDC)

La porte du local des produits d'entretien donnant sur les parties communes est largement détalonnée. Les produits sont stockés sur une étagère, ils sont quasiment tous identifiés dans leur contenant d'origine, prêts à l'emploi.

Plusieurs produits d'entretien présentent des pictogrammes de danger.



Sprays non identifiés (RDC)



Javel, détartrant, produits à vitres avec pictogrammes de danger (RDC)





Aérosol et bouteilles d'eau
(RDC)



Javel et aérosol sanitaires
adultes
(RDC)



Produits stockés à l'étage



Entretien des parquets



Déboucheur toilettes



Javel et bidon illisible

Nota : certains produits contenus dans des aérosols ne sont pas identifiés. Il faudrait y remédier en ajoutant une étiquette indiquant le nom du produit, et l'étiquette de danger le cas échéant.

Le personnel d'entretien est composé de 3 personnes dont deux ATSEM et une personne vient compléter ponctuellement l'organisation.

Le ménage est effectué chaque soir de 16h30 à 18h00', excepté le mercredi.

Le récurage est réalisé chaque vendredi soir.

Pendant les vacances scolaires, il est procédé au nettoyage des murs et à l'enlèvement des toiles d'araignée.

Nous rencontrons une ATSEM qui travaille depuis 2010 à l'école et qui indique aérer pendant les phases de ménage. Elle ajoute aérer chaque matin vers 08h10' avant l'arrivée des enfants, pendant les récréations et à la pause méridienne.

Au sujet de l'utilisation éventuelle de produits éco-labellisés, la personne déclare préférer utiliser des produits qui soient rapidement efficaces.

8.1.2 Bricolage et peinture

Le revêtement de sol des salles de classes est en linoleum, parquet ou carrelage.

Des peintures sont stockées au rez-de-chaussée :

- Dans le local des produits d'entretien ;
- Dans la salle de classe des CM1/CM2.

Des peintures sont stockées au 1^{er} étage :

- Dans le local des produits d'entretien ;
- Dans la salle de classe des CE1/CE2.



Exemple de peintures utilisées



Exemple de colle utilisée

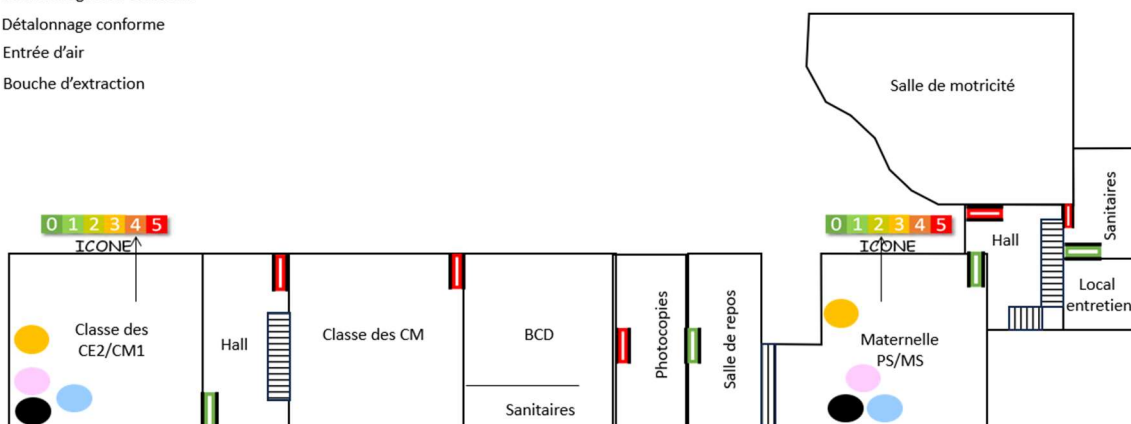
8.2 Renouvellement d'air

8.2.1 Ventilation

Ce bâtiment n'est pas équipé de système de ventilation (cf. chapitre 1.1.2.1 pour l'explication des principes de fonctionnement). Le plan ci-dessous (Cf. Figure 54) présente le renouvellement d'air simplifié dans l'ensemble du bâtiment.

Equipements existants dans le bâtiment :

-  Détalonnage non conforme
-  Détalonnage conforme
-  Entrée d'air
-  Bouche d'extraction

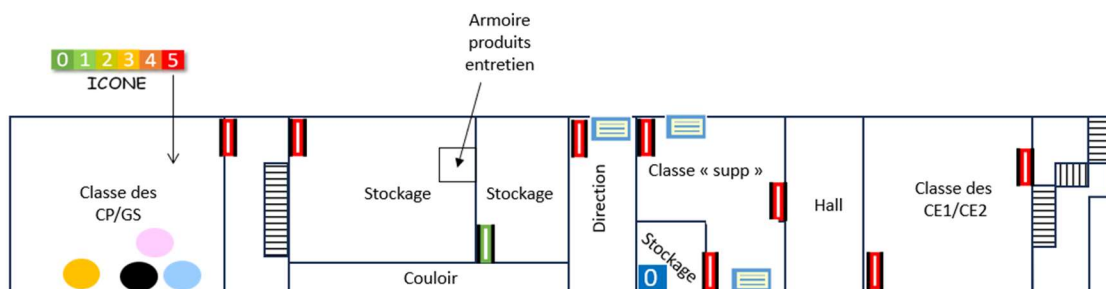


Instrumentation mise en place par PVS :

-  Capteur de Température
-  Capteur d'Humidité
-  Capteur de CO₂
-  Capteur de Radon

Indice ICONE : indice de confinement

REZ DE CHAUSSEE



1^{er} Etage

Figure 54 : synthèse du renouvellement d'air dans l'école primaire sous forme de plan légendé

8.2.1.1 Entrées d'air

De manière générale, les pièces de vie (salles de classe, bureaux) ne sont pas équipées d'entrée d'air. Deux pièces au R+1 ont des menuiseries avec une entrée d'air comme suit :

- La pièce dénommée « classe supp » sur le plan dispose de 4 menuiseries dont deux avec chacune une entrée d'air. L'une d'entre elle est cassée.
- Le bureau de la directrice a une fenêtre avec une entrée d'air.

Les entrées d'air n'ont pas été déposées et il n'a pas été vérifié si le percement des mortaises est correct.



Menuiserie avec entrée d'air cassée - « classe supp »



Menuiserie avec entrée d'air - bureau de la directrice

Sur le plan quantitatif, par classe on ne recense aucune entrée d'air.

Pour rappel il est demandé 15 m³/h/élève, et 25 m³/h pour un enseignant.

Cela signifie qu'en l'état il est impossible d'accueillir des enfants dans aucune des classes.

8.2.1.2 Détalonnage

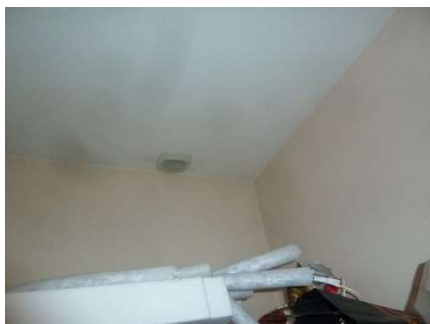
Le détalonnage des portes est non conforme. En effet, près de la moitié des portes donnant sur les parties communes ne bénéficie pas d'un détalonnage supérieur à 1 cm.

Pour rappel, un détalonnage conforme garantit la capacité de l'air à circuler depuis ces pièces vers les couloirs, et jusqu'aux sanitaires où il est extrait, lorsqu'il existe une extraction au sein du bâtiment.

8.2.1.3 Extractions

Dans les pièces humides, aucune bouche d'extraction n'est présente.

