



Groupe L3a

Cité Administrative de Melun
A l'attention de Monsieur ROQUES
Service Gestion Cité
20, Quai Hyppolyte Rossignol
77010 Melun Cedex

Rapport d'Etude :
Contrôle de la Qualité de l'Air Intérieur
Cité Administrative de Melun

Ce rapport d'étude ne concerne que les objets soumis au contrôle.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Il comporte 17 pages ainsi que des annexes.

N° de rapport : Rev1-11100522

Site : Cité Administrative de Melun
20, Quai Hyppolyte Rossignol
77000 MELUN

Date des Mesures : Novembre 2011

Sommaire

1 – Introduction	page 2
2 – Objectif de l'étude	page 2
3 – Niveau de Ventilation	page 3
4 – Humidité	page 6
5 – Composés Organiques Volatils	page 7
6 – Conclusions générales et préconisations	page 16

Annexes

Annexe 1 : Récapitulatif des résultats dans chaque bureau
Annexe 2 : Synthèse statistique des résultats des Composés Organiques Volatils (COV)
Annexe 3 : Rapports d'essais

1. Introduction

De nombreuses études ont montré que l'air intérieur (espaces clos de type habitation ou bureaux) est souvent de mauvaise qualité.

La qualité de l'air intérieur dépend de plusieurs facteurs :

- la nature et l'intensité des sources d'émission intérieures : les occupants eux-mêmes, les matériaux de construction (revêtements de murs et de sols, peintures, matériaux d'isolation, etc...),
- le taux de renouvellement de l'air,
- la qualité de l'air extérieur.

Les polluants de l'air intérieur sont nombreux et peuvent avoir des effets variés sur la santé des individus : irritations de la peau, nausées, céphalées, pathologies respiratoires, neurologiques, développement de certains cancers, etc.).

2. Objectifs de l'étude

L'objectif de l'étude était de contrôler la qualité de l'air intérieur dans l'ensemble de la Cité Administrative et d'identifier les causes des différents symptômes qui ont été recensés sur plusieurs personnes dans les bâtiments A et C. Il s'agit principalement d'irritations des yeux et de la gorge, ainsi que des malaises et des nausées.

Il a été décidé de mesurer les paramètres caractéristiques des atmosphères intérieures qui peuvent avoir un impact sur la santé ou le confort des occupants :

- dépistage des Composés Organiques Volatils (COV),
- niveau de ventilation (renouvellement de l'air),
- taux d'humidité de l'air.

Ces paramètres ont été mesurés dans vingt-sept bureaux répartis dans les bâtiments A, B et C:

- 18 bureaux où les occupants ont déclaré des problèmes de santé,
- 9 bureaux où les occupants n'ont pas déclaré de problème de santé.

De plus, deux références extérieures ont été effectuées sur les terrasses des bâtiments B et C.

Les résultats seront interprétés selon deux axes :

- comparaison avec les valeurs de référence, qui permettent de positionner les niveaux observés par rapport à des critères sanitaires.
- comparaison entre les bureaux avec problèmes de santé déclarés / bureau sans problèmes de santé déclarés.

3. Niveau de Ventilation (renouvellement de l'air) pour les polluants liés au métabolisme des occupants

3.1 Généralités

Plusieurs polluants dans l'air intérieur proviennent du métabolisme humain. Afin d'éviter leur accumulation, il est indispensable d'apporter de l'air extérieur par ventilation.

Le dioxyde de carbone (CO₂) est émis par la respiration humaine, la variation de sa concentration est utilisée comme indicateur du niveau de ventilation.

Le CO₂ ne présente pas de toxicité pour l'homme aux concentrations observées dans les atmosphères intérieures. Toutefois, un niveau de CO₂ élevé trahit une ventilation médiocre et est souvent l'indication d'autres phénomènes comme des odeurs déplaisantes dans l'air.

La méthode de mesure utilisée permet d'enregistrer la concentration en dioxyde de carbone toutes les minutes et ainsi de suivre sa variation au cours d'une journée.

Il existe une valeur de référence de la concentration CO₂ qu'il est recommandé de ne pas dépasser. Elle est de 1000 ppm.

Toutefois, la durée pendant laquelle la valeur de 1000 ppm est dépassée est également un paramètre important.

Le calcul de l'Indice de Confinement I permet de tenir compte de cet aspect.

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

f₁ : proportion de valeurs comprises entre 1000 ppm et 1700 ppm

f₂ : proportion de valeurs supérieures à 1700 ppm

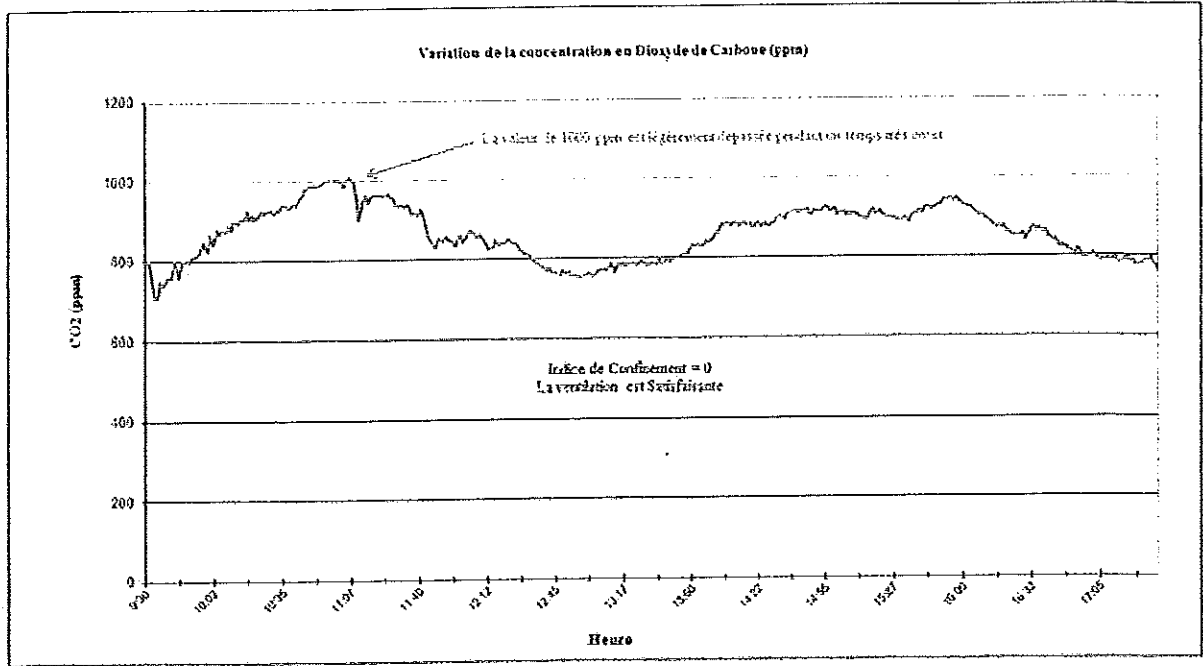
Les conclusions sur l'Indice de Confinement sont alors établies de la façon suivante :

- 0 ≤ I < 3 : la ventilation est Satisfaisante,
- 4 ≤ I ≤ 5 : la ventilation est Insatisfaisante.

