Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR

Air intérieur

Campagne de mesure ARS PACA – Bâtiment M'Square Marseille







www.airpaca.org





RESUME : AIR INTERIEUR - CAMPAGNE DE MESURE ARS PACA, **BATIMENT M'SQUARE MARSEILLE**

L'Agence Régionale de Santé Provence Alpes Côte d'Azur (ARS PACA) s'est portée volontaire pour participer à la Campagne Nationale Bureaux (CNB) de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) sur le confort et la qualité de l'air dans les immeubles de bureaux.

Afin de répondre au mieux aux besoins et aux attentes des agents, relayées par les membres du CHSCT, la direction générale de l'agence a souhaité que cette campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les bureaux soit doublée d'un protocole de mesure intégrant notamment les questions d'allergies.

Deux campagnes de mesures ont été menées en parallèle par Air PACA sur le site M'Square sur la période du 12 au 16 décembre 2016 :

- La campagne CNB de l'OQAI: Mesures pendant une période de six heures représentative d'une journée de travail.
- La campagne Air PACA Mesures pendant une période de 4,5 jours représentative d'une semaine de travail.

Des polluants d'origine intérieure en faible quantité

Dans les neuf bureaux échantillonnés, l'ensemble des polluants d'origine intérieure (aldéhydes et COV prioritaires) sont inférieurs aux valeurs de gestion réglementaires, aux valeurs référence ou aux concentrations habituellement rencontrées. Seules quelques utilisations de parfums d'ambiance ou de produits d'entretien provoquent des augmentations temporaires des concentrations de certains COV (limonène par exemple). Concernant les allergènes, seule la présence d'allergènes de chats dans certains bureaux pourrait induire des symptômes allergiques aux personnes sensibles.

Un légers impact de l'air ambiant sur l'intérieur

Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est observé mais les concentrations en benzène et en dioxyde d'azote (NO₂) dépassent légèrement les valeurs de référence (valeur guide réglementaire et valeur guide en air intérieur de l'ANSES). Tous les autres polluants d'origine extérieure comme les particules fines PM2,5 sont inférieurs aux valeurs référence ou aux valeurs habituellement rencontrées.

Pas de confinement mais un système de ventilation à optimiser

Les mesures de CO₂ ne montrent pas de problématique de confinement à l'intérieur des bureaux échantillonnés mais il a été observé plusieurs dysfonctionnements du système de renouvellement d'air : positionnement des bouches d'extraction, débits d'air extraits, entretien des filtres et manque d'équilibrage des réseaux.

Contact Date de parution Mathieu Izard 18/04/2017

Mathieu.izard@airpaca.org

Références 24PPAR11 / MI



REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos remerciements au comité de pilotage de cette campagne de mesure d'air intérieur qui a permis une mise en place optimale de cette double intervention, sur 4,5 jours pour campagne Air PACA et sur 6 heures pour la campagne CNB OQAI.

Ces interventions ont demandé l'implication d'une centaine de personnes pour le remplissage de certains questionnaires mais surtout du personnel nous ayant encadré pendant les jours d'enquête, en particulier Martine Belleudy et Stéphanie Sassone.



PARTENAIRES

Agence Régionale de Santé Provence-Alpes-Côte d'Azur



AUTEURS DU DOCUMENT

Mathieu Izard, Air PACA



SOMMAIRE

1.	Cadre	et objectif de l'étude	5
2.	Descri	ption du bâtiment et de son environnement de proximité	5
3.	Métho	odologie de la campagne de mesure	7
	3.1 3.2 3.3 3.4	Echantillonnage	12
4.	Résulta	ats	20
	4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8	Paramètres traceurs de la pollution de l'air ambiant Aldéhydes COV prioritaires COV légers et charge organique globale Renouvellement d'air Confinement Humidité de l'air Allergènes dans les poussières du sol	21 22 23 25 27
5.	Conclu	usion	29
6.	Recom	nmandations	29
	ANN	NEXES	
ANI	NEXE 1:	Positionnement des bouches d'extraction d'air de chaque plateau et débits d'air correspondants	33

1. Cadre et objectif de l'étude

L'Agence Régionale de Santé Provence Alpes Côte d'Azur (ARS PACA) s'est portée volontaire pour participer à la Campagne Nationale Bureaux (CNB) de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) sur le confort et la qualité de l'air dans les immeubles de bureaux. Pour cette enquête, 300 bâtiments ont été tirés au sort, répartis dans toute la France.

Cette campagne de mesures de l'OQAI qui bénéficie de financements nationaux est conduite en partenariat avec Air PACA (Association régionale de surveillance de la qualité de l'air).

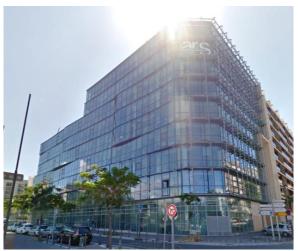
Afin de répondre au mieux aux besoins et aux attentes des agents relayées par les membres du CHSCT (Comité Hygiène et Sécurité des Conditions de Travail), la direction générale de l'agence a souhaité que cette campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les bureaux soit doublée d'un protocole de mesure intégrant notamment les questions d'allergies.

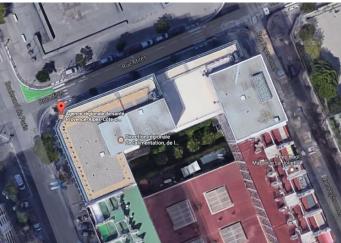
Deux campagnes de mesures ont été menées en parallèle par Air PACA sur le site M'Square sur la période du 12 au 16 décembre 2016 :

- La campagne CNB de l'OQAI : Elle consiste à réaliser des mesures de qualité de l'air dans cinq bureaux et un point extérieur par bâtiment pendant une période de six heures représentative d'une journée de travail.
- La campagne Air PACA : elle consiste à réaliser des mesures complémentaires d'air intérieur dans cinq bureaux et un point extérieur sur une période de 4,5 jours représentative d'une semaine de travail.

2. Description du bâtiment et de son environnement de proximité

L'ARS PACA est hébergée dans le bâtiment M'Square de huit étages en forme de « U » situé dans le 2^{ème} arrondissement de Marseille, à moins de cent mètres de l'autoroute A55. Il donne sur la rue Mirès au Nord, le boulevard de Paris à l'Ouest, la rue Peysonnel à l'Est et sur une cour intérieure au Sud.





Source/note : Google Street View

Photographie 1 : Bâtiment M'Square de l'Agence Régionale de Santé PACA

L'ARS PACA occupe tous les étages à l'exception du niveau R+1, soit 8 niveaux au total.

Le renouvellement d'air est assuré par deux centrales de traitement d'air (CTA), l'une située sur le toit au niveau R+9 à l'extrémité *Ouest* du bâtiment, l'autre dans un local technique au niveau R+7 à l'extrémité *Est* du bâtiment.



Figure 1 : Proximité du bâtiment de l'ARS PACA avec l'autoroute A55

Ce bâtiment en zone urbaine dense et à proximité d'une autoroute se situe dans une zone qui laisse présager d'une qualité de l'air ambiant dégradée. Les cartes de modélisation des concentrations annuelles en dioxyde d'azote (NO_2) estiment des concentrations à l'emplacement du bâtiment au-delà de la valeur limite réglementaire de 40 μ g/m³ (entre 45 et 55 μ g/m³).

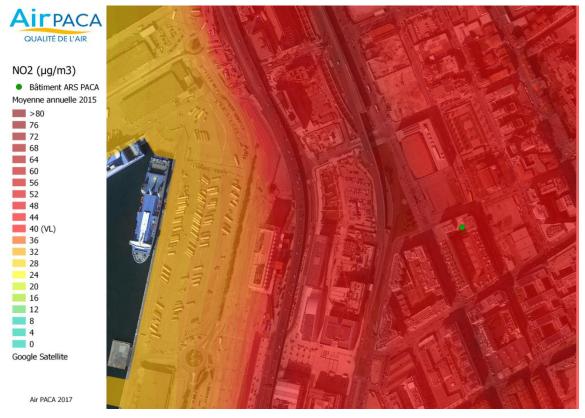


Figure 2 : Cartographie de pollution annuelle au dioxyde d'azote (données 2015)

3. Méthodologie de la campagne de mesure

Les deux campagnes de mesure ont été réalisées durant la même semaine en période hivernale :

- Campagne Air PACA : du lundi 12 au vendredi 16 décembre 2016
- Campagne CNB : le vendredi 16 décembre 2016

3.1 Echantillonnage

Neuf points de mesure intérieurs ont été retenus au total, quatre spécifiques à chaque campagne et un point commun aux deux campagnes. Le point de mesure extérieur est commun aux deux campagnes de mesure.

