

Qualité de l'air
PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR



Qualité de l'air intérieur

Campagne de mesure Siège d'Agglomération
du Pays d'Aubagne et de l'Etoile

15 mars 2016

www.airpaca.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

SOMMAIRE

1	Cadre et objectifs de l'étude	3
2	Description du site.....	3
3	Campagne de mesure	4
3.1	Paramètres pris en compte	4
3.2	Modalités de mesure.....	4
3.2.1	Aldéhydes : prélèvement passif	4
3.2.2	Dioxyde d'azote (NO ₂) : prélèvements passifs	5
3.2.3	COV : prélèvements passifs.....	5
3.2.4	COV : Suivi des concentrations par microcapteurs	5
3.2.5	Particules fines PM _{2,5}	6
3.2.6	Température, humidité relative, dioxyde de carbone et monoxyde de carbone	7
3.2.7	Radon	7
3.2.8	Débits de ventilation	7
3.3	Stratégie d'échantillonnage	8
3.3.1	Bureau SDC1.....	8
3.3.2	Bureau SDC2.....	9
3.3.3	Bureau SDC3.....	9
3.3.4	Bureau SDC4.....	9
3.3.5	Bureau SDC5.....	10
3.3.6	Bureau SDC6.....	10
3.3.7	Bureau SDC7.....	10
3.3.8	Bureau SDC8.....	11
4	Résultats de mesure	12
4.1	Stratégie de comparaison	12
4.1.1	Valeurs références	12
4.1.2	Campagnes de mesures	13
4.2	Résultats.....	14
4.2.1	Conditions hygrothermiques.....	14
4.2.2	Confinement.....	14
4.2.3	Aldéhydes.....	15
4.2.4	Composés organiques volatils.....	16
4.2.5	Dioxyde d'azote.....	17
4.2.6	PM _{2,5}	18
4.2.7	Suivi des concentrations en COV légers et COV Totaux	19
4.2.8	Radon	20
4.2.9	Débits de ventilation	21
5	Conclusion.....	22

1 Cadre et objectifs de l'étude

Le Siège d'Agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile a fait l'objet d'une expertise du Réseau EQAIR en 2010 avant rénovation. Elle avait débouché sur un ensemble de recommandations pour la réhabilitation du bâtiment.

L'objectif de la présente étude est de réaliser une nouvelle expertise après rénovation afin d'évaluer la qualité sanitaire du bâtiment réceptionné et l'efficacité des recommandations de l'expertise initiale.

L'expertise consiste en une campagne de mesure de qualité de l'air intérieur associée à une expertise bâtiment basée sur une visite du bâtiment, des mesures ponctuelles et le renseignement d'un questionnaire développé par le Réseau EQAIR.

Cette expertise s'inscrit dans le cadre du projet « observatoire régional de la qualité de l'air intérieur » financé par la Région PACA, l'Agence Régionale de Santé (ARS PACA) et la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL PACA).

2 Description du site

Le siège d'agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile est situé dans une zone industrielle à proximité immédiate d'un axe routier à trafic important, d'une usine de fabrication de chips et d'une blanchisserie.

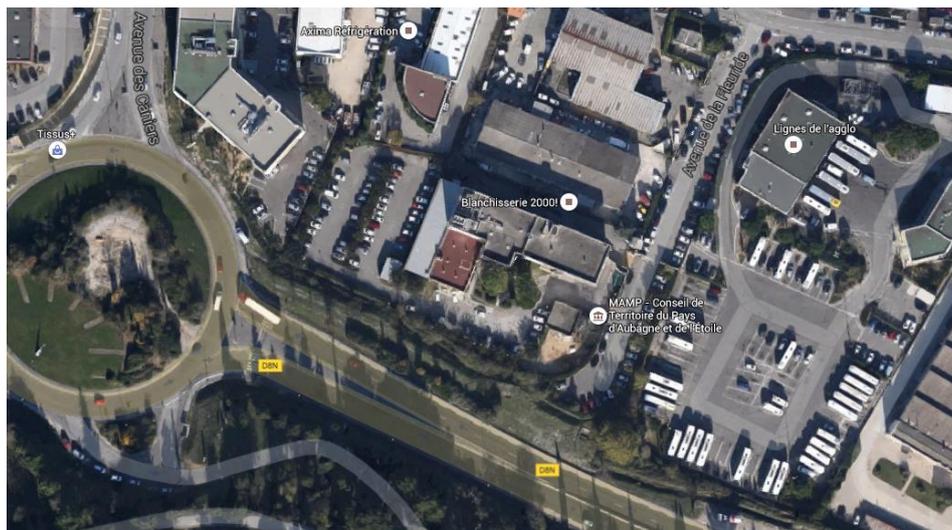


Figure 1 : Environnement de proximité du siège d'agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile

Il s'agit d'un bâtiment de 3 550 m² construit dans les années 70 sur une parcelle en bordure sud de la Zone Industrielle des Paluds et occupé par l'Hôtel d'agglomération d'Aubagne. Il fait l'objet d'un projet de réhabilitation, dans une démarche globale de Développement Durable. L'objectif est d'aboutir à un bâtiment plus adapté aux besoins de l'agglomération et répondant aux critères de la démarche « Bâtiment Durable Méditerranéen » et du label Effinergie.

La rénovation du bâtiment est effectuée en deux temps. L'aile Est a été la première rénovée pendant l'occupation de l'aile Ouest. L'aile est du bâtiment a été réceptionnée début juillet 2015 et l'aile Ouest est actuellement en travaux.

La quasi-totalité des matériaux en contact avec l'air intérieur sont neufs et ont été choisis pour leur faible émissivité, au minimum étiqueté A+ (à l'exception d'une peinture d'impression), et certains labélisés « Ange bleu », « The Indoor Climate Label » ou « M1 ». Le mobilier a été récupéré des anciens locaux, il n'est donc pas neuf et un système de ventilation double flux a été choisi pour le renouvellement d'air du bâtiment.



Figure 2 : Vue extérieure de l'aile Est du bâtiment rénovée

3 Campagne de mesure

3.1 Paramètres pris en compte

Les études sur la qualité de l'air intérieur menées dans différents lieux de vie (habitats, écoles, bureaux...) mettent en évidence une spécificité de la pollution de l'air intérieur.

Le protocole de mesure développé dans le cadre du Réseau EQAIR est basé sur les principaux paramètres spécifiques à l'air l'intérieur mais également de traceurs de polluants d'origine extérieure.

- Parmi les composés chimiques gazeux, les composés organiques volatils (COV) sont les plus nombreux. Ils regroupent une multitude de substances de familles chimiques distinctes. Les plus rencontrées sont les aldéhydes (formaldéhyde majoritairement), certains hydrocarbures aromatiques comme les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) mais également des terpènes, cétones, alcools, éthers de glycol...
- En complément, d'autres familles de polluants sont mesurés, le dioxyde d'azote (NO₂), le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de carbone (CO₂), les particules fines (PM_{2,5}) et le radon.
- Enfin, en présence d'un système de ventilation, des mesures de débits d'air sont réalisées aux bouches d'extraction et/ou d'insufflation afin de vérifier la bonne conformité aux débits de renouvellement d'air réglementaires.

3.2 Modalités de mesure

3.2.1 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).

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



3.2.2 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 4 : Echantillonneur passif de NO₂ - Passam

3.2.3 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 5 : Cartouche 145, corps diffusif jaune et support

3.2.4 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 de 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.

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



Figure 6 : Balise Fireflies (COVL, COVT, température, humidité relative, CO₂, Bruit)

3.2.5 Particules fines PM_{2,5}

Les mesures des concentrations en PM_{2,5} 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 PM_{2,5} (H-PEM) pendant la période d'occupation des bureaux. Les filtres sont par la suite pesés pour la quantification massique des particules.



