

## Mesures d'air intérieur par autodiagnostic Ecoles Ecureuils et Van Gogh - Lambesc

Juillet 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 ICONÉ 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 ICONÉ est calculé suivant la formule :

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

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

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

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

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

Indice de confinement ICONÉ	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 ICONÉ 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*	Hexanal**	Benzène*	Toluène**	Ethylbenzène*	M/p-xylènes**	O-xylène**
5	19	5,1	13,6	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 16 au 23 avril 2018 dans deux établissements différents : l'école maternelle Ecureuils située Allée Jean Aicard et l'école élémentaire Van Gogh située Boulevard Jules Ferry. 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 (Ecole Ecureuil)	SDC2 (Ecole Van Gogh)	Extérieur (Van Gogh)
NO <sub>2</sub>	6.8	6.8	10.9
Benzène	1.45	1.47	1.40
Toluène	3.25	1.91	1.07
Ethylbenzène	1.65	0.87	0.34
mp xylène	3.46	1.59	0.68
O Xylène	1.68	0.75	0.41

Les concentrations intérieures en NO<sub>2</sub> ne dépassent pas 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 en benzène sont inférieures à la valeur guide réglementaire de 2 µg/m<sup>3</sup>.

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 (Ecole Ecureuil)	SDC2 (Ecole Van Gogh)
Formaldéhyde	15.08	17.95
Acétaldéhyde	5.15	8.00
Propanal	1.82	3.67
Butanal	8.51	13.46
Benzaldéhyde	1.42	0.99
Isopentanal	0.66	1.31
Pentanal	2.48	6.27
Hexanal	11.09	35.19

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. Elles sont également inférieures à la concentration médiane des écoles françaises (campagne CNE OQAI) de 19 µg/m<sup>3</sup> mais elles sont supérieures 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> mais légèrement supérieures à la concentration médiane des écoles françaises de 5,1 µg/m<sup>3</sup> (campagne CNE OQAI).

Les autres aldéhydes présentent des gammes de concentrations habituelles, sauf pour l'hexanal dans la salle SDC2 qui présente une concentration plus importante que la médiane des concentrations dans les logements français de 13,6 µg/m<sup>3</sup> (campagne CNL OQAI). L'hexanal en air intérieur peut être lié à la présence de panneaux de particules, de livres et magazines neufs, peintures en phase solvant, de produit de traitement du bois (phase aqueuse) ou encore de panneaux de bois brut.

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

Tableau 6. Confinement et conditions hygrothermiques intérieures

	Paramètres	SDC1 (Ecole Ecureuil)	SDC2 (Ecole Van Gogh)
Confinement	INDICE ICONE (0 à 5)	3	3
	Concentration max (ppm)	2 332	3 925
Conditions hygrothermiques	Humidité relative moyenne (%)	53	47
	Température moyenne (°C)	22	22

Les salles SDC1 et SDC2 montrent un confinement « élevé » (indice ICONE de 3) avec un maximum dépassant les concentrations recommandées par le règlement sanitaire départemental de 1 300 ppm. Tout en ayant un indice de confinement identique, la salle SDC2 de l'école Van Gogh présente des concentrations maximales plus importantes que la salle SDC1 de l'école Ecureuil. Cela signifie qu'elle présente une capacité plus importante à provoquer un confinement mais que son utilisation, notamment en termes d'ouvertures, limite l'accumulation de CO<sub>2</sub> sur la durée.

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 montre que l'école échantillonnées et située dans un environnement faiblement impacté par la pollution extérieure « zone à préserver ».