Les bureaux échantillonnés ont été uniformément répartis dans les étages occupés par l'ARS et les orientations du bâtiment. Le 1^{er} étage (R+1) n'a pas été échantillonné puisqu'il n'est pas occupé par l'ARS PACA.

Le détail des pièces échantillonnées est précisé dans le tableau ci-après :

Tableau 1. Stratégie d'échantillonnage du bâtiment de l'ARS PACA

Niveaux	Campagne Air PACA	Campagne CNB
RDC	-	009 (Nord)
R+2	234 (Est)	-
R+3	305 (Ouest)	330 (Est)
R+4	-	439 (Sud)
R+5	521	l (Nord)
R+6	639 (Sud)	-
R+7	714 (Nord)	-
R+8	-	809 (Ouest)

La localisation des bureaux échantillonnés est la suivante :





Figure 3 : Plan d'échantillonnage des campagnes Air PACA (en vert) et CNB (en bleu)

3.1.1 Points de mesure intérieurs

3.1.1.1 Bureau 009 (campagne CNB)

Le bureau 009 situé au rez-de-chaussée est exposé au Nord côté rue Mirès. Il s'agit d'un bureau occupé par une personne avec des fenêtres non manœuvrables et un haut plafond (4m50). Il est intégré à la campagne CNB de l'OQAI (une journée d'enquête).



Photographie 2 : Bureau n°009 (rez-de-chaussée)

3.1.1.2 Bureau 234 (campagne Air PACA)

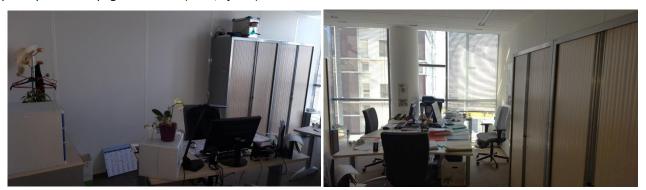
Le bureau 234 est un bureau de deux personnes, exposé à l'Est et muni de fenêtres manœuvrables. Il participe à la campagne Air PACA (sur 4,5 jours).



Photographie 3 : Bureau n°234 (2ème étage)

3.1.1.3 Bureau 305 (campagne Air PACA)

Le bureau 305 est situé au 3^{ème} étage. Il accueille deux occupants, est exposé à l'Ouest et ses fenêtres sont fixes. Il participe à la campagne Air PACA (sur 4,5 jours).



Photographie 4 : Bureau n°305 (3^{ème} étage)

3.1.1.4 Bureau 330 (campagne CNB)

Le bureau 330 est une pièce du 3^{ème} étage, exposée à l'Est qui accueille deux occupants. Les fenêtres de ce bureau sont manœuvrables. Il participe à la campagne CNB (une journée d'enquête).



Photographie 5 : Bureau n°330 (3ème étage)

3.1.1.5 Bureau 439 (campagne CNB)

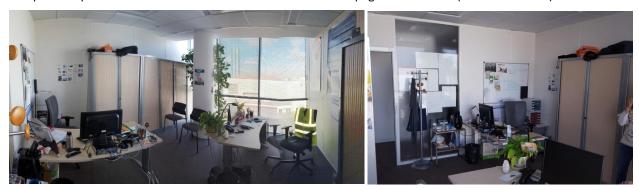
Le bureau 439 est une pièce occupée par 3 personnes située au 4^{ème} étage et exposée au sud. Il participe à la campagne CNB (une journée d'enquête).



Photographie 6 : Bureau n°439 (4ème étage)

3.1.1.6 Bureau 521 (campagnes Air PACA et CNB)

Le bureau 521 est une pièce située au 5^{ème} étage, dont les fenêtres sont fixes et qui accueille 2 occupants. Ce bureau correspond au point de mesure intérieure commun aux deux campagnes de mesure (Air PACA et CNB).



Photographie 7 : Bureau n°521 (5ème étage)

3.1.1.7 Bureau 639 (campagne Air PACA)

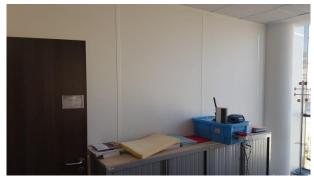
Le bureau 639 est situé au 6ème étage et exposé au sud. Il comporte deux occupants et possède une fenêtre manœuvrable. Il participe à la campagne Air PACA (sur 4,5 jours).



Photographie 8 : Bureau n°639 (6ème étage)

3.1.1.8 Bureau 714 (campagne Air PACA)

Le bureau 714, occupé par une personne, est exposé au nord. Il ne dispose pas d'ouvrants, la totalité de la surface vitrée vers l'extérieur est fixe. Il participe à la campagne Air PACA (sur 4,5 jours).





Photographie 9 : Bureau n°714 (7^{ème} étage)

3.1.1.9 Bureau 809 (campagne CNB)

Le bureau 809 est situé au 8ème étage et exposé à l'Est. Il est occupé par 3 personnes et ses fenêtres ne sont pas manœuvrables. Il participe à la campagne CNB (une journée d'enquête).





Photographie 10 : Bureau n°809 (8^{ème} étage)

3.1.2 Point de mesure extérieur

Le point de mesure extérieur, commun aux deux campagnes (Air PACA et CNB), est situé à proximité de l'entrée d'air neuf de la centrale de traitement d'air située à l'extrémité Ouest du bâtiment (niveau R+9).





Photographie 11 : Point de mesure extérieur situé au niveau de l'entrée d'air neuf du système de CTA à l'Ouest (niveau R+9)

3.2 Paramètres de mesure

3.2.1 Campagne Nationale Bureaux OQAI

Les paramètres mesurés de la campagne CNB sur 6 heures de prélèvement sont les suivants :

- Aldéhydes (formaldéhyde et acétaldéhyde)
- COV (benzène, toluène, Ethylbenzène (m+p)-Xylènes, o-Xylène, styrène, 2 éthyl-1-hexanol, naphtalène, trétrachloroéthylène, limonène, alpha-pinène, 4-méthyl-2-pentanone, phénol, 2 butoxyéthanol, nonanal, benzaldéhyde, hexaldéhyde)
- Particules ultrafines (< 100 nm)
- Confinement (CO₂)
- Température et humidité relative

3.2.2 Campagne Air PACA

Les paramètres mesurés de la campagne Air PACA sur 4,5 jours de prélèvement contiennent les paramètres de la campagne CNB (à l'exception des particules ultrafines) et des polluants complémentaires :

- Aldéhydes (formaldéhyde, acétaldéhyde, propionaldéhyde, butyraldéhyde, benzaldéhyde, isovaléraldéhyde, valéraldéhyde, acroléine)
- COV (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes, naphthalène, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, héxane, décane, undécane, styrène, alpha pinène, limonène, 1.2.4 triméthylbenzène, 1.4 dichlorobenzène, PGMEA, 1-Métoxy-2-propanol, 2 butoxyéthanol, 2-butoxyethylacétate, MIK, 2 Ethyl 1 hexanol, 4 Methyl 2 pentanone, Phenol, Nonanal, COVT)
- Dioxyde d'azote
- Particules fines PM2,5 (< 2,5 μm)
- Confinement (CO₂)
- Température, humidité relative
- Suivi au cours du temps des concentrations en COV légers et totaux
- Radon*

3.3 Modalités de mesure

Pour des raisons de confidentialité, le protocole de mesure de la Campagne Nationale Bureaux de l'OQAI ne peut pas être détaillé dans ce document.

3.3.1 Campagne Air PACA

3.3.1.1 Aldéhydes : prélèvement passif

Le prélèvement et l'analyse des aldéhydes ont été réalisés selon la norme ISO 16000-4 avril 2006 (Air intérieur, Partie 4 : Dosage du formaldéhyde - Méthode par échantillonnage diffusif).

^{*}La période de mesure de radon nécessite un temps de prélèvement différents des autres paramètres (2 mois de prélèvement). La mesure de ce paramètre sera donc différée de la mesure des autres paramètres.

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 4: Radiello 165: Cartouche 165, corps diffusif bleu et support

3.3.1.2 Dioxyde d'azote (NO₂) : prélèvements passifs

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



Figure 5 : Echantillonneur passif de NO₂ - Passam

3.3.1.3 COV: prélèvements passifs

Le prélèvement et l'analyse des autres familles de COV ont été réalisés 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).

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 6 : Cartouche 145, corps diffusif jaune et support

3.3.1.4 COV : Suivi des concentrations par microcapteurs

Les mesures de COV légers (équivalent formaldéhyde) et COV Totaux (équivalent toluène) sont mesurés à l'aide d'une balise Fireflies (AZIMUT Monitoring) équipée de microcapteurs à détection électrochimique¹.