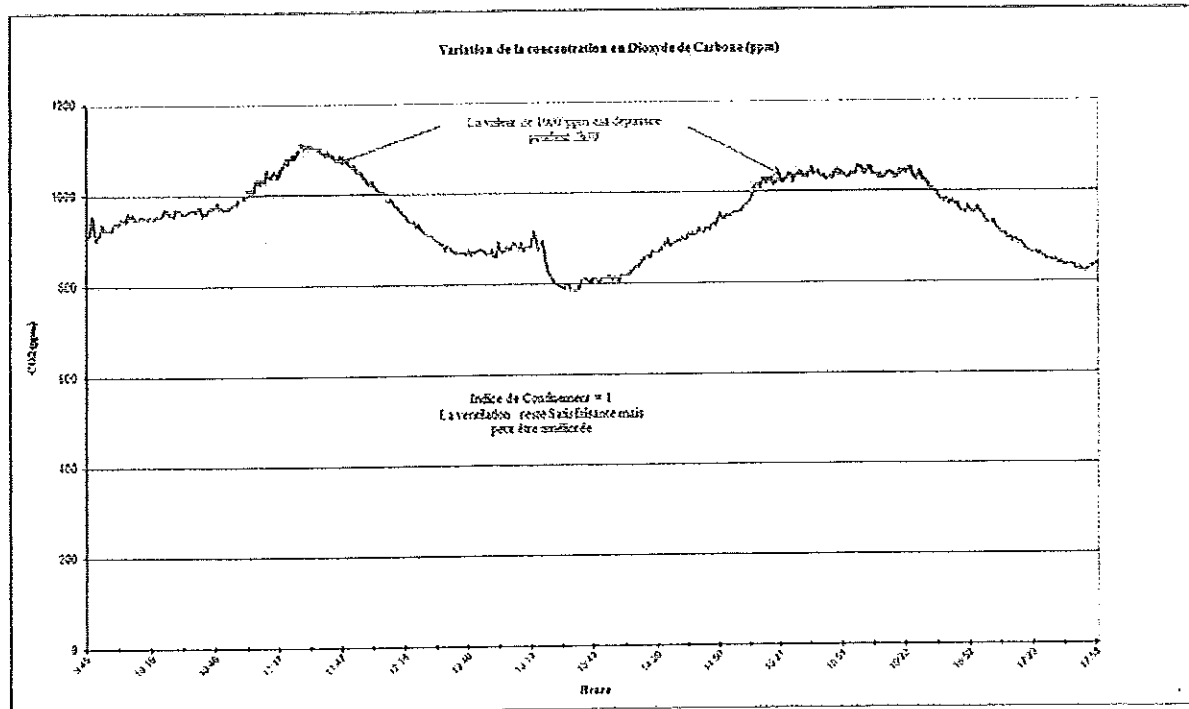
Voici deux exemples qui permettent de comprendre ces aspects.

Dans le premier exemple ci-dessous, la valeur de 1000 ppm est dépassée pendant quelques minutes dans la journée et l'indice de confinement I=0.

La ventilation est Satisfaisante.



Dans le second exemple, ci-dessous, la valeur de 1000 ppm est dépassée pendant 2h30 dans la journée et l'indice de confinement $I=1$.
La ventilation reste Satisfaisante mais peut être améliorée.



3.2 Résultats

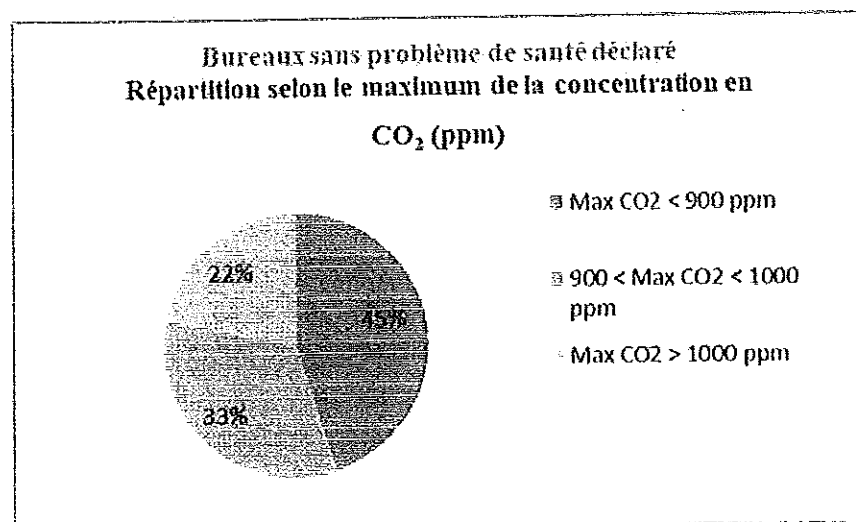
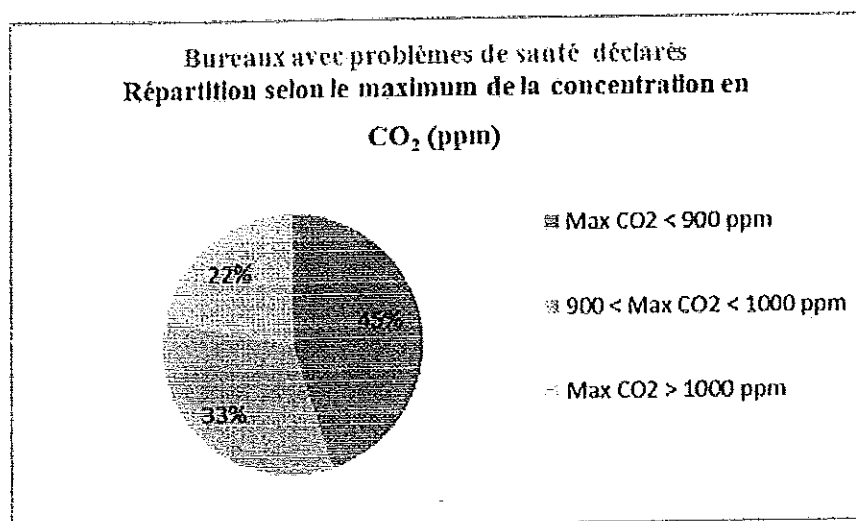
Les résultats sont interprétés en fonction du maximum atteint par la concentration en CO₂ dans les bureaux et du résultat de l'indice de confinement I.

