

## Mesures d'air intérieur par autodiagnostic Ecole primaire René - Perrin Châteauneuf-les-Martigues

**Août 2018**

### Contexte

Dans le cadre d'un projet soutenu par la Région Sud Provence Alpes Côte d'Azur, AtmoSud accompagne les collectivités dans la mise en place de mesures de la qualité de l'air intérieur par autodiagnostic dans leurs écoles et crèches.

Cette opération concerne les collectivités volontaires qui répondent à la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur par l'application du guide pratique du Ministère<sup>1</sup> (qui n'impose pas de mesures des polluants de l'air).

L'objectif est de favoriser la mise en place, par les services internes à la collectivité, de mesures indicatives de qualité de l'air intérieur afin d'identifier de potentielles problématiques de pollution.

### Kit de mesures

Chaque kit de mesure permet la réalisation de mesures d'air dans deux points intérieurs et un point extérieur. Les mesures concernent les paramètres suivants :

- BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes) : intérieur et extérieur
- NO<sub>2</sub> (dioxyde d'azote) : intérieur et extérieur
- Aldéhydes (formaldéhyde, acétaldéhyde, propanal, butanal, benzaldéhyde, isopentanal, pentanal, hexanal) : intérieur uniquement
- CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone), température, humidité relative : intérieur uniquement

La collectivité a reçu un kit à destination d'un établissement et a été formée à son utilisation (manipulations, mise en place sur site, renseignements de la fiche terrain...).

Le kit est constitué des moyens de mesure décrits ci-après.

---

<sup>1</sup> Décret n° 2015-1000 du 17 août 2015 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public

### BTEX :

Les prélèvements sont réalisés pendant 4,5 jours à l'aide d'un tube à diffusion passive Radiello 145 et ses accessoires :

- Corps diffusif jaune code 120-2
- Plaque de support code 121
- Cartouche adsorbante code 145



Figure 1 : Cartouche 145, corps diffusif jaune et support

L'analyse des BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes) est réalisée selon la norme ISO 16017-2 octobre 2003 (Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail – Echantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire, Partie 2 : Echantillonnage par diffusion).

### NO<sub>2</sub> :

L'évaluation des concentrations en dioxyde d'azote se réalise au moyen de tubes à diffusion passive Passam installés durant 4,5 jours.



Figure 2 : Echantillonneur passif de NO<sub>2</sub> - Passam

### Aldéhydes :

Les prélèvements sont réalisés pendant 4,5 jours à l'aide d'un tube à diffusion passive Radiello 165 et ses accessoires :

- Corps diffusif bleu code 120-1
- Plaque de support code 121
- Cartouche chimiabsorbante code 165



Figure 3 : Radiello 165 : Cartouche 165, corps diffusif bleu et support

L'analyse des aldéhydes est réalisée selon la norme ISO 16000-4 avril 2006 (Air intérieur, Partie 4 : Dosage du formaldéhyde – Méthode par échantillonnage diffusif).

## CO<sub>2</sub>, température et humidité relative :

La température, l'humidité relative, et les concentrations en dioxyde de carbone sont mesurées en temps réel à l'aide d'un appareil de mesure Class'Air de Pyrescom. Cet équipement répond aux exigences de conformité au décret n°2012-14 relatif à la mesure des polluants de l'air intérieur dans les établissements recevant du public (ERP).



Figure 4 : Appareil de mesure de CO<sub>2</sub>, température et humidité relative : Class'Air

## **Campagne de mesures**

### Echantillonnage :

Le kit d'autodiagnostic est dimensionné pour réaliser des mesures d'air en deux points intérieurs et un point extérieur. Les collectivités ont été formées au choix des deux pièces les plus représentatives de l'établissement (réparties au mieux en fonction des différents bâtiments, des étages et des orientations).

Les collectivités choisissent l'établissement et réalisent elles-mêmes l'échantillonnage des points de mesure intérieurs et extérieur.

En décrivant les pièces et l'emplacement extérieur choisis, elles y associent les codes « SDC1 », « SDC2 » ou « EXT ».

