

Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR



# Qualité de l'Air Intérieur

## Bâtiment d'enseignement

## Université Nice - Sophia

**Septembre 2013**

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

**Air PACA**  
QUALITÉ DE L'AIR

# SOMMAIRE

<b>1. PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>3</b>
1.1. CONTEXTE .....	3
1.2. DESCRIPTION DU SITE .....	3
1.2.1. ENVIRONNEMENT .....	3
1.2.2. ÉCHANTILLONNAGE .....	3
1.3. PARAMETRES MESURES ET APPAREILLAGE.....	5
<b>2. RESULTATS – DISCUSSION .....</b>	<b>6</b>
2.1. DIOXYDE DE CARBONE (CO <sub>2</sub> ).....	6
2.2. ALDEHYDES .....	7
2.3. BTEX : BENZÈNE (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ), TOLUÈNE, ÉTHYLBENZÈNE, XYLÈNES .....	7
2.4. COV PRIORITAIRES TYPIQUES DES AMBIANCES INTERIEURES.....	8
2.5. COV LEGERS ET COV TOTAUX (BALISE NCA DE LA SOCIETE AZIMUT) .....	9
<b>3. PRECONISATIONS .....</b>	<b>11</b>
VERIFICATION DE L'EFFICACITE DES ACTIONS CORRECTRICES MISES EN PLACE .....	11
<b>4. CONCLUSION.....</b>	<b>14</b>
<b>5. LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES .....</b>	<b>15</b>

# 1. PRESENTATION DE L'ETUDE

## 1.1. CONTEXTE

---

En raison de différentes plaintes du personnel occupant les troisième et quatrième étages d'un bâtiment d'enseignement de l'université de Nice - Sophia, Air PACA a effectué des analyses de la qualité de l'air intérieur à la demande de la métropole Nice Côte d'Azur.

Air PACA et le service Air-Bruit-Carbone de NCA ont unis leurs efforts pour réaliser des mesures de la qualité de l'air, chacun avec du matériel de mesure complémentaires.

Plus de 6 réunions techniques en présence de tous les partenaires, Université, NCA, Médecine professionnelle, syndic, CCI, Air PACA, etc., ont été nécessaires pour étudier le problème, analyser les facteurs de pollution, mettre en place des actions correctrices et résoudre le problème.

## 1.2. DESCRIPTION DU SITE

---

### 1.2.1. ENVIRONNEMENT

Le bâtiment d'enseignement concerné est un immeuble HQE inauguré début 2012.

Les trois premiers étages ont été réceptionnés et sont occupés. Le quatrième étage est en partie réceptionné et occupé, le reste étant en cours de finalisation de travaux.

L'ensemble du bâtiment est équipé d'un système de ventilation double flux permettant l'insufflation d'air neuf et l'extraction d'air vicié dans chaque pièce. Une partie des pièces n'a pas d'ouvrants sur l'extérieur empêchant toute aération naturelle (zone vitrée centrale).

La partie occupée du quatrième étage comporte des odeurs bien présentes mais bien inférieures à celles des salles non-occupées. Lors de notre visite, les pièces occupées étaient ventilées ce qui n'était pas le cas des pièces inoccupées (à l'exception d'une). C'est dans ces dernières que les odeurs étaient les plus intenses. Deux des trois anciennes occupantes d'un bureau ont fait part de nuisances lors de leur présence dans celui-ci. Elles ont donc été invitées à travailler dans un autre bâtiment.

Au troisième étage, les pièces étaient ventilées et les odeurs étaient bien moins présentes. Les témoignages des occupants font état de symptômes (réactions allergiques, irritations des muqueuses, des yeux, nez encombré) qui ont tendance à s'estomper dans le temps. Au total, 7 personnes sur 21 salariés ont signalé de tels problèmes.

### 1.2.2. ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage du bâtiment a été fonction des témoignages des occupants, de l'intensité des odeurs et de la configuration des pièces. Ainsi, il a été choisi d'échantillonner cinq pièces, quatre au quatrième étage (dont trois dans la partie réceptionnée et une dans la partie en travaux) et une au troisième étage.

Les salles échantillonnées ont été identifiées comme suit :

- A : Bureau IMR 4<sup>ème</sup> étage
- B : Salle Cour Master 4<sup>ème</sup> étage
- C : Salle Cour inoccupée 4<sup>ème</sup> étage
- D : Salle fin travaux 4<sup>ème</sup> étage
- E : Bureau Dir. 3<sup>ème</sup> étage

Deux points extérieurs ont été choisis, un côté rue (Ext 1), un côté cour (Ext 2).

## Plan bâtiment d'enseignement de l'université de Nice - Sofia 4<sup>ème</sup> étage

- A : Bureau IMR (Tubes passifs, Q-track, Canister, Sonde t°, Balise Azimut)
- B : Salle cours Master (Tubes passifs, Q-track, Sonde t°)
- C : Salle cours innocupée (Tubes passifs, Canister, Sonde t°)
- D : Salle fin travaux (Tubes passifs, Sonde t°)