3.2.1 Maximum de la concentration en CO₂

Les maximums atteints par la concentration en CO₂ dans chaque bureau ont été répartis en 3 catégories :

- maximum supérieur à 900 ppm,
- maximum compris entre 900 pm et 1000 ppm,
- maximum supérieur à 1000 ppm,

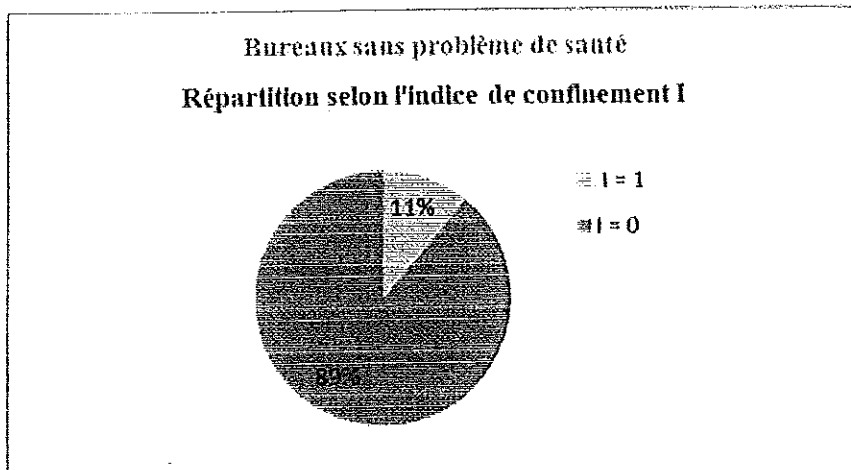
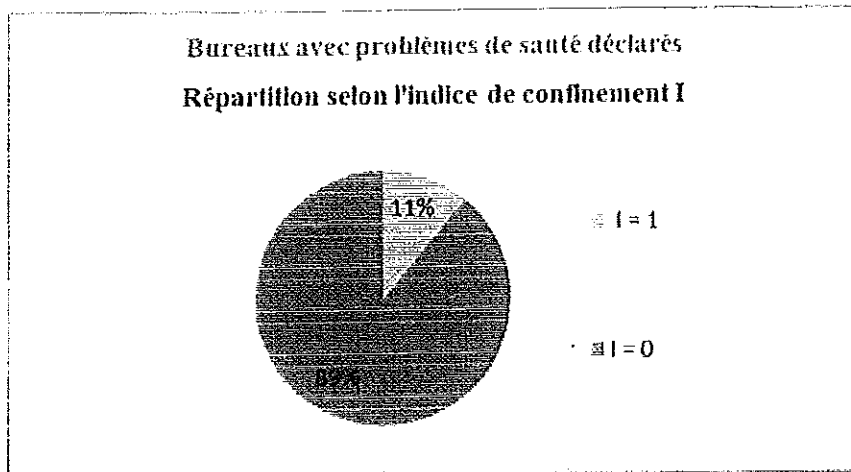
Les deux graphiques ci-dessous donnent la répartition des résultats en fonction de ces 3 catégories :



Dans 22 % des bureaux, la concentration en CO₂ dépasse ponctuellement la valeur de référence de 1000 ppm.

3.2.2 Indice de Confinement I

Les deux graphiques ci-dessous donnent la répartition des résultats de l'indice de confinement:



Tous les indices de confinement sont inférieurs à 4.
Il n'y a donc pas de problème majeur de ventilation.
Toutefois, dans 11 % des cas l'indice de confinement est égal à 1.
La ventilation est ponctuellement insuffisante dans ces bureaux.

4. Humidité

4.1 Généralités

La méthode de mesure utilisée permet d'enregistrer le taux d'humidité toutes les minutes et ainsi de suivre sa variation dans une journée.

L'humidité de l'air est satisfaisante quand elle est comprise 30 % et 70 %.

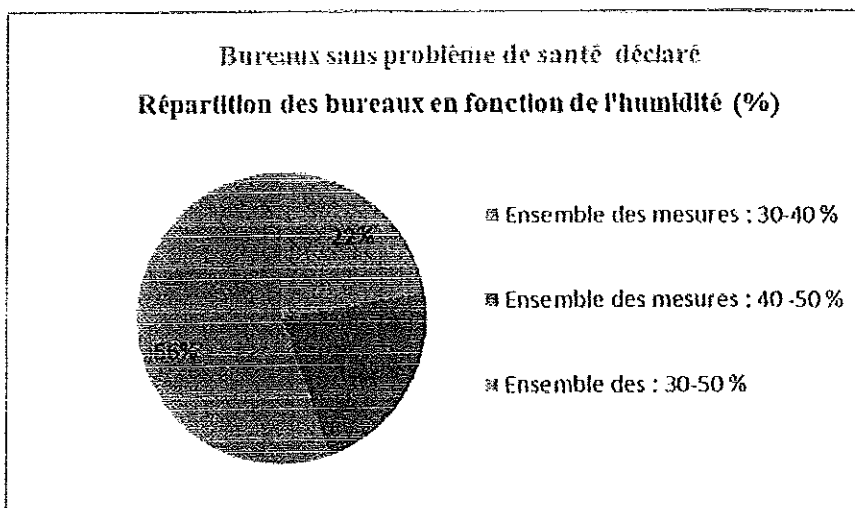
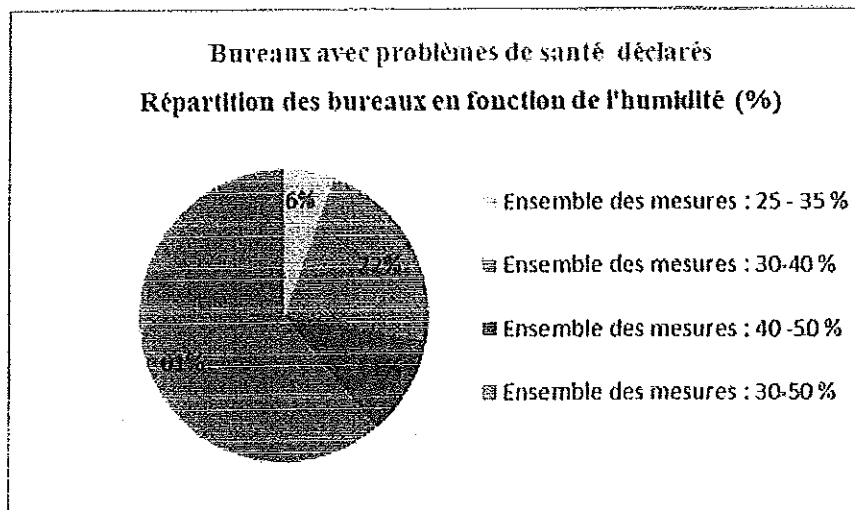
Un air trop sec peut être un facteur aggravant de symptômes tels que l'irritation des yeux et des voies respiratoires.

4.2 Résultats

Les résultats sont répartis en quatre catégories :

- toutes les mesures comprises entre 25 % et 35 %,
- toutes les mesures comprises entre 30 % et 40 %,
- toutes les mesures comprises entre 30 % et 50 %,
- toutes les mesures comprises entre 40 % et 50 %.

Les graphiques ci-dessous donnent la répartition des taux d'humidité mesurés dans les bureaux en fonction de ces catégories.



Les résultats sont satisfaisants dans la quasi-totalité des bureaux.

En effet, l'humidité n'est descendue que ponctuellement en dessous de 30 % et uniquement dans un seul bureau.

D'autre part, on constate dans les bureaux où des problèmes de santé ont été déclarés, que l'air est un peu plus sec que dans les autres.

En effet, la proportion de bureaux où l'humidité est supérieure à 40 % est plus faible et on trouve ponctuellement des résultats inférieurs à 30 %.