Une pièce à l'étage, attenante à la pièce dénommée « classe supp », est équipée d'une bouche d'extraction sans débit mesuré. Cette pièce dispose d'un point d'eau et de toilette.



Pièce de rangement avec bouche d'extraction ne fonctionnant pas



Pièce de rangement avec point d'eau

Aucun débit n'étant mesuré, les débits réglementaires attendus ne sont pas atteints.

8.2.2 Ventilation naturelle

Pour résoudre un problème lié à l'humidité, deux grilles de ventilation naturelle ont été installées de part et d'autre de la classe des CE2/CM1 au rez-de-chaussée. Cependant, les amenées d'air sont mises en œuvre à égale distance du plancher bas.

De ce fait, le renouvellement d'air ne peut se faire correctement. Il eut été pertinent d'installer une grille en partie haute et une grille en partie basse. Une odeur persiste dans la salle de classe.

Par ailleurs, cette pièce rencontre une problématique liée au radon (Cf. § 8.3.4).



Vue depuis la salle de classe de la grille d'aération naturelle



Vue depuis l'extérieur de la grille d'aération naturelle

8.2.3 Aération

Nous constatons en règle générale, que les menuiseries sont très souvent encombrées.

Cependant, le personnel rencontré sur place (directrice et ATSEM) nous indique aérer les classes plusieurs fois par jour, chaque jour.

La directrice indique veiller à ce que le personnel enseignant aère leur classe respective, le matin avant le début des cours, à chaque récréation et lors de la pause méridienne.

Elle ajoute que les cours se tiennent avec les portes ouvertes.

Elle regrette toutefois que la salle de classe concernée par le radon ne soit pas aérée suffisamment le matin avant le début de l'école. Cependant, cette pièce est aérée lors de la pause méridienne.



Exemple d'une menuiserie encombrée classe des maternelles au RDC



Exemple d'une menuiserie encombrée salle BCD au RDC



Exemple d'une menuiserie encombrée classe des CP au R+1



Exemple d'une menuiserie encombrée salle de rangement au R+1

Résultats et recommandations :

- **Sources de polluants :** Les sources de polluants recensés dans cette école comprennent les produits d'entretien, les activités de bricolage et de peinture, ou encore l'humidité décelée dans une classe. Les résultats du radon sont disponibles en annexe n°6.
- **En outre, l'étude amène à formuler les recommandations suivantes :**
 - Mener une réflexion sur le protocole de ménage afin d'éviter les produits d'entretien étiquetés comme dangereux ;
 - Être vigilant quant au protocole relatif au nettoyage du linoléum principalement constitué de tissu, bois, liège, résine... matières qui ne sont pas adaptées pour recevoir de trop gros volumes d'eau, ni de vapeur, ou encore d'agents détergents (acétone, javel, ammoniaque), d'abrasifs (fine poudre de matière minérale ou éponge abrasive). Un nettoyage régulier avec vinaigre blanc ou savon de Marseille est conseillé. En cas d'encrassement, une solution de cristaux de soude ou de bicarbonate doit être diluée selon les recommandations du fabricant.
 - Limiter les sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques ;
 - Poursuivre l'aération des locaux lors d'activités émissives, comme le ménage ;
 - Ventiler les lieux de stockage de ces produits de manière indépendante du reste du bâtiment, et calfeutrer les portes donnant sur les parties communes afin de limiter la diffusion.
- **Systèmes de renouvellement d'air :**
 - Mener une réflexion sur la mise en place d'un système de ventilation lors de la rénovation du bâtiment.

- Le détalonnage des portes est non conforme. Remettre en conformité chacune des portes.

Nota : Organiser des zones dédiées au rangement en dehors des classes (BCD, classe sup et local de stockage petit matériel au R+1). A intégrer dans la démarche de rénovation du bâtiment.

8.3 Analyses QAI

Les capteurs ont été posés du mercredi 29/01/2025 à 12h30' au jeudi 20/02/2025 à 11h00' dans la classe des CE2/CM1, des maternelles et des GS/CP (Cf. figure 55).

Les capteurs ont été programmés pour une durée d'enregistrement de 15 jours, et ont stoppé leur campagne automatiquement le 13/02/2025 à 11h00'.

L'enregistrement comprend 15 jours, dont 7 jours d'inoccupation (mercredi, samedi et dimanche).

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
		29/01 après midi	30/01	31/01	01/02	02/02
03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02
10/02	11/02	12/02	13/02 matin			

Figure 55 : Période d'instrumentation avec indication de l'occupation scolaire

Pour rappel, les périodes d'occupation scolaire sont les lundis, mardis, jeudis, vendredis de 08h20' à 11h30' et de 13h20' à 16h30'.

Les paramètres mesurés sont :

- La température,
- L'humidité relative,
- Le CO₂.

Les résultats sont présentés sous forme de boîtes à moustache. La figure ci-dessous rappelle comment ces dernières s'interprètent.



Interprétation de la construction des boîtes à moustache – S.REBIERES/CEREMA

8.3.1 Température

Les moyennes des trois salles de classes instrumentées sont hétérogènes et sont comprises entre 19,7°C environ pour la classe de CE2/CM1, 21,3°C pour la classe de GS/CP, et 22,8°C pour la classe des maternelles.

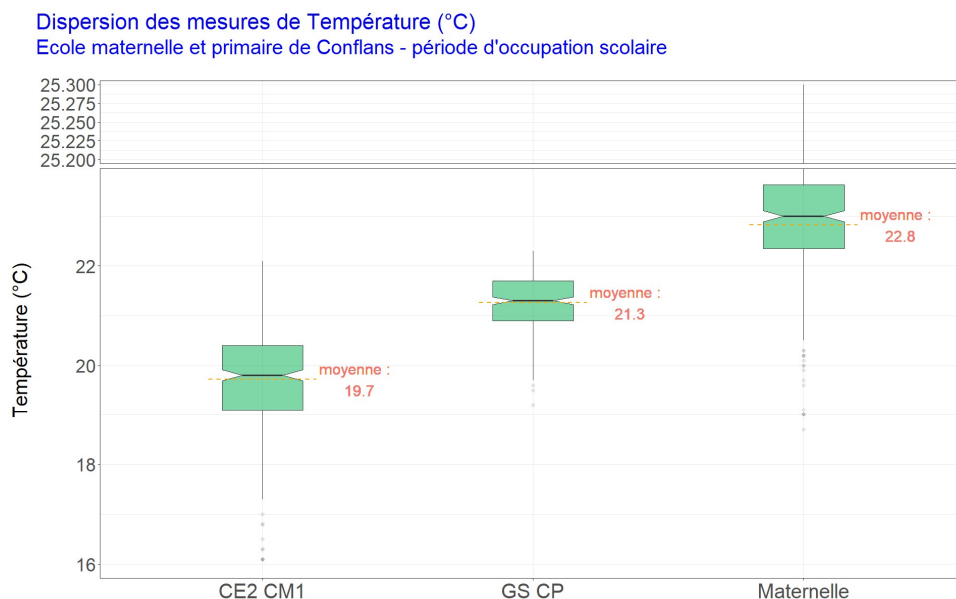


Figure 56 : moyenne des températures en occupation scolaire pour les salles de classe instrumentées

La dynamique des valeurs, présentée en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Figure 57 ci-dessous montre qu'il y a peu d'écart de température sur toute la durée d'instrumentation (en et hors occupation scolaire) pour la classe des maternelles donnée ici en exemple (ceci se vérifie pour les trois salles de classe instrumentées). Cela indique qu'il n'y a pas de réduction du chauffage hors occupation (période nocturne, journées des mercredis, samedis et dimanches).