## **Modalités d'interprétation des résultats**

Pour l'interprétation des résultats, il existe différentes valeurs auxquelles ils peuvent être comparés :

- Les valeurs réglementaires de gestion de la surveillance de l'air intérieur dans les établissements recevant du public<sup>2</sup>,
- Les valeurs de gestion du Haut Conseil de Santé Publique,
- Les Valeurs Guides en Air Intérieur (VGAI) de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), basées uniquement sur des critères sanitaire<sup>3</sup>,

---

<sup>2</sup> Décret n° 2015-1000 du 17 août 2015 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public

<sup>3</sup> Valeur guide en air intérieur (VGAI) de l'ANSES : concentration dans l'air intérieur associée à un temps d'exposition en dessous de laquelle aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé ne sont en principe attendus

- Pour les polluants qui ne possèdent aucune valeur de référence, il est possible de comparer les résultats à des campagnes de mesure de grande envergure, comme les campagnes nationales de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI).

## CO<sub>2</sub>

La concentration en CO<sub>2</sub> dans l'air intérieur est l'un des critères qui fonde la réglementation en matière d'aération des locaux. Le titre III des Règlements sanitaires départementaux (RSD) fixe ainsi, pour les bâtiments non résidentiels, un seuil en CO<sub>2</sub> 1 300 ppm dans les locaux où il est interdit de fumer.

Sur une période de mesure de 4,5 jours, il est possible de calculer l'indice de confinement ICONE sur la base des concentrations en CO<sub>2</sub> sur la période de présence des occupants. Les valeurs de cet indice s'échelonnent de 0 à 5. L'indice ICONE est calculé suivant la formule :

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

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

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

En fonction des différents niveaux d'indice ICONE, le confinement est caractérisé comme suit :

Tableau 1. Etat du confinement de l'air intérieur suivant la valeur de l'indice ICONE

Indice de confinement ICONE	Etat du confinement
0	Confinement nul
1	Confinement faible
2	Confinement moyen
3	Confinement élevé
4	Confinement très élevé
5	Confinement extrême

Dans les établissements recevant du public, la valeur limite réglementaire est : indice ICONE de 5.

## Valeurs de gestion réglementaires du formaldéhyde et du benzène

Dans le cadre de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur des établissements recevant du public, le formaldéhyde et le benzène possèdent des valeurs limites réglementaires.

Le tableau suivant présente les valeurs de gestion réglementaires dans les établissements recevant du public :

Substances	Valeur-guide pour l'air intérieur	Valeur-limite	
<b>Formaldéhyde</b>	<b>30 µg/m<sup>3</sup></b> pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2015	<b>10 µg/m<sup>3</sup></b> pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2023	100 µg/m <sup>3</sup>
<b>Benzène</b>	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b> pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2013	<b>2 µg/m<sup>3</sup></b> pour une exposition de longue durée à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2016	10 µg/m <sup>3</sup>

Figure 5 : Valeurs de gestion réglementaires de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les ERP

Pour le formaldéhyde et le benzène, selon les valeurs de gestion réglementaires ci-dessus, il est possible de distinguer trois situations différentes :

- Cas idéal : inférieur à la valeur guide réglementaire
- Respect de la réglementation, aucune modalité de gestion recommandée : inférieur à la valeur limite réglementaire
- Nécessite une expertise : supérieur à la valeur limite réglementaire

### Autres valeurs de référence

En complément des valeurs de gestion réglementaires des établissements recevant du public, il existe des valeurs références d'exposition chronique pour certains polluants :

Tableau 2. Valeurs références en air intérieur pour une exposition long terme ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Polluants	Valeurs guide long terme
<b>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</b>	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VGAI ANSES 2013)
<b>Formaldéhyde</b>	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VGAI ANSES 2007) 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valeur repère HSCP 2009) 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valeur d'information et recommandations HCSP 2009) 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valeur d'action rapide HSCP 2009)
<b>Acétaldéhyde</b>	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VGAI ANSES 2014)
<b>Benzène</b>	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VGAI ANSES 2008) 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valeur repère HSCP 2010) 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valeur d'action rapide HSCP 2010)
<b>Toluène</b>	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Europe/Index)
<b>Ethylbenzène</b>	1 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VTR ANSES)

### Comparaison aux campagnes nationales

Pour les polluants n'ayant ni de valeur réglementaire ni de valeur référence, il est possible de se référer aux résultats de mesure de la Campagne Nationale Ecoles (CNE) de l'OQAI réalisée dans 300 établissements ou la Campagne Nationale Logement (CNL) qui a été menée dans plus 560 logements français. Les médianes des concentrations sont les suivantes :