5. Composés Organiques Volatils (COV)

5.1 Généralités

Les Composés Organiques Volatils (COV) sont des composés appartenant à différentes familles chimiques.

Les COV sont largement utilisés dans la fabrication de nombreux produits et matériaux de construction, d'aménagement et de décoration : peinture, vernis, colles, nettoyeurs, bois agglomérés, moquette, isolants,...

Leur point commun est de s'évaporer plus ou moins rapidement à température ambiante et de se retrouver ainsi dans l'air.

Les COV sont souvent plus nombreux et plus concentrés à l'intérieur qu'à l'extérieur compte tenu de la multiplicité des sources intérieures.

Les COV de l'air intérieur sont nombreux et ne présentent pas tous un intérêt équivalent en termes de santé publique.

Le plus souvent, ils sont à l'origine d'irritations des yeux et des voies respiratoires.

Certains d'entre eux, comme le benzène et le formaldéhyde, sont en outre classés « cancérogènes certains » chez l'homme par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC).

En France, l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES) et le Haut Conseil de Santé Publique travaillent actuellement à l'établissement de valeurs repères (concentration à ne pas dépasser) pour des substances jugées « Prioritaires » compte tenu des niveaux d'exposition observés et de la fréquence d'apparition des polluants dans les bâtiments.

Toutefois, des valeurs repères n'ont pas été déterminées pour toutes les substances « Prioritaires ».

Certaines valeurs ont récemment été reprises dans la réglementation concernant le contrôle de la qualité de l'air dans les ERP, avec une mise en application à partir de 2013.

Au niveau Européen, le programme IDEX a également proposé des valeurs repères en 2005.

5.2 Résultats des références extérieures

Huit COV différents ont été détectés à l'extérieur.

Les concentrations mesurées sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

	Terrasse Bâtiment C le 15/11/2011	Terrasse Bâtiment B le 23/11/2011
Formaldéhyde	1,3 µg/m ³	3,6 µg/m ³
Toluène	2,4 µg/m ³	8,9 µg/m ³
Benzène	0,9 µg/m ³	2,6 µg/m ³
Xylènes	1,2 µg/m ³	7,3 µg/m ³
Tetrachloroéthylène	0,7 µg/m ³	1,1 µg/m ³
Trichloro- Fluorométhane (Fréon 11)	Non détecté	1,4 µg/m ³
Ethylbenzène	Non détecté	1,7 µg/m ³
Triméthylbenzène (1,2,4-)	Non détecté	1,4 µg/m ³

Un nombre plus important de COV a été détecté sur la terrasse du bâtiment B.

Ceci peut s'expliquer par le fait qu'elle est plus proche du trafic automobile que celle du bâtiment C.

5.3 Analyse « Qualitative » des résultats dans les bureaux

Les COV qui ont été détectés sont fréquemment rencontrés dans l'air intérieur des bâtiments à activités non industrielles que sont les bureaux et les logements.

Le nombre de COV détectés varient dans chaque bureau.

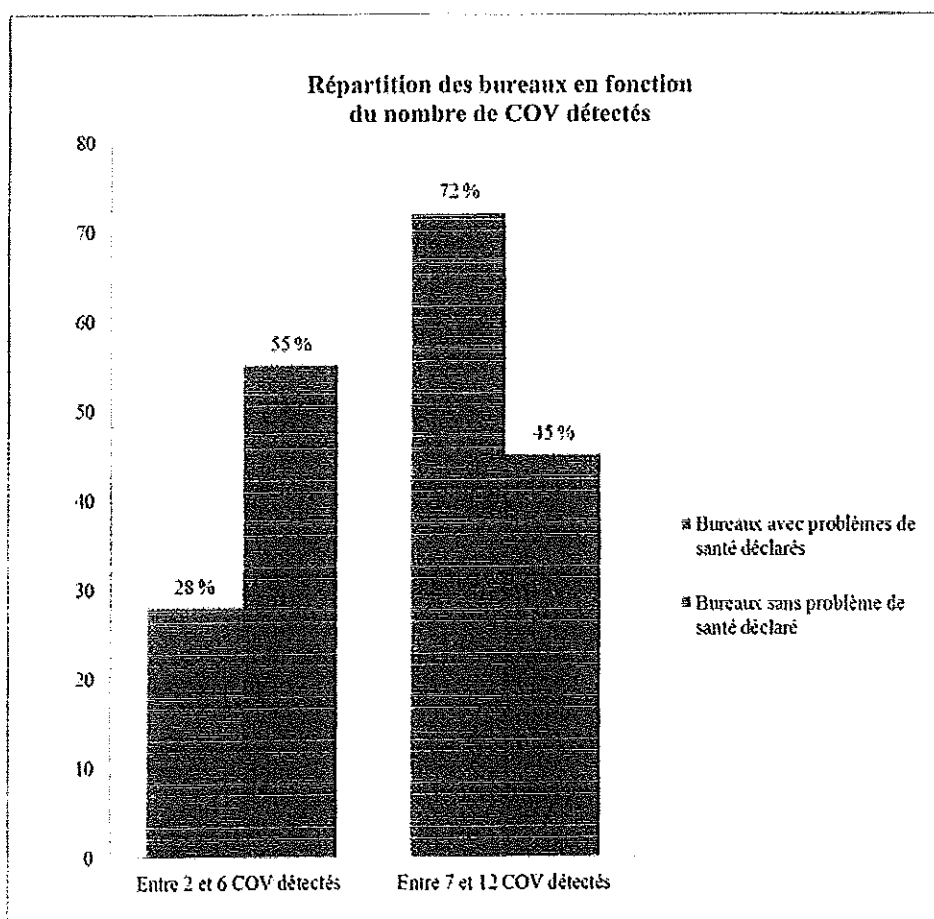
Les huit COV qui ont été détectés à l'extérieur le sont aussi dans les bureaux, mais pas de façon systématique.

Le tableau ci-dessous donne le nombre minimum et le nombre maximum de COV détectés par bureau :

	Bureaux avec problèmes de santé déclarés	Bureaux sans problème de santé déclaré
Minimum	5	2
Maximum	11	12

Dans le graphique ci-dessous, le nombre de COV détectés dans les bureaux a été réparti en deux catégories :

- nombre de COV compris entre 2 et 6,
- nombre de COV compris entre 7 et 12.

