

## **Commune de Fontenay-sous-Bois**

---

### **Evaluation des moyens d'aération et de la qualité de l'air intérieur au sein des établissements recevant du public**

---

**ETABLISSEMENT** : Piscine municipale

**ADRESSE** : 8 avenue Charles Garcia 94120 Fontenay-sous-Bois

---

## Sommaire

---

Sommaire .....	2
Propos liminaires .....	3
1 Présentation générale de l'étude .....	3
2 Réglementation.....	3
3 Modalités de réalisation des prestations .....	4
3.1 Diagnostic des facteurs de dégradation de la qualité de l'air intérieur .....	4
3.2 Mesures ponctuelles de polluants .....	4
3.3 Analyses des THM et chloramines .....	5
4 Calendrier de réalisation de la prestation .....	5
Résultats de l'étude .....	6
1 Les différentes sources de pollution.....	6
1.1 Benzène.....	6
1.2 Formaldéhyde.....	6
1.3 Indice de confinement ICONÉ .....	6
1.4 Impact sanitaire des différents polluants .....	6
2 Identification des facteurs potentiels de pollution .....	8
3 Résultats des mesures ponctuelles de polluants .....	9
3.1 Résultats des mesures de la qualité intérieur .....	9
3.2 Résultats des mesures de THM et chloramines.....	10
4 Conclusion générale sur la qualité de l'air intérieur au sein de l'établissement.....	11
5 Plan d'actions .....	11

---

## Propos liminaires

---

### 1 Présentation générale de l'étude

La Commune de Fontenay-sous-Bois a mandaté ABIOLAB-ASPOSAN afin de réaliser l'évaluation de la qualité de l'air intérieur au sein de certains établissements recevant du public situés sur le territoire de la Commune.

Dans le cadre de cette prestation, **la piscine municipale** a fait l'objet d'une évaluation de la qualité de l'air composée des éléments suivants :

- Un diagnostic des facteurs de dégradation de la qualité de l'air intérieur
- Des mesures ponctuelles des polluants

Le présent rapport synthétise les résultats de l'évaluation de la qualité de l'air.

### 2 Réglementation

- Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement
- Décret n°2002-213 du 15 février 2002 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de la qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites
- Décret n°2003-1085 du 12 novembre 2003 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de la qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites
- Décret n°2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène
- Décret n°2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public
- Décret n°2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public
- 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
- Décret n°2015-1926 du 30 décembre 2015 modifiant le décret n°2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public
- Arrêté du 24 février 2012 relatif aux conditions d'accréditation des organismes procédant aux mesures de la qualité de l'air intérieur et à l'évaluation des moyens d'aération du bâtiment mentionné à l'article R.221-31 du code de l'environnement (abrogé par l'arrêté du 1er juin 2016)
- Arrêté du 1er juin 2016 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public
- Arrêté du 1er juin 2016 relatif aux modalités de présentation du rapport d'évaluation des moyens
- Circulaire DGS/SD7C/DGUHC/DDSC n°2003-114 du 7 mars 2003 relative aux actions de prévention et de protection des installations de distribution de l'air dans les établissements recevant du public face à une contamination intentionnelle ou accidentelle de nature chimique ou biologique
- Plan national santé-environnement (PNSE)
- Guide pratique pour une meilleure qualité de l'air dans les lieux accueillant des enfants - Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

- Guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs – CSTB (mai 2012)
- Guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats – LCSQA (octobre 2012)

### 3 Modalités de réalisation des prestations

#### 3.1 Diagnostic des facteurs de dégradation de la qualité de l'air intérieur

Le diagnostic des facteurs de dégradation de la qualité de l'air intérieur a été réalisé à l'aide des grilles du « *Guide pratique pour une meilleure qualité de l'air dans les lieux accueillant des enfants* » du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.

#### 3.2 Mesures ponctuelles de polluants

L'échantillonnage des polluants a été réalisé sous accréditation COFRAC et dans le respect des prescription **du décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012** *relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public*, à savoir :

Les mesures des polluants sont effectuées concomitamment sur une durée de 4,5 jours, pendant une période d'ouverture de l'établissement et en conditions normales de fréquentation. Un prélèvement extérieur de benzène est réalisé à proximité de l'établissement. Ce prélèvement extérieur est réalisé pendant la même période de mesure que les prélèvements intérieurs.