La balise est positionnée sur son support Plexiglass et branchée au secteur, elle communique les résultats de mesure par réseau GPRS sur un serveur consultable à distance. Période de mesure : 4,5 jours.



Figure 7: Balise Fireflies (COVL, COVT, température, humidité relative, CO₂, Bruit)

3.3.1.5 Particules fines PM2,5

Les mesures des concentrations en PM2,5 sont réalisées de deux manières différentes.

La concentration massique moyenne sur la période de mesure est obtenue par gravimétrie. Les prélèvements sont réalisés par méthode active sur filtre pré-pesé teflon. L'air est aspiré à 1,8 L/min à travers une tête de prélèvement spécifique à la fraction PM2,5 (H-PEM) pendant la période d'occupation des bureaux. Les filtres sont par la suite pesés pour la quantification massique des particules.



Figure 8 : Tête de prélèvement PM2,5 H-PEM

En complément, des mesures en temps réel sont réalisées avec un compteur optique de particules fines, le PdR 1500 (Thermo). Il s'agit d'un néphélomètre portatif qui permet une mesure en temps réel de la concentration massique des poussières en suspension dans l'air. Selon le choix de l'utilisateur, une séparation en taille des particules permet de mesurer différentes fractions au moyen de cyclones

¹ NOTE DU LCSQA – Air intérieur : Métrologie du formaldéhyde ; Réf : DRC-11-118241-13918A

différents. Le cyclone bleu utilisé permet de mesurer la fraction de particules fines inférieures à 2,5 µm $(PM2,5)^2$.



Figure 9: PdR 1500 Thermo Scientific

3.3.1.6 Température, humidité relative, dioxyde de carbone et monoxyde de carbone

La température, l'humidité relative, et les concentrations en dioxyde et monoxyde de carbone sont mesurés en temps réel à l'aide d'un Q-Track 7565-X associé à la sonde 982 Probe (fabricant TSI).

Les principes de mesure sont les suivants :

• Température (T°): Thermistor

• Humidité relative (HR%) : Film fin capacitif

CO2 (ppm): Capteur infrarouge non dispersif (NDIR)

• CO (ppm) : Capteur électro-chimique



Figure 10: Q-Track 7565-X TSI

3.3.1.7 Radon

Le radon est mesuré à l'aide de dosimètres passifs (détecteurs solides de traces nucléaires)3. Ils enregistrent les particules alpha émises par le radon 222, le thoron et leurs descendants. On en déduit une concentration en Bq/m³.

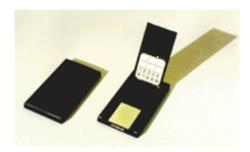


Figure 11 : Dosimètre Kodalpha

²Thermo Scientific pDR-1500 personal DataRAM Active, real-time aerosol monitor/data logger with aerodynamic sizing : https://www.wolfsense.com/pdf/thermo_pdr1500.pdf

http://www.dosirad.fr/fr/kit-radon-dosirad

3.3.1.8 Allergènes

Les allergènes présents dans les poussières déposées au sol sont prélevés à l'aide d'un aspirateur muni d'un collecteur de poussière. Cela permet de collecter un échantillon de poussière qui est analysé en laboratoire pour quantifier les allergènes qu'il contient.



Figure 12 : Aspirateur avec collecteur de poussières

3.3.1.9 Débits de ventilation

La mesure des débits de ventilation en m3/h est réalisée avec un ballomètre à fil chaud, le SwemaFlow 125D4. Les mesures sont effectuées de manière ponctuelle aux bouches d'extraction et d'insufflation du système de ventilation mécanique contrôlée double flux.



Figure 13: SwemaFlow 125D

3.4 Modalités d'interprétation des résultats de mesures

Le site M'Square est un bâtiment tertiaire présentant des activités de bureaux, ils sont donc considérés comme des locaux à pollution non spécifique.

3.4.1 Renouvellement d'air

Lorsque l'aération est assurée par des dispositifs de ventilation, l'article R232-5-3 du code du travail indique pour les locaux à pollution non spécifique, dans les bureaux sans travail physique que le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant est fixé à 25 m³/h/personne.

⁴ http://www.admiclim.com/PDF/SWEMAFLOW%20125D.pdf

3.4.2 Confinement

La concentration en CO_2 dans l'air intérieur est l'un des critères qui fondent 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_2 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_2 sur la période de présence des occupants. Les valeurs de cet indice s'échelonnent de 0 (confinement nul) à 5 (confinement extrême). L'indice ICONE est calculé suivant la formule :

$$\begin{split} ICONE = & \left(\frac{2.5}{\log_{10}(2)}\right) \log_{10}(1+f_1+3f_2) \\ f_1: proportion \ de \ valeurs \ comprises \ entre \ 1000 \ et \ 1700 \ ppm \left(f_1 = \frac{n_1}{n_0+n_1+n_2}\right) \\ f_2: proportion \ de \ valeurs \ supérieures \ \grave{a} \ 1700 \ ppm \left(f_2 = \frac{n_2}{n_0+n_1+n_2}\right) \end{split}$$

3.4.3 Les polluants intérieurs

Mise à part cette réglementation sur les débits de renouvellement d'air, il n'existe pas de réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur ni de valeurs références spécifiques aux locaux professionnels à pollution non spécifique.

La seule réglementation de surveillance de l'air intérieur concerne les établissements recevant du public⁵.

3.4.3.1 Valeurs de gestion réglementaires

Dans le cadre de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur des établissements recevant du public, trois polluants son investigués systématiquement et possèdent des valeurs limites : le formaldéhyde, le benzène et le dioxyde de carbone $(CO_2)^6$.

Valeurs de gestion réglementaires dans les établissements recevant du public :

Substances	Valeur-guide pour l'air	intérieur	Valeur-limite			
Formaldéhyde	30 μg/m³ pour une exposition de longue durée à compter du 1er janvier 2015	10 μg/m³ pour une exposition de longue durée à compter du 1er janvier 2023	100 μg/m³			
Benzène	5 μg/m³ pour une exposition de longue durée à compter du 1er janvier 2013	10 μg/m³				
Dioxyde de carbone						
Tétrachloro- éthylène						

Un indice de confinement de 5 correspond à des pics de concentration en CO2 élevés supérieurs à 4 000 ppm (partie par million) et à des valeurs moyennes pendant l'occupation supérieures à 2 000 ppm.

Figure 14 : Valeurs de gestion réglementaires de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les ERP

⁵ 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

-

⁶ Le tétrachloroéthylène n'est mesuré qu'en cas de présence de pressing de lavage à sec dans le bâtiment ou dans un bâtiment contigu.

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 : inférieur à la valeur limite réglementaire
- Nécessite une expertise : supérieur à la valeur limite réglementaire

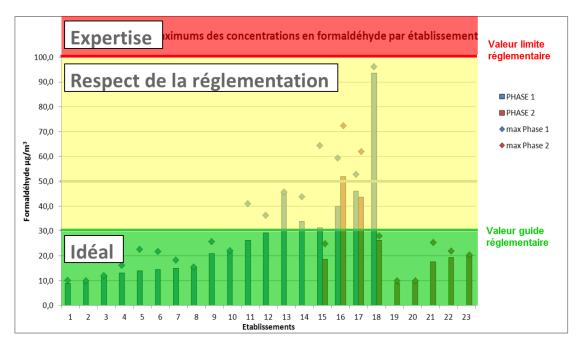


Figure 15 : Interprétation des concentrations de formaldéhyde de la campagne Ecoles et crèches (2010-2011) au regard des valeurs de gestion réglementaires dans le ERP

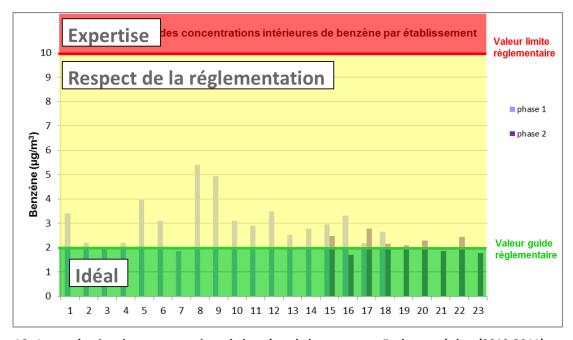


Figure 16 : Interprétation des concentrations de benzène de la campagne Ecoles et crèches (2010-2011) au regard des valeurs de gestion réglementaires dans le ERP

3.4.3.2 Autres valeurs références

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 (μg/m³)