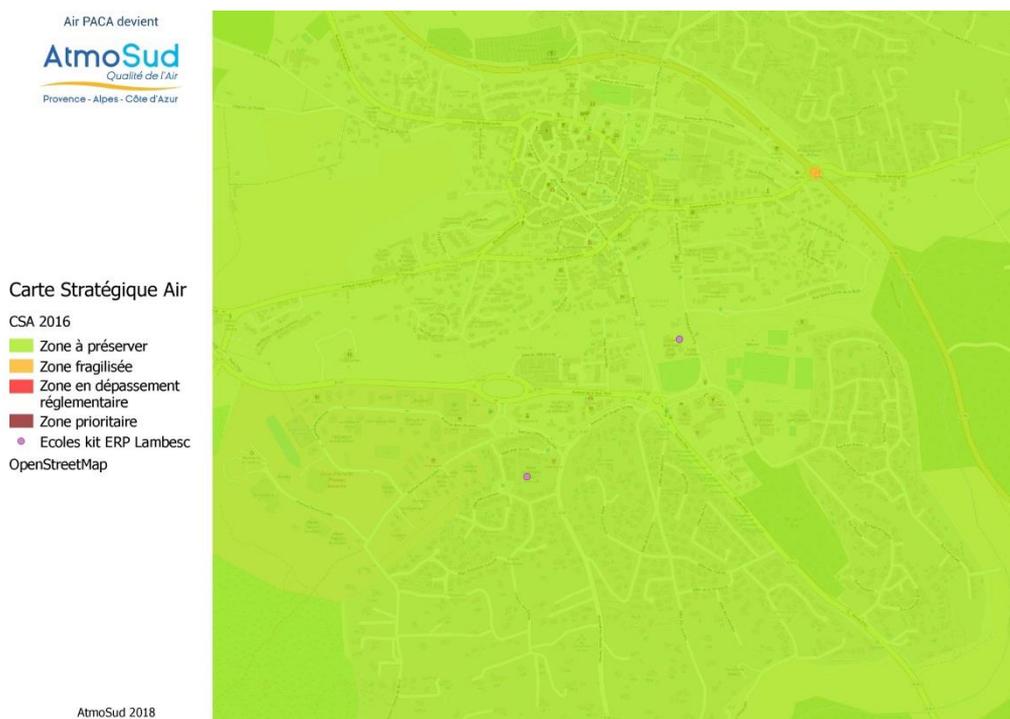


Figure 6 : Carte Stratégique Air (données 2016)

A l'emplacement de l'école, la carte de pollution annuelle en NO<sub>2</sub> (année 2016) indique une concentration de 14 µg/m<sup>3</sup> pour l'école Ecureuil et de 15 µg/m<sup>3</sup> pour l'école Van Gogh, ce qui est largement en dessous de la valeur limite réglementaire de 40 µg/m<sup>3</sup>. Ces données sont en cohérence avec les résultats des mesures de NO<sub>2</sub> extérieures réalisées par la collectivité à l'aide du kit d'autodiagnostic : 11 µg/m<sup>3</sup>.

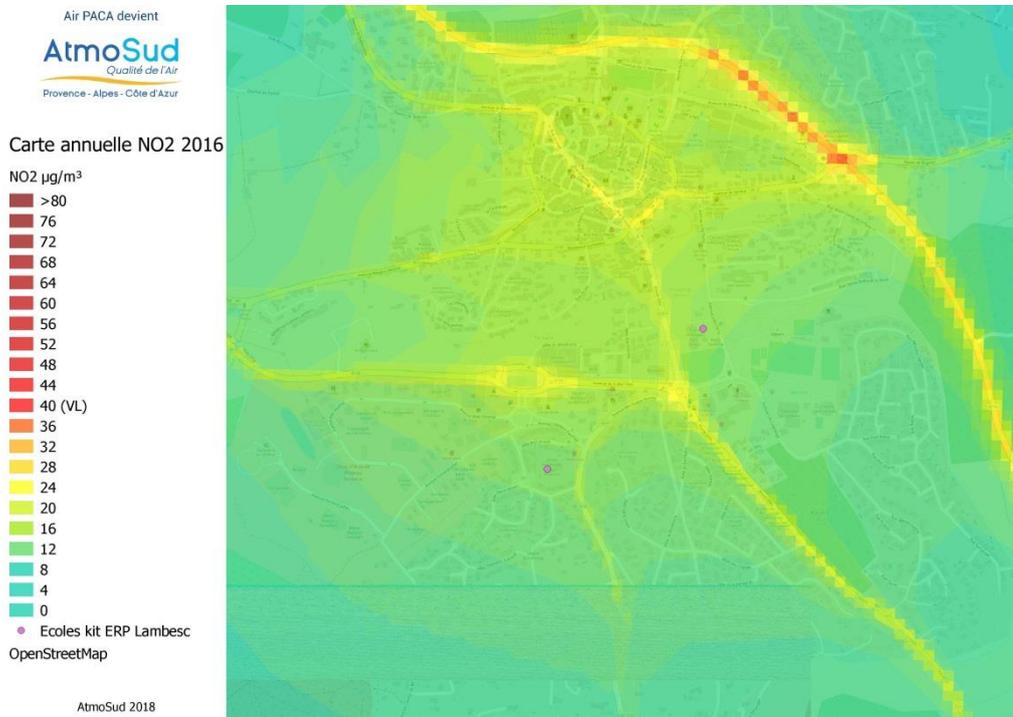


Figure 7 : Carte de pollution annuelle en dioxyde d'azote (2016)

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> pour les deux écoles, la réglementation est donc respectée en ce point pour les PM<sub>10</sub>.