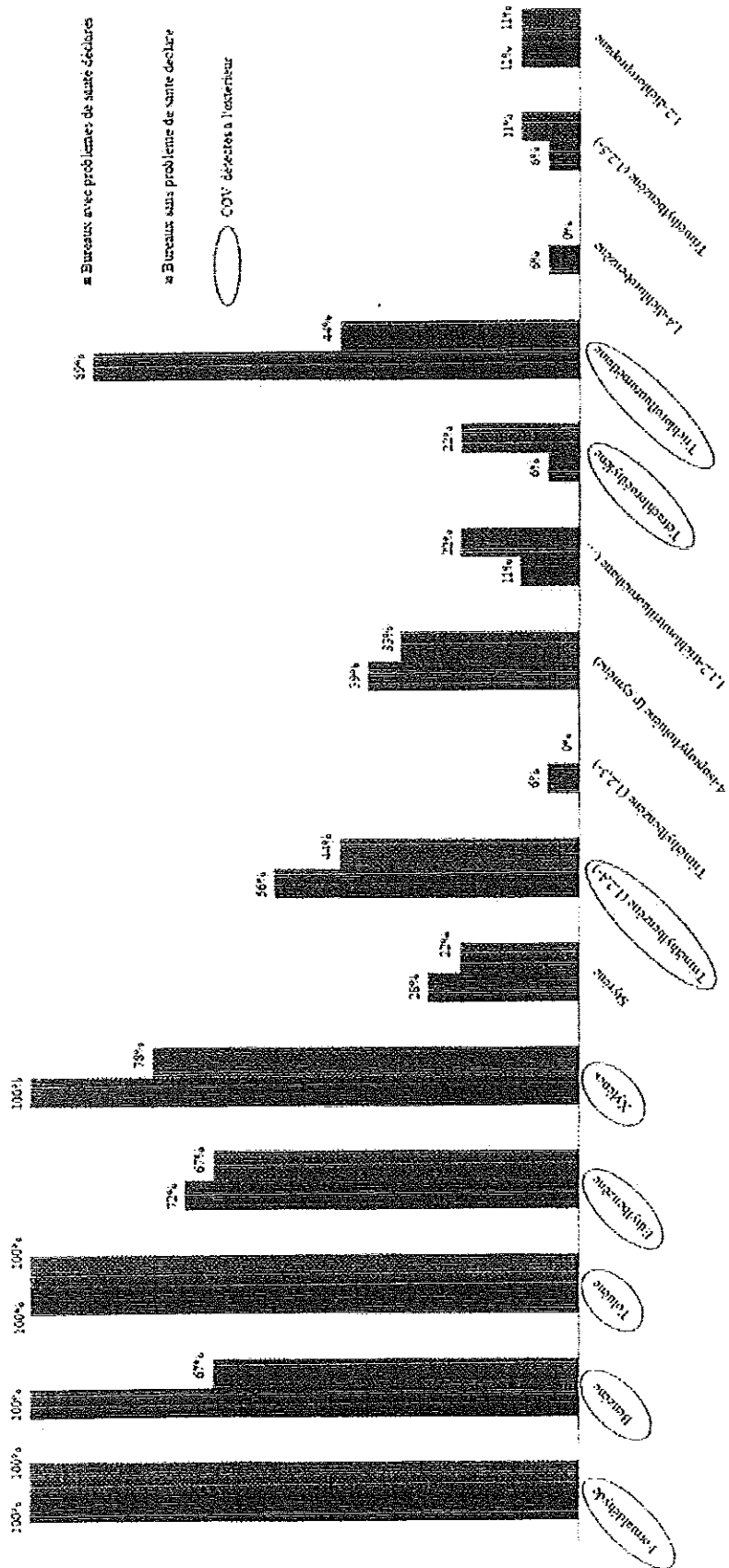


Le nombre de COV détectés est plus important dans les bureaux où des problèmes de santé ont été déclarés.

En effet, dans 72% de ces bureaux, au moins 7 COV ont été détectés. Alors que c'est le cas dans seulement 45 % des bureaux où aucun problèmes de santé n'a été déclaré.

Dans le graphique ci-dessous sont reportées les proportions de détection de chaque COV dans les bureaux.

Proportion de détection des COV dans les bureaux



On remarque que le benzène, les xylènes et le trichlorofluorométhane sont significativement plus détectés dans les bureaux où des problèmes de santé ont été déclarés.

Toutefois les concentrations mesurées sont assez basses et proches de la limite de détection de la méthode utilisée.

D'autre part, ces COV ont été détectés également à l'extérieur. Il est donc probable qu'ils soient en réalité présents dans un nombre plus important de bureaux sans problèmes de santé déclarés, mais en très faible concentration, ce qui n'a pas permis de les détecter.

5.4 Informations sur les Composés Organiques Volatils détectés

Dans le tableau ci-dessous, sont répertoriés des informations sur les COV détectés (sources, effets connus sur la santé ...).

Composés détectés	Composé détecté dans les bureaux	Composé détecté à l'extérieur	Principales Sources	Substance prioritaire pour l'ANSES	Valeur repère	Effets sur la Santé	
						Aigus	Cancers ⁽¹⁾
Benzène	Oui	Oui	Gaz d'échappements des automobiles.	Oui	Oui (réglementation ERP)	Neurologique et Immunologique	Cancérogène chez l'Homme
Formaldéhyde	Oui	Oui	Essentiellement : Ameublement, produits de construction et d'ameublement. Gaz d'échappements des automobiles dans une moindre mesure.	Oui	Oui (réglementation ERP)	Respiratoires	Cancérogène probable chez l'Homme
Ethylbenzène	Oui	Oui	Gaz d'échappements des automobiles.	Oui	Non	Respiratoires	Inclassable
Tétrachloroéthylène	Oui	Oui	Produit de nettoyage à sec Activités humaines diverses.	Oui	Oui (HCSP)	Rénaux	Cancérogène probable chez l'Homme
Toluène	Oui	Oui	Peintures, vernis, colles. Gaz d'échappements des automobiles.	Non	Oui	Respiratoires	Inclassable
Xylènes	Oui	Oui	Gaz d'échappements des automobiles. Ameublement, produits de construction et d'ameublement.	Non	Oui	Atteintes neurologiques	Inclassable
1,4-dichlorobenzène	Oui	Non	Désodorisant d'air ambiant	Oui	Non	Maux de tête vertiges	Non évalué
Styrène	Oui	Non	Matière plastiques, matériaux isolants. Gaz d'échappements des automobiles.	Non	Oui	Neurologiques	Cancérogène possible chez l'Homme
Trichlorofluorométhane (Fréon 11)	Oui	Oui	Utilisation avant interdiction de l'emploi (couche d'ozone) : réfrigérant pour les systèmes de conditionnement d'air	Non	Non	Irritations oculaires	
Triméthylbenzène (1,2,4)	Oui	Oui	Solvant. Gaz d'échappements des automobiles.	Non	Non	Non évalué	Non évalué
Triméthylbenzène (1,2,5)	Oui	Non	Solvant. Gaz d'échappements des automobiles.	Non	Non	Non évalué	Non évalué
Triméthylbenzène (1,2,3)	Oui	Non	Solvant. Gaz d'échappements des automobiles.	Non	Non	Non évalué	Non évalué

Composés détectés	Composé détecté dans les bureaux	Composé détecté à l'extérieur	Principales Sources	Substance prioritaire Pour l'ANSES	Valeur repère	Effet Dominants sur la Santé	
						Aigus	Cancers ⁽¹⁾
4-isopropyltoluène (p-cymène)	Oui	Non	Ameublement, produits de construction et d'ameublement.	Non	Non	Non évalué	Non évalué
1,1,2-trichlorotrifluoro-éthane (freon 113)	Oui	Non	Utilisation avant interdiction de l'emploi (couche d'ozone) : Fluide caloporteur	Non	Non	Respiratoires	-
1,2-dichloro-propane	Oui	Non	Ameublement, produits de construction et d'ameublement.	Non	Non	Non évalué	Non évalué

⁽¹⁾ Classement selon le CRIC (Centre International de Recherche sur le Cancer)

Les effets sur la santé dépendant des concentrations et des fréquences d'exposition.