Polluants	Valeurs guide long terme
Acétaldéhyde	160 μg/m³ (VGAI ANSES 2014)
Acroléine	0,8 μg/m³ (VGAI ANSES 2013)
Toluène	300 μg/m³ (Europe/Index)
Dioxyde d'azote (NO₂)	20 μg/m³ (VGAI ANSES 2013)
Trichloroéthylène	2 μg/m³ (HCSP 2012)
Tétrachloroéthylène	250 μg/m³ (VGAI ANSES 2010)
Naphtalène	10 μg/m³ (HCSP 2012)
Ethylbenzène	1 500 μg/m³ (VTR ANSES)
Styrène	250 μg/m³ (Europe/Index)
COV Totaux	300 μg/m³ (Agence Fédérale Allemande)
PM2,5	10 μg/m³ (HCSP 2013)
Radon	400 Bg/m³ (Arrêté du 22 juillet 2004) 300 Bg/m³ (OMS)

Pour les allergènes, des seuils de sensibilisation existent pour certains d'entre eux comme pour ceux des acariens (Der p1), des chats (Fel d1) et des chiens (Can f1) :

Tableau 3. Seuils de sensibilisation des allergènes mesurés (μg/g)

Allergènes	Acariens (Der p1)		Chien (Can f1)	Rat (Rat n1)	Blattes (Bla g1)	Moisissures (Alt a1)
Seuil de sensibilisation (µg/g)	2	0.2	0.2	-	-	-

3.4.3.3 Comparaison aux campagnes nationales

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

Tableau 4. Médianes des concentrations annuelles intérieures mesurées dans les logements français (μ g/m³)

Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Hexaldéhyde	Acroléine	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	M/p-xylènes	O-xylène	1,2,4 triméthylbenzène	Styrène	n-décane	n-undécane	Trichloroéthylène	Tétrachloroéthylène	1,4 dichlorobenzène	1 méthoxy-2-propanol	2-butoxyéthanol
19,5	11,6	13,6	1,1	2,1	12,2	2,3	5,6	2,3	4,1	1,0	5,3	6,2	1,0	1,4	4,2	1,9	1,6

4. Résultats

4.1 Paramètres traceurs de la pollution de l'air ambiant

Tableau 5. Concentrations des polluants traceurs de pollution extérieure ($\mu g/m^3$)

		Cam	pagne A	ir PACA (4,5 jour	s)	Campagne Bureaux OQAI (6 heures)							
μg/m3	Intérieur													
	234	305	521	639	714	Extérieur	009	330	439	521	809	Extérieur		
NO ₂	25.4	29.3	29.8	25.7	25.3	54.8	-	-	-	-	-	-		
Benzène	3.2	2.6	3.4	3.3	3.3	2.6	1.3	1.1	1.5	1.3	1.7	1.5		
Toluène	9.2	5.7	8.4	9.0	8.7	6.4	6.0	6.7	7.2	7.8	7.2	5.0		
Ethylbenzène	3.0	1.6	3.8	1.8	2.0	1.1	6.0	1.5	2.5	2.2	1.7	< LQ		
m+p-xylène	7.2	6.0	7.6	8.7	7.1	4.3	7.1	3.8	6.0	6.3	6.4	3.9		
o-xylène	o-xylène 2.6 2.5 3.0 2.9		2.9	1.6	2.2	1.4	1.9	2.1	2.1	1.4				
PM2,5	4.1	8.3	8.6	7.2	6.0	-	-	-	-	-	-	-		

4.1.1 Benzène

Pour les mesures réalisées du lundi 12 au vendredi 16 décembre (campagne Air PACA), les concentrations intérieures en benzène sont conformes à la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public puisqu'elles sont inférieures à la valeur limite réglementaire de $10~\mu g/m^3$. Elles sont cependant légèrement supérieures à la valeur guide de $2~\mu g/m^3$. Au vu des incertitudes de mesure sur ce type de support, la concentration extérieure mesurée n'est pas significativement différente des concentrations intérieures. Il est donc fort probable que les concentrations intérieures soient directement influencées par les concentrations extérieures.

Pour les mesures réalisées sur 6 heures le vendredi 16 décembre en présence des occupants (campagne CNB), les concentrations intérieures se sont avérées moins importantes, elles sont toutes inférieures à la valeur guide réglementaire de 2 μ g/m³. Les concentrations sont homogènes entre les points de mesures.

Les concentrations intérieures des deux périodes de mesure du bureau 521 témoignent de la différence des niveaux en benzène de la journée du vendredi 16 décembre et l'ensemble de la semaine (du lundi 12 au vendredi 16 décembre). Cette différence s'explique par des niveaux extérieurs différents qui peuvent être expliquées par des conditions climatiques ou de trafic plus favorables le vendredi que le reste de la semaine, voire à la période de mesure de 6 heures de la campagne CNB trop courte pour pouvoir prendre en compte les conséquences des pics de trafic journaliers.

Le benzène résulte à la fois des sources intérieures (combustions domestiques, tabac...) et du transfert de la pollution atmosphérique extérieure dont la contribution est notable dans les agglomérations et en zone industrielle (chauffage au bois, trafic routier, industries...).

4.1.2 Dioxyde d'azote (NO₂)

La concentration extérieure en dioxyde d'azote confirme les niveaux d'exposition estimés par la cartographie de modélisation des concentrations annuelles présentée en figure 2, avec une concentration supérieure à la valeur limite réglementaire annuelle de $40 \, \mu g/m^3$. Les concentrations intérieures sont quant à elles près de deux fois inférieures à la concentration extérieure mais dépassent tout de même la valeur guide en air intérieur (VGAI) de l'ANSES de $20 \, \mu g/m^3$.

⁷ 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

Sources potentielles en dioxyde d'azote: La principale source de NO_2 dans l'air extérieur provient de l'usage des combustibles fossiles (trafic routier, sources industrielles notamment centrale thermique, etc.). Le transport routier est le premier contributeur aux rejets dans l'atmosphère. Les sources internes sont possibles via les appareils à combustion tels que les appareils de chauffage (cheminée, chauffage d'appoint etc.) et de production d'eau chaude non raccordés et les cuisinières à gaz.

4.1.3 Autres paramètres traceurs de la pollution de l'air ambiant

Les concentrations intérieures en particules fines (PM2,5) sont inférieures à la valeur guide en air intérieur (VGAI) de l'ANSES de $10 \, \mu g/m^3$. Cela peut paraître étonnant au regard du positionnement du bâtiment et des mesures de benzène et NO_2 qui témoignent de l'impact de l'air extérieur sur l'intérieur, mais les centrales de traitement d'air sont munies de filtres au niveau de leurs prises d'air neuf. En fonction de leurs caractéristiques et de leur état d'encrassement, ces filtres permettent de retenir plus ou moins efficacement les particules fines provenant de l'extérieur et donc de réduire leur entrée dans le bâtiment.

L'ensemble des autres polluants traceurs de pollution extérieure montrent des concentrations inférieures aux valeurs référence ou aux concentrations habituellement rencontrées et sont homogènes entre les deux périodes de mesure.

4.2 Aldéhydes

Tableau 6. Concentrations intérieures en aldéhydes (μg/m³)

μg/m3	Ca	mpagne	Air PAC	۱ (4,5 jou	Campagne Bureaux OQAI (6 heures)						
μβ/1113	234	305	521	639	714	009	330	439	521	809	
Formaldéhyde	8.4	8.4	8.0	9.7	12.3	17.0	10.0	13.0	11.0	13.0	
Acétaldéhyde	4.5	4.2	4.3	5.2	5.2	12.0	6,9	12.0	7,6	6.0	
Hexaldéhyde	5.6	5.0	4.7	6.6	6.4	-	-	-	-	-	
Propionaldéhyde	< 2.0	< 2.0	< 1.9	< 2.4	< 2.5	-	-	-	-	-	
Butyraldéhyde	4.0	3.7	4.2	4.8	4.8	-	-	-	-	-	
Benzaldéhyde	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	< LQ					
Isovaléraldéhyde	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.6	-	-	-	-	-	
Valéraldéhyde	1.1	1.1	1.0	1.5	1.5	-	-	-	-	-	
Acroléine	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	-	-	-	-	-	

Les concentrations en formaldéhyde sont très faibles puisqu'elles sont largement inférieures à la valeur guide réglementaire de $30 \, \mu g/m^3$. L'ensemble des autres aldéhydes montre des concentrations inférieures aux valeurs référence ou aux valeurs habituellement rencontrées.

Les résultats de mesure du bureau 521 montrent des concentrations plutôt homogènes entre les périodes de mesure. Les bureaux ayant été échantillonnés le vendredi 16 décembre (campagne CNB) montrent des concentrations légèrement supérieures à celles des bureaux échantillonnés du lundi 12 au vendredi 16 décembre (campagne Air PACA).