Une réduction des températures de consigne du chauffage, ou la modification manuelle de réglage des vannes des radiateurs en période d'inoccupation est recommandée.

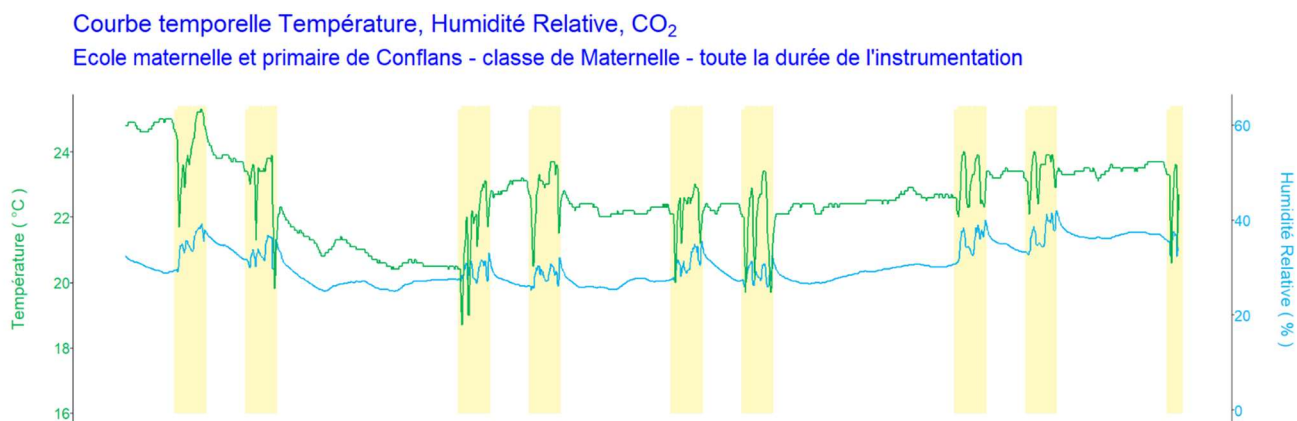


Figure 57 : évolution dynamique de la température et de l'humidité relative dans la salle de maternelle

8.3.2 Humidité relative

L'hygrométrie présente un comportement similaire dans les salles de classes instrumentées.

Dispersion des mesures de Humidité Relative (%)
Ecole maternelle et primaire de Conflans - période d'occupation scolaire

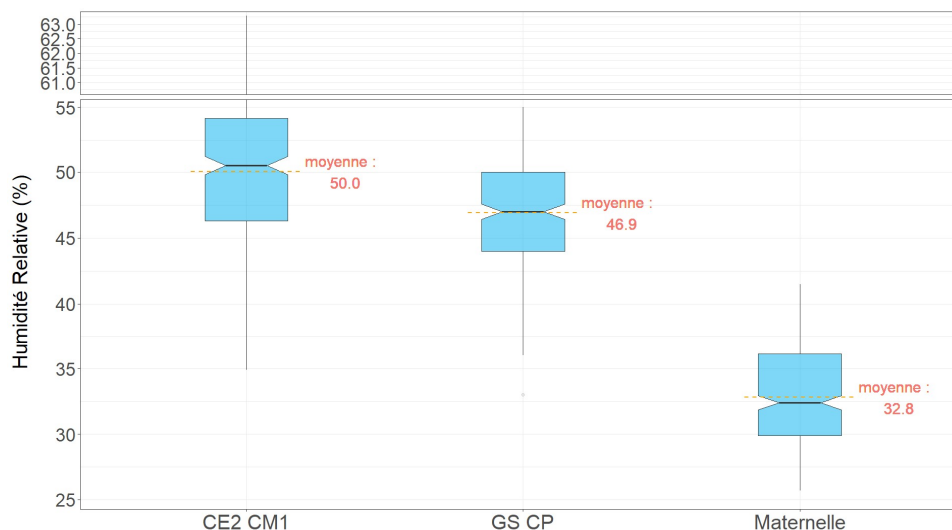


Figure 58 : boîte à moustaches de l'humidité relative aux trois salles de classe instrumentées

Le taux d'humidité relative recherché en air intérieur est situé entre 40% et 60%.

Une exposition prolongée à un taux d'humidité inférieur à 40% génère un inconfort pour les occupants, et peut irriter les voies respiratoires.

À Conflans-sur-Lanterne, les moyennes et médianes calculées pour la classe des maternelles sont très proches de 30% ; alors que les deux autres classes les moyennes sont aux environs de 47 à 50 %.

8.3.3 CO₂

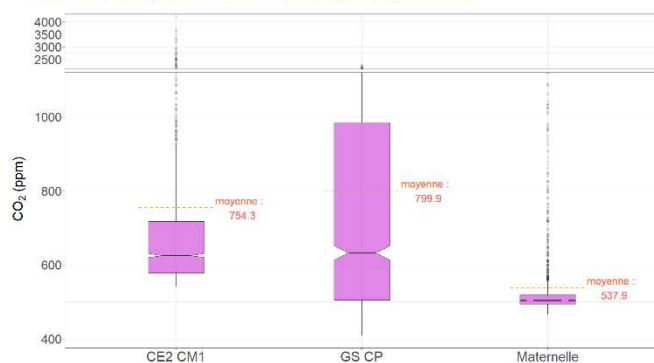
Comme la Figure 59 L'indique, la principale source d'émission de CO₂ est la respiration humaine – aussi les résultats sont-ils bien plus élevés en période d'occupation (graphe de droite) qu'hors occupation (graphe de gauche).

Pour rappel, la valeur seuil recommandée pour le CO₂ est de 800 ppm.

En classe des CE2/CM1, la lecture de la boîte à moustaches indique qu'elle est dépassée plus de 50% du temps de présence. Le constat est davantage favorable en maternelle, mais la moyenne dépasse tout de même la valeur de 800 ppm qui devrait être un seuil à ne pas franchir.

Pour mémoire, les effectifs sont sensiblement identiques dans les trois salles de classe 23 à 26 élèves maximum.

Dispersion des mesures de CO₂ (ppm)
Ecole maternelle et primaire de Conflans - période hors occupation scolaire



Dispersion des mesures de CO₂ (ppm)
Ecole maternelle et primaire de Conflans - période d'occupation scolaire

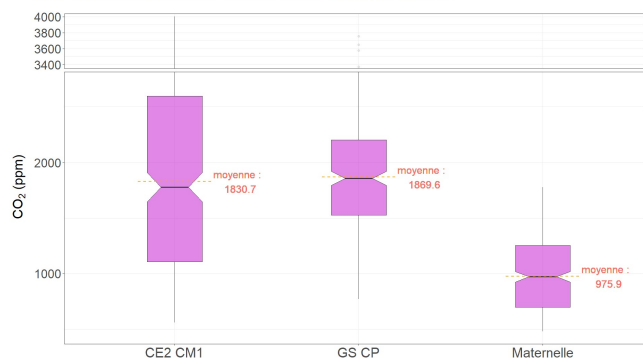


Figure 59-A : boîte à moustache du taux de CO₂ dans l'école

À titre indicatif, le calcul de l'Indice Icone, calculé selon les règles établies par la réglementation QAI dans les ERP, mène à un résultat compris entre 2 et 5 selon les trois salles de classe instrumentées.