Il est donc indispensable de comparer les concentrations mesurées avec des valeurs de référence qui tiennent compte de ces aspects.

Ceci fait l'objet du chapitre suivant.

5.5 Comparaisons des concentrations mesurées dans les bureaux avec les valeurs repères

Les valeurs repères peuvent être considérées comme la teneur maximale acceptable vis-à-vis du polluant considéré, dans des conditions d'occupation régulière d'un local.

Il existe différentes valeurs repère :

- Les Valeurs Guides Réglementaires, qui sont établies par Décret,
- Les Valeurs de Gestion du Haut Conseil de la Santé Publique,
- Les Valeurs Guides du programme Européen IDEX.

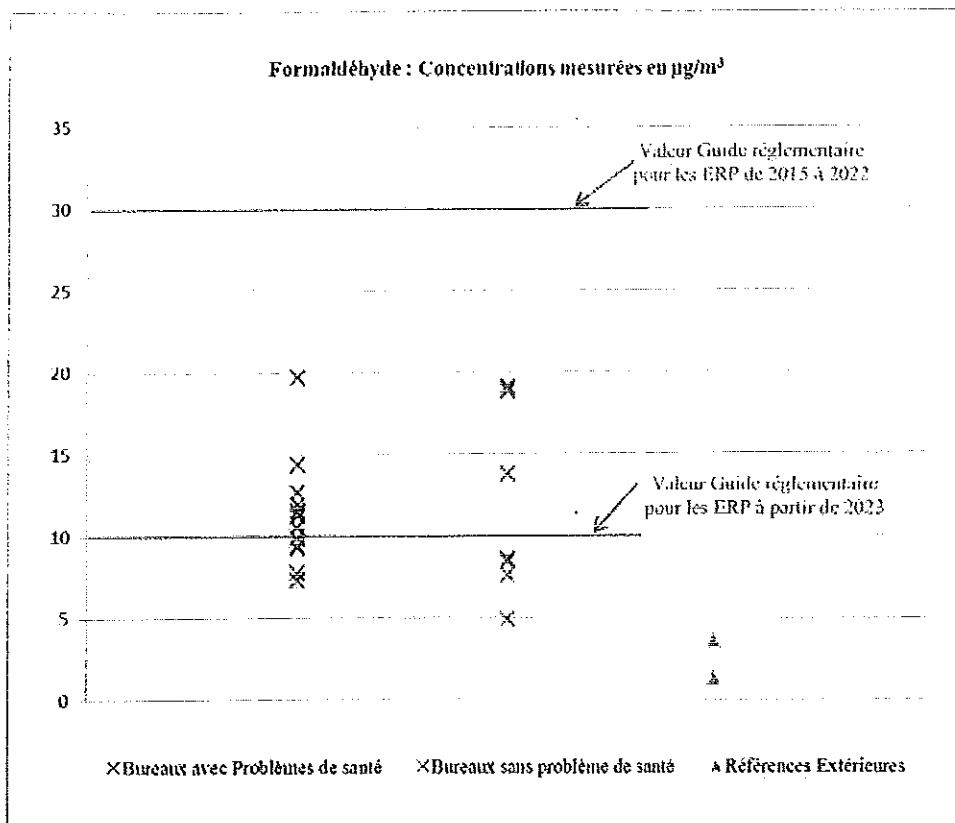
Elles ont été établies pour des substances « prioritaires » qui présentent un risque sanitaire.

Parmi les COV détectés seuls six possèdent des valeurs repères :

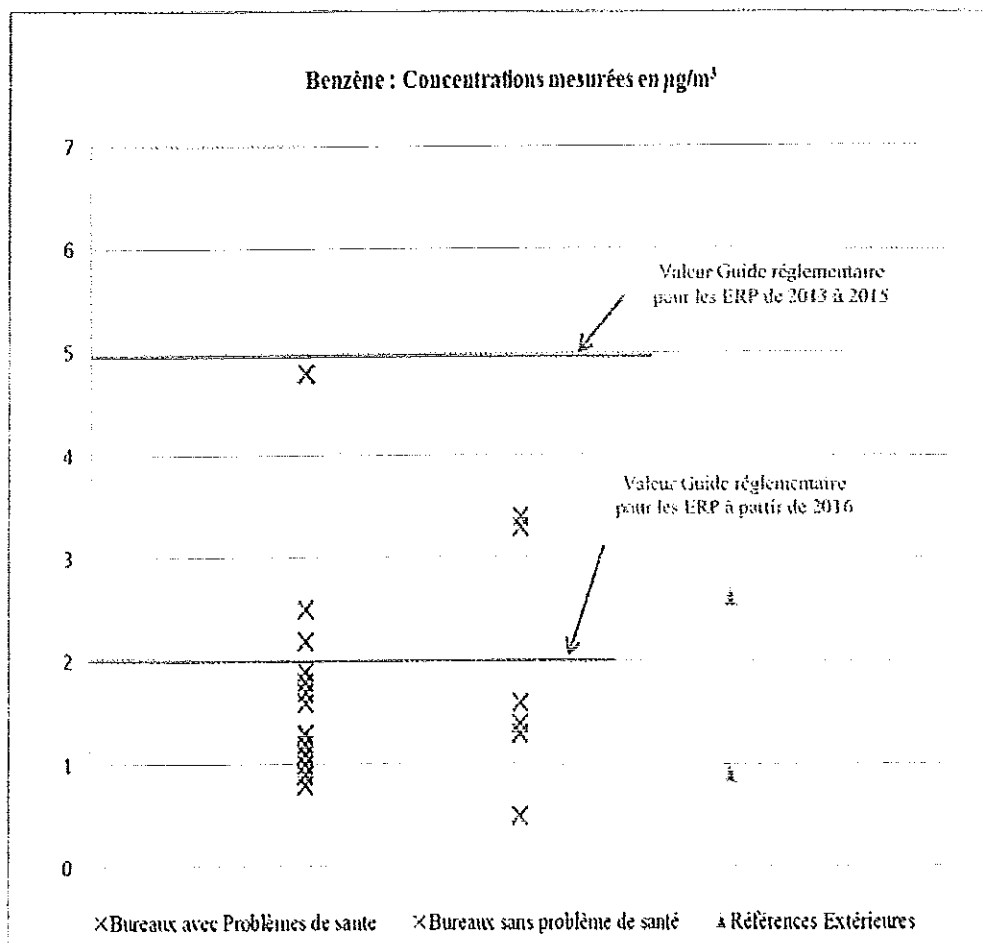
- Benzène : valeurs guides réglementaires pour les ERP à partir de 2013,
- Formaldéhyde : valeurs guides réglementaires pour les ERP à partir de 2015,
- Tétrachloroéthylène : valeur repère du HCSP,
- Toluène : valeur de référence IDEX Européen,
- Xylènes : valeur de référence IDEX Européen,
- Styène : valeur de référence IDEX Européen,