1700 m<sup>2</sup>

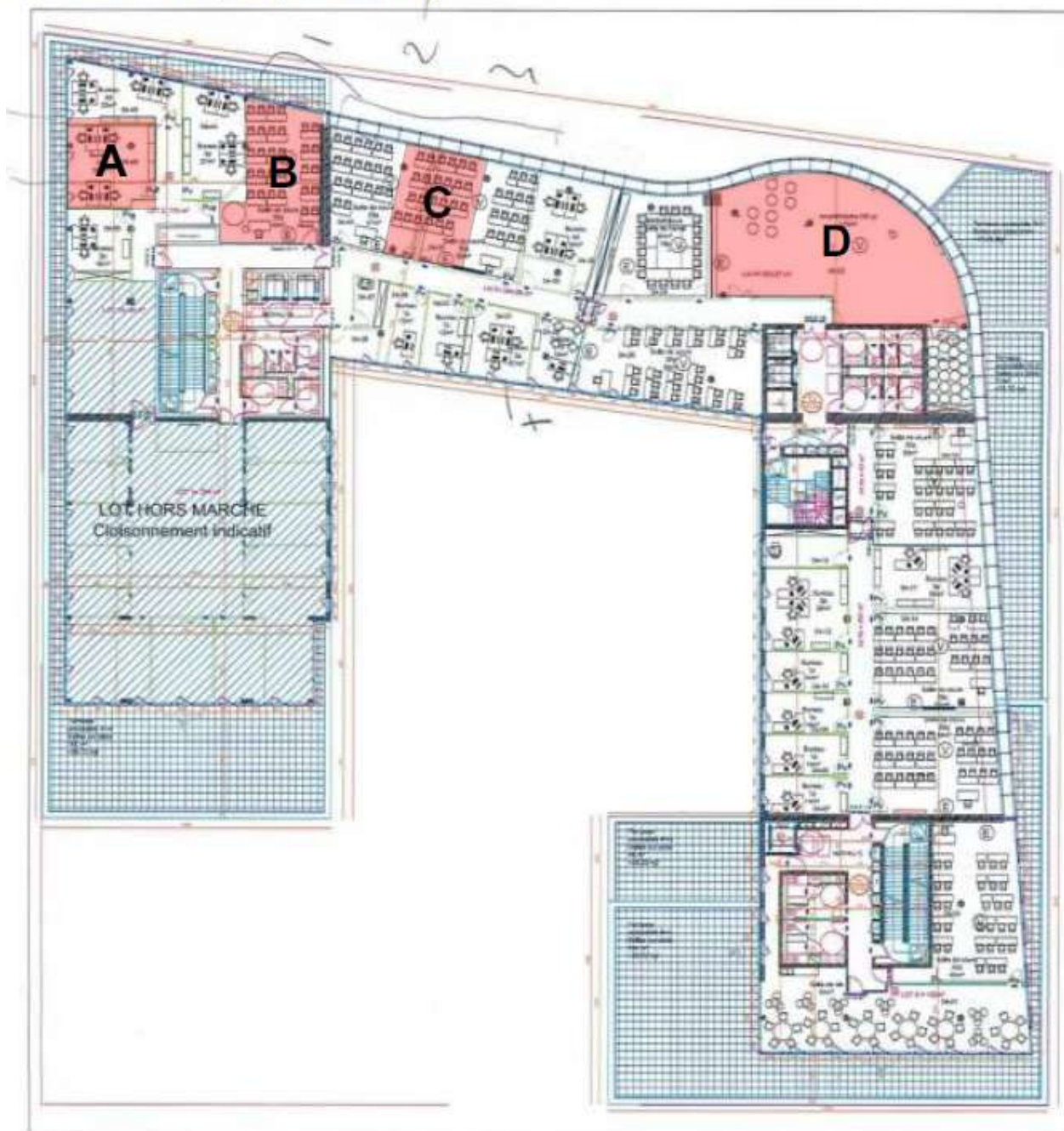


Figure 1 : Plan du bâtiment d'enseignement de l'université de Nice –Sofia (4<sup>ème</sup> étage)