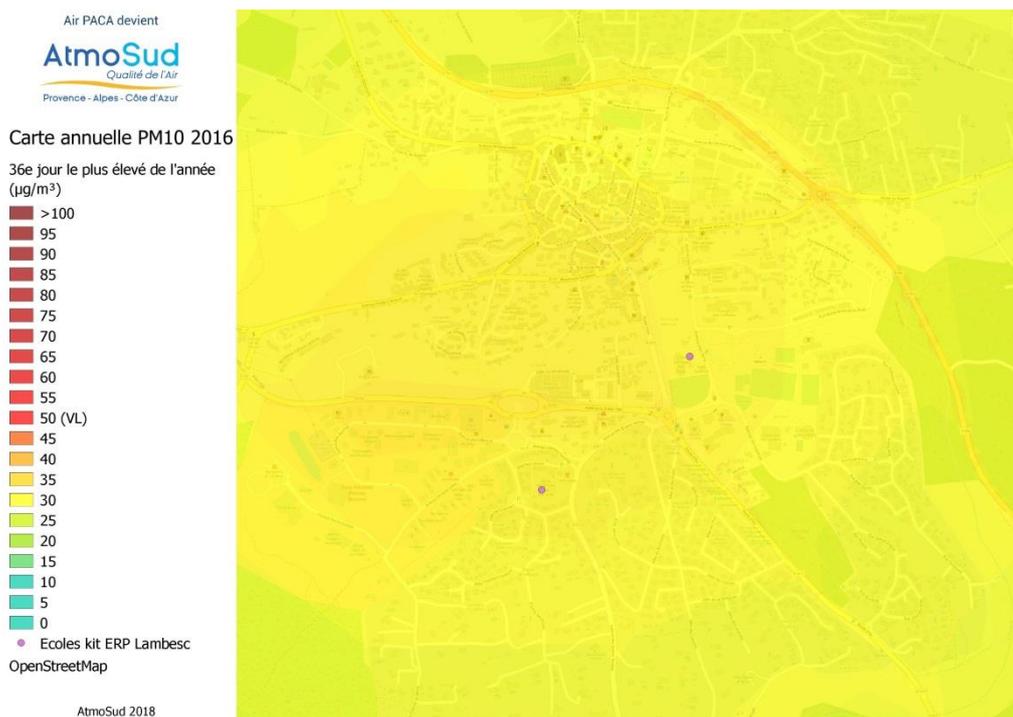


Figure 8 : Carte de pollution annuelle en PM10 (2016)

## Conclusion

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

La collectivité a pris la décision d'échantillonner des points intérieurs de deux établissements différents : l'école maternelle Ecureuils située Allée Jean Aicard et l'école élémentaire Van Gogh située Boulevard Jules Ferry.

A l'exception de l'hexanal, les mesures des polluants mesurés ont montré des concentrations en polluants intérieurs 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).

L'hexanal, qui ne possède pas de valeur de référence en air intérieur, présente une concentration supérieure à la médiane des concentrations dans les logements français de  $13,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (campagne CNL OQAI). La présence d'hexanal en air intérieur peut être lié à la présence de panneaux de particules, de livres et magazines neufs, peintures en phase solvant, de produit de traitement du bois (phase aqueuse) ou encore de panneaux de bois brut.

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.

Le point principal à améliorer dans les salles échantillonnées des deux établissements concerne le renouvellement d'air, puisque le niveau de confinement (indice ICONE de 3) est catégorisé comme « 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 : 2018-06-08 15:49:34



## Rapport de campagne

Date de début : 16/04/2018  
Date de fin : 23/06/2018  
Technicien : IZARD Mathieu

### Coordonnées de l'établissement :

ECOLES LAMBESC

**Tel :**

**Fax :**

**Mail :**

13410 LAMBESC

**Contact :** M. MASSELOT

### Commentaires :

### Résultats des mesures de confinement

L'indice de confinement ICONE 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 ICONE 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 (ICONE = 4) ou extrême (ICONE = 5) présentent donc un risque sanitaire potentiel.