Tableau 3. Médianes des concentrations annuelles intérieures ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – Campagnes OQAI CNE ou CNL

NO <sub>2</sub> *	Formaldéhyde*	Acétaldéhyde*	Benzène*	Toluène**	Ethylbenzène*	M/p-xylènes**	O-xylène**
5	19	5,1	1,2	12,2	0,8	5,6	2,3

\*Campagne Nationale Ecoles (CNE)

\*\*Campagne Nationale Logements (CNL)

## Résultats de mesure

Les mesures ont été effectuées du 19 au 23 mars 2018 dans l'école primaire René Perrin située à l'avenue Emile Cotte. Les résultats de mesure sont les suivants :

BTEX et NO<sub>2</sub> :

Tableau 4. Concentrations intérieures et extérieures en NO<sub>2</sub> et BTEX (µg/m<sup>3</sup>)

µg/m <sup>3</sup>	SDC1 (Salle de classe n°2)	SDC2 (pas de descriptif)	Extérieur
NO <sub>2</sub>	10.6	8.8	11.4
Benzène	2.34	2.67	1.57
Toluène	1.50	1.46	1.24
Ethylbenzène	0.87	0.60	0.40
mp xylène	1.24	0.90	0.64
O Xylène	0.94	0.57	0.45

Les concentrations intérieures en NO<sub>2</sub> sont largement inférieures à la valeur guide en air intérieur de l'ANSES de 20 µg/m<sup>3</sup> dans les deux salles de classe échantillonnées. La concentration extérieure mesurée est largement inférieure à la valeur limite réglementaire en air ambiant de 40 µg/m<sup>3</sup>.

Les concentrations intérieures en benzène sont légèrement supérieures à la valeur guide réglementaire de 2 µg/m<sup>3</sup> et à la concentration du point extérieur échantillonné.

Les concentrations des autres polluants (toluène, éthylbenzène et xylènes) sont inférieures aux valeurs référence ou aux concentrations médiane des campagnes nationales de l'OQAI.

Aldéhydes :

Tableau 5. Concentrations intérieures en aldéhydes (µg/m<sup>3</sup>)

µg/m <sup>3</sup>	SDC1 (Salle de classe n°2)	SDC2 (pas de descriptif)
Formaldéhyde	8.94	5.19
Acétaldéhyde	4.52	2.80
Propanal	1.59	1.79
Butanal	5.74	6.20
Benzaldéhyde	0.77	0.30
Isopentanal	0.65	0.36
Pentanal	1.71	1.47
Hexanal	10.36	6.43

Les concentrations intérieures en formaldéhyde sont inférieures à la valeur guide réglementaire de 30 µg/m<sup>3</sup> dans les établissements recevant du public mais également à la médiane des écoles françaises (campagne CNE OQAI) de 19 µg/m<sup>3</sup> et à la valeur guide en air intérieur (VGAI) de l'ANSES de 10 µg/m<sup>3</sup>.

L'acétaldéhyde présente des concentrations inférieures à la valeur guide en air intérieur (VGAI) de l'ANSES de 160 µg/m<sup>3</sup> et à la concentration médiane des écoles françaises de 5,1 µg/m<sup>3</sup>.

Les autres aldéhydes présentent des gammes de concentrations habituelles.

CO<sub>2</sub>, température et humidité relative :

Tableau 6. Confinement et conditions hygrothermiques intérieures

	Paramètres	SDC1 (Salle de classe n°2)	SDC2 (pas de descriptif)
Confinement	INDICE ICONE (0 à 5)	3	2
	Concentration max (ppm)	3443	2286
Conditions hygrothermiques	Humidité relative moyenne (%)	42	58
	Température moyenne (°C)	20	24

La salle SDC1 présente un confinement « élevé » (indice ICONE de 3). La salle SDC2 présente un confinement « moyen » (indice ICONE de 2). Les concentrations maximales observées dépassent significativement les concentrations recommandées par le règlement sanitaire départemental de 1 300 ppm, notamment la salle SDC1 avec des concentrations dépassant 3 000 ppm.

L'humidité relative mesurée montre des taux conformes aux taux recommandés (entre 40 et 60 %).