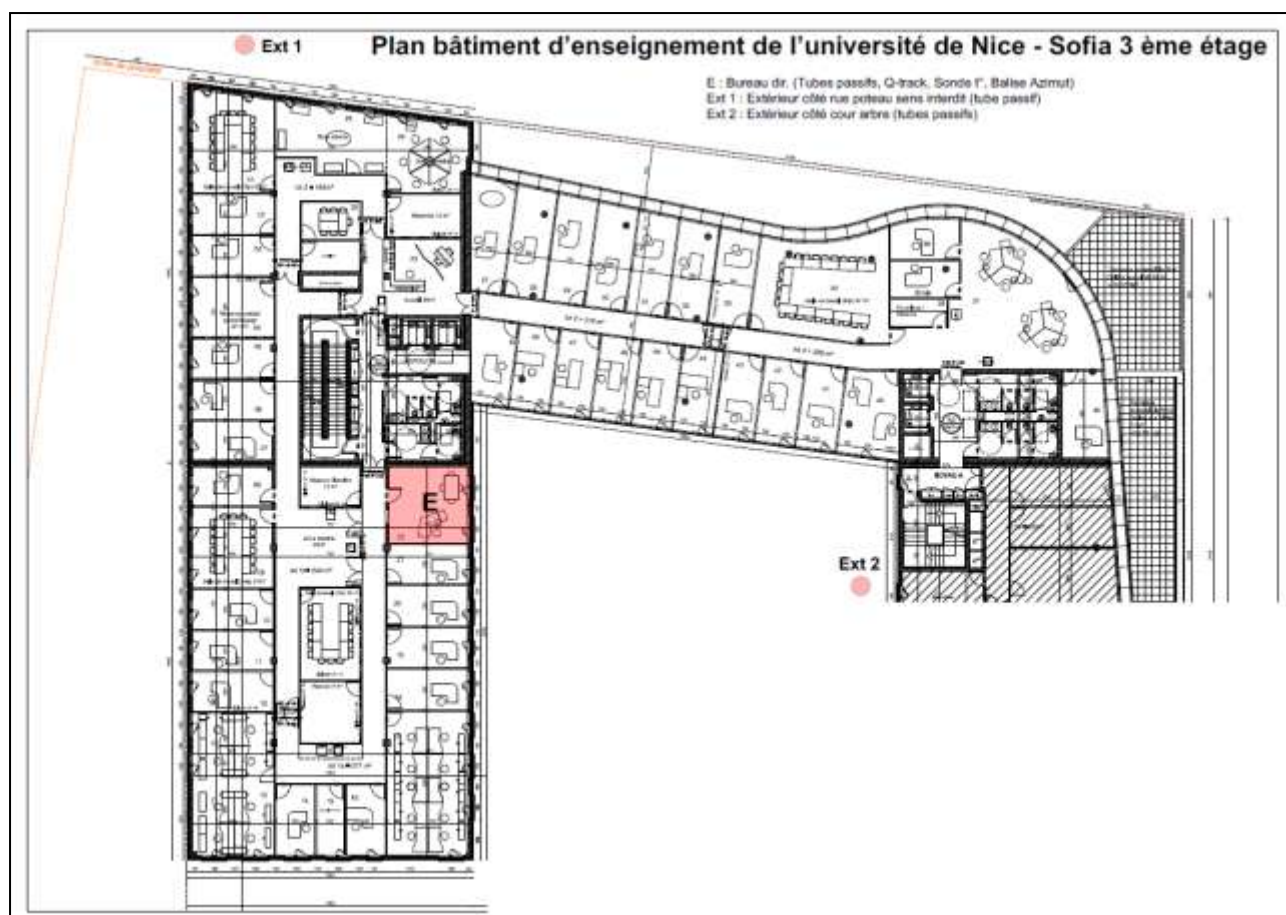


Figure 2 : Plan du bâtiment d'enseignement de l'université de Nice –Sophia (3<sup>ème</sup> étage)

### 1.3. PARAMETRES MESURES ET APPAREILLAGE

Les paramètres mesurés par Air PACA sont les suivants :

Paramètres	Appareillage	Période de mesures
Humidité relative, Dioxyde de carbone, Monoxyde de carbone	Q-Track	du 3 au 11 avril
Aldéhydes	Tube passif Radiello 165	du 3 au 11 avril
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)	Tube passif Radiello 145	du 3 au 11 avril
Température	sonde de température	du 3 au 11 avril
Composés organiques volatils (COV) prioritaires des ambiances intérieures	Canister	le 3 avril

Les paramètres mesurés par NCA sont les suivants :

Paramètres	Appareillage	Période de mesures
COV légers (équivalent formaldéhyde) et COV totaux Hygrométrie	Balises NCA (type Azimut)	du 29 mars au 4 juillet

## 2. RESULTATS – DISCUSSION

### 2.1. DIOXYDE DE CARBONE (CO<sub>2</sub>)

Le dioxyde de carbone est utilisé comme indicateur du confinement. Les trois salles équipées de l'appareil de mesure Q-Track (A, B et E) montrent des concentrations intérieures en CO<sub>2</sub> raisonnables.

La norme NF EN 13779 relative à la ventilation des bâtiments non résidentiels et appliquée aux exigences de performance des systèmes de ventilation et de conditionnement d'air propose une classification de la qualité de l'air intérieur selon la concentration en CO<sub>2</sub>. Les indices de qualité ainsi définis sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 1 : Classement des concentrations intérieures en CO<sub>2</sub> selon la norme NF EN 13779**

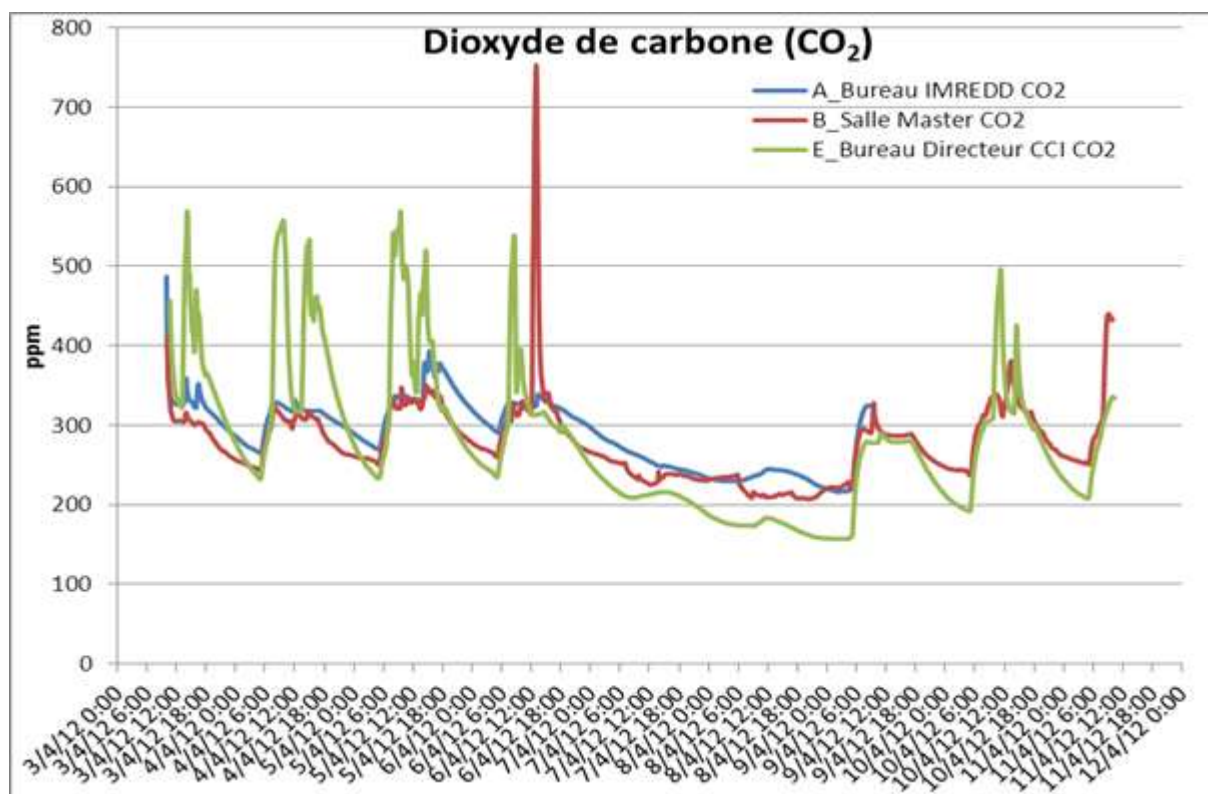
Taux de CO <sub>2</sub> (ppm)	< 400	400 - 600	600 – 1 000	> 1 000
Indice qualité	INT 1 Excellente	INT 2 Moyenne	INT 3 Médiocre	INT 4 Basse

La salle A, n'étant pas occupée, les concentrations intérieures ne dépassent pas les concentrations de fond habituellement observées et correspondent donc à l'indice de qualité optimal selon la norme NF EN 13779.