Figure 7 : Tête de prélèvement PM_{2,5} 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 différents. Le cyclone bleu utilisé permet de mesurer la fraction de particules fines inférieures à 2,5 µm (PM_{2,5})².



Figure 8 : PdR 1500 Thermo Scientific

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

3.2.6 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 9 : Q-Track 7565-X TSI

3.2.7 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.

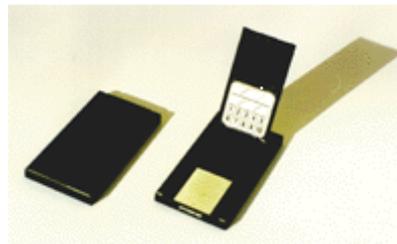


Figure 10 : Dosimètre Kodalpha

3.2.8 Débits de ventilation

La mesure des débits de ventilation en m³/h est réalisée avec un ballomètre à fil chaud, le SwemaFlow 125D⁴.



Figure 11 : SwemaFlow 125D

Les mesures sont effectuées de manière ponctuelle aux bouches d'extraction et d'insufflation du système de ventilation mécanique contrôlée double flux.

³ <http://www.dosirad.fr/fr/kit-radon-dosirad>

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

3.3 Stratégie d'échantillonnage

Afin d'être représentatif des concentrations annuelles, deux campagnes de mesure sont effectuées, l'une en période de chauffe, l'autre en période hors chauffe :

- Période hors chauffe : du 19 au 23 octobre 2015
- Période de chauffe : du 7 au 11 décembre 2015

L'échantillonnage spatial a été conçu de manière à être le plus représentatif de l'ensemble du bâtiment.

Huit points de mesures intérieurs ont été retenus dans la zone réceptionnée :

- 3 au rez-de-chaussée : Bureaux N°10, 14 et 20
- 3 au premier étage : Bureaux N°102, 105/106 et 111
- 2 au deuxième étage : Bureaux N°201 et 206

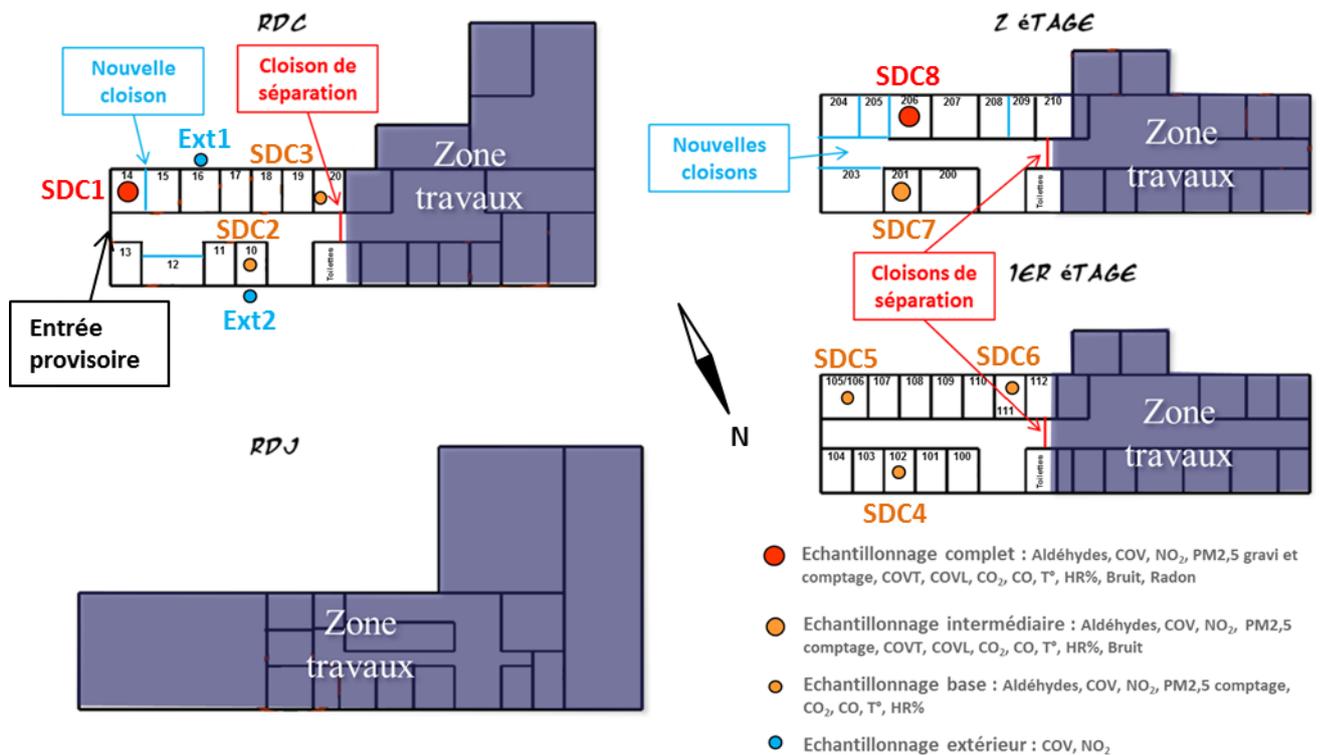


Figure 12 : Plan du bâtiment et stratégie d'échantillonnage

3.3.1 Bureau SDC1

Le bureau nommé SDC1 est la première pièce en entrant dans le bâtiment à gauche au rez-de-chaussée, elle est numérotée « n°14 ». Il s'agit d'une pièce aménagée pour accueillir trois personnes.

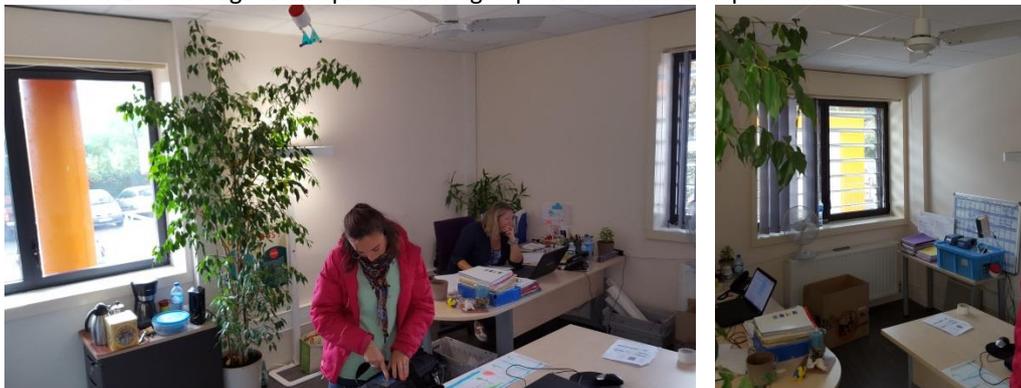


Figure 13 : Bureau SDC1 (n°14) au rez-de-chaussée

3.3.2 Bureau SDC2

Le bureau nommé SDC2 est une pièce prévue pour deux personnes, exposée nord au rez-de-chaussée. Elle est numérotée « n°10 ».



Figure 14 : Bureau SDC2 (n°10) au rez-de-chaussée

3.3.3 Bureau SDC3

Le bureau nommé SDC3 est la dernière pièce du rez-de-chaussée exposée au sud. Elle est numérotée « n°20 » et son aménagement permet de placer deux employés.