## Contexte de pollution extérieure de proximité

La carte stratégique air, basée sur les concentrations sur 5 ans (2012 à 2016) en dioxyde d'azote, et PM10, montre que l'école échantillonnée et située dans un environnement faiblement impacté par la pollution extérieure « zone à préserver ».

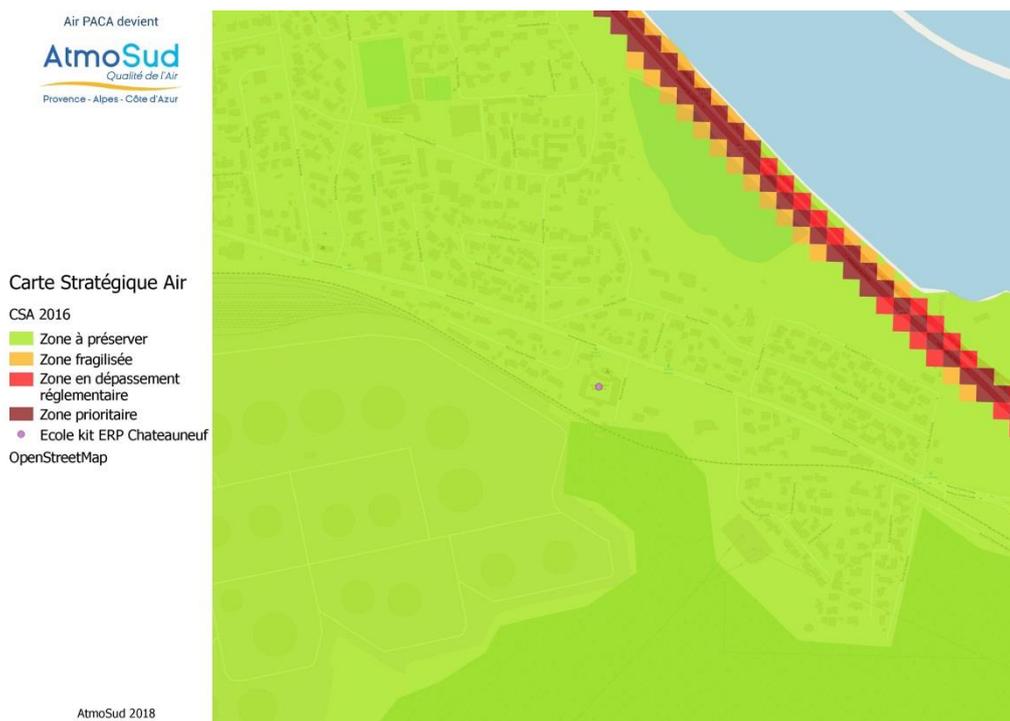


Figure 6 : Carte Stratégique Air (données 2016)

A l'emplacement de l'école, la carte de pollution annuelle en NO<sub>2</sub> (année 2016) indique une concentration de 17 µg/m<sup>3</sup>, ce qui est largement en dessous de la valeur limite réglementaire de 40 µg/m<sup>3</sup>. Ces données sont légèrement supérieures avec les résultats des mesures extérieures ponctuelles de NO<sub>2</sub> réalisées par la collectivité à l'aide du kit d'autodiagnostic : 11 µg/m<sup>3</sup>.