La salle B montre le même profil excepté le 06/04/2012 en début d'après-midi, lors de la réunion qui a rassemblé un peu plus d'une dizaine de personnes. Celle-ci a occasionné un pic à 753 ppm correspondant à une qualité de l'air médiocre selon la norme NF EN 13779. Cependant, réunir un nombre important de personnes dans un espace clos provoque inéluctablement à l'augmentation de la concentration intérieure en CO<sub>2</sub> et des concentrations de cet ordre sont communément observées dans ce type de situation.

Il est tout de même nécessaire de veiller à ce que le renouvellement d'air soit maximal dans les salles pouvant accueillir une trentaine de personnes puisque les concentrations intérieures sont proportionnelles au nombre de personnes présentes.

La salle E est un bureau occupé, les concentrations maximales rencontrées correspondent à une qualité de l'air moyenne (~ 550 ppm), un taux de renouvellement d'air supérieur devrait améliorer la situation.



**Figure 3 : Résultats des concentrations intérieures en CO<sub>2</sub>**

## 2.2. ALDEHYDES

Les concentrations mesurées en aldéhydes sont conformes aux valeurs habituellement rencontrées à l'exception du formaldéhyde. Les valeurs de gestion du formaldéhyde du Haut Conseil de la Santé Publique sont les suivantes :

- 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : valeur repère
- 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : valeur d'information et de recommandation
- 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : valeur d'action rapide

La quasi-totalité des 5 pièces échantillonnées dépasse la valeur repère de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , à l'exception du bureau A.

**Tableau 2 : Résultats des concentrations intérieures en formaldéhyde**

Salle échantillonnée	Formaldéhyde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
A_Bureau IMR	23.6
B_Salle Master	30.5
B_Salle Cours inoccupée	30.7
B_Salle fin travaux	34.9
B_Salle Dir.	30.4

Lors de notre visite, le bureau A était la seule pièce de la partie réceptionnée qui était ventilée. Ceci peut expliquer les concentrations intérieures en formaldéhyde inférieures aux autres salles.

Les sources de formaldéhyde sont essentiellement d'origine intérieure avec une contribution de l'ordre de 98 % (European Commission, 2005b).

Le formaldéhyde est émis par un grand nombre de matériaux de construction et produits de consommation courante (matériaux de construction, éléments de mobilier, revêtements et textiles, produits ménagers, cosmétiques...). Il est également issu de la combustion (fumée de tabac, appareils de chauffage, combustion de bougies ou d'encens...).

En raison du grand nombre de sources intérieures potentielles en formaldéhyde et sachant que les matériaux récents sont plus émetteurs, il n'est pas rare d'obtenir de telles valeurs de formaldéhyde dans des bâtiments récents, notamment dans les bâtiments HQE, plus étanches à l'air. Afin de diminuer l'exposition à ce polluant, irritant des voies supérieures et classé cancérigène certain par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), il est important de procéder à une sur-ventilation, 7j/7j, 24h/24h pendant près de six mois, temps nécessaire aux matériaux pour relarguer l'essentiel de leur émissions en formaldéhyde.

## 2.3. BTEX : BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), TOLUENE, ÉTHYLBENZENE, XYLENES

Les concentrations mesurées en BTEX sont conformes aux valeurs habituellement rencontrées, à l'exception des m+p xylènes. Ces derniers présentent des niveaux intérieurs supérieurs aux résultats d'études précédentes mais ne dépassent pas pour autant la valeur toxicologique de référence (VTR) de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les sources intérieures en xylènes sont les peintures, les vernis, les colles et les insecticides. Comme pour le formaldéhyde, ces émissions devraient diminuer dans le temps. Les concentrations intérieures en benzène sont inférieures à la valeur cible de l'ANSES de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Tableau 3 : Résultats des concentrations intérieures en BTEX**

Salle échantillonnée	Benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Toluène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Éthylbenzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	M+p Xylènes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O- Xylène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
A_Bureau IMR	1.2	4.1	8.7	27.6	5.0
B_Salle Master	1.3	4.6	7.8	26.8	5.2
B_Salle Cours inoccupée	1.2	5.7	12.2	37.3	5.9
B_Salle fin travaux	1.1	5.3	13.0	41.0	6.5
B_Salle Dir.	1.2	4.1	2.9	9.3	2.5
Ext 1 (côté rue)	0.9	3.0	0.5	1.8	0.7
Ext 2 (côté cour)	0.8	2.2	0.3	1.0	0.4

## 2.4. COV PRIORITAIRES TYPQUES DES AMBIANCES INTERIEURES

Plusieurs COV fréquemment rencontrés dans les espaces clos et dont la toxicité est significative ont été mesurés (prélèvement par canister). Les résultats sont cohérents avec ceux des polluants relevés par tubes passifs.

Parmi les COV supplémentaires, un seul est détectable (supérieur à la limite de détection) : le chlorométhane (CAS : 74-87-3). Les concentrations restent néanmoins faibles dans les deux salles échantillonnées (salle A et salle E), de l'ordre de  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bien inférieur aux valeurs toxicologiques de référence de  $105 \text{mg}/\text{m}^3$  (INRS, 1999).