Les mesures de polluants sont réalisées sur un échantillon de pièces représentatif dans la limite de huit pièces par établissement.

L'échantillonnage du benzène a été réalisé selon la norme NF EN ISO 16017-2, l'échantillonnage du formaldéhyde a été réalisé selon la norme NF EN ISO 16000-4 et l'échantillonnage de dioxyde de carbone a été réalisé selon le guide CSTB.

Les analyses des polluants ont été réalisées sous accréditation COFRAC (portée 1-5822) par le laboratoire ABIOLAB-ASPOSAN.

- Les analyses de Benzène ont été réalisées selon la norme NF EN ISO 16017-2 (octobre 2003) : Désorption thermique du tube à adsorption ; chromatographie en phase gazeuse ; type de détecteur : MS
- Les analyses de Formaldéhyde ont été réalisées selon la norme NF ISO 16000-4 (avril 2006) : désorption chimique du tube à adsorption ; chromatographie liquide à haute performance ; Détecteur Ultra-Violet
- Les analyses de Dioxyde de carbone ont été réalisées selon le « *Guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs (CSTB)* »

### 3.3 Analyses des THM et chloramines

En complément des polluants de la qualité intérieur, ABIOLAB-ASPOSAN a également réalisé des mesures des THM et chloramines dans l'air ambiant de l'établissement.

L'échantillonnage a été réalisé pendant une période de 24h consécutives. L'échantillonnage des THM a été réalisé sur un tube de charbon actif Orbo32S 400/200 et l'échantillonnage des chloramines a été réalisé sur filtre imprégné  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{As}_2\text{O}_3$ .

Les analyses de THM ont été réalisées selon la norme NF X 43-267 par ID/GC/MS et les analyses de chloramines ont été réalisées selon la norme Metropol 104 par chromatographie ionique.

## 4 Calendrier de réalisation de la prestation

Le diagnostic des facteurs de dégradation de la qualité de l'air intérieur et les mesures ponctuelles de polluants se sont déroulées au mois d'octobre 2020.

---

## Résultats de l'étude

---

### 1 Les différentes sources de pollution

---

Les trois principales sources de pollution recherchées au sein des établissements scolaires et des établissements de la petite enfance sont le **benzène**, le **formaldéhyde** et de l'**indice de confinement ICONE**.

#### 1.1 Benzène

---

Le benzène est un composé chimique appartenant aux COV (Composés Organiques Volatils). Dans les environnements clos, il provient de nombreuses sources (fumée de cigarette, processus de combustion, matériaux de construction et d'ameublement, produits de bricolage et d'entretien) et d'apport d'air extérieur (trafic automobile, chauffages, industries...). La voie d'exposition principale est l'inhalation.

#### 1.2 Formaldéhyde

---

Ce composé, de la famille des aldéhydes, est utilisé comme fixateur ou conservateur. Il est fréquent d'en retrouver de faibles traces dans les environnements intérieurs suite à des dégagements gazeux issus de certains matériaux de construction et de décoration, de produits d'entretien, de colles, de feutres, de peintures, de livres scolaires, etc. La voie d'exposition principale est la voie aérienne.

#### 1.3 Indice de confinement ICONE

---

L'indice de confinement ICONE reflète la qualité du renouvellement de l'air du local pour une occupation donnée. Un confinement très élevé indique que le renouvellement d'air est insuffisant pour évacuer les bioeffluents produits par les occupants, qui s'accumulent.

Par conséquent, en présence d'une source significative de polluants dans une atmosphère très confinée, des niveaux de polluants très élevés peuvent être observés. Des situations de confinement très élevé ou extrême sont jugées préoccupantes.

L'indice de confinement est calculé à partir des concentrations observées en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et exprimé avec une précision égale à 1 (de 0 à 5).

#### 1.4 Impact sanitaire des différents polluants

---

##### 1.4.1 Benzène

---

La principale voie d'exposition au benzène pour la population générale est l'inhalation.