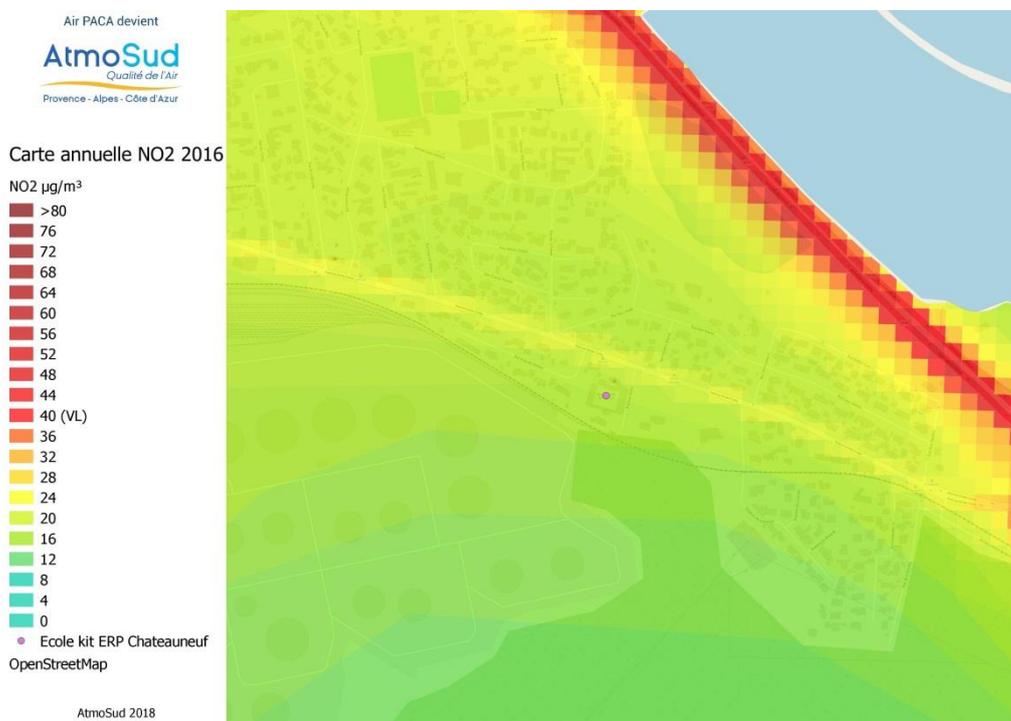


Figure 7 : Carte de pollution annuelle en dioxyde d'azote (2016)

Pour les PM<sub>10</sub>, la réglementation impose de ne pas dépasser 50 µg/m<sup>3</sup> plus de 35 jours par an. A l'emplacement de l'école, la concentration en PM<sub>10</sub> au 36<sup>ème</sup> jour le plus élevé de l'année est de 32 µg/m<sup>3</sup>, la réglementation est donc respectée en ce point pour les PM<sub>10</sub>.

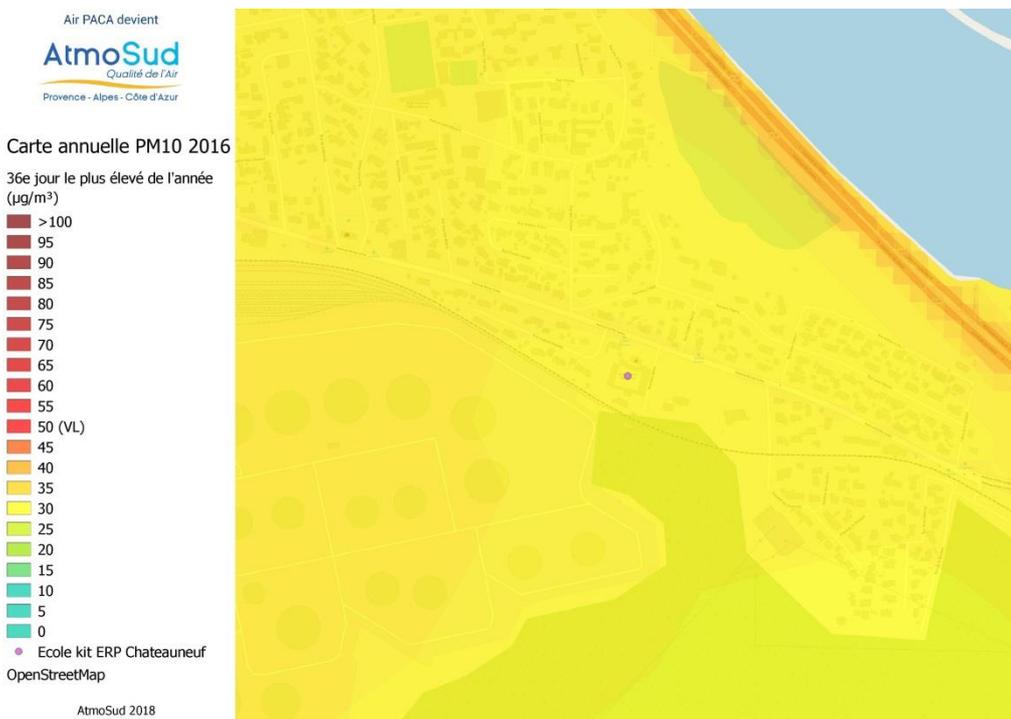


Figure 8 : Carte de pollution annuelle en PM<sub>10</sub> (2016)

## Conclusion

Dans le cadre d'un projet soutenu par la Région Sud Provence Alpes Côte d'Azur, la ville de Châteauneuf-les-Martigues a bénéficié d'un kit d'autodiagnostic de la qualité » de l'air intérieur et d'un accompagnement par AtmoSud.