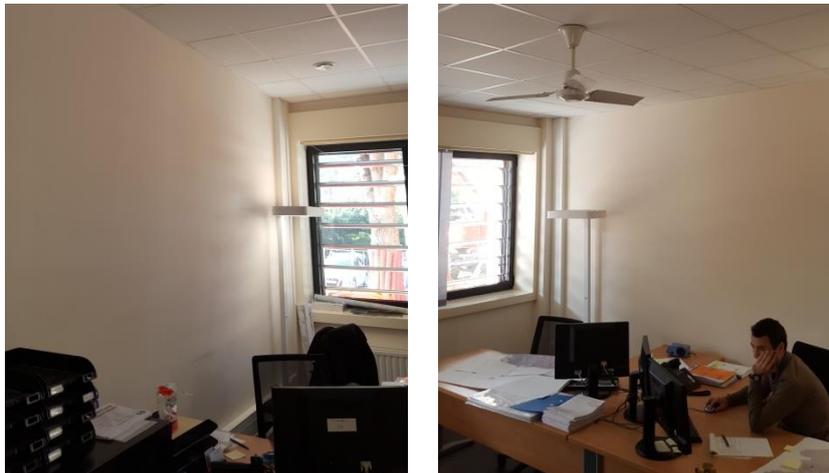


Figure 15 : Bureau SDC3 (n°20) au rez-de-chaussée

3.3.4 Bureau SDC4

La pièce SDC4 est un bureau exposé au sud du premier étage prévu pour deux personnes. Elle est numérotée « n°102 ».



Figure 16 : Bureau SDC4 (n°102) au 1^{er} étage

3.3.5 Bureau SDC5

Le bureau SDC5 est situé à l'extrémité sud-est du premier étage (au-dessus de la pièce SDC1). Il est prévu pour 3 occupants et est numérotée « n°105-106 ».



Figure 17 : Bureau SDC5 (n°105) au 1^{er} étage

3.3.6 Bureau SDC6

Le bureau SDC6 est situé vers l'extrémité sud-ouest du premier étage. Il est prévu pour 2 occupants et est numérotée « n°111 ».



Figure 18 : Bureau SDC6 (n°111) au 1^{er} étage

3.3.7 Bureau SDC7

La pièce SDC7 est située au deuxième étage, orientée nord et numérotée « n°201 ». Elle est aménagée avec un bureau et une table de réunion. Elle communique avec le grand bureau à l'extrémité nord-est (n°203).



Figure 19 : Bureau SDC7 (n°201) au 2^{ème} étage

3.3.8 Bureau SDC8

La pièce SDC8 est située aux deuxième étage, orientée sud et numéroté « n°206 ». Elle est aménagée pour 2 occupants.



Figure 20 : Bureau SDC8 (n°206) au 2^{ème} étage

4 Résultats de mesure

4.1 Stratégie de comparaison

4.1.1 Valeurs références

Il existe différents types de valeurs références applicables pour des expositions chroniques en air intérieur : des valeurs guides réglementaires, des valeurs guides en air intérieur de l'ANSES ou de l'OMS et des valeurs de gestion du Haut Conseil en Santé Publique (HCSP).

Le détail des valeurs références françaises pour les polluants mesurés est présenté dans le tableau ci-dessous

Tableau 1 : Valeurs références en air intérieur pour une exposition long terme ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeurs guide long terme
Formaldéhyde	2015 : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (décret 2011-1727) $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ANSES 2007)
Acétaldéhyde	$160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ANSES 2014)
Acroléine	$0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ANSES 2013)
Benzène	2016 : $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (décret 2011-1727)
Toluène	$300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Europe/Index)
Dioxyde d'azote	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ANSES 2013)
Trichloroéthylène	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (HCSP 2012)
Tetrachloroéthylène	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ANSES 2010)
Naphtalène	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (HCSP 2012)
Ethylbenzène	$22\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Styrène	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Europe/Index)
COV Totaux	$300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Agence Fédérale Allemande)
PM2,5	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (HCSP 2013)
Radon	$400 \text{Bq}/\text{m}^3$ (Arrêté du 22 juillet 2004) $300 \text{Bq}/\text{m}^3$ (OMS)

Pour le confinement, 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_2 . Quatre classes de qualité de l'air sont définies sur la base des concentrations en CO_2 supérieures aux concentrations extérieures.

Tableau 2 : Classement des concentrations intérieures en CO_2 selon la norme NF EN 13779

Niveaux de CO_2 (ppm) par rapport à l'air neuf	< 400	400 - 600	600 - 1 000	> 1 000
Qualité de l'air	INT1 : Excellente	INT2 : Moyenne	INT3 : Médiocre	INT4 : Basse

En complément, dans le cadre de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur des établissements recevant du public (ERP), le confinement est évalué par le calcul d'un indice de confinement ICONE de 0 à 5 basé sur les concentrations en CO_2 pendant les périodes de présence des occupants. Un indice de confinement de 5 (confinement extrême) correspond à la valeur limite réglementaire dans les ERP.

L'indice de confinement est calculé suivant la formule :

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

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

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

Enfin, les débits de ventilation doivent respecter les exigences du code du travail, à savoir 25 m³/h/personne d'air neuf dans des bureaux et locaux sans travail physique.

4.1.2 Campagnes de mesures

Pour les molécules qui ne possèdent pas de valeurs références, il est possible de comparer les résultats aux concentrations obtenues lors des campagnes de mesures de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI). A l'heure actuelle, les données disponibles concernent uniquement les logements (Campagne nationale sur 567 logements).

Tableau 3 : Médianes des concentrations annuelles intérieures mesurées dans les logements français (µg/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

4.2 Résultats

4.2.1 Conditions hygrothermiques

Tableau 4 : Températures et taux d'humidité relative moyens par bureau en période hors chauffe

	SDC1	SDC2	SDC3	SDC4	SDC5	SDC6	SDC7	SDC8
Température moyenne (°C)	21,1	23,1	24,2	21,7	22,6	21,3	21,4	21,6
Température minimum	18,9	19,5	20,8	19,5	19,5	19,7	19,5	19,8
Température maximum	24,6	30,5	27,4	26,7	24,1	24	23,1	23,5
Humidité relative moyenne (%)	49,3	44,1	-	44,6	47,7	48,9	49,8	48,2

Tableau 5 : Températures et taux d'humidité relative moyens par bureau en période de chauffe

	SDC1	SDC2	SDC3	SDC4	SDC5	SDC6	SDC7	SDC8
Température (°C)	21,8	21,5	23,7	25,8	22	19,7	22,2	21,2
Humidité relative (%)	46,7	43,8	-	-	44,8	45,4	43,1	45,9

Les conditions hygrothermiques de l'ensemble des bureaux sont standard.

Les taux d'humidité relative sont bien compris dans la gamme recommandée, entre 35 et 60 %.

Les températures sont tout de même un peu élevées en période de chauffe au regard du code de l'énergie (article R.241-26) qui spécifie des limites supérieures de température de chauffage fixées en moyenne à 19° C pour les bâtiments de bureaux.

Dans la salle SDC2, les températures ont été influencées par l'utilisation d'un chauffage d'appoint électrique. Celui-ci a occasionné des pics de température de l'ordre de 30°C.

4.2.2 Confinement

A l'exception de la salle SDC1, l'ensemble des bureaux ne présente pas de confinement. Leurs concentrations en CO₂ ne dépassent pas 1 000 ppm à l'intérieur, soit 600 ppm au-delà des concentrations extérieures (classification INT2 « Moyenne » selon la norme NF EN 13779). L'indice de confinement ICONE correspondant est de 0 (aucun confinement).