4.3 **COV** prioritaires

Tableau 7. Concentrations en COV prioritaires (μg/m³)

		Cam	pagne Ai	r PACA (4,5 jours)		Campag	ne Bure	aux OQA	l (6 heur	es)
μg/m3			Intérieur					ı	ntérieur			
	234	305	521	639	714	Extérieur	009	330	439	521	809	Extérieur
1,2,4 Triméthylbenzène	2.3	1.8	1.1	1.1	1.3	1.1	-	-	-	-	-	-
Styrène	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
n-Décane	1.6	1.8	0.2	0.4	0.4	0.5	-	-	-	-	-	-
n-Undécane	7.4	7.1	0.7	1.6	1.9	1.3	-	-	-	-	-	-
Trichloroéthylène	0.0	< LQ	0.0	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-	-	-	-
Tetrachloroéthylène	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1,4 Dichlorobenzène	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-
1 Méthoxy 2 propanol	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-	-	-	-
1 Méthoxy 2 propyl acétate	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	-	-	-	-	-	-
2 Butoxyéthanol	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
2 Butoxyéthyl acétate	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-	-	-	-
n-Hexane	3.2	5.7	3.8	5.0	6.0	2.6	3.5	3.1	4.7	2.5	3.8	< LQ
Limonène	8.0	6.6	2.6	3.0	5.6	0.1	5.8	45.0	35.0	26.0	44.0	< LQ
alpha Pinène	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	< LQ	< LQ	1.1	1.3	1.1	1.4	< LQ
MIBK	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1.3	4.2	< LQ	1.0	< LQ
Naphthalène	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
2 Ethyl 1 hexanol	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5.1	< LQ	< LQ	< LQ
4 Méthyl 2 pentanone	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	-	-	-	-	-	-
Phénol	0.9	0.8	0.4	0.6	0.8	0.0	1.0	1.0	< LQ	< LQ	1.0	< LQ
Nonanal	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	6.0	5.6	6.9	5.3	6.8	8.2
COV totaux	111.	88.9	65.0	71.9	76.5	38.0	-	-	-	-	-	-

Sur la liste des COV classés prioritaires par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur, aucun des polluants ne dépasse les valeurs référence ou les valeurs habituellement rencontrées.

Les concentrations de ces polluants sont globalement homogènes entre les deux périodes de mesure à l'exception du limonène. Pour ce dernier, les concentrations observées dans les bureaux 330, 439, 521 et 809 pendant la campagne CNB (vendredi 16 décembre) sont beaucoup plus élevées que les mesures dans les bureaux de la campagne Air PACA (du lundi 12 au vendredi 16 décembre). La différence de concentrations dans le bureau 521 entre les deux périodes de mesure montre que les concentrations étaient plus importantes le vendredi que le reste de la semaine. Le limonène ne possède pas de valeur référence en air intérieur. Il est très présent dans les produits d'entretien et les parfums d'ambiance. Les niveaux de limonène observés le vendredi dans 4 bureaux sur les 5 échantillonnés peuvent s'expliquer par l'utilisation de produits d'entretien dans ces pièces le jour même ou la veille des mesures. Un spray de nettoyage des surfaces est apparemment utilisé le jeudi soir pour nettoyer les bureaux, il pourrait être la cause des niveaux de limonène plus importants le vendredi.

Les mesures en COV Totaux de la campagne Air PACA sont largement inférieures à la valeur réglementaire définie par la commission « Hygiène de l'intérieur » de l'Agence fédérale allemande pour l'environnement, qui est à 300 μg/m³ et pour laquelle aucun impact sanitaire n'est décelé.

4.4 COV légers et charge organique globale

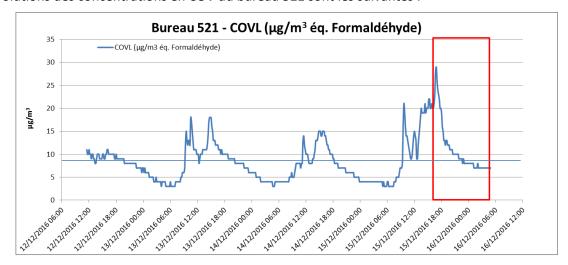
Les concentrations intérieures en COV légers et la charge organique globale ont été suivies dans trois des 5 bureaux échantillonnés de la campagne Air PACA :

- Bureau 234
- Bureau 521
- Bureau 714

En raison d'une avarie sur l'appareil de mesure du bureau 234, les données de ce bureau ne sont pas exploitables.

4.4.1 Bureau 521

Les évolutions des concentrations en COV du bureau 521 sont les suivantes :



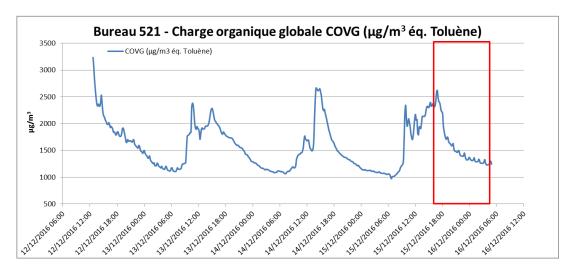


Figure 17 : Evolution des concentrations en COV légers et de la charge organique globale du bureau 521

Pour le bureau 521 (qui a participé aux deux campagnes de mesure), les concentrations moyennes en COV légers sont de 8,6 µg/m³. Ces résultats sont cohérents avec les faibles concentrations de formaldéhyde mesurées par tube à diffusion passive dans ce bureau de 8 μg/m³ (cf. mesures aldéhydes).

Il est remarqué un pic de concentration en COV légers et en charge organique globale le jeudi 15 décembre à partir de 16h30 (encadré en rouge dans la figure 17).

Les évolutions des concentrations en CO₂ et par conséguent à la présence des occupants. Ces évolutions des concentrations en COV peuvent être influencées par les parfums d'ambiance ou par les produits d'hygiène corporelle (déodorants, parfums...).

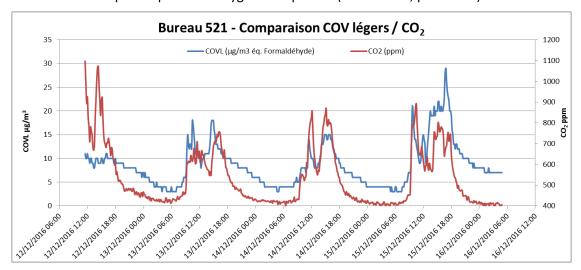
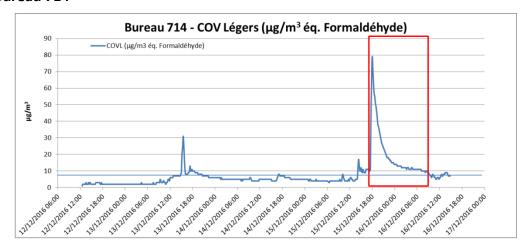


Figure 18 : Comparaison des évolutions de concentrations en COV légers et CO2 du bureau 521

Il n'y a pas de corrélation avec les conditions hygrothermiques qui sont assez stables au cours du temps.

4.4.2 Bureau 714



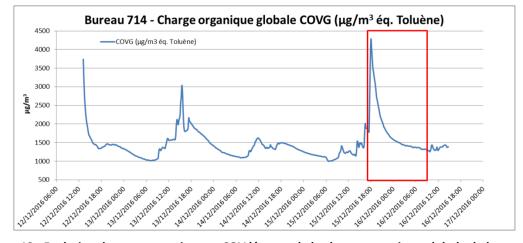


Figure 19 : Evolution des concentrations en COV léger et de la charge organique globale du bureau 714

Il est à noter que qu'un pic de concentration en COV légers et en charge organique globale est observé le jeudi 15 décembre à partir de 17h30. Ce type d'évolution des concentrations en COV peut être expliqué par l'entretien des locaux. Ceci vient corroborer l'hypothèse de l'impact de l'utilisation de produits d'entretien sur les concentrations en limonène observées le vendredi 16 décembre dans le cadre de la campagne CNB.

Dans ce bureau les évolutions des concentrations en COV sont moins influencés par la présence des occupants.