$$ICONE = \left(\frac{2.5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

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

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

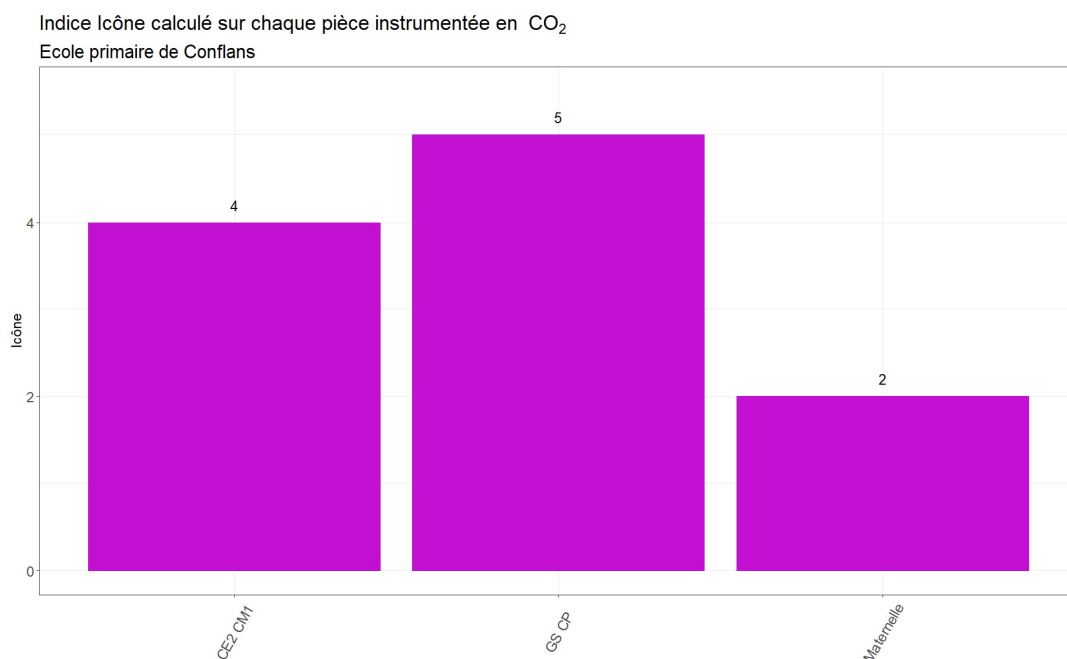
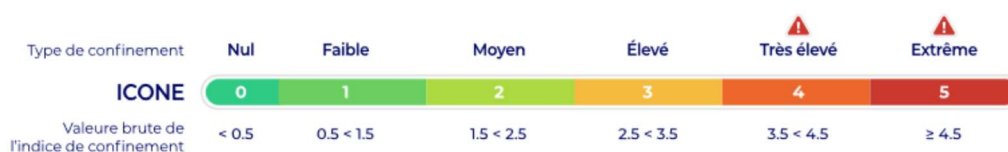


Figure 59-B : Indice Icone calculé pour chaque salle de classe instrumentée

Cela correspond à un « confinement élevé voire très élevé pour certains classes », selon le guide du CSTB.



Un tel résultat mérite d'envisager des actions à court terme pour optimiser le renouvellement d'air.

8.3.4 Radon

Pour rappel, la commune de Conflans-sur-Lanterne située en zone 2 radon, selon l'IRSN.

Trois capteurs ont été installés aux différents niveaux de l'établissement pendant 8 semaines dont 2 semaines d'inoccupation scolaire (vacances scolaires) au niveau du rez-de-chaussée dans la classe des maternelles et des dans la classe des CE2/CM1 et à l'étage dans la classe des grandes sections/CP (Cf. figure 54).

La salle de classe des CE2/CM1 située au rez-de-chaussée du bâtiment rencontre une problématique liée au radon.

Suite à un mesurage réalisé avant le diagnostic de cette étude (rapport de mesurage non fourni), des travaux en interne ont été engagés tels que :

- deux carottages sous la dalle béton afin d'extraire et diluer le radon à la source ;

- une étanchéification du plancher bas sur tout le linéaire.

Cependant, aucune nouvelle mesure n'a été effectuée afin de vérifier l'efficacité des travaux qui ont été menés. C'est pourquoi un dosimètre a été déposé dans la classe le jour de notre visite.



Vue depuis l'extérieur des carottages sous la dalle



Etanchéification sur tout le linéaire du plancher bas de la classe des CE2/CM1

Les mesures de radon effectuées sont plutôt bonnes, comprises entre 29 et 263 Bq/m³ pour la valeur la plus haute, correspondant à la salle de classe des CE2/CM1, mais sans aucun dépassement de la valeur seuil de 300 Bq/m³ sur la période de mesure (Cf. Résultats annexe n°6).

Nous pouvons en conclure que les travaux effectués pour résoudre la problématique liée au radon dans la salle de classe des CE2/CM1 se sont révélés plutôt efficaces.

8.3.5 Analyse croisée dynamique

L'examen des courbes temporelles de CO₂ (en rose sur la Figure 60) permet d'identifier différents éléments pour la classe des CE2/CM1 :

- Une élévation des taux durant occupation scolaire (plages jaunies),
- Une baisse ponctuelle (entourée en vert), qui pourrait correspondre à la sortie des élèves en récréation, et donc diminution de la source d'émission de CO₂,
- Une baisse significative sur la pause méridienne (avec passage de 2900 ppm à 1000 ppm en 1 heure 30 - ce qui reste cependant supérieur au taux préconisé pour les apprentissages),
- Une fois les heures d'école terminées, une nouvelle chute du taux de CO₂ qui indique l'absence de présence humaine.
- Le maintien d'une concentration du taux de CO₂ supérieure à l'extérieur lors d'une absence longue.

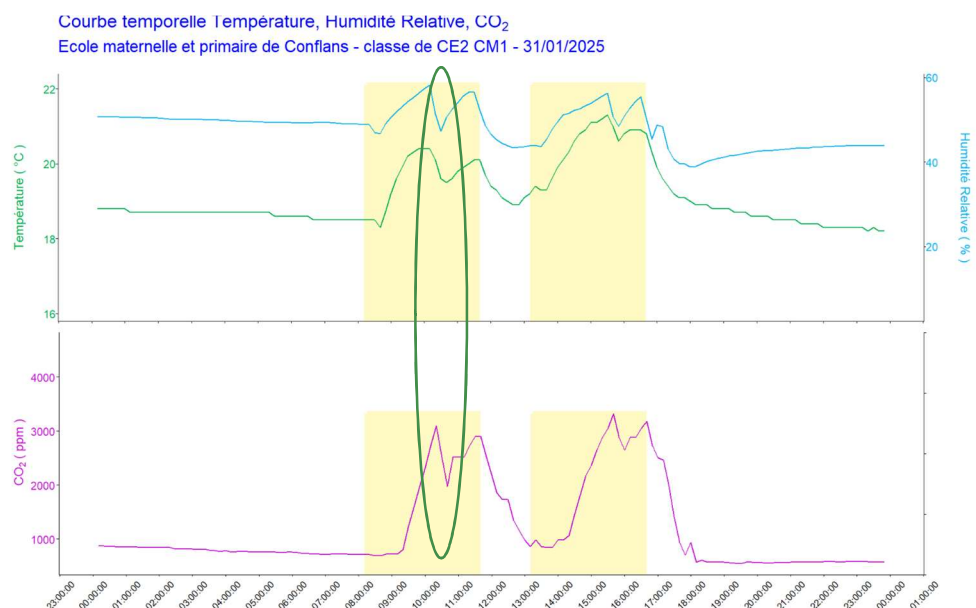


Figure 60 : courbe temporelle T° , HR et CO_2 pour la journée du 31/01/2025, classe des CE2/CM1

Le taux de CO_2 hors occupation ne redescend pas en-dessous de la valeur seuil recommandée de 800 ppm, en raison notamment de l'absence de ventilation au sein du bâtiment qui ralentit la dilution des polluants.