Concernant la salle SDC1, les concentrations intérieures atteignent un maximum de plus de 1 500 ppm à l'intérieur (classification INT4 : Basse selon la norme NF EN 13779). L'indice de confinement ICONE correspondant est de 1 sur 5. Cela signifie que, sans être fortement confiné, le renouvellement d'air dans ce bureau n'est pas suffisant pour évacuer le trop plein de dioxyde de carbone émis par la respiration des trois occupants.

Tableau 6 : Indices de confinement des bureaux échantillonnés

	SDC1	SDC2	SDC5	SDC6	SDC7	SDC8
Indice de confinement ICONE	1	0	0	0	0	0

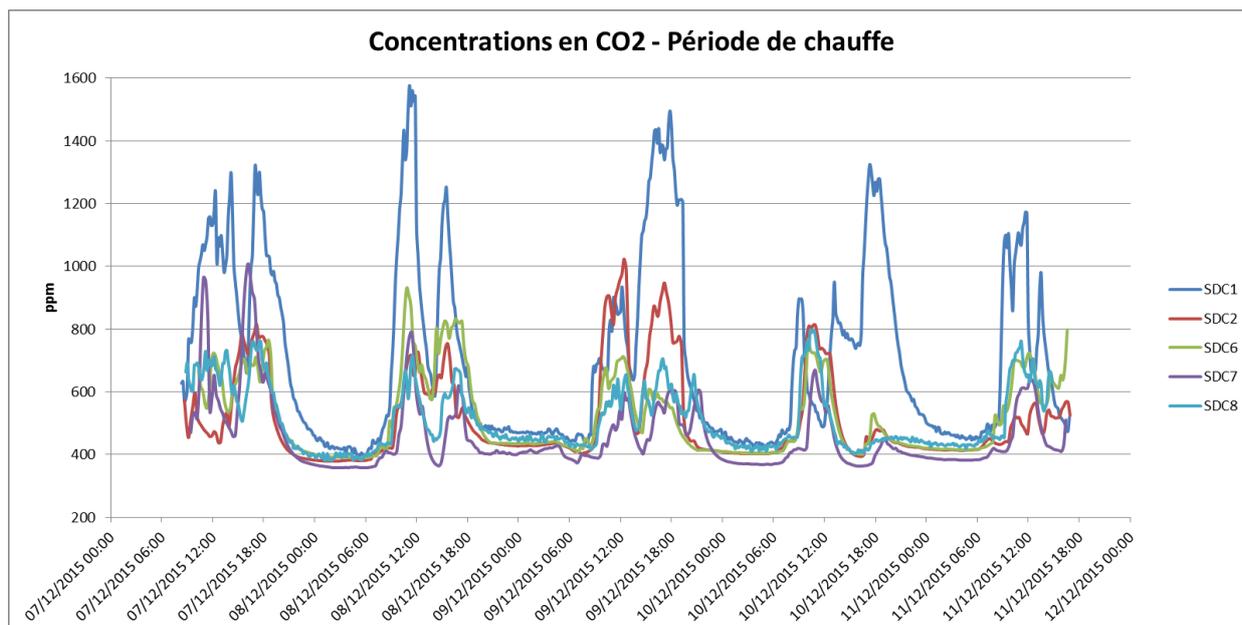


Figure 21 : Suivi des concentrations en CO₂ dans les bureaux échantillonnés

4.2.3 Aldéhydes

Les concentrations intérieures en aldéhydes sont les suivantes :

Tableau 7 : Concentrations intérieures en aldéhydes (µg/m³)

(µg/m ³)	SDC1	SDC2	SDC3	SDC4	SDC5	SDC6	SDC7	SDC8
Formaldéhyde	15.4	12.0	15.7	22.4	12.5	17.2	16.4	17.9
Acétaldéhyde	6.6	5.2	5.8	8.1	7.1	6.7	6.7	6.1
Hexaldéhyde	13.8	13.9	10.8	31.1	20.9	18.9	21.2	18.5
Propionaldéhyde	4.5	6.3	3.6	5.9	4.1	4.6	4.5	4.6
Butyraldéhyde	6.4	5.2	5.1	8.1	6.1	6.2	6.4	5.8
Benzaldéhyde	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5
Isovaléraldéhyde	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Valéraldéhyde	2.3	1.9	2.0	4.2	3.0	2.5	3.2	2.5
Acroléine	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4

A l'exception de l'hexaldéhyde qui présente des concentrations supérieures à la médiane des concentrations dans les logements français, l'ensemble des concentrations intérieures en aldéhydes est conforme aux valeurs habituellement rencontrées.

Les concentrations intérieures en formaldéhyde, qui s'échelonnent de 12 à 22 µg/m³, sont inférieures à la valeur guide réglementaire de 30 µg/m³ mais supérieures à la VGAI de l'ANSES (10 µg/m³). Il s'agit de concentrations tout à fait raisonnables pour un bâtiment récemment rénové. De plus, ces concentrations sont globalement inférieures aux résultats des mesures réalisées dans le bâtiment avant réhabilitation en 2010 (de 9 à 36 µg/m³).

Le Bureau SDC4 présente globalement les concentrations en aldéhydes les plus importantes des pièces échantillonnées, notamment en formaldéhyde et hexaldéhyde. Les matériaux et les débits de renouvellement d'air sont similaires aux autres pièces de l'étage (SDC5 et SDC6). Ce bureau est la plus petite des pièces échantillonnées. Les niveaux en aldéhydes légèrement supérieurs pourraient être dus à une fréquence moins importante d'ouverture de fenêtre ou par une moindre efficacité de l'ouverture de l'unique fenêtre de la pièce.

4.2.4 Composés organiques volatils

Les concentrations intérieures en composés organiques volatils sont les suivantes :

Tableau 8 : Concentrations en composés organiques volatils ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SDC1	SDC2	SDC3	SDC4	SDC5	SDC6	SDC7	SDC8	Ext1	Ext2
Benzène	2.3	2.3	1.7	2.0	2.5	2.1	2.3	1.8	2.1	2.8
Toluène	6.8	7.2	3.8	5.1	5.8	5.5	6.1	4.4	4.7	8.5
Ethylbenzène	4.9	5.3	3.0	3.3	2.7	3.9	3.3	2.3	1.0	1.9
Xylène mp	21.1	22.6	12.8	12.4	11.5	16.4	14.8	9.9	4.2	8.2
Xylène O	7.3	7.7	4.5	4.3	4.0	5.5	4.8	3.3	1.3	2.5
Naphthalène	0.1	0.1	0.4	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
Trichloroéthylène	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2
Tetrachloroéthylène	0.3	0.2	0.3	0.4	0.6	0.2	0.4	0.3	0.2	2.3
Hexane	2.3	3.2	1.2	1.9	3.7	2.2	1.9	1.5	1.5	3.5
Décane	0.7	0.9	1.5	0.2	0.7	0.7	0.9	0.6	0.7	0.1
Undécane	0.3	1.5	3.0	0.1	2.3	0.8	1.0	1.4	1.6	<LQ
Styrène	6.3	6.3	4.9	5.8	5.4	5.6	6.1	5.5	3.6	4.2
Alpha pinène	1.7	2.4	0.7	4.0	1.5	3.9	1.1	2.3	1.2	0.8
Limonène	12.6	6.0	2.8	18.9	7.2	8.4	3.4	3.5	1.3	0.6
1.2.4 Triméthylbenzène	1.1	0.9	0.8	0.7	0.5	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6
1.4 Dichlorobenzène	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<LQ	<LQ
PGMEA	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.6	0.5	0.6	0.3
1 Métoxy 2Propanol	5.7	3.0	0.9	3.2	2.9	5.0	12.7	5.6	0.2	0.1
2 Butoxyéthanol	1.1	2.5	0.9	1.6	1.9	1.6	1.5	1.5	0.7	0.6
2 Butoxyéthylacétate	0.5	10.9	0.8	0.5	1.5	0.6	0.6	0.7	1.3	0.2
MIK	1.2	1.4	0.4	0.6	0.8	1.7	1.0	0.6	0.4	0.4
COVT	167.1	133.6	84.8	101.1	102.6	135.3	102.5	95.0	38.9	52.7

A l'exception du benzène qui présente des concentrations légèrement supérieures à la valeur guide réglementaire dans les ERP, l'ensemble des concentrations intérieures en composés organiques volatils (COV) est conforme aux valeurs habituellement rencontrées.