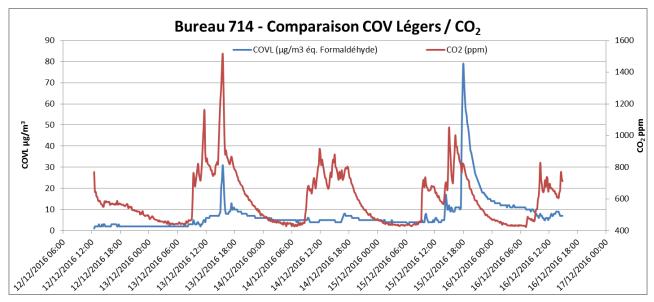


Figure 20 : Comparaison des évolutions de concentrations en COV légers et CO2 du bureau 714

4.5 Renouvellement d'air

Les débits d'air neufs réglementaires dans les bureaux à pollution non spécifique sont de 25 m³ par heure et par personne. Les débits d'air neufs correspondants par niveau ont été calculés sur la base de 2 personnes par bureaux et de 10 personnes pour les grandes salles de réunion. Les débits d'air théoriques ont été récupérés sur les plans de conception du système de ventilation (centrale de traitement d'air). Le positionnement des bouches d'extraction est situé en annexe.

	rabieau	8. Debits a extractio	n a air (m /n)	
Niveaux	Bouche	Débit mesuré (m³/h)	débit théorique (m³/h)	Débit Réglementaire (m³/h)
	B01	370	585	
RDC	B02	Impossible	925	
KDC -	B03	Pas de grille	150	
	Cumul	?	1660	1600 (64 personnes)
R+1 -	B11	390	980	
	B12	450	1210	
(non occupé par	B13	83	175	
l'ARS PACA)	Cumul	923	2365	-
	B21	Pas de grille	1005	
R+2	B22	565*	1210	
RTZ	B23	95	175	
	Cumul	660	2390	2100 (84 personnes)
	B31	455	1005	
R+3	B32	700*	1210	
N+3	B33	105	175	
	Cumul	1260	2390	1950 (78 personnes)
R+4	B41	540*	945	
K+4	B42	675*	1210	

Tableau 8. Débits d'extraction d'air (m³/h)

	B43	105	175	
	Cumul	1320	2330	1950 (78 personnes)
	B51	630*	1005	
R+5	B52	500*	1210	
ктэ	B53	80	175	
	Cumul	1210	2390	2150 (86 personnes)
	B61	575*	1095	
R+6	B62	155	175	
NTO	B63	645*	1210	
	Cumul	1375	2480	2050 (82 personnes)
R+7	B71	687*	1045	1000 (40 personnes)
R+8	B81	717*	1045	1100 (44 personnes)

*débits d'air mesuré au-delà de la gamme de précision de l'appareil de mesure utilisé

L'estimation des débits d'air neuf réglementaires au regard du nombre d'occupants par plateau correspond approximativement aux débits d'air théoriques mentionnés sur les plans de conception du bâtiment.

Même si certains débits sont au-dessus de la gamme de précision de l'appareil de mesure utilisé, il semble que les débits mesurés soient significativement inférieurs aux débits théoriques.

Un manque d'extraction d'air de la centrale de traitement d'air peut être expliqué par :

- un manque d'entretien (réseau, filtres...);
- un mauvais réglage de la centrale;
- un mauvais équilibrage des réseaux ;
- un sous-dimensionnement ou des fuites d'étanchéité des réseaux.

Quelques dysfonctionnements ont été relevés :

- La bouche d'extraction B21 du niveau R+2 n'est pas présente dans le faux-plafond mais la gaine d'extraction existe. Elle est située le plénum (espace situé entre la dalle du niveau supérieur et la faux-plafond). L'air aspiré est donc celui du plénum et pas celui du volume utilisé.
- L'inspection visuelle de l'entrée d'air neuf de la CTA située au niveau R+9 (extrémité Ouest) fait état d'un encrassement important du filtre;
- L'ensemble des portes des bureaux et salles de réunion ne sont pas détalonnées et ne permettent pas un balayage d'air suffisant entre les bouches d'insufflation des bureaux et les bouches d'extraction des circulations;
- La bouche d'extraction BO2 au rez-de-chaussée n'est pas située dans les circulations mais dans la salle de réunion n°017 (cf. plans en annexe).

Nb : Un filtre encrassé peut occasionner une perte de charge importante que le système de ventilation ne peut pas forcément compenser. Cela peut engendrer des débits de ventilation moins importants associés à une surconsommation d'énergie.







Photographie 12 : de gauche à droite : Bouche d'extraction B21 (2ème étage), encrassement du filtre d'entrée d'air de la CTA qui alimente la partie Ouest du bâtiment, Salle de Réunion 017 (rez-de-chaussée)

4.6 Confinement

Le manque d'extraction d'air observé ne semble pas provoquer de confinement au regard des mesures de dioxyde de carbone effectuées.

Tableau 9. Concentrations maximums en CO₂ et indices de confinement

	Campagne Air PACA (4,5 jours)					Campagne Bureaux OQAI (6 heures)					
	234	305	521	639	714	009	330	439	521	809	
Concentration maximum en CO ₂ (ppm)	1109	927	929	952	1430	1604	nd	1010	771	1113	
Indice de confinement ICONE (0 à 5)	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	
Possibilité d'ouverture de fenêtre	oui	non	non	oui	non	non	oui	oui	non	non	

Sur les données de la campagne Air PACA (4,5 jours), les concentrations maximales observées dans le bureau 714 n'ont montré qu'un léger dépassement ponctuel des 1 300 ppm recommandés par le règlement sanitaire départemental. Il en résulte que l'ensemble des pièces investiguées obtiennent un indice de confinement de 0 sur 5 correspondant à un « confinement nul ».

Sur les données de la campagne CNB (6 heures), les concentrations maximales observées sont du même ordre que celles de la campagne Air PACA à l'exception du bureau 009 qui présente une concentration maximale un peu plus élevée que les autres. Cela peut s'expliquer par le fait que plus on se situe dans les niveaux inférieurs du bâtiment plus les débits d'extraction d'air semblent plus faibles (cf. mesures de débits d'air).

Les deux bureaux dépassant les 1300 ppm recommandés par le règlement sanitaire départemental type sont des bureaux où les surfaces vitrées sont fixes, où il n'est donc pas possible d'ouvrir de fenêtre pour renouveler l'air intérieur.

4.7 Humidité de l'air

Les mesures d'humidité relative de l'air montrent des taux plutôt bas au regard des niveaux recommandés en air intérieur, entre 40 et 60 %.

Dans les bureaux ayant fait l'objet d'un suivi sur 4,5 jours (campagne Air PACA), l'humidité relative moyenne de l'air est inférieure à 40 %. Les niveaux minimums observés peuvent même descendre autour de 20%.

A l'échelle de la journée du 16 décembre, dans les bureaux ayant participé à la campagne CNB, les taux d'humidité relative sont également bas, ils avoisinent les 40 %.

Tableau 10. Humidité relative de l'air (%)

%	Campagne Air PACA (4,5 jours)					Campagne Bureaux OQAI (6 heures)				
70	234	305	521	639	714	009	330	439	521	809
Humidité relative moyenne	38.6	31.8	35.9	34	35.5	44.9	40.2	42.1	40.2	39.6
Humidité relative minimale	29.6	21.3	25.4	20.7	28.1	39.3	36.5	39.4	37.1	35.9

Une humidité relative de l'air inférieure à 35% peut provoquer un inconfort lié à l'assèchement des muqueuses et des voies respiratoires.

Il est fort probable que ces taux d'humidité relative soient liés au fonctionnement de la centrale de traitement d'air. Ces types de systèmes sont connus pour provoquer un assèchement de l'air.

4.8 Allergènes dans les poussières du sol

A l'exception des allergènes de blattes, tous les allergènes mesurés (acariens, chat, chien, rat, moisissures) sont détectés dans les prélèvements de poussières déposées au sol dans l'ensemble des bureaux échantillonnés.

Tableau 11. Concentrations d'allergènes dans les poussières déposées au sol (μg/g)

μg/g	009	234	305	330	439	521	639	714	809
Acariens (Der p1)	0.138	0.020	0.015	0.018	0.015	0.025	0.025	0.068	0.024
Chat (Fel d1)	1.125	1.866	0.478	0.404	0.437	0.615	0.476	6.497	1.955
Chien (Can f1)	0.082	0.330	0.033	0.321	0.157	0.675	0.029	0.048	0.023
Rat (Rat n1)	0.010	0.021	0.005	0.023	0.013	0.041	0.005	0.009	0.006
Blattes (Bla g1)	< LQ								
Moisissures (Alt a1)	0.159	0.047	0.047	0.068	0.042	0.080	0.061	0.104	0.104

Les concentrations d'allergènes d'acariens (dermatophagoides pteronyssinus et farinae) sont très faibles au regard du seuil de sensibilisation de 2 µg/g. Cela semble indiquer que la moquette présente dans 8 des 9 bureaux échantillonnées n'est pas contaminée par des acariens.

Pour les allergènes de chat (phanères de chats), certains échantillons (bureaux 009, 234 et surtout 714) renferment des concentrations non négligeables, qui pourraient induire des symptômes allergiques.