Le taux de CO_2 ne revient pas toujours à son taux initial sur le temps de midi, et les occupants démarrent l'après-midi avec un taux de CO_2 supérieur à 800 ppm (entourée en violet – Figure 61).

Il est à noter toutefois une nette chute du taux de CO_2 peu avant 15h00' correspondant au temps de récréation et donc à une aération manuelle qui permet de terminer la journée à un taux de CO_2 quasi identique à celui du début d'après-midi, quand bien même ce dernier reste supérieur à la valeur seuil recommandée.

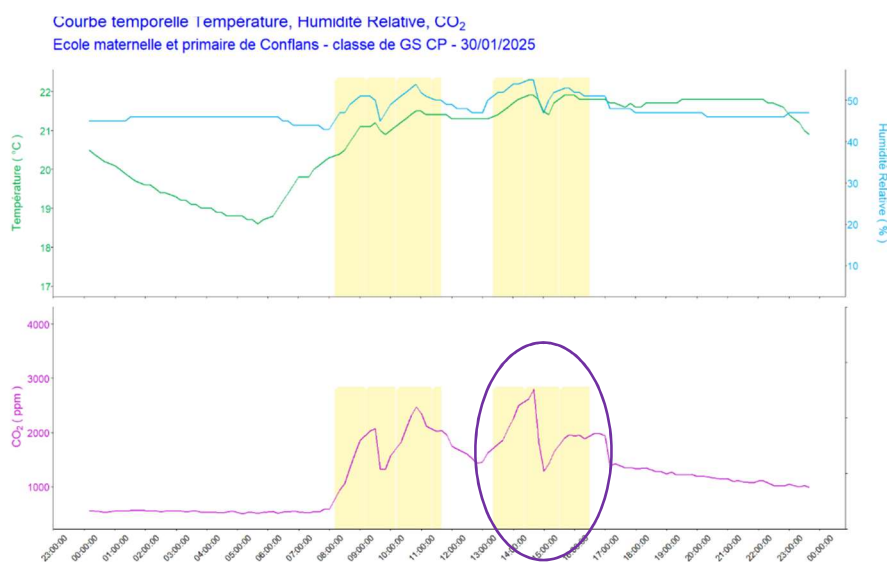


Figure 61 : courbe temporelle T° , HR et CO_2 pour la journée du 30/01/2025, classe des GS/CP

Un dernier exemple permet d'observer la pratique de l'aération pendant les temps de récréation en occupation scolaire :

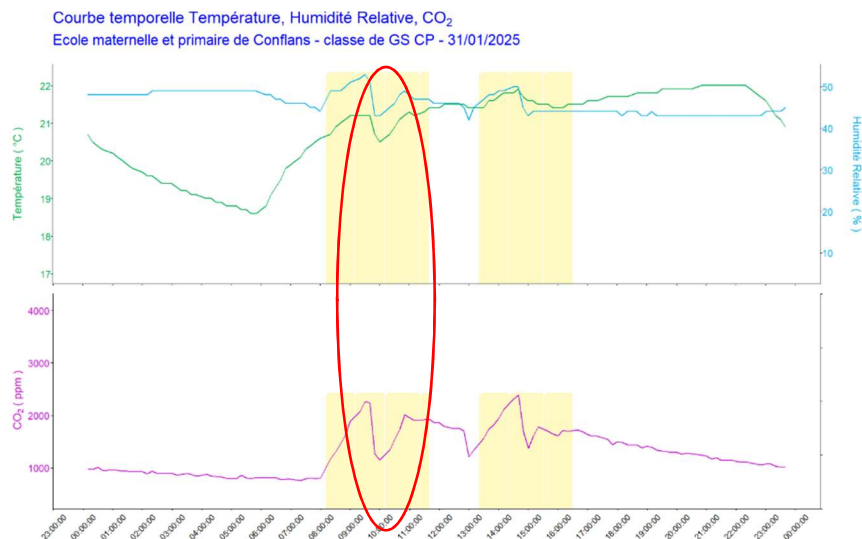


Figure 62 : courbe temporelle T°, HR et CO₂ pour la journée du 31/01/2025, classe des GS/CP

La chute du taux des 3 paramètres traduit une ouverture de fenêtre vers 10h00' apportant rapidement un air extérieur « neuf » (cercle rouge - Figure 62).

Des pratiques d'aération épisodiques sont identifiables sur les graphiques d'enregistrement en continu des paramètres de confort. Elles contribuent à réduire les concentrations de polluants. Elles ne peuvent en revanche pas se substituer à un système de ventilation efficace, en particulier pour assurer une QAI correcte lors d'émissions continues.

Au regard des observations de cette analyse, nous recommandons de :

- Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), notamment pour la réduction de consommation hors occupation scolaire.
- Disposer d'un système de ventilation efficace dans le bâtiment permettant l'apport d'air neuf et l'extraction des polluants.
- Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération.

8.4 Synthèse pour le site de Conflans-sur-Lanterne

L'étude amène à formuler les recommandations suivantes classées par thématique :

	Recommandations
Concentration de polluants	<u>Produits d'entretien</u> : -Fermer à clé les locaux de stockage des produits d'entretien. -Rendre manœuvrable la fenêtre du local des produits d'entretien au RDC. -Privilégier les produits d'entretien écolabellisés et sans parfum. -Maintenir les efforts sur l'étiquetage des produits afin d'éviter tout flacon non identifié. -Limiter l'utilisation des sprays afin d'éviter la mise en suspension de molécules chimiques. -Sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'aération. <u>Mobilier : linoléum</u> : -Revoir les cas échéant le protocole du nettoyage du linoléum. <u>CO₂</u> : -Aérer les salles de classe à différents moments de la journée selon le protocole d'aération renforcé mis en place. <u>Radon</u> : -Aérer les salles de classe régulièrement.
Confort Hygrothermique	-Travailler sur les consignes de températures du chauffage (par la régulation, le réglage de vannes thermostatiques), pendant les week-ends et la période nocturne.
Renouvellement d'air / Ventilation	<u>Renouvellement d'air</u> : -Poursuivre l'aération des locaux lors d'activités émissives telles que le ménage. -Instaurer un protocole d'aération renforcé (Cf. Modèle en annexe 7). -Détalonnage : remettre en conformité chacune des portes, excepté celle du local des produits d'entretien. <u>Ventilation</u> : -Mener une réflexion sur la mise en place d'un système de ventilation lors de la rénovation du bâtiment et prévoir une maintenance périodique du système de ventilation. -Ventiler les lieux de stockage des produits d'entretien de manière indépendante du reste du bâtiment, et calfeutrer les portes donnant sur les parties communes afin de limiter la diffusion

9 SYNTHÈSE GLOBALE ET ANONYMISÉE

A l'issue de l'étude menée sur le volet de la QAI des six sites pilotes, des bonnes pratiques déjà mises en application ont été observées sur certains sites et doivent servir de référence aux autres bâtiments, mais également se poursuivre telles que :

- L'entretien des locaux hors occupation scolaire : le soir après la classe et le mercredi matin.
- L'utilisation ponctuelle de produits d'entretien écolabellisés.
- L'aération épisodique pratiquée à certains moments de la journée de classe et pendant et après les phases de ménage à transformer en aération régulière voire systématique.

Cependant, l'étude amène aussi à formuler les recommandations suivantes classées par thématique et par site et selon leur faisabilité associée à un code couleur défini comme suit :

-  : faisable facilement / action simple à mettre en œuvre
-  : moyennement faisable / demande des ajustements ou des ressources
-  : difficile à mettre en œuvre / contraignant ou coûteux

Les actions prioritaires à court terme à mettre en place seraient celles codifiées en vert parce qu'elles sont faciles à mettre en œuvre et de faible complexité.