Identification des salles	Identifiant capteur	Humidité	Température en °C	ICONE
Ecole les écureuils	OD 28	52.60	21.90	3
Ecole Van Gogh	OD 16	46.71	21.50	3

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

Confinement MAXIMUM observé dans l'établissement : 3

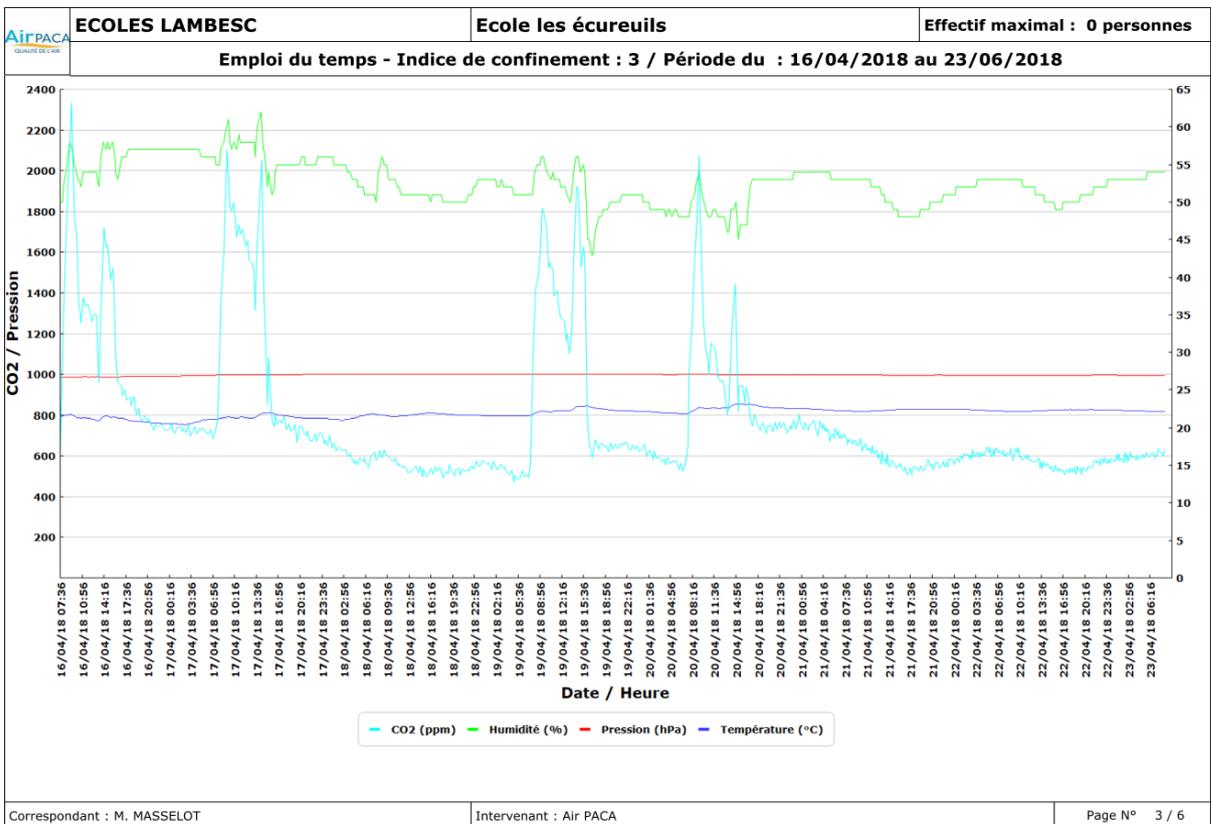
Confinement MINIMUM observé dans l'établissement : 3

REF :