*Tableau 4 : Résultats des concentrations intérieures en COV par analyses canister*

Composés	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Salle A Bureau IMR	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Salle E Bureau Dir.
Chlorométhane	6.81	6.92
Dichlorométhane	< lq	< lq
Chloroforme	< lq	< lq
Tétrachlorométhane	< lq	< lq
Benzène	< lq	< lq
Toluène	3.71	< lq
Dibromochlorométhane	< lq	< lq
Éthylbenzène	7.70	< lq
m+p-xylènes	25.82	4.28
Styrène	< lq	< lq
o-xylène	3.39	< lq
Bromoforme	< lq	< lq
1,2,4-Trimethylbenzène	< lq	< lq
1,4-Dichlorobenzène	< lq	< lq
D-Limonène	< lq	< lq
Naphtalène	< lq	< lq
1,2,3,4-Tétrachlorobenzène	< lq	< lq
1,2,4,5-Tétrachlorobenzène	< lq	< lq
Limite de quantification	1.61	2.00



## 2.5. COV LEGERS ET COV TOTAUX (BALISE NCA DE LA SOCIETE AZIMUT)

Les mesures par les balises du service Air-Bruit-Carbone de NCA (type Fireflies de la société Azimut) ne correspondent pas à une méthode de mesure normalisée, plus précise et spécifique, mais permettent de visualiser la dynamique des concentrations intérieures au cours d'une journée ou d'une semaine.

Les concentrations en COV légers (équivalent formaldéhyde) dans la salle A montrent des évolutions importantes de concentrations intérieures au cours d'une journée. Dans la journée (7h-20h) les concentrations intérieures en formaldéhyde sont inférieures à la valeur repère de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\sim 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) alors qu'en période inoccupée (20h-7h), les concentrations intérieures peuvent dépasser la valeur repère pour atteindre  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le groupe de travail technique, au vu des résultats des balises NCA de type Azimut, a conclu à un problème d'horaires de ventilation dans cette salle, qui est mise en marche le matin pour être arrêtée le soir et le week-end.

Cette hypothèse est étayée par les concentrations pendant les week-end au cours desquels les concentrations intérieures peuvent dépasser la valeur d'information et de recommandation de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour atteindre plus de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

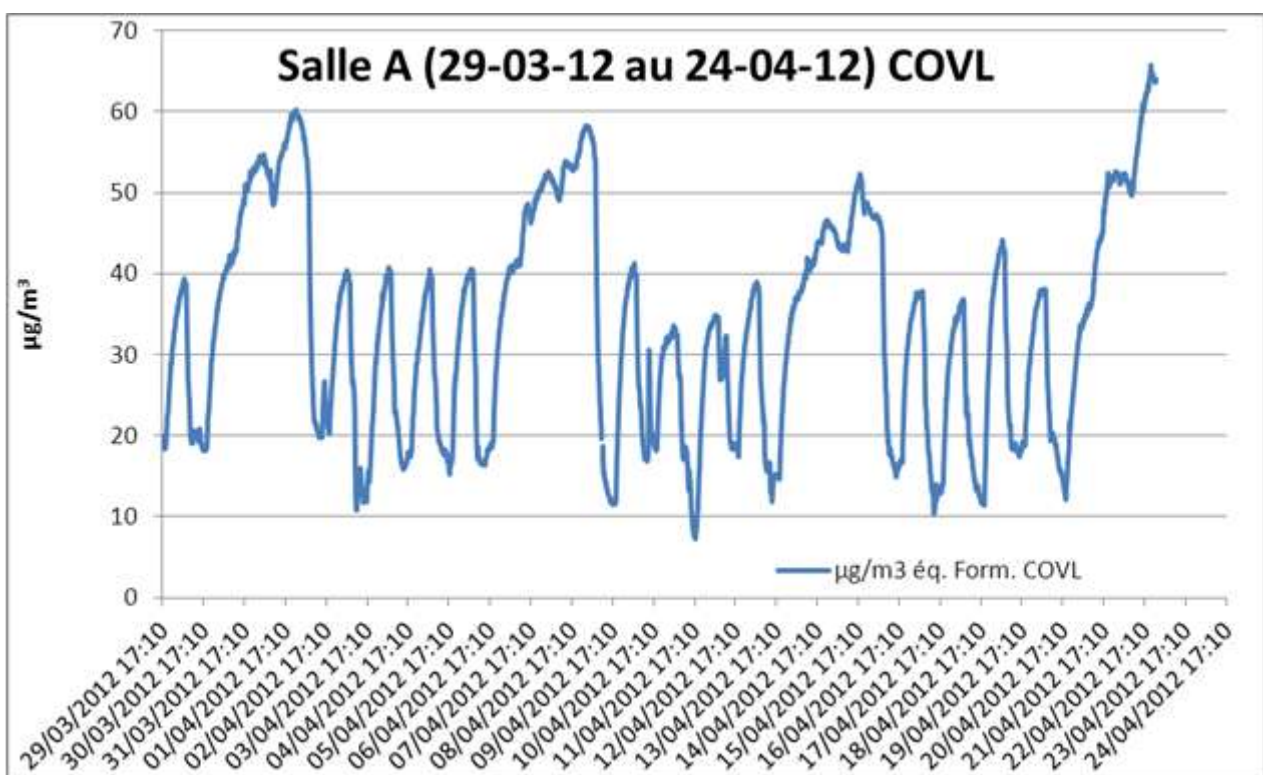


Figure 4 : Résultats en COV légers du 29 mars au 24 avril – Balise Fireflies

Les résultats des mesures en COV totaux montrent la même dynamique. En journée, les concentrations en COVT sont inférieures à  $1\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valeur fidèle au protocole AFSSET, alors qu'en période nocturne, elles atteignent plus de  $1\,400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le week-end, il est même observé des concentrations intérieures en COVT supérieures à  $2\,300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