Les actions prioritaires à moyen terme de couleur orange seraient ensuite à programmer car elles sont moyennement engageantes quand bien même elles nécessitent des ressources et une organisation interne.

Enfin, les actions à long terme sont celles codifiées en rouge dont la mise en œuvre est complexe et/ou nécessite des travaux lourds et un budget ad hoc.

Nota : en vue de la restitution finale auprès des élus du PETR, l'anonymat des sites est préservé via une numérotation attribuée de 1 à 6 de façon aléatoire.

Thématique	Site concernés	Recommandations	Qui fait quoi ?	Faisabilité/praticité/ difficulté de mise en œuvre
Produits d'entretien	Tous	Privilégier l'utilisation des produits écolabellisés et sans parfum	Responsable achat & personnel d'entretien	Nécessite un ajustement auprès du fournisseur
	Tous	Maintenir l'étiquetage de tous les contenants	Personnel d'entretien	Adaptation des pratiques
	Tous	Limiter l'utilisation des sprays	Personnel d'entretien	Adaptation des pratiques
	Tous	Sensibiliser le personnel aux bonnes pratiques d'aération	Encadrement + prévoir formations via CNFPT	Formation continue
	6	Fermer à clé les locaux de stockage des produits d'entretien	Service technique / bâtiment de la collectivité	Travaux ponctuels en interne
	3	Modifier le cas échéant les horaires d'entretien des locaux le matin avant le début de la classe	Encadrement & personnel d'entretien	Conciliation entre collectivité et employeurs
Mobilier	1	Confirmer la source d'odeur (linoléum)	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Diagnostic et intervention externe
	1	Revoir le protocole de nettoyage du linoléum	Personnel d'entretien	Adaptation des pratiques
CO ₂	1, 2, 5	Étalonner les capteurs	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Programmation simple qui a un coût périodique
	Tous	Aérer les salles de classe régulièrement	Enseignants & personnel d'entretien	Planning et responsabilisation
	1, 2, 3, 4, 6	Mettre en place le protocole renforcé d'aération	Collectivité / enseignants	Planning et responsabilisation
Radon	Tous	Aérer régulièrement	Enseignants & personnel d'entretien	Habitude à intégrer
	2	Faire procéder à une expertise et engager des travaux	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Diagnostic et intervention externe
	2, 3	Poursuivre la surveillance périodique du radon (zone 3)	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Programmation simple qui a un coût périodique
Renouvellement d'air	Tous	Aérer lors des activités émissives	Enseignants & personnel d'entretien	Adaptation des pratiques
	Tous	Remettre les portes en conformité (détalonnage)	Service technique / bâtiment de la collectivité	Travaux ponctuels sur menuiseries
	2	Vérifier que toutes les entrées d'air sont percées (menuiseries neuves)	Service technique / bâtiment de la collectivité	Travaux ponctuels sur menuiseries
Ventilation	1	Vérifier l'installation électrique de la ventilation	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Diagnostic et intervention externe
	Tous	Maintenance périodique du système	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Programmation simple qui a un coût annuel
	1	Rééquilibrer les débits d'air selon le CO ₂	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Diagnostic et intervention externe
	Tous	Entretien 2 fois / an les terminaux (bouches et entrées d'air)	Personnel d'entretien	Habitude à intégrer, contrôle régulier, peu coûteux
	2, 6	Mener une réflexion pour équiper le bâtiment d'un système de ventilation	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Programmation difficile et coûteuse
	2, 3, 4, 6	Ventiler le local des produits d'entretien indépendamment du reste du bâtiment	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Travaux ciblés
	3, 5	Remettre en état tout ou partie du système de ventilation en place	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Diagnostic et intervention externe
Confort thermique	Tous	Travailler sur la régulation du chauffage	Service technique / bâtiment de la collectivité / Prestataire externe	Diagnostic et intervention externe

10 ANNEXES

Annexe n°1 - Résultats des mesures en radon – École de Saint Barthélemy

ALGADE
Laboratoire Environnement et Dosimétrie

Edition du : 07/05/2025

Référence Client : PETR DU PAYS DES VOSGES SAOINOISES
Adresse : 15 rue de la Metairie - 70200 LURE

Code affaire ALGADE : PVS 62

Chargé d'affaires : MLC



RAPPORT D'ESSAI N° DPR 25-05-41360

MESURE INTEGREE DE L'ACTIVITE VOLUMIQUE EN RADON 222 DANS L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHERIQUE

Dosimétrie		Analyse			Prélevement hors domaine d'acridité				Résultat final calculé		
N°	Type	Date de réception	Date de développement	Résultat de mesure (1) kBq.m ⁻² .h	Unité de détection kBq.m ⁻² .h	Lieu d'exposition	Date de pose	Date de dépense	Activité volumique calculée (2) Bq.m ⁻³	N° Dosimètre	Observations
13841	DPR	22/04/2025	30/04/2025	<=52	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Référent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires ci-dessous) - 70270 - SAINT-BARTHELEMY - ERP - POLE EDUCATIF MONT DE VANNES - SALLE 1 CMT-CM2B	27/01/2025	14/04/2025	<=28	13841	
13842	DPR	22/04/2025	30/04/2025	<=52	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Référent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires ci-dessous) - 70270 - SAINT-BARTHELEMY - ERP - POLE EDUCATIF MONT DE VANNES - SALLE 2 CE2-CM2A	27/01/2025	14/04/2025	<=28	13842	
13843	DPR	22/04/2025	30/04/2025	<=52	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Référent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires ci-dessous) - 70270 - SAINT-BARTHELEMY - ERP - POLE EDUCATIF MONT DE VANNES - SALLE 3 CP-CE1	27/01/2025	14/04/2025	<=28	13843	

Observations

Les documents concernés par ce rapport d'essai ont fait l'objet des commandes suivantes :
C/P 22-08-6734

07/05/2025	Date
Visa du Responsable Technique Laboratoire J. MELIER	

Résultat de mesure [Rm].
(1) E : Exposition du radon.
• Si Rm = LoExp, alors le résultat est fourni sous la forme : Rm + Up(Rm), avec Up(Rm) : incertitude associée à Rm.
• Si Rm < LoExp, alors le résultat est fourni sous la forme : « LoExp ».
LoExp : limite de détection en exposition.

(2) A : Activité volumique du radon.

- Si $R_m > L_{Exp}$, alors le résultat est fourni sous la forme: $Rf \pm U(Rf)$, avec $U(Rf)$: incertitude associée à Rf .
- Si $R_m \leq L_{Exp}$, alors le résultat est fourni sous la forme: $\leq L_{Exp} / d$

Avec : durée d'exposition en heures.

counting and if more accurate than it would be otherwise, will have a greater effect than $K = 2$.

ALLOAOE désengage sa responsabilité sur les données fournies par le client (lieux d'exposition et dates de pose et de dépose)

La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Il comporte 1 page(s) et 1 annexe(s)
Référence documentation qualité : E-RES-6202 V11

Annexe n°2 - Résultats des mesures en radon – École de Ronchamp



RAPPORT D'ESSAI N° DPR 25-05-41362 MESURE INTÉGRÉE DE L'ACTIVITÉ VOLUMIQUE EN RADON 222 DANS L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE En application de la norme NF ISO 11665-4 et selon les modes opératoires M-DE-4201 et M-AM-4201.