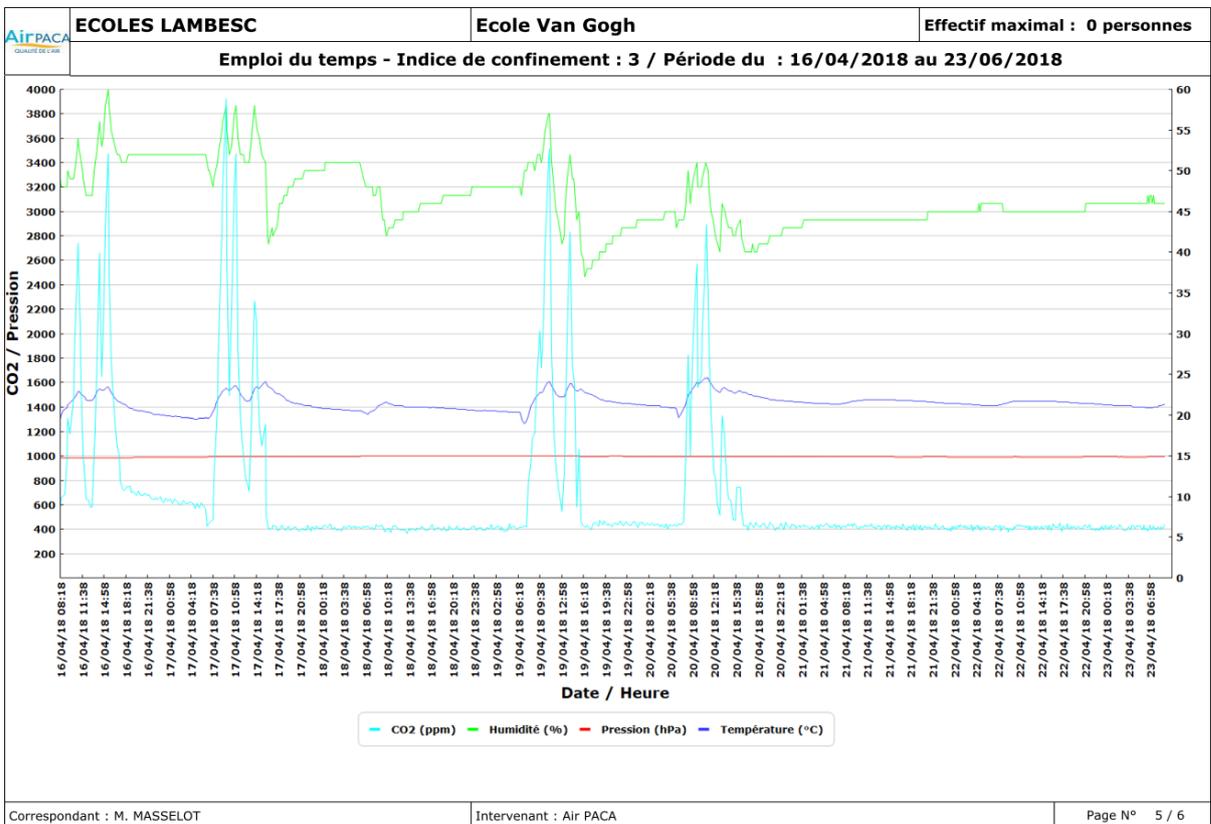
Air PACA  
146 rue Paradis - Bât. "Le Noilly Paradis"  
13294 MARSEILLE

Page N° 1 / 6

AirPACA QUALITÉ DE L'AIR		ECOLES LAMBESC	Ecole les écureuils	Effectif maximal : 0 personnes			
Emploi du temps - Indice de confinement : 3 / Période du : 16/04/2018 au 23/06/2018							
Semaine du 16 au 22 avril 2018							
	lundi 16 avr 2018	mardi 17 avr 2018	mercredi 18 avr 2018	jeudi 19 avr 2018	vendredi 20 avr 2018	samedi 21 avr 2018	dimanche 22 avr 2018
7:00	Présence	Présence		Présence	Présence		
9:00	0	0		0	0		
11:00							
13:00	Présence	Présence		Présence	Présence		
15:00	0			0	0		
17:00							
19:00							
Correspondant : M. MASSELOT			Intervenant : Air PACA		Page N° 2 / 6		



AirPACA QUALITÉ DE L'AIR		ECOLES LAMBESC	Ecole Van Gogh	Effectif maximal : 0 personnes			
Emploi du temps - Indice de confinement : 3 / Période du : 16/04/2018 au 23/06/2018							
Semaine du 16 au 22 avril 2018							
	lundi 16 avr 2018	mardi 17 avr 2018	mercredi 18 avr 2018	jeudi 19 avr 2018	vendredi 20 avr 2018	samedi 21 avr 2018	dimanche 22 avr 2018
7:00		Présence		Présence	Présence		
9:00	Présence 0	0		0	0		
11:00							
13:00	Présence 0	Présence 0		Présence 0	Présence 0		
15:00							
17:00							
19:00							
Correspondant : M. MASSELOT		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>