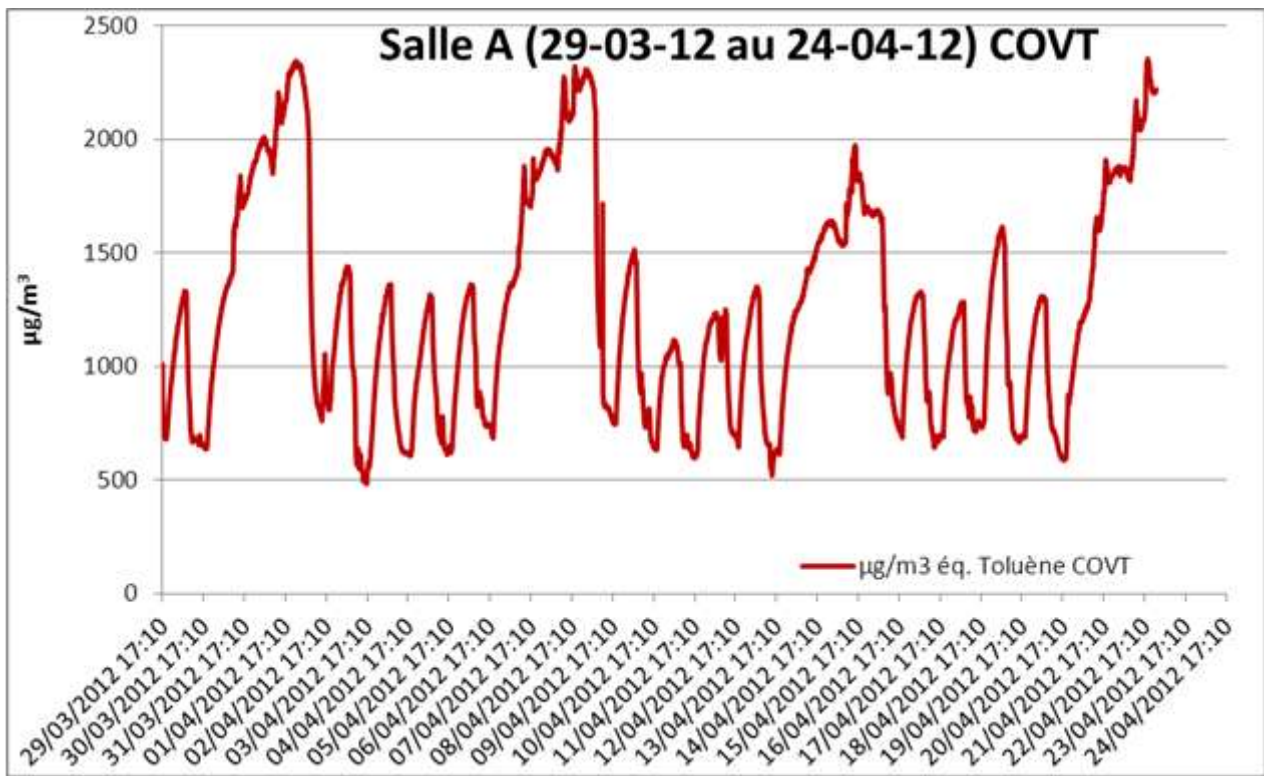


Figure 5 : Résultats en COV totaux du 29 mars au 24 avril - Balise Fireflies

### 3. PRECONISATIONS

Au vu des résultats de mesures, et après confirmation de la société Johnson Controls que le système de ventilation était programmé pour s'arrêter en période d'inoccupation, la préconisation principale du groupe de travail technique, sur avis d'Air PACA, a été de le laisser en route 7j/7j, 24h/24h à un taux de renouvellement d'air maximal pendant près de 6 mois. Ceci permet de réduire l'exposition aux multiples polluants intérieurs pendant la période au cours de laquelle les matériaux sont les plus émissifs.

De plus, certaines pièces inoccupées ou en travaux non réceptionnées n'étaient tout simplement pas ventilées. Il a donc été préconisé de mettre en route la ventilation dans ces salles afin d'éviter que les fortes émissions, liées aux produits de pose et aux matériaux récemment entreposés, ne viennent dégrader la qualité de l'air intérieur des zones occupées.

#### VERIFICATION DE L'EFFICACITE DES ACTIONS CORRECTRICES MISES EN PLACE

L'efficacité des modifications de réglage du système de ventilation, mises en place le 30/04/2012, a pu être suivie par les balises du service ABC de NCA (balises de type Fireflies Azimut).

Après cette date et contrairement aux améliorations attendues, les concentrations intérieures en COV légers ou en COV totaux ont augmenté.

Suite à ces résultats, et après décision du groupe de travail technique, Air PACA a contacté la société Johnson pour vérifier le réglage de la ventilation. La programmation de la ventilation n'étant pas correcte, une rectification a été apportée le 18/05/2012. S'en est suivie une baisse significative des concentrations et une stabilisation à un niveau convenable, confirmant ainsi l'efficacité de la mesure prise sur la ventilation.

Dès lors, les concentrations en COV légers sont quasiment toutes inférieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avec une moyenne sur cette période de  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pour rappel, la valeur repère du Haut Conseil de la Santé Publique est de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et la valeur guide de l'ANSES, en dessous de laquelle aucun impact du formaldéhyde sur la santé n'est considéré, est de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les concentrations en COV totaux sont quasiment toutes inférieures à  $550 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avec une moyenne sur cette période de  $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valeur bien inférieure à celle préconisée dans le protocole AFSSET ( $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Les courbes de l'ensemble de ces données sont exposées à la figure 6 pour la salle A et à la figure 7 pour la salle E.