Les concentrations intérieures en benzène proviennent du transfert depuis l'extérieur puisque les niveaux intérieurs/extérieurs sont du même ordre de grandeur.

A l'exception d'une pièce présentant une concentration intérieure importante en benzène en 2010, les niveaux sont similaires à ceux mesurés avant rénovation alors que les niveaux extérieurs sont quelque peu supérieurs (1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010 contre 2 à 2,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2015). Ceci montre que la contamination détectée en 2010 a bien disparue et que le système de ventilation installé n'a pas occasionné d'augmentation des concentrations intérieures en benzène malgré une augmentation des niveaux extérieurs.

Les mesures en COV Totaux 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et pour laquelle aucun impact sanitaire n'est décelé.

Le Bureau SDC1 présente les niveaux en COV totaux les plus importants. Ceci peut être expliqué en partie par le manque de renouvellement d'air de ce bureau ainsi que par l'utilisation occasionnelle d'huiles essentielles utilisées comme désodorisant.

4.2.5 Dioxyde d'azote

Les concentrations intérieures en dioxyde d'azote sont les suivantes :

Tableau 9 : Concentrations en dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SDC1	SDC2	SDC3	SDC4	SDC5	SDC6	SDC7	SDC8	Ext1	Ext2
NO₂	26.5	28.9	31.7	24.0	26.9	25.0	28.6	27.6	46.7	46.7

L'ensemble des concentrations intérieures en NO₂ sont supérieures à la VGAI de l'ANSES de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces concentrations intérieures sont vraisemblablement dues au transfert depuis l'extérieur puisque les niveaux extérieurs sont plus importants et sont supérieurs à la valeur limite réglementaire en air ambiant de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces niveaux extérieurs sont expliqués par la proximité à l'axe routier à fort trafic, la route nationale D8N.

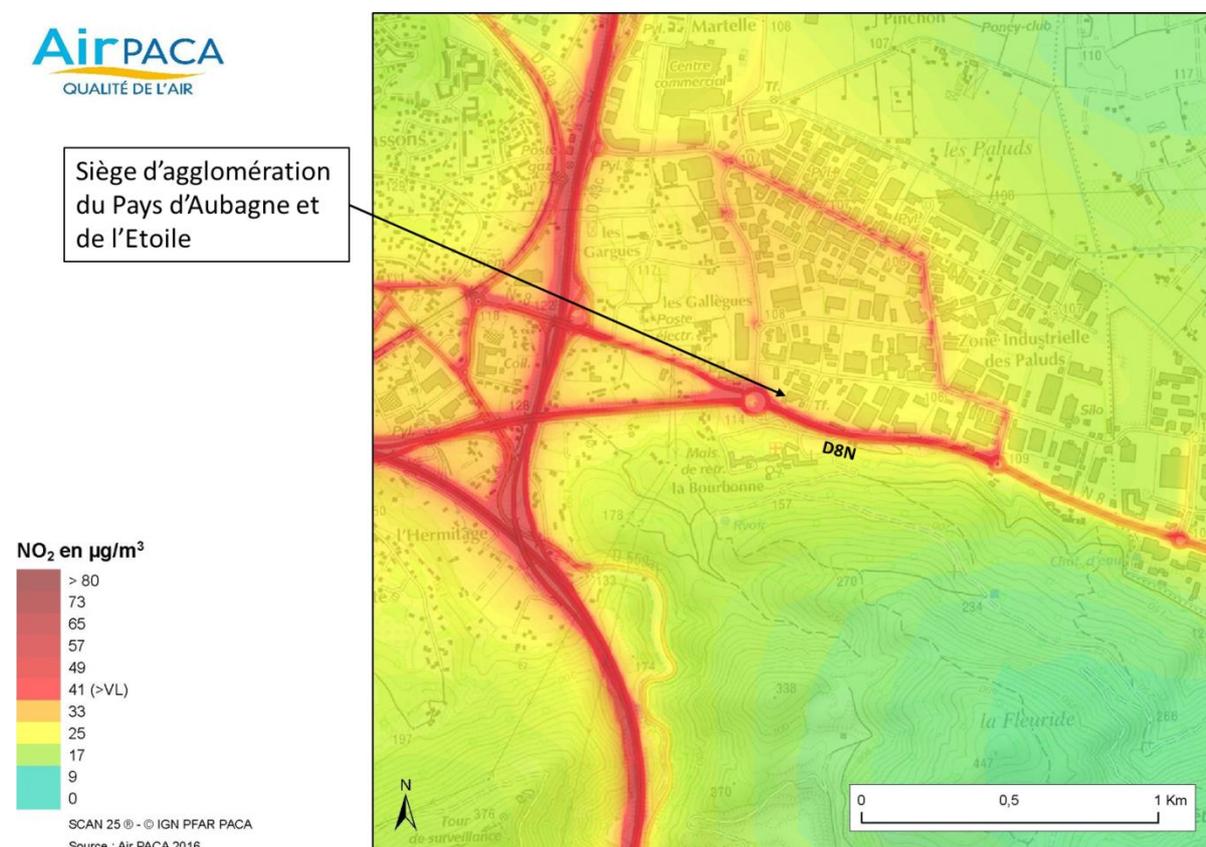


Figure 22 : Carte de modélisation 2015 des concentrations annuelles en NO₂ à proximité du bâtiment

La carte de modélisation des concentrations annuelles en NO₂ de 2015 confirme l'impact de la route nationale D8N sur les concentrations extérieures à proximité du bâtiment. Néanmoins l'estimation des concentrations annuelles en 2015 à l'emplacement du bâtiment est inférieure aux concentrations extérieures mesurées sur les deux périodes de mesure. Ceci peut s'expliquer par le fait que la période de mesure hors chauffe n'a pas été effectuée en période estivale mais à l'automne. En période estivale, à trafic équivalent, les concentrations en NO₂ sont généralement inférieures.

A titre de comparaison, les concentrations extérieures en NO₂ en 2010 étaient de 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, contre 46,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2015). Les concentrations intérieures avant rénovation étaient donc logiquement inférieures à celles après rénovation (18 à 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010 contre 24 à 31,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2015).

4.2.6 PM2,5

Tableau 10 : Concentrations intérieures et extérieures en particules fines inférieures à 2,5 µm (µg/m³)

PM2,5 (µg/m ³)	SDC1	SDC2	SDC3	SDC4	SDC5	SDC7	SDC8	PM2,5 (µg/m ³)	Ext. Cinq Av.
Gravimétrie 8h/jour	18.8						15.9		
Néphélomètre Moyenne 8h/jour	21.4	11.9	8.8	9.5	11.0	21.0	11.8	Moyenne 8h/jour	13.8
Néphélomètre Moyenne 24h/24h	14.3	8.45	7.15	6.7	7.3	13.3	6.75	Moyenne 24h/24h	15.6
Néphélomètre maximum période hors chauffe	68.6	41.8	45.5	47,9	68.5	124.6	100		
Néphélomètre maximum période de chauffe	36.8	55	37.3	33.5	34.5	167.8	46.3		

A l'exception des bureaux SDC3 et SDC4, les concentrations en PM2,5 pendant la période d'occupation (8h/jour) dépassent la VGAI de l'ANSES de 10 µg/m³, sans toutefois dépasser la valeur d'action rapide de 50 µg/m³.