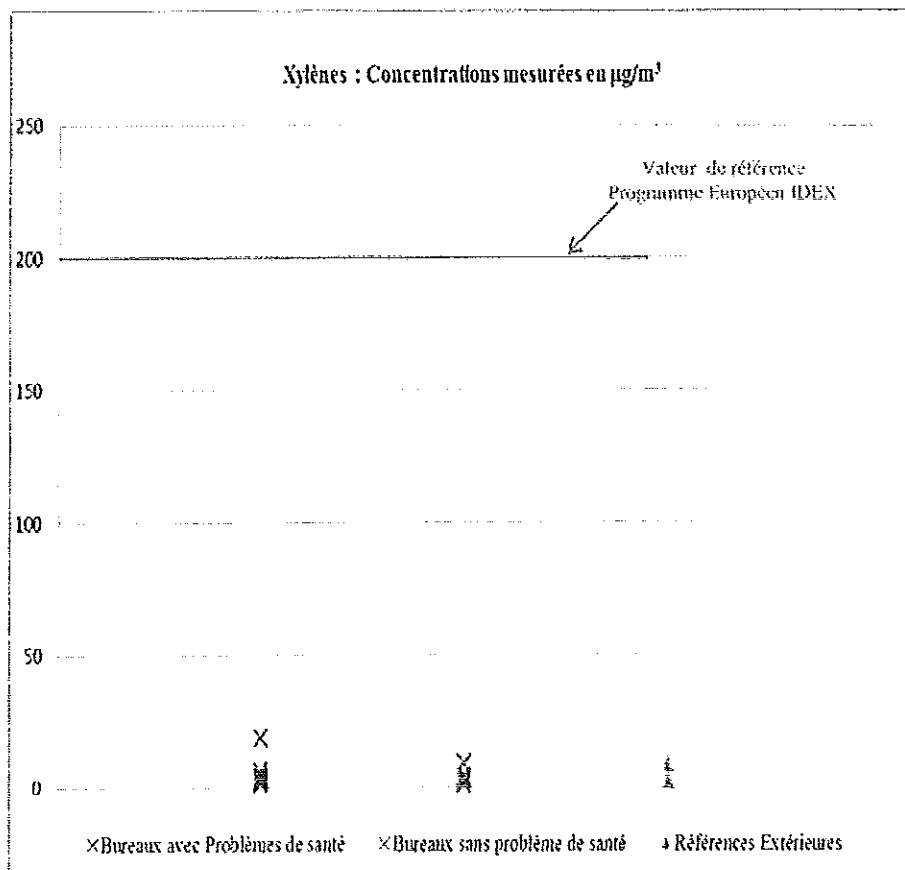
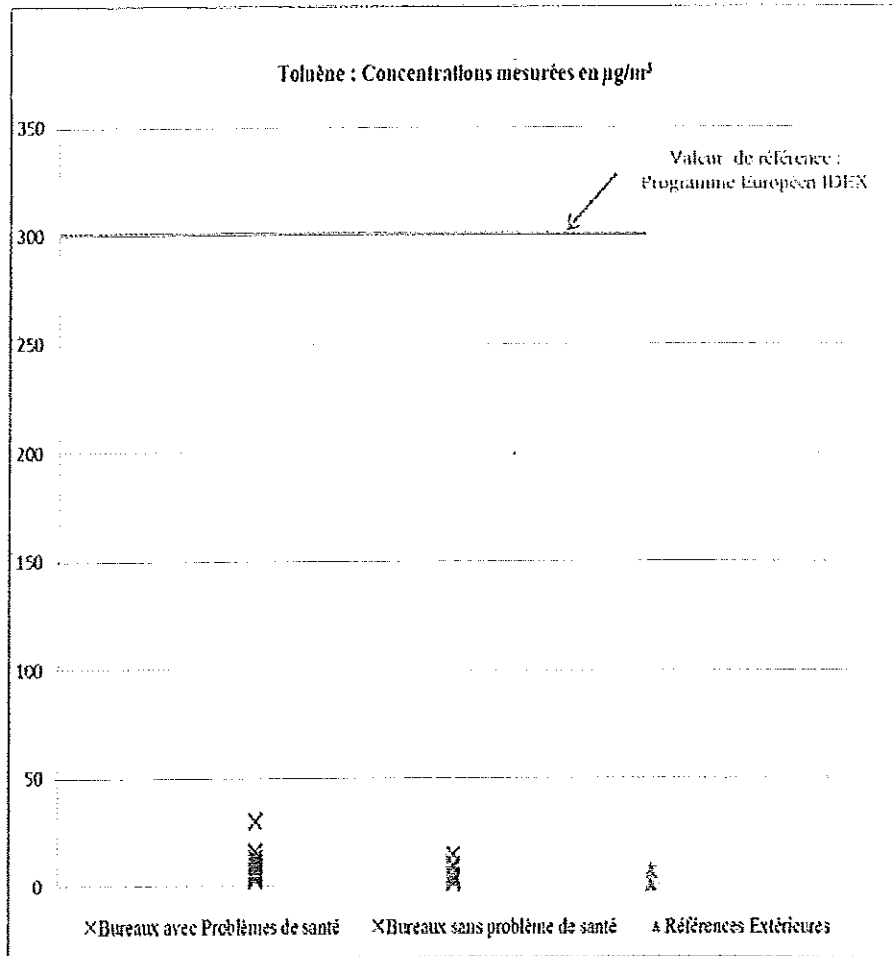
Les graphiques ci-dessous permettent de comparer l'ensemble des concentrations mesurées avec les valeurs repères existantes.