Chez l'Homme, des concentrations élevées de benzène entraînent une dépression du système nerveux central et du système respiratoire pouvant conduire au décès (exposition à une concentration de 64 980 000 µg/m<sup>3</sup> pendant 5 à 10 minutes). Dans les formes légères, une excitation puis des troubles de la parole, des céphalées, des vertiges, des insomnies, des nausées, des paresthésies (fourmillements) dans les mains et les pieds et une fatigue sont rapportés.

Outre les effets suite à une exposition aiguë, deux grands types d'effets se distinguent après une exposition à long terme au benzène. D'une part les effets hématologiques non cancérogènes, et

notamment l'atteinte de la moelle osseuse, et d'autre part les effets hématologiques cancérigènes, tels que le syndrome myéloprolifératif et les leucémies (particulièrement la leucémie aiguë myéloïde).

La valeur limite de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  correspond à la valeur limite préconisée par l'ANSES pour limiter les effets chroniques non cancérigènes pour une durée d'exposition supérieure à un an.

La valeur guide de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  correspond à la valeur limite préconisée par l'ANSES pour limiter les effets chroniques cancérigènes pour une durée d'exposition correspondant à une vie entière.

#### 1.4.2 Formaldéhyde

---

Par voie aérienne, les effets néfastes du formaldéhyde chez l'homme sont des irritations oculaires et des voies respiratoires, observés pour des expositions aiguë et chronique. Le formaldéhyde est également à l'origine de cancers du nasopharynx chez l'homme, d'après des études épidémiologiques conduites en milieu du travail.

Les résultats des études chez l'Homme indiquent que l'irritation oculaire est l'effet le plus sensible induit par une exposition au formaldéhyde, c'est-à-dire celui qui se déclenche à la concentration la plus basse de formaldéhyde. L'irritation oculaire est à ce titre observée à des concentrations inférieures à celles associées à l'irritation nasale et respiratoire et au développement de tumeurs.

Selon les études réalisées, les effets irritants oculaires objectifs (augmentation de la fréquence de clignement oculaire et rougeur oculaire), sont observés à partir de concentration de formaldéhyde de  $615 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette concentration est donc considérée comme la **concentration minimale** entraînant un effet néfaste observé.

A titre indicatif concernant les effets cancérigènes du formaldéhyde, les études épidémiologiques en milieu professionnel indiquent que le risque relatif de cancer du nasopharynx par le formaldéhyde n'est augmenté qu'aux plus fortes concentrations d'exposition (pics  $> 5\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Les expositions moyennes inférieures à  $1250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ne sont pas associées à une augmentation de ce risque. Les études mettent par ailleurs en évidence le fait que l'effet cancérigène du formaldéhyde au niveau du nasopharynx est lié à l'exposition à des concentrations élevées répétées plutôt qu'à une durée plus longue d'exposition.

La valeur limite de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , calculée à partir des différentes études réalisées sur le formaldéhyde, tient notamment compte des variations entre individus. Cette valeur limite correspond à une concentration à laquelle aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé ne sont en principe attendus pour la population générale.

#### 1.4.3 Indice de confinement

---

L'indice de confinement permet d'évaluer la quantité de  $\text{CO}_2$  présent dans l'environnement testé. Le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), naturellement présent dans l'atmosphère, est une molécule produite par l'organisme humain au cours de la respiration. Sa concentration dans l'air intérieur des bâtiments est liée à l'occupation humaine et au renouvellement d'air, et est un indicateur du niveau de confinement de l'air.

L'indice de confinement traduit donc une densité d'occupation importante associée à un renouvellement d'air insuffisant. Si une source de polluants est présente dans la pièce, cela peut conduire à des niveaux de pollution très élevés. En effet, plus la concentration moyenne de  $\text{CO}_2$  est élevée, plus la proportion de situations où un polluant dépasse une valeur cible sanitaire augmente.

Concernant les effets intrinsèques du  $\text{CO}_2$ , des liens ont été mis en évidence entre une mauvaise ventilation, entraînant des taux de  $\text{CO}_2$  élevés, et la diminution des capacités scolaires des enfants évalués. Une récente étude expérimentale chez l'Homme suggère également un effet du  $\text{CO}_2$  sur la

performance psychomotrice (prise de décision, résolution de problèmes) à partir de 1000 ppm. Enfin, une augmentation de la fréquence de symptômes liés à l'asthme chez l'enfant peut être associée à des concentrations de CO<sub>2</sub> supérieures à 1000 ppm en moyenne sur une journée d'école.

A titre indicatif, le tableau ci-après établit une correspondance entre l'indice ICONE, les concentrations en CO<sub>2</sub> et le niveau de confinement :

ICONE Confinement de l'air intérieur	Fréquence des concentrations en CO <sub>2</sub>
0 = nul	100 % valeurs CO <sub>2</sub> < 1 000 ppm
1 = faible	~ 1/3 valeurs > 1 000 ppm mais < 1 700 ppm
2 = moyen	~ 2/3 valeurs > 1 000 ppm mais < 1 700 ppm
3 = élevé	~ 2/3 valeurs > 1 000 ppm dont 1/3 > 1 700 ppm
4 = très élevé	~ 2/3 valeurs > 1 700 ppm
5 = extrême	100 % des valeurs > 1 700 ppm

Source pour l'ensemble des risques sanitaires : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES).

#### 1.4.4 THM et Chloramines

Les trihalométhanes (THM) (bromoforme, chloroforme, dichlorobromoforme, chlorodibromoforme) et la chloramines (ou trichlorure d'azote) sont des sous-produits de chloration hautement volatils que l'on retrouve dans l'air des piscines et qui résultent d'une réaction entre les polluants organiques (urine, sueur, squames, salive, cheveux, produits cosmétiques) apportés par les baigneurs et le chlore utilisé dans le traitement de l'eau des piscines.

Ces polluants sont susceptibles de provoquer des problèmes d'allergie, d'hypersensibilité bronchique, voire d'asthme et le chloroforme, principale THM, est considéré comme cancérigène.

## 2 Identification des facteurs potentiels de pollution

Les différents facteurs de pollution identifiés lors des investigations sont les suivants :

- Présence d'un axe routier avec un trafic moyen journalier annuel supérieur 7000 véhicules/jour
- Parking à trafic important à moins de 200m
- Présence d'une station-service à moins de 200m



### 3 Résultats des mesures ponctuelles de polluants

#### 3.1 Résultats des mesures de la qualité intérieur

##### 3.1.1 Interprétation des résultats

Les résultats des mesures de polluants sont comparés aux valeurs limites de qualité de l'air intérieur et aux valeurs guides pour l'air intérieur.

##### Valeurs limites :

Les valeurs limites de qualité d'air intérieur ont été définies comme des concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale en l'état des connaissances actuelles. Elles visent à définir et proposer un cadre de référence destiné à protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation. Un dépassement des valeurs limites nécessite la mise en place d'investigations complémentaires et l'information auprès du préfet de département du lieu d'implantation de l'établissement.

Les valeurs limites fixées par le **décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012** *relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public* (modifié) sont les suivantes :

Substance	Valeur limite
Formaldéhyde	100 µg/m <sup>3</sup>
Benzène	10 µg/m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	Indice de confinement = 5

##### Valeurs guides :



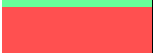
Les valeurs guides réglementaires de qualité d'air intérieur sont des niveaux de concentration dans l'air intérieur fixés dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, et à atteindre dans la mesure du possible.

Les valeurs guides définies par le **décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011** *relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène* et retranscrites en annexe de l'article R221-29 du Code de l'environnement sont les suivantes :



Substance	Valeur guide pour l'air intérieur
Formaldéhyde	30 µg/m <sup>3</sup>
Benzène	2 µg/m <sup>3</sup>

Les tableaux ci-après présentent les codes couleur utilisés afin de définir la qualité de l'air intérieur au regard des concentrations mesurées au sein de l'établissement.

### Benzène et formaldéhyde :

Couleur	Définition
	Concentration respectant la