Il est à noter des phénomènes ponctuels d'émission de particules fines qui dépassent 100 µg/m³ dans les deux bureaux échantillonnés du 2^{ème} étage.

Dynamique des concentrations en PM2,5 en période hors chauffe :

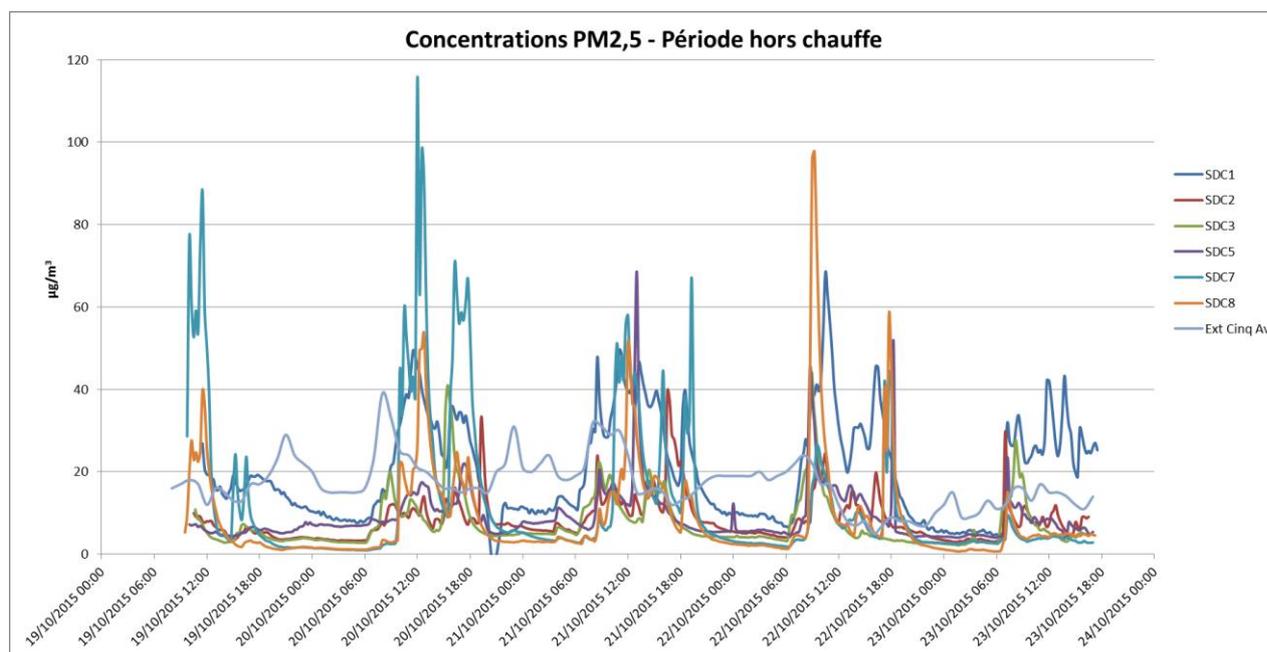


Figure 23 : Suivi des concentrations en PM2,5 en période hors chauffe

Dynamique des concentrations en PM_{2,5} en période de chauffe :

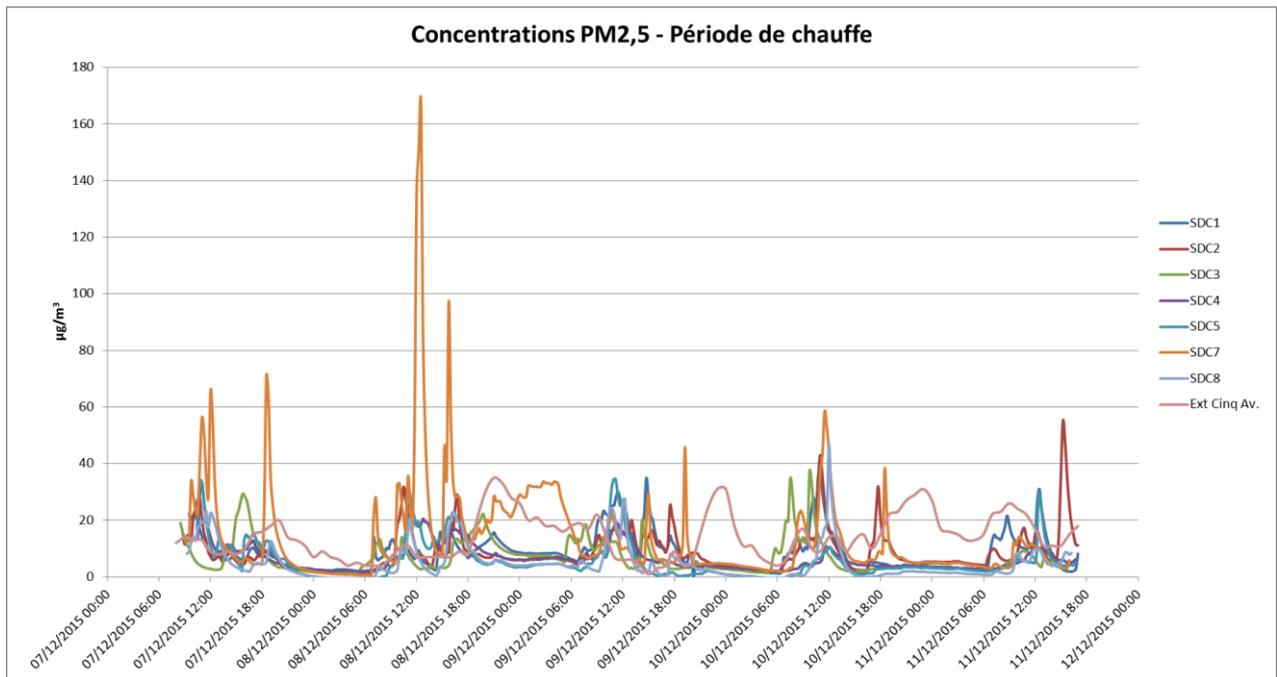


Figure 24 : Suivi des concentrations en PM_{2,5} en période de chauffe

Au vu des personnes questionnées, ces pics de concentrations en PM_{2,5} sont vraisemblablement dus à la présence de personnes qui fument occasionnellement dans les locaux du 2^{ème} étage.