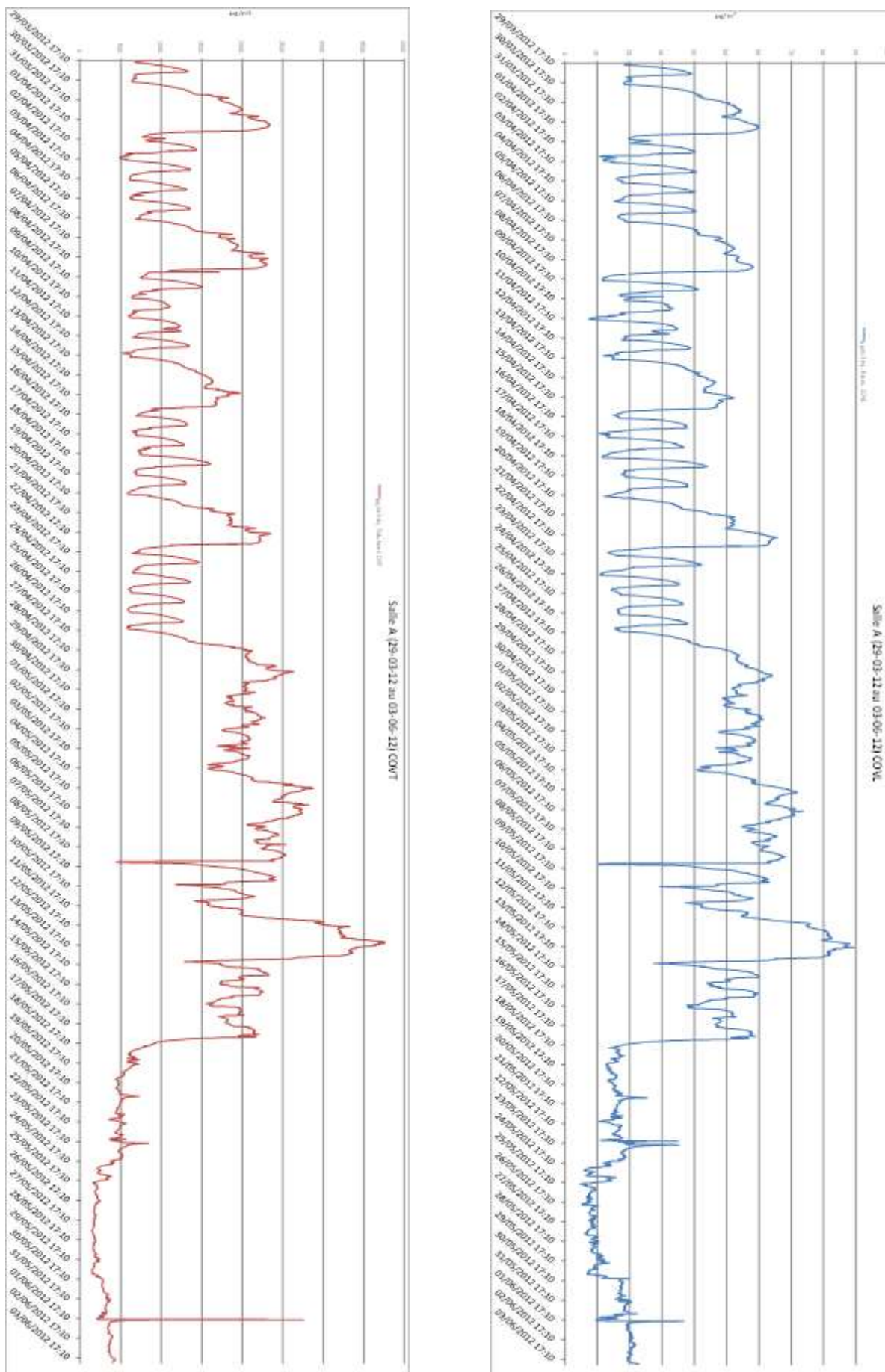


Figure 6 : Résultats en COV légers/totaux du 29 mars au 3 juin salle A – Balise Fireflies