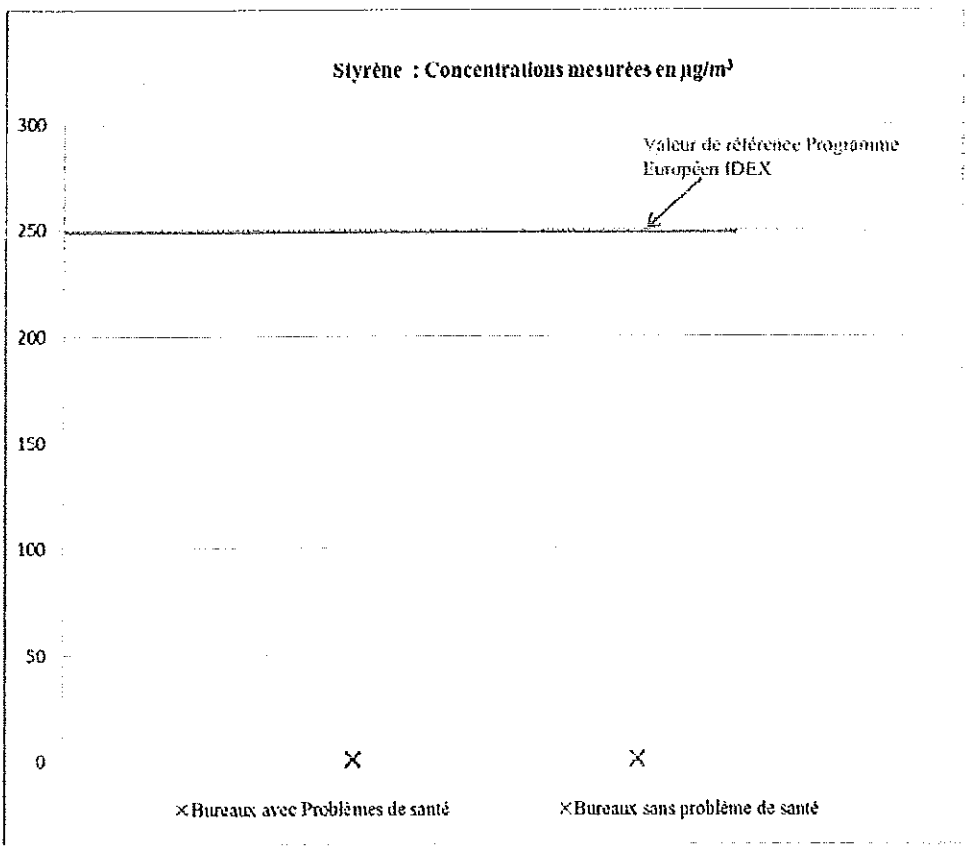
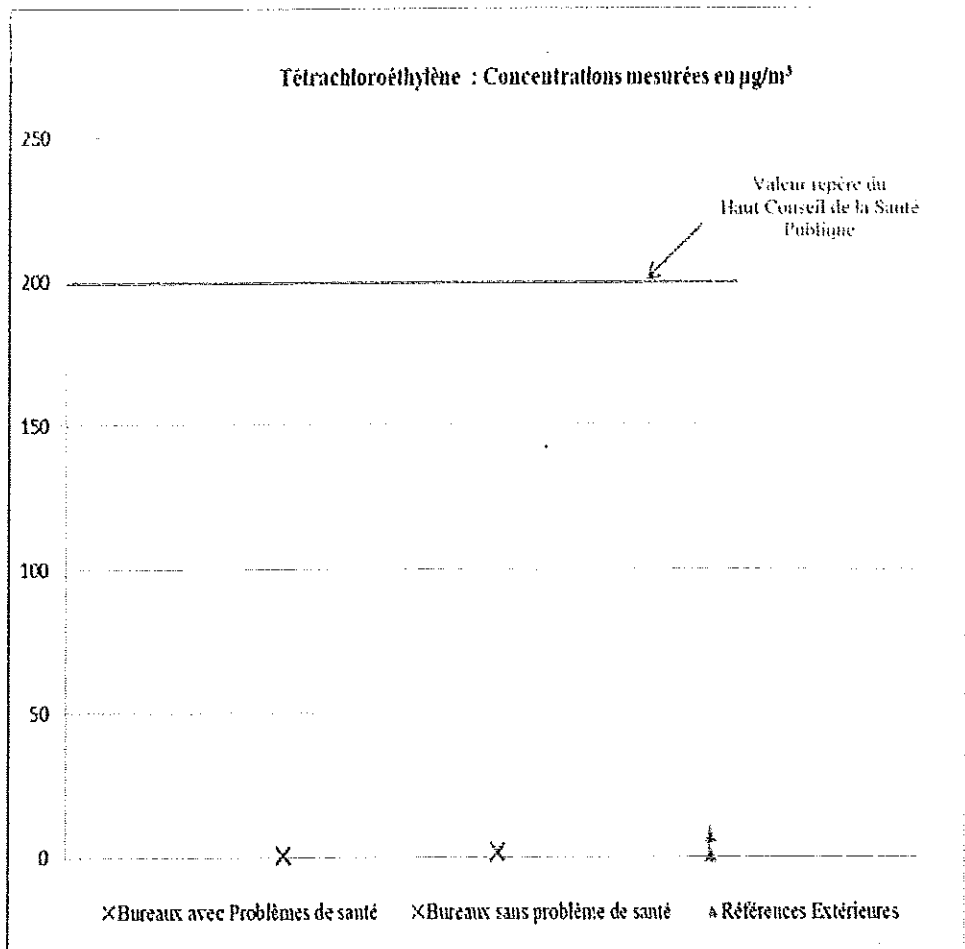
Chaque croix représente la concentration mesurée dans un bureau.



La Valeur Guide de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassée dans 66 % des bureaux avec problèmes de santé déclarés. C'est le cas dans seulement 44 % des bureaux sans problèmes de santé déclaré.







Pour le styrène, le tétrachloroéthylène, les xylènes et le toluène, toutes les concentrations mesurées sont largement inférieures aux valeurs de référence.

Concernant le formaldéhyde, toutes les concentrations mesurées sont inférieures à la Valeur Guide réglementaire de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ qu'il faudra respecter dans les ERP entre 2015 et 2022.

Cependant, plusieurs concentrations sont supérieures à la Valeur Guide de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ qu'il faudra atteindre à partir de 2023 dans les ERP.

Concernant le benzène, les concentrations mesurées dans les bureaux sont du même ordre de grandeur que celles mesurées à l'extérieur.

Quelques-unes dépassent la Valeur Guide réglementaire à atteindre en 2016.

6. Conclusions générales et préconisations

6.1 Conclusions générales

Les mesures réalisées ne font pas apparaître de problème majeur de qualité de l'air dans les bureaux de la Cité Administrative.

Cependant, l'étude a permis de mettre en évidence plusieurs points qui peuvent altérer la qualité de l'air ou le confort des occupants:

- Le niveau de ventilation est ponctuellement insuffisant dans 22 % des bureaux, vis-à-vis des polluants liés au métabolisme humain.
- Plusieurs COV ont été détectés dans les bureaux. Ils sont connus pour avoir des effets sur la santé humaine.
Leurs sources sont à la fois l'air extérieur (benzène par exemple) et interne aux bâtiments (formaldéhyde par exemple).
- La Valeur Guide à atteindre en 2023 pour le formaldéhyde est dépassée dans 66 % des bureaux où des problèmes de santé ont été déclarés et dans 44 % des bureaux sans problème de santé déclaré.
- Les taux d'humidité sont corrects mais proche de la limite basse de 30%. Ceci peut avoir un effet aggravant de certains problèmes de santé (irritation des voies respiratoires et des yeux par exemple).

6.2 Préconisations

Afin d'améliorer la qualité de l'air, nous vous préconisons de :

- Vérifier que le débit d'air neuf est au minimum de $25\text{m}^3/\text{heure}/\text{occupant}$ dans chaque bureau. Si les installations techniques ne permettent pas de respecter ce débit, il conviendra de respecter un volume d'air par occupant de 15 m^3 et d'aérer par ouverture des fenêtres à chaque fois que cela est possible. Ceci devrait permettre également de ne pas concentrer les COV.
- Réduire les sources des COV qui proviennent des matériaux de construction et du mobilier en choisissant des produits moins émissifs lors des prochains travaux de rénovation et/ou de changement du mobilier. Ceci devrait permettre de réduire les concentrations en formaldéhyde et de respecter la valeur guide de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ceci est d'autant plus important que le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) a prévu de réviser cette valeur repère dans les prochaines années.
- Limiter le phénomène d'assèchement de l'air en réglant la température entre 20°C et 24°C .

Issy-les-Moulineaux, le 16 février 2012

Le Responsable Opérationnel
Emmanuel DESVILLES

Le Responsable de Service
Carine DARLES BLEIBEL