4.2.7 Suivi des concentrations en COV légers et COV Totaux

Les dynamiques des concentrations en COV légers (équivalent formaldéhyde) et COV totaux (équivalent toluène) sont les suivantes :

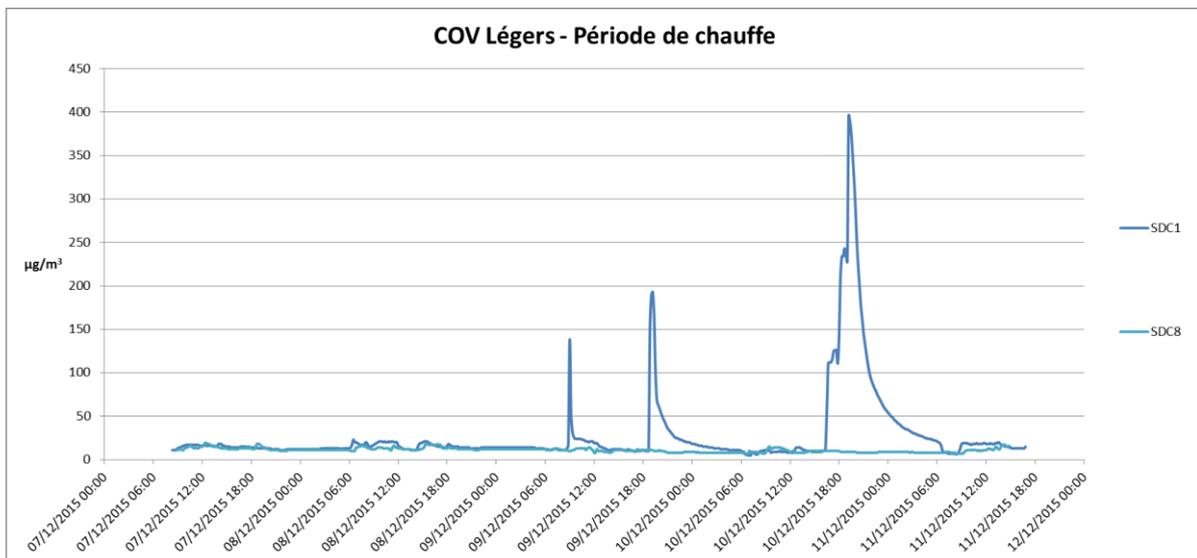


Figure 25 : Suivi des concentrations en COV Légers dans les salles SDC1 et SDC8 en période de chauffe

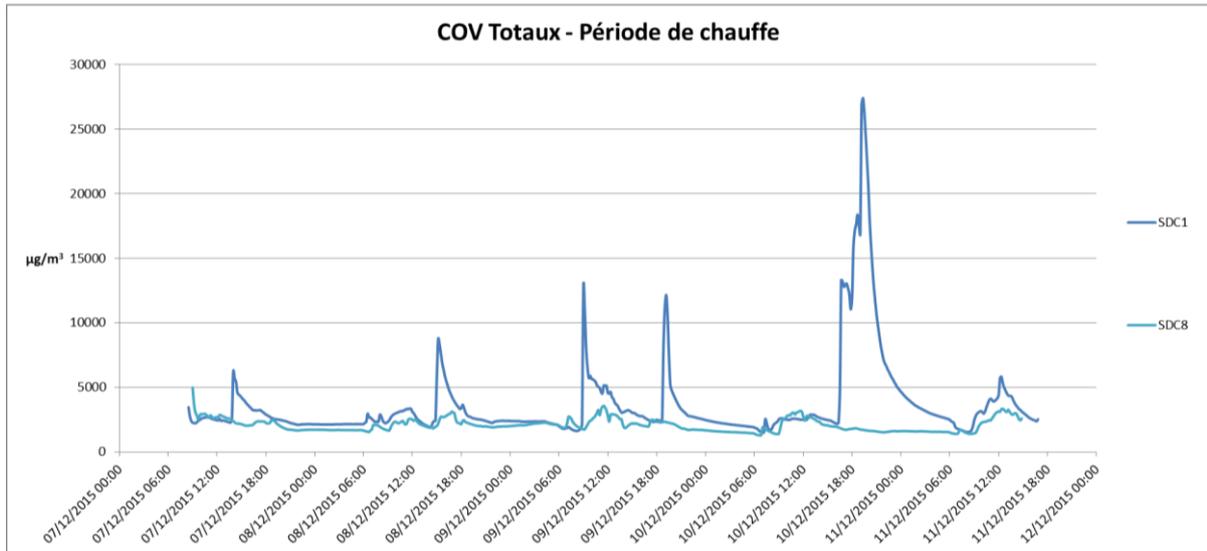


Figure 26 : Suivi des concentrations en COV Totaux dans les salles SDC1 et SDC8 en période de chauffe

Les concentrations intérieures de fond en COV légers et totaux montrent des concentrations assez faibles pour un bâtiment aussi récent. Néanmoins des phénomènes de pics d'émissions ponctuels importants de COV légers et totaux sont observés dans la salle SDC1. Ces derniers correspondent précisément aux périodes d'utilisation d'huiles essentielles par une personne de ce bureau et doivent être amplifiés par le léger manque de renouvellement d'air observé.

4.2.8 Radon

Le radon est un gaz radioactif naturel inodore qui est émis par les sols en plus ou moins grande quantité en fonction de la nature géologique des sols. De ce fait, deux points de mesures de radon ont été retenus :

- le bureau SDC1 au rez-de-jardin
- un local de stockage au rez-de-chaussée non ventilé (zone en travaux)

Le potentiel d'émanation de radon de la commune d'Aubagne est faible selon la carte interactive de L'IRSN suivante :

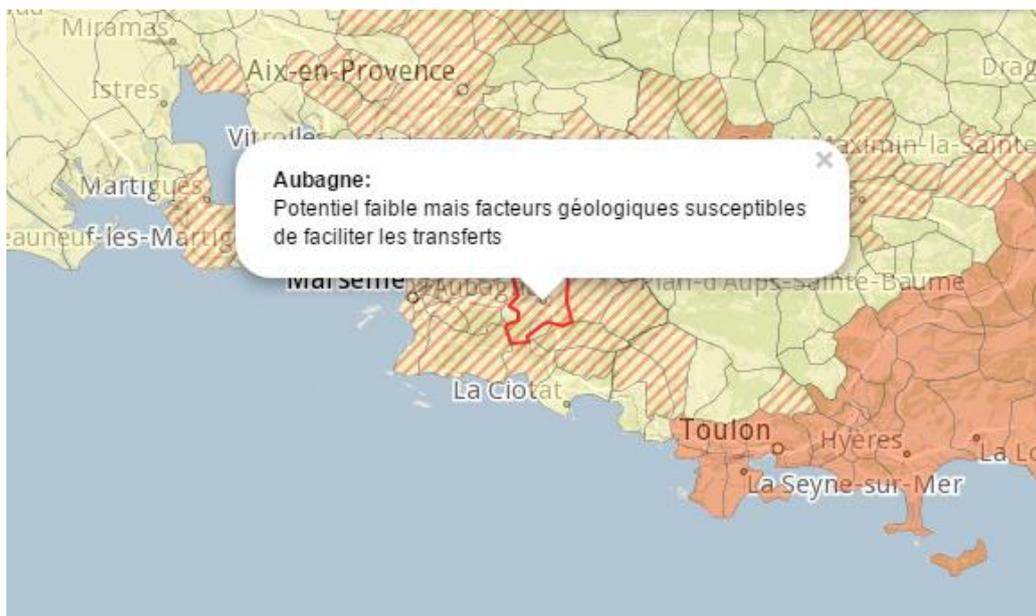


Figure 27 : Potentiel radon de la commune d'Aubagne

Les concentrations intérieures en radon sont les suivantes :

Tableau 11 : Concentrations en radon

(Bq/m ³)	SDC1 (RDC)	Local de stockage (RDJ)	Valeur réglementaire
Radon	< 4	101	400

Les mesures réalisées dans le bureau SDC1 situé au rez-de-jardin montrent des concentrations inférieures à la limite de détection de 4 Bq/m³. Dans le local de stockage, plus proche de la zone d'échange sol/bâtiment les concentrations sont de l'ordre de 100 Bq/m³. Ces mesures confirment le potentiel radon faible mais pas nul sur la commune d'Aubagne.

4.2.9 Débits de ventilation

L'ensemble des pièces de la partie rénovée du bâtiment ont fait l'objet de mesure de débits de renouvellement d'air.

Les bureaux sont prévus pour pouvoir accueillir au minimum deux personnes. Le bureau SDC1 accueille trois occupants. Selon le code du travail qui impose un débit de ventilation de 25 m³/h/personne, chacun des bureaux devrait présenter un renouvellement d'air d'au moins 50 m³/h.