Une école a été échantillonnée dans le cadre de la mise en place de mesures d'air intérieur par la collectivité : Ecole primaire René Perrin située à l'avenue Emile Cotte.

Mis à part pour le benzène qui a montré des concentrations légèrement supérieures à la valeur guide réglementaire de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , les mesures mises en place ont montré des concentrations intérieures inférieures aux valeurs gestion réglementaires dans les ERP, aux valeurs de référence ou aux médianes des concentrations dans le parc de bâtiment français (campagnes nationales de l'OQAI), que ce soit pour les polluants d'origine extérieure ou intérieure.

L'emplacement de cette école est catégorisé en zone « à préserver » sur la carte stratégique air, soit un environnement faiblement impacté par la pollution de l'air ambiant pour les polluants que sont le dioxyde d'azote les particules fines PM10.

Le point principal à améliorer dans les salles échantillonnées concerne le renouvellement d'air, puisque les niveaux de confinement (indice ICONE de 2 et 3) sont respectivement catégorisés comme « moyen » et « élevé ». La mise en place d'un système de ventilation mécanique contrôlée et/ou la sensibilisation des occupants à l'ouverture des fenêtres sont des pistes pour améliorer le renouvellement d'air.

*Auteur : Mathieu Izard*

*En partenariat avec :*



[www.atmosud.org](http://www.atmosud.org)

#### Siège social

146, rue Paradis - « Le Noilly Paradis »  
13294 Marseille Cedex 06  
Tél. 04 91 32 38 00 - Fax 04 91 32 38 29

#### Établissement de Martigues

Route de la Vierge  
13500 Martigues  
Tél. 04 42 13 01 20

#### Établissement de Nice

37 bis, avenue Henri Matisse  
06200 Nice  
Tél. 04 93 18 88 00

# ANNEXE : RAPPORT DE CAMPAGNE CONFINEMENT

Date édition : 2018-04-27 11:13:03



Date de début : 19/03/2018  
Date de fin : 23/03/2018  
Technicien : IZARD Mathieu

## Rapport de campagne

### Coordonnées de l'établissement :

ÉCOLE PRIMAIRE RENÉ PERRIN  
AVENUE ÉMILE COTTE  
LA MEDE  
13220 CHÂTEAUNEUF-LES-MARTIGUES

**Tel :**

**Fax :**

**Mail :**

**Contact :** Mme JOUANAUD

### Commentaires :

### Résultats des mesures de confinement

L'indice de confinement ICONÉ est une note comprise entre 0 (aucun confinement) et 5 (confinement extrême). Il est calculé à partir de la fréquence et l'intensité des valeurs élevées de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) mesurées durant les périodes d'occupation et ce uniquement en hiver.

L'indice de confinement ICONÉ reflète la qualité du renouvellement de l'air du local pour une occupation donnée. Par conséquent, en présence d'une source significative de polluants dans une atmosphère très confinée, des niveaux de concentrations très élevés peuvent être observés. Les situations de confinement très élevées (ICONÉ = 4) ou extrême (ICONÉ = 5) présentent donc un risque sanitaire potentiel.

Identification des salles	Identifiant capteur	Humidité	Température en °C	ICONÉ
SDC1	06 14	38.19	19.99	3
SDC2	0D 0D	26.77	22.06	2

NA : Calcul du confinement non calculé, vérifier si un emploi du temps est saisi.