Les allergènes de chiens (phanères de chiens) sont en présents en quantité assez faibles.

Les allergènes de rat et de moisissures ne possèdent pas de valeur seuil de sensibilisation. Les concentrations de ces deux allergènes sont plutôt homogènes dans l'ensemble des bureaux.

La détection d'allergène de moisissures (alternaria) peut provenir de spores provenant de l'extérieur et/ou d'un manque d'entretien du système de traitement d'air (réseaux, filtres...) dans lequel peuvent se développer des moisissures.

Conclusion 5.

Les deux campagnes de mesure de la qualité de l'air intérieur réalisées dans le bâtiment M'Square de l'ARS PACA sur la période du 12 au 16 décembre 2016 n'ont pas montré de dépassement des valeurs de gestion réglementaires, des valeurs références ou des valeurs habituellement rencontrées des polluants d'origine intérieure.

Pour les polluants traceurs de la pollution extérieure, des situations différentes sont observées en fonction des polluants :

- Pour le benzène : respect de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les ERP mais léger dépassement de la valeur guide réglementaire ;
- Pour le dioxyde d'azote, un léger dépassement de la valeur guide en air intérieur (VGAI) de l'ANSES;
- Pour les particules fines PM2,5 et les autres polluants, des niveaux inférieurs aux valeurs référence ou aux valeur habituellement rencontrées.

La mesure des allergènes a permis de montrer qu'il n'y a pas de problématique en lien avec les allergènes d'acariens malgré la présence de moquette dans la plupart des bureaux échantillonnés. Certains bureaux présentent des concentrations non négligeables d'allergènes de chats qui pourraient induire des symptômes allergiques aux personnes sensibles. La détection d'allergène de moisissures pourrait traduire un manque d'entretien du système de ventilation.

Il n'est pas observé de problème de confinement à l'intérieur des 9 bureaux échantillonnés mais les bureaux présentant les concentrations maximums en CO2 sont ceux qui ne possèdent pas la possibilité d'ouvrir les fenêtres (baies vitrées fixes).

L'évaluation du système de ventilation a permis de mettre en évidence des dysfonctionnements en termes de positionnement de certaines bouches d'extraction, d'entretien des filtres et de débits d'air extraits. Ces derniers sont moins importants dans les étages inférieurs, cela semble indiquer un manque d'équilibrage des réseaux de ventilation de la centrale de traitement d'air.

6. Recommandations

Au regard des résultats de mesure de la campagne Air PACA, les pistes d'amélioration concernent l'interface intérieure/extérieure du bâtiment, que ce soit en terme de transfert des polluants extérieurs vers l'intérieur ou en terme de renouvellement d'air.

Il existe des systèmes de filtration à charbon actif permettant un abattement de certains polluants extérieurs comme le dioxyde d'azote. Ceux-ci s'installent en complément des filtres particulaires mais nécessitent en général une adaptation du système de ventilation et occasionnent une perte de charge supplémentaire. Il faut donc que le système de ventilation, ici la centrale de traitement d'air, puisse supporter la perte de charge occasionnée.

Pour permettre un renouvellement d'air optimal, il est recommandé de réaliser un audit technique approfondi et un entretien du système de ventilation, de détalonner les portes pour permettre le balayage de l'air des bureaux vers les bouches d'extraction et de mettre en place la bouche d'extraction B21 située au deuxième étage.

En termes d'activité intérieure, il est recommandé de ne pas utiliser de parfums d'ambiance, notamment dans les bureaux qui ne possèdent pas de fenêtres. Il est également recommandé de sélectionner des produits d'entretien possédant des labels intégrant la problématique de pollution intérieure (Ecolabel Européen, EcoCert, Nature & Progrès...) et d'éviter les produits sous forme de spray.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Stratégie d'échantillonnage du bâtiment de l'ARS PACA	7
Tableau 2. Valeurs références en air intérieur pour une exposition long terme (μg/m³)	19
Tableau 3. Seuils de sensibilisation des allergènes mesurés (μg/g)	19
Tableau 4. Médianes des concentrations annuelles intérieures mesurées dans les logements français	
$(\mu g/m^3)$	19
Tableau 5. Concentrations des polluants traceurs de pollution extérieure (μg/m³)	20
Tableau 6. Concentrations intérieures en aldéhydes (μg/m³)	
Tableau 7. Concentrations en COV prioritaires (μg/m³)	22
Tableau 8. Débits d'extraction d'air (m³/h)	25
Tableau 9. Concentrations maximums en CO ₂ et indices de confinement	27
Tableau 10. Humidité relative de l'air (%)	27
Tableau 11. Concentrations d'allergènes dans les poussières déposées au sol (μg/g)	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Proximité du bâtiment de l'ARS PACA avec l'autoroute A55	6
Figure 2 : Cartographie de pollution annuelle au dioxyde d'azote (données 2015)	6
Figure 3 : Plan d'échantillonnage des campagnes Air PACA (en vert) et CNB (en bleu)	8
Figure 4 : Radiello 165 : Cartouche 165, corps diffusif bleu et support	
Figure 5 : Echantillonneur passif de NO ₂ - Passam	
Figure 6 : Cartouche 145, corps diffusif jaune et support	. 13
Figure 7 : Balise Fireflies (COVL, COVT, température, humidité relative, CO ₂ , Bruit)	. 14
Figure 8 : Tête de prélèvement PM2,5 H-PEM	. 14
Figure 9 : PdR 1500 Thermo Scientific	
Figure 10 : Q-Track 7565-X TSI	15
Figure 11 : Dosimètre Kodalpha	15
Figure 12 : Aspirateur avec collecteur de poussières	16
Figure 13 : SwemaFlow 125D	16
Figure 14 : Valeurs de gestion réglementaires de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les ERP	. 17
Figure 15 : Interprétation des concentrations de formaldéhyde de la campagne Ecoles et crèches (2010-	
2011) au regard des valeurs de gestion réglementaires dans le ERP	. 18
Figure 16 : Interprétation des concentrations de benzène de la campagne Ecoles et crèches (2010-2011) au	
regard des valeurs de gestion réglementaires dans le ERP	. 18
Figure 17 : Evolution des concentrations en COV légers et de la charge organique globale du bureau 521	. 23
Figure 18 : Comparaison des évolutions de concentrations en COV légers et CO ₂ du bureau 521	. 24
Figure 19 : Evolution des concentrations en COV léger et de la charge organique globale du bureau 714	. 24
Figure 20 : Comparaison des évolutions de concentrations en COV légers et CO ₂ du bureau 714	. 25

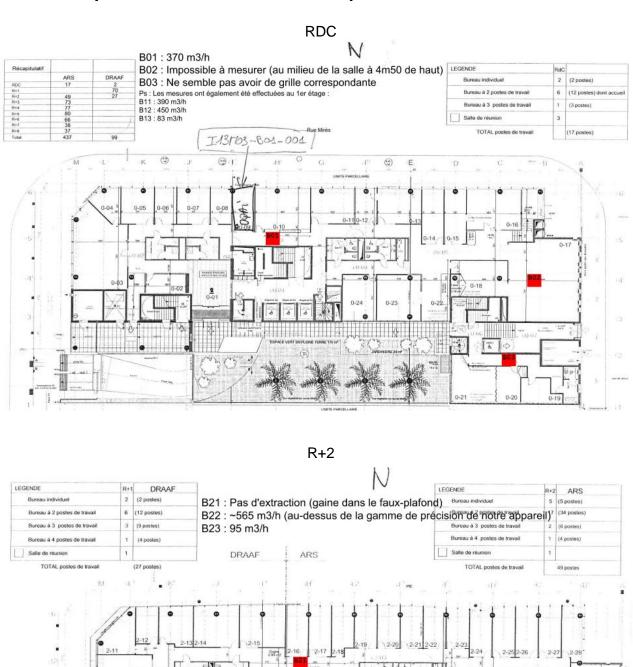


LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Bâtiment M'Square de l'Agence Régionale de Santé PACA	5
Photographie 2 : Bureau n°009 (rez-de-chaussée)	
Photographie 3 : Bureau n°234 (2 ^{ème} étage)	
Photographie 4 : Bureau n°305 (3 ^{ème} étage)	
Photographie 5 : Bureau n°330 (3 ^{ème} étage)	
Photographie 6 : Bureau n°439 (4 ^{ème} étage)	
Photographie 7 : Bureau n°521 (5 ^{ème} étage)	
Photographie 8 : Bureau n°639 (6 ^{ème} étage)	
Photographie 9 : Bureau n°714 (7 ^{ème} étage)	11
Photographie 10 : Bureau n°809 (8 ^{ème} étage)	11
Photographie 11 : Point de mesure extérieur situé au niveau de l'entrée d'air neuf du système de CTA à	
l'Ouest (niveau R+9)	11
Photographie 12 : de gauche à droite : Bouche d'extraction B21 (2 ^{ème} étage), encrassement du filtre	
d'entrée d'air de la CTA qui alimente la partie Ouest du bâtiment, Salle de Réunion 017 (rez-de-chaussée)	26