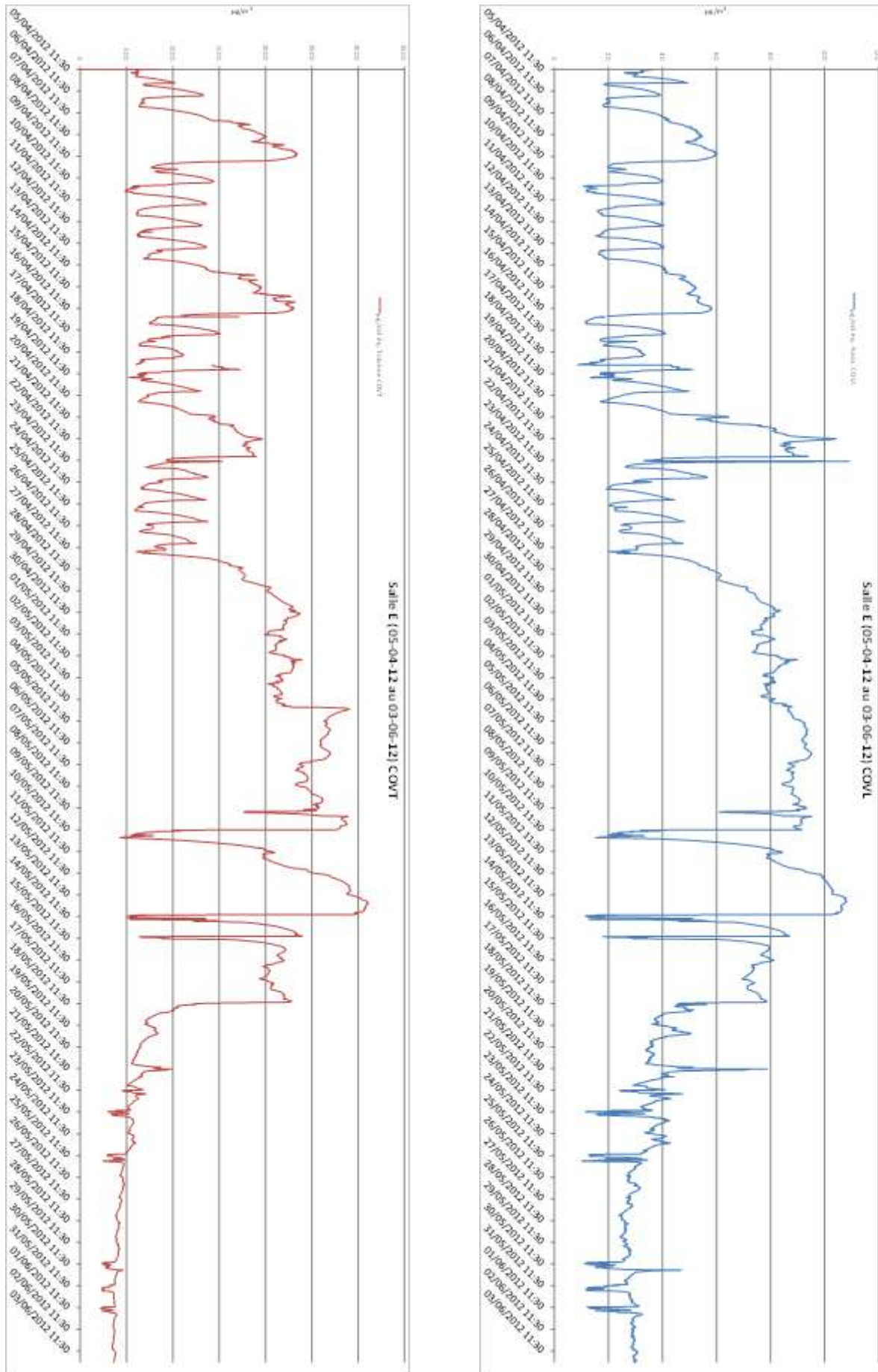


Figure 7 : Résultats en COV légers/totaux du 29 mars au 3 juin salle E – Balise Fireflies



## 4. CONCLUSION

Cette demande d'intervention de la Métropole de Nice Côte d'Azur témoigne, outre de la volonté de de fournir de bonnes conditions d'occupation aux utilisateurs de leurs bâtiments, des conséquences que peuvent avoir des bâtiments récents et performants énergétiquement en cas de problèmes de conception, de dysfonctionnements ou d'utilisation non adaptée.

En effet, pour assurer une bonne efficacité énergétique, ces bâtiments sont particulièrement étanches à l'air ce qui impose un système de renouvellement d'air performant. Si ce dernier est défaillant, sous-dimensionné ou mal réglé, le confinement intérieur peut devenir important et amplifier les concentrations intérieures des substances polluantes émises en quantité par les matériaux de construction et décoration récents.

Ces systèmes de ventilation mécanique contrôlée sont source de consommations électriques. Dans ce type de bâtiments, la ventilation n'est habituellement mise en route qu'en période d'occupation (pendant la semaine de travail en période diurne). Cette méthode de gestion peut suffire dans un bâtiment standard mais devient insuffisante dans un bâtiment étanche à l'air dont les émissions des matériaux récents sont importantes. Pour ces derniers, il convient donc de sur-ventiler au maximum du taux de renouvellement d'air du système, 24h sur 24h et 7j sur 7j pendant près de six mois après réception afin de diluer le trop pleins de polluants.

Plus particulièrement pour le bâtiment d'enseignement de l'université de Nice – Sophia, la certification HQE, gage d'un impact environnemental réduit, impose que la cible « qualité de l'air intérieur » soit respectée. Pour cela, une forte implication de l'exploitant du bâtiment est nécessaire pour que l'utilisation du bâtiment soit adaptée. Les gênes occasionnées sont la conséquence directe d'un manque de renouvellement d'air lié à l'absence de ventilation des zones en travaux à proximité immédiate des zones occupées et à l'impossibilité d'ouvrir des fenêtres dans certaines zones. Suite à l'intervention d'Air PACA, la mise en route en continu du système de ventilation demandée au prestataire en charge de la ventilation a significativement réduit les concentrations en polluants intérieurs.

## 5. LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

### TABLEAUX

Tableau 1 : Classement des concentrations intérieures en CO <sub>2</sub> selon la norme NF EN 13779 .....	6
Tableau 2 : Résultats des concentrations intérieures en formaldéhyde .....	7
Tableau 3 : Résultats des concentrations intérieures en BTEX .....	7
Tableau 4 : Résultats des concentrations intérieures en COV par analyses canister .....	8

### FIGURES

Figure 1 : Plan du bâtiment d'enseignement de l'université de Nice –Sofia (4 <sup>ème</sup> étage) .....	4
Figure 2 : Plan du bâtiment d'enseignement de l'université de Nice –Sofia (3 <sup>ème</sup> étage) .....	5
Figure 3 : Résultats des concentrations intérieures en CO <sub>2</sub> .....	6
Figure 4 : Résultats en COV légers du 29 mars au 24 avril – Balise Fireflies .....	9
Figure 5 : Résultats en COV totaux du 29 mars au 24 avril - Balise Fireflies .....	10
Figure 7 : Résultats en COV légers/totaux du 29 mars au 3 juin salle E – Balise Fireflies.....	13



## Qualité de l'Air Intérieur Bâtiment d'enseignement Université Nice - Sophia

*Air PACA a effectué des analyses de la qualité de l'air intérieur à la demande de la Métropole Nice Côte d'Azur dans un bâtiment d'enseignement de l'université de Nice - Sophia en raison de différentes plaintes du personnel occupant les troisième et quatrième étages typiques du syndrome des bâtiments malsains.*

*Ce bâtiment récemment inauguré et certifié HQE présente un système de ventilation général double flux, des zones sans ouvrants et des zones en cours de finalisation de travaux.*

*Air PACA a réalisé des mesures de paramètres physiques et de concentrations chimiques permettant une évaluation du renouvellement d'air et de la pollution intérieure.*

*Les résultats de mesures suggèrent que les gênes occasionnées sont la conséquence d'un manque de renouvellement d'air lié à l'absence de ventilation des zones en travaux à proximité immédiate des zones occupées et à l'impossibilité d'ouvrir des fenêtres dans certaines zones.*

*Suite à l'intervention d'Air PACA, la mise en route en continu du système de ventilation demandée au prestataire en charge de la ventilation a significativement réduit les concentrations en polluants intérieurs.*



**AirPACA**  
QUALITÉ DE L'AIR

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

#### **Siège social**

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

#### **Établissement de Martigues**

Route de la Vierge  
13500 Martigues  
Tél. 04 42 13 01 20  
Télécopie 04 42 13 01 29

#### **Établissement de Nice**

333, Promenade des Anglais  
06200 Nice  
Tél. 04 93 18 88 00  
Télécopie 04 93 18 83 06