Confinement MAXIMUM observé dans l'établissement : 3

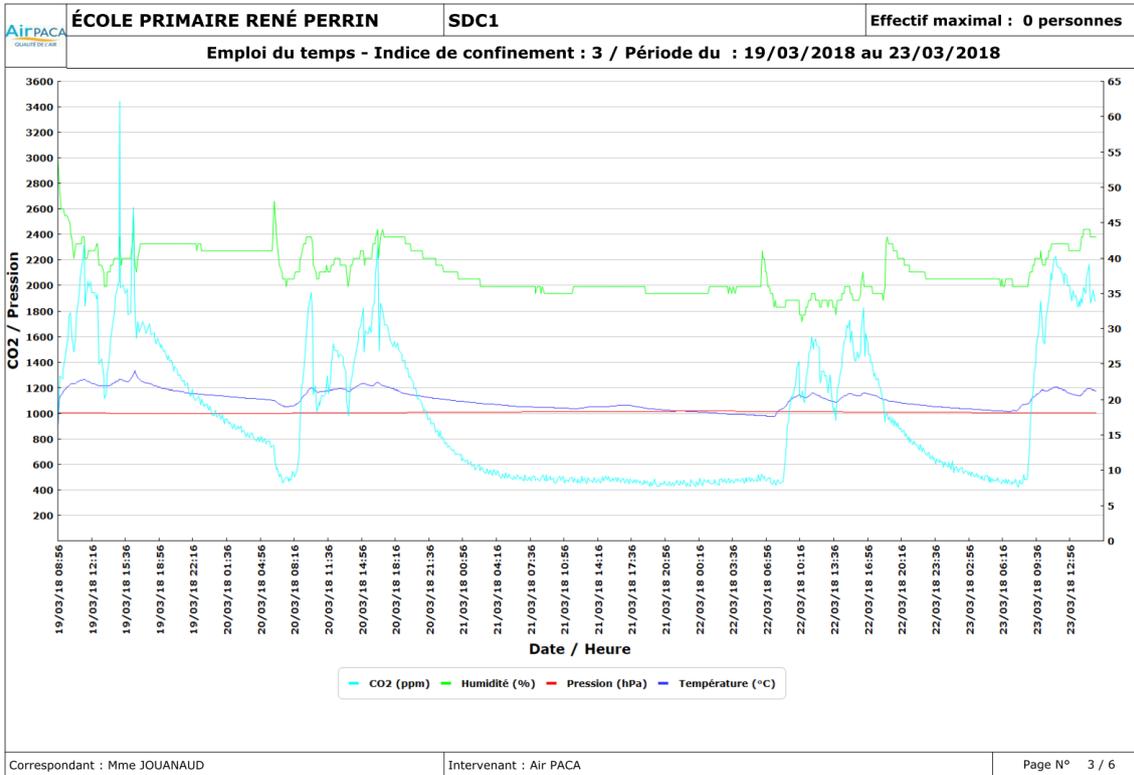
Confinement MINIMUM observé dans l'établissement : 2

REF :

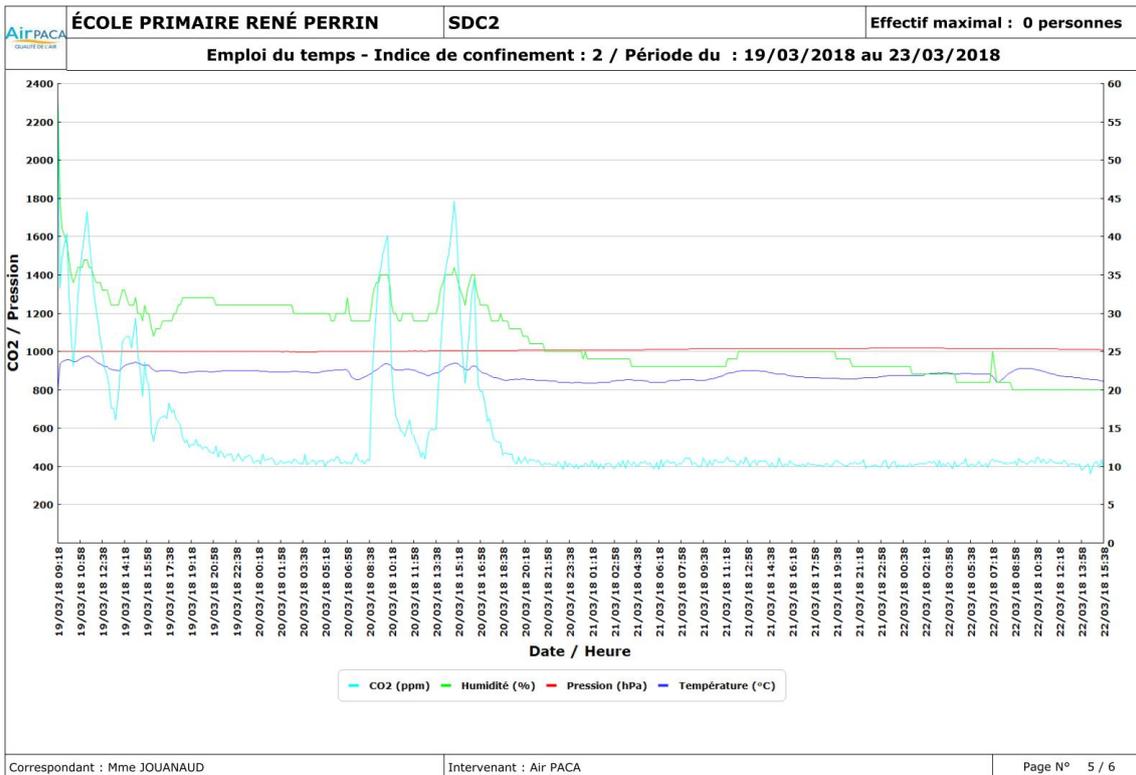
Air PACA  
146 rue Paradis - Bât. "Le Noilly Paradis"  
13294 MARSEILLE