ANNEXES

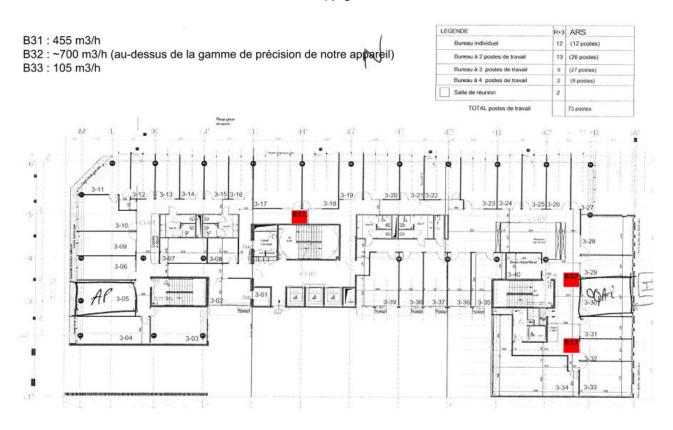
ANNEXE 1: Positionnement des bouches d'extraction d'air de chaque plateau et débits d'air correspondants



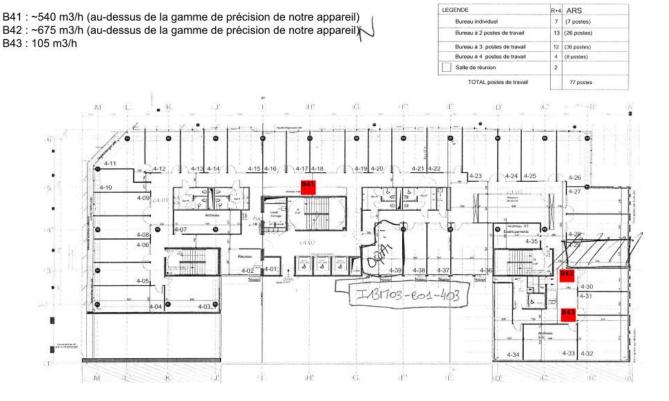
2-31

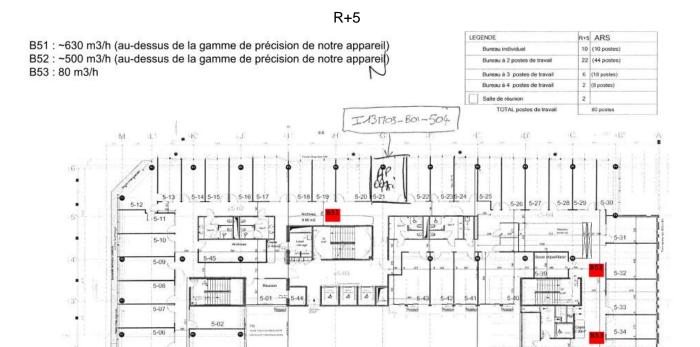
AC

R+3











iti

G

B61 : ~575 m3/h (au-dessus de la gamme de précision de notre appareil)

5-04

B62: 155 m3/h

M

B63 : ~645 m3/h (au-dessus de la gamme de précision de notre appareil)

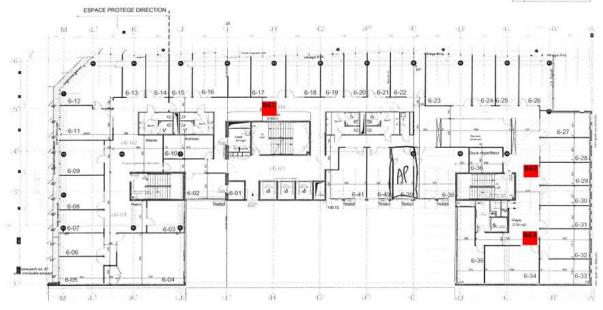
LEGENDE	R+6	ARS
Bureau individuel	14	(14 postes)
Bureau à 2 postes de travail	14	(28 postes)
Bureau à 3 postes de travail	4	(12 postes)
Bureau à 4 postes de travail	3	(12 postes)
Salle de réunion	2	
TOTAL postes de travail		66 postes

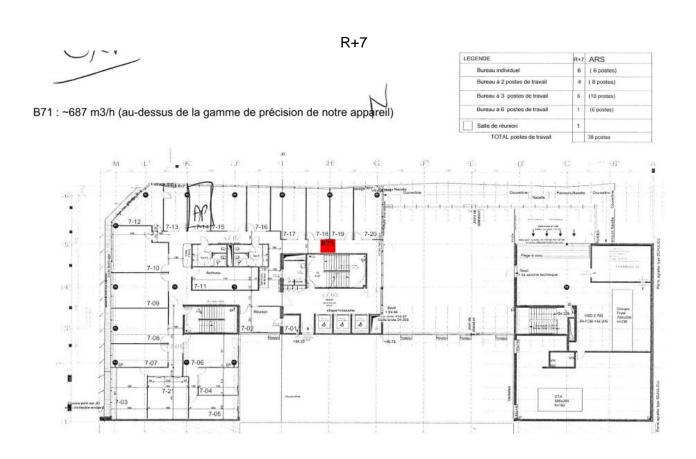
D

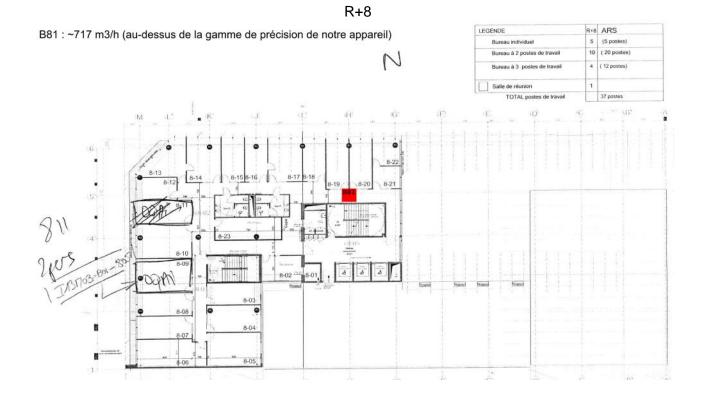
E:

5-36

133









Air intérieur

L'Agence Régionale de Santé Provence Alpes Côte d'Azur (ARS PACA) s'est portée volontaire pour participer à la Campagne Nationale Bureaux (CNB) de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) sur le confort et la qualité de l'air dans les immeubles de bureaux.

Afin de répondre au mieux aux besoins et aux attentes des agents relayées par les membres du CHSCT, la direction générale de l'agence a souhaité que cette campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les bureaux soit doublée d'un protocole de mesure intégrant notamment les questions d'allergies.

Deux campagnes de mesures ont été menées en parallèle par Air PACA sur le site M'Square sur la période du 12 au 16 décembre 2016 :

- La campagne CNB de l'OQAI : Mesures pendant une période de six heures représentative d'une journée de travail.
- La campagne Air PACA Mesures pendant une période de 4,5 jours représentative d'une semaine de travail.



Dans les neuf bureaux échantillonnés, l'ensemble des polluants d'origine intérieure (aldéhydes et COV prioritaires) sont inférieurs aux valeurs de gestion réglementaires, aux valeurs référence ou aux concentrations habituellement rencontrées. Concernant les allergènes, seule la présence d'allergènes de chats dans certains bureaux pourrait induire des symptômes allergiques aux personnes sensibles.

Un légers impact de l'air ambiant sur l'intérieur

Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est observé mais les concentrations en benzène et en dioxyde d'azote (NO2) dépassent légèrement respectivement la valeur guide réglementaire et la valeur guide en air intérieur de l'ANSES. Tous les autres polluants d'origine extérieure sont inférieurs aux valeurs référence.

Pas de confinement mais un système de ventilation à optimiser

Les mesures de CO₂ ne montrent pas de problématique de confinement à l'intérieur des bureaux échantillonnés mais il a été observé plusieurs dysfonctionnements du système de renouvellement d'air : positionnement des bouches d'extraction, débits d'air extraits, entretien des filtres et manque d'équilibrage des réseaux.

En partenariat avec :



Responsable de publication : Mathieu Izard - Publication : 18/04/2017

Photos: Archives Air PACA





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

....

......

.......

...... 0000000000000

.....