Les résultats présentés ci-après sont ceux des pièces échantillonnées. L'ensemble des résultats de mesures sont présentés en annexe.

Tableau 12 : Débits de ventilation des bureaux échantillonnés et des parties communes

Etage	RDC			R+1			R+2		Max	Min
	SDC1	SDC2	SDC3	SDC4	SDC5	SDC6	SDC7	SDC8		
Salle										
Débit d'air neuf (m³/h)	34	48,5	48,5	32,5	33	29,5	33	36,5	78	15
Occupants	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Débit d'air neuf par occupant	11,3	24,2	24,2	16,25	16,5	14,75	16,5	18,25	78	7,5
Cumul débits d'insufflation / cumul des débit d'extraction par étage (m³/h)	436 / 254			455 / 483			513 / 420			

Parmi les bureaux échantillonnés, aucun n'atteint le débit d'air neuf par occupant imposé par le code du travail, mais les Bureaux SDC2 et SDC3 s'en approchent tout de même.

A l'échelle de l'ensemble du bâtiment, c'est le même constat à l'exception de deux bureaux, une salle de reprographie et une salle de réunion. Trois bureaux présentent même des débits d'air neuf inférieurs à 25 m³/h.

Enfin, des déséquilibres importants entre débits d'insufflation et d'extraction sont observés au Rez-de-chaussée et au deuxième étage. Ceci provoque une surpression intérieure et diminue l'efficacité du renouvellement d'air du système de ventilation.

5 Conclusion

Dans le cadre d'une expertise bâtiment du Réseau EQAIR, Air PACA a réalisé une campagne de mesure dans le bâtiment du siège d'agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile.

Ce bâtiment a précédemment fait l'objet d'une expertise du Réseau EQAIR en 2010 avant rénovation. Elle avait débouché sur un ensemble de recommandations pour la réhabilitation du bâtiment.

L'objectif de la présente étude est de réaliser une nouvelle expertise après rénovation afin d'évaluer la qualité sanitaire du bâtiment réceptionné et l'efficacité des recommandations de l'expertise initiale.

L'expertise consiste en une campagne de mesure de qualité de l'air intérieur associée à une expertise bâtiment basée sur une visite du bâtiment, des mesures ponctuelles et le renseignement d'un questionnaire développé par le Réseau EQAIR.

La rénovation du bâtiment du Siège d'agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile a été réalisée de manière à prendre en compte les problématiques d'air intérieur (choix des matériaux et système de ventilation). La campagne de mesure après rénovation le confirme, un confinement nul dans la plupart des pièces et des teneurs en polluants intérieurs (aldéhydes et COV) inférieurs aux valeurs observées en 2010 et relativement faibles pour un bâtiment récemment réceptionné.

Néanmoins, des dysfonctionnements mineurs et des activités polluantes ont été observés : un système de ventilation mal équilibré pour respecter les débits d'air neuf réglementaires, l'utilisation d'huiles essentielles ou du tabagisme dans certains bureaux.

Enfin, une augmentation des concentrations extérieures en dioxyde d'azote par rapport à 2010 occasionne des concentrations intérieures supérieures la valeur guide de l'air intérieur (VGAI) de l'ANSES. La proximité avec la route départementale D8N semble être la raison de ce dépassement. Afin de minimiser cet impact, il est possible d'installer des filtres moléculaires (filtre à charbon actif) en entrée du réseau d'insufflation du système de ventilation.

Au vu des résultats de mesure, la rénovation du siège d'Agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile est respectueuse de la qualité de l'air intérieur. Contrairement à ce qui est habituellement observé, les matériaux récents mis en place ne causent pas de dégradation de la qualité de l'air intérieur, les niveaux en polluants intérieurs sont même inférieurs à ce qui a été mesuré en 2010 et sont tout à fait respectables au regard du caractère récent des travaux d'aménagement. Seules quelques activités intérieures, un réglage du système de ventilation à parfaire et une proximité avec l'axe routier viennent nuancer ce constat positif.

Annexe : Débits de renouvellement d'air

Niveau	Type de bouche	Salle	Débit (m ³ /h)	Somme des débits (m ³ /h)
RDC	Insufflation	10 (SDC2)	48.5	436
		11	47.5	
		12	20	
		13	40	
		14 (SDC1)	34	
		15	15	
		16	42	
		17	48	
		18	54.5	
		19	38	
	20 (SDC3)	48.5		
	Extraction	Toilettes	14.2	254.2
		Lave Main	0	
Couloir		240		
R+1	Insufflation	100	105	455
		101	35	
		102 (SDC4)	32.5	
		103	34.5	
		104	16	
		105/106 (SDC5)	33	
		107	37.5	
		108	26.5	
		109	35	
		110	34	
		111 (SDC6)	29.5	
	112	36.5		
	Extraction	Toilettes	10.5	482.9
		Lave Main	14.4	
Couloir		458		
R+2	Insufflation	200	146	513
		201 (SDC7)	33	
		203	76	
		204	37.5	
		205	32.5	
		206 (SDC8)	36.5	
		207	33	
		208	41	
		209	39	
		210	38.5	
	Extraction	Toilettes	49	420.5
		Lave Main	21.5	
		Couloir	350	



Dans le cadre d'une expertise bâtiment du Réseau EQAIR, financée par la Région, l'ARS et la DREAL PACA, Air PACA a réalisé une campagne de mesure dans le bâtiment du siège d'agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile.

Ce bâtiment a précédemment fait l'objet d'une expertise du Réseau EQAIR en 2010 avant rénovation. Elle avait débouché sur un ensemble de recommandations pour la réhabilitation du bâtiment.

L'objectif de la présente étude est de réaliser une nouvelle expertise après rénovation afin d'évaluer la qualité sanitaire du bâtiment réceptionné et l'efficacité des recommandations de l'expertise initiale.

L'expertise consiste en une campagne de mesure de qualité de l'air intérieur associée à une expertise bâtiment basée sur une visite du bâtiment, des mesures ponctuelles et le renseignement d'un questionnaire développé par le Réseau EQAIR.

La rénovation du bâtiment du Siège d'agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile a été réalisée de manière à prendre en compte les problématiques d'air intérieur (choix des matériaux et système de ventilation). La campagne de mesure après rénovation le confirme, un confinement nul dans la plupart des pièces et des teneurs en polluants intérieurs (aldéhydes et COV) inférieurs aux valeurs observées en 2010 et relativement faibles pour un bâtiment récemment réceptionné.

Néanmoins, des dysfonctionnements mineurs et des activités polluantes ont été observés : un système de ventilation mal équilibré, l'utilisation d'huiles essentielles ou du tabagisme dans certains bureaux.

Enfin, une augmentation des concentrations extérieures en dioxyde d'azote par rapport à 2010 occasionne des concentrations intérieures supérieures à la (VGAI) de l'ANSES. La proximité avec la route départementale semble être la raison de ce dépassement. Afin de minimiser cet impact, il est possible d'ajouter une filtration moléculaire au système de ventilation.

Au vu des résultats de mesure, la rénovation du bâtiment est respectueuse de la qualité de l'air intérieur. Les matériaux récents mis en place ne causent pas de dégradation de la qualité de l'air intérieur, les niveaux en polluants intérieurs sont même inférieurs à ce qui a été mesuré en 2010 et sont tout à fait respectables au regard du caractère récent des travaux d'aménagement. Seules quelques activités intérieures, un réglage du système de ventilation à parfaire et une proximité avec l'axe routier viennent nuancer ce constat positif.

Air PACA
QUALITÉ DE L'AIR

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