ALGADE
Laboratoire Environnement et Dosimétrie

Edition du : 07/05/2025

Référence Client : PETR DU PAYS DES VOSGES SAONOISES

Adresse : 15 rue de la Métairie - 70200 LURE

Code affaire ALGADE : PVS 62

Chargé d'affaires : MLC

N°	Dosimètre		Analyse		Prélèvement hors domaine d'accréditation		Résultat final calculé		Observations
	Type	Date de réception	Date de développement	Résultat de mesure (1) kBq.m ⁻³ .h	Limite de détection kBq.m ⁻³ .h	Lieu d'exposition	Date de pose	Activité volumique calculée (2) Bq.m ⁻³	N° Dosimètre
13844	DPR	22/04/2025	30/04/2025	205 ± 317	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Réfèrent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70250 - RONCHAMP - ERP - ECOLE DU CENTRE - BUREAU PERISCO	27/01/2025	1117 ± 172	13844
13845	DPR	22/04/2025	30/04/2025	137 ± 43	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Réfèrent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70250 - RONCHAMP - ERP - ECOLE DU CENTRE - SOUS SOL CHAUFFERIE	27/01/2025	74 ± 23	13845
13846	DPR	22/04/2025	30/04/2025	394 ± 74	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Réfèrent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70250 - RONCHAMP - ERP - ECOLE DU CENTRE - SALLE CE1 RDC	27/01/2025	213 ± 40	13846
13847	DPR	22/04/2025	30/04/2025	453 ± 82	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Réfèrent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70250 - RONCHAMP - ERP - ECOLE DU CENTRE - SALLE CE2 RDC	27/01/2025	245 ± 45	13847
13848	DPR	22/04/2025	30/04/2025	290 ± 61	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Réfèrent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70250 - RONCHAMP - ERP - ECOLE DU CENTRE - SALLE CP 1ER ETG	27/01/2025	157 ± 33	13848
13849	DPR	22/04/2025	30/04/2025	649 ± 110	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Réfèrent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70250 - RONCHAMP - ERP - ECOLE DU CENTRE - LOCAL SERVICE 1ER ETG	27/01/2025	351 ± 60	13849

Observations

Les dosimètres concernés par ce rapport d'essai ont fait l'objet des commandes suivantes :
CP 22-06-4734

Résultat de mesure (Rm).
(1) - E : Exposition du radon.
• Si Rm > LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme : Rm ± U(Rm), avec U(Rm) : incertitude associée à Rm.
• Si Rm < LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme : <= LdExp
Avec LdExp : Limite de détection en exposition.
Résultat final [Rf], calculé avec la durée d'exposition [Re] fournie par le client.
(2) - A : Activité volumique du radon.
• Si Rm > LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme : Rf ± U(Rf), avec U(Rf) : incertitude associée à Rf.
• Si Rm < LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme : <= LdExp / d
Avec d : durée d'exposition en heures.
Toutes les incertitudes sont données avec un facteur d'élargissement k=2.
ALGADE dégage sa responsabilité sur les données fournies par le client (lieux d'exposition et dates de pose et de dépôt).

Date	Visa du Responsable Technique Laboratoire
07/05/2025	J. MELIER

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
L'accréditation par le COFRAC atteste de la compétence du laboratoire.
Ce rapport ne concerne que les objets ou produits soumis à essai tels qu'ils ont été reçus.
Il comporte 1 page(s) et 1 annexe(s)
Référence documentation qualité : E-RE-6202-V11

ALGADE

Avenue du Bruguéaud - BP 46 - 87250 Bezières sur Garonne - Tél. +33 (0)5 55 60 50 00 - Fax +33 (0)5 55 60 50 59
S.A.S. au capital de 999200 Euros - R.C.S Limoges B 389 321 746 - Siret 389 321 746 000 15

Page 1 / 1



RAPPORT D'ESSAI N° DPR 25-05-41359

MESURE INTEGREE DE L'ACTIVITE VOLUMIQUE EN RADON 222 DANS L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHERIQUE

En application de la norme NF ISO 11654-4 et selon les modes opératoires M.O.E-4201 et M.AN-6201.



ALGADE
Laboratoire Environnement et Dosimétrie

Edition du : 07/05/2025

Référence Client : PETR DU PAYS DES VOSGES SAONOISES

Adresse : 15 rue de la Melaine - 70200 LURE

Code affaire ALGADE : PVS 62

Chargé d'affaires : MLC

N°	Type	Date de réception	Date de développement	Analyse		Prélèvement hors domaine d'accréditation			Résultat final calculé		Observations
				Résultat de mesure (1)	Limite de détection	Lieu d'exposition	Date de pose	Date de dépense	Activité volumique calculée (2)	N° Dosimètre	
13853	DPR	22/04/2025	30/04/2025	<=52	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Référent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70200 - MOFFANS ET VACHERESSE - ERP - POLE EDUCATIF PRE DU CŒUR - CLASSE 2 CP 1ER ETG	28/01/2025	10/04/2025	<=30	13853	
13854	DPR	22/04/2025	30/04/2025	<=52	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Référent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70200 - MOFFANS ET VACHERESSE - ERP - POLE EDUCATIF PRE DU CŒUR - SALLE MULTIMÉDIAS	28/01/2025	10/04/2025	<=30	13854	
13855	DPR	22/04/2025	30/04/2025	<=52	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Référent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70200 - MOFFANS ET VACHERESSE - ERP - POLE EDUCATIF PRE DU CŒUR - EXTENSION SALLE RESTO 2	28/01/2025	10/04/2025	<=30	13855	

Observations

Les dosimètres concernés par ce rapport d'essai ont fait l'objet des commandes suivantes :
CP 22-06-6734

Résultat de mesure [Bq/m³]
(1) : E : Exposition du radon.
• Si Rm > LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme: Rm ± U(Rm), avec U(Rm) : incertitude associée à Rm.
• Si Rm < LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme: < LdExp
Avec LdExp : Limite de détection en exposition.

Résultat final [Bq/m³] calculé avec la durée d'exposition [he] fournie par le client.
(2) : A : Activité volumique du radon.
• Si Rm > LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme: Rf ± U(Rf), avec U(Rf) : incertitude associée à Rf.
• Si Rm < LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme: < LdExp / d
Avec d : durée d'exposition en heures.

Toutes les incertitudes sont données avec un facteur d'élargissement k = 2.
ALGADE s'engage sa responsabilité sur les données fournies par le client (lieux d'exposition et dates de pose et de dépense).

Date	Visa du Responsable Technique Laboratoire
07/05/2025	J. MELIER

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
L'accréditation par le COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les analyses couvertes par l'accréditation.
Ce rapport ne concerne que les copies ou produits soumis à essais tels qu'ils ont été reçus.

Il comporte 1 page(s) et 1 annexe(s)
Référence documentation qualité : E-RE-6202 V11

ALGADE

Page 1 / 1

Avenue du Bruguéud - BP 46 - 87250 Beaulieu-sur-Gartempe - Tél. +33 (0)5 55 60 50 00 - Fax +33 (0)5 55 60 50 59
S.A.S. au capital de 996 200 Euros - R.C.S Limoges B 389 321 746 - Siret 389 321 746 000 15

Annexe n°5 - Résultats des mesures en radon – École de Luxeuil-Les-Bains



RAPPORT D'ESSAI N° DPR 25-05-41357

MESURE INTEGREE DE L'ACTIVITE VOLUMIQUE EN RADON 222 DANS L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHERIQUE

En application de la norme NF ISO 11665-4 et selon les modes opératoires M-DE-4201 et M-AM-4201.



ALGADE
Laboratoire Environnement et Dosimétrie

Edition du : 07/05/2025

Référence Client : PETR DU PAYS DES VOSGES SAONOISES

Adresse : 15 rue de la Marais - 70200 LURE

Code affaire ALGADE : PVS 62

Chargé d'affaires : MLC

Dosimètre			Analyse			Prélèvement hors domaine d'accréditation				Résultat final calculé		Observations
N°	Type	Date de réception	Date de développement	Résultat de mesure (1) kBq.m ⁻² .h	Limite de détection kBq.m ⁻² .h	Lieu d'exposition	Date de pose	Date de dépense	Activité volumique calculée (2) Bq.m ⁻³	N° Dosimètre		
13858	DPR	22/04/2025	30/04/2025	<=52	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Référent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70300 - LUXEUIL LES BAINS - ERP - ECOLE BOIS DE LA DAME - SALLE 3 MATERNELLE	29/01/2025	14/04/2025	<=29	13858		
13859	DPR	22/04/2025	30/04/2025	<=52	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Référent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70300 - LUXEUIL LES BAINS - ERP - ECOLE BOIS DE LA DAME - SALLE 9 CM2 (HE)	29/01/2025	14/04/2025	<=29	13859		

Observations

Les dosimètres concernés par ce rapport d'essai ont fait l'objet des commandes suivantes :
CP 22-06-4734

Résultat de mesure (Rm)
(1) : E : Exposition ou radon.
- Si Rm < LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme : Rm ± U(Rm), avec U(Rm) : incertitude associée à Rm.
- Si Rm > LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme : <= LdExp.
Avec LdExp : Limite de détection en exposition.
Résultat final (Rf), calculé avec la durée d'exposition (t) fournie par le client.
(2) : A : Activité volumique du radon.
- Si Rm > LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme : Rf ± U(Rf), avec U(Rf) : incertitude associée à Rf.
- Si Rm < LdExp, alors le résultat est fourni sous la forme : <= LdExp / d.
Avec d : durée d'exposition en heures.
Toutes les incertitudes sont données avec un facteur d'élargissement k=2.

ALGADE désengage sa responsabilité sur les données fournies par le client (lieux d'exposition et dates de pose et de dépense).

Date	Visa du Responsable Technique Laboratoire
07/05/2025	J. MELIER

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
L'accréditation par le COFRAC atteste de la compétence du laboratoire.
Ce rapport ne concerne que les objets ou produits soumis à essais tels qu'ils ont été reçus.

Il comporte 1 page(s) et 1 annexe(s)
Référence documentation qualité : E-RE-0002 V11

ALGADE

Avenue du Bruguat - BP 46 - 87250 Basleins sur Garmppe - Tél. +33 (0)5 55 60 50 00 - Fax +33 (0)5 55 60 50 59
S.A.S. au capital de 995200 Euros - R.C.S Limoges B 389 321 746 - Siret 389 321 746 000 15



RAPPORT D'ESSAI N° DPR 25-05-41358

MESURE INTEGREE DE L'ACTIVITE VOLUMIQUE EN RADON 222 DANS L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHERIQUE

En application de la norme NF ISO 11654-4 et selon les modes opératoires M-DE-4201 et M-AJN-6201.

ALGADE
Laboratoire Environnement et Dosimétrie

Edition du : 07/05/2025

Référence Client : PETR DU PAYS DES VOSGES SAONOISES

Adresse : 15 rue de la Mélière - 70200 LURE

Code affaire ALGADE : PVS 62

Chargé d'affaires : MLC

N°	Type	Date de réception	Date de développement	Analyse		Prélèvement hors domaine d'accréditation			Résultat final calculé		Observations
				Résultat de mesure (1) kBq.m ⁻³ .h	Limite de détection kBq.m ⁻³ .h	Lieu d'exposition	Date de pose	Date de dépense	Activité volumique calculée (2) Bq.m ⁻³	N° Dosimètre	
13860	DPR	22/04/2025	30/04/2025	<=52	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Réfèrent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70800 - CONFLANS SUR LANTERNE - ERP - SI DES ECOLES DE LA LANTERNE - MATERNELLE RDC	29/01/2025	14/04/2025	<=29	13860	
13861	DPR	22/04/2025	30/04/2025	123 ± 41	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Réfèrent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70800 - CONFLANS SUR LANTERNE - ERP - SI DES ECOLES DE LA LANTERNE - CP SALLES 1ER ETG	29/01/2025	14/04/2025	69 ± 23	13861	
13862	DPR	22/04/2025	30/04/2025	473 ± 85	<=52	JEAN-PHILIPPE GONANT (Réfèrent de l'étude QAI dans 6 bâtiments scolaires) - 70800 - CONFLANS SUR LANTERNE - ERP - SI DES ECOLES DE LA LANTERNE - SALLE CE2/CM1 RDC	29/01/2025	14/04/2025	263 ± 47	13862	

Observations

Les dosimètres concernés par ce rapport d'essai ont fait l'objet des commandes suivantes :
CP 22-05-0734

Résultat de mesure (Rm).
(1) - E : Exposition du radon.
• Si Rm > LoExp, alors le résultat est fourni sous la forme: Rm ± U(Rm), avec U(Rm) : incertitude associée à Rm.
• Si Rm < LoExp, alors le résultat est fourni sous la forme: < LoExp
Avec LoExp : Limite de détection en exposition.

Résultat final (Rf), calculé avec la durée d'exposition [he] fournie par le client.
(2) - A : Activité volumique du radon.
• Si Rm > LoExp, alors le résultat est fourni sous la forme: Rf ± U(Rf), avec U(Rf) : incertitude associée à Rf.
• Si Rm < LoExp, alors le résultat est fourni sous la forme: < LoExp / d
Avec d : durée d'exposition en heures.

Toutes les incertitudes sont données avec un facteur d'élargissement k=2.
ALGADE dégage sa responsabilité sur les données fournies par le client (lieux d'exposition et dates de pose et de dépôt).

Date	Visa du Responsable Technique Laboratoire
07/05/2025	J. MELIER

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
L'accréditation par le COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les analyses couvertes par l'accréditation.
Ce rapport ne concerne que les objets ou produits soumis à essais tels qu'ils ont été reçus.

Il comporte 1 page(s) et 1 annexe(s)
Référence documentation qualité : E-RS-6202-V11

ALGADE

Page 1 / 1

Avenue du Brugelud - BP 46 - 87250 Besinès sur Garmppe - Tél. +33 (0)5 55 60 50 00 - Fax +33 (0)5 55 60 50 59
S.A.S. au capital de 996200 Euros - R.C.S Limoges B 389 321 746 - Siret 389 321 746 000 15

Protocole d'aération – version renforcé

Objectif

Assurer un renouvellement de l'air des locaux de l'école qui n'est pas équipée d'un système de ventilation dans les salles de classe.

Les indicateurs de QAI font état, pour les salles instrumentées lors du diagnostic mené en janvier 2025, d'un confinement élevé sur le site.

Le protocole d'aération est donc renforcé par rapport aux habitudes éventuellement déjà prises par l'équipe enseignante.

Protocole proposé

- Solution 1 : en complément des habitudes d'aération potentiellement déjà acquises, les renforcer en période d'occupation où le taux de CO₂ est élevé.
=> Aération en grand (fenêtres et porte intérieure) :
 - Durant 5 minutes toutes les heures (ex : 9h30 – 10h30 – 14h30 – 15h30 – 16h30) &
 - Durant toute la durée de la récréation (matin et après-midi) &
 - Durant la pause méridienne afin de chasser l'air vicié.
 - Envisager la possibilité d'aérer avant le début de la classe.
- Solution 2 : surveiller la diode du capteur lorsque la salle de classe est équipée : aérer dès que la diode devient orange.

Annexe n°8 - Carte de la station météo locale du Pays des Vosges Saônoises