Page N° 1 / 6

AirPACA		ÉCOLE PRIMAIRE RENÉ PERRIN		SDC1		Effectif maximal : 0 personnes	
Emploi du temps - Indice de confinement : 3 / Période du : 19/03/2018 au 23/03/2018							
Semaine du 19 au 25 mars 2018							
	lundi 19 mar 2018	mardi 20 mar 2018	mercredi 21 mar 2018	jeudi 22 mar 2018	vendredi 23 mar 2018	samedi 24 mar 2018	dimanche 25 mar 2018
7:00							
9:00	Présence	Présence		Présence	Présence		
	25	25		25	25		
11:00							
13:00	Présence	Présence		Présence	Présence		
15:00	25	25		25	25		
17:00							
19:00							
Correspondant : Mme JOUANAUD		Intervenant : Air PACA			Page N° 2 / 6		



AirPACA		ÉCOLE PRIMAIRE RENÉ PERRIN	SDC2	Effectif maximal : 0 personnes			
Emploi du temps - Indice de confinement : 2 / Période du : 19/03/2018 au 23/03/2018							
Semaine du 19 au 25 mars 2018							
	lundi 19 mar 2018	mardi 20 mar 2018	mercredi 21 mar 2018	jeudi 22 mar 2018	vendredi 23 mar 2018	samedi 24 mar 2018	dimanche 25 mar 2018
7:00							
9:00	Présence 25	Présence 0					
11:00							
13:00	Présence 25	Présence 25					
15:00							
17:00							
19:00							
Correspondant : Mme JOUANAUD			Intervenant : Air PACA			Page N° 4 / 6	



## Liste des indices de confinement

Indice	Nature du confinement	Informations
0	Confinement nul	<b><u>Néant</u></b>
1	Confinement faible	<b><u>Néant</u></b>
2	Confinement moyen	<b><u>Néant</u></b>
3	Confinement élevé	<b><u>Néant</u></b>
4	Confinement très élevé	<p><b><u>Message de sensibilisation destiné au maître d'ouvrage :</u></b></p> <p>Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu. Lorsque ces salles sont équipées d'un dispositif spécifique de ventilation, il est souhaitable de faire intervenir un spécialiste pour procéder à une inspection de l'installation. En l'absence de dispositif spécifique de ventilation, il est souhaitable d'améliorer les conditions d'aération de ces salles en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant la période d'occupation.</p>
5	Confinement extrême	<p><b><u>Message de sensibilisation destiné au maître d'ouvrage :</u></b></p> <p>Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu. Lorsque ces salles sont équipées d'un dispositif spécifique de ventilation, il est recommandé de faire intervenir un spécialiste pour procéder à une inspection de l'installation. En l'absence de dispositif spécifique de ventilation, il est recommandé d'améliorer les conditions d'aération de ces salles en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant la période d'occupation.</p> <p><b><u>Actions à mener par l'organisme en charge de la réalisation des mesures sur site :</u></b></p> <p>Information au préfet du département du lieu d'implantation de l'établissement dans un délai quinze jours après réception de l'ensemble des résultats d'analyse.</p> <p><b><u>Actions à mener par le maître d'ouvrage ou l'exploitant de l'établissement :</u></b></p> <p>- Nécessité de mener toute expertise nécessaire pour identifier les causes du confinement extrême dans l'établissement.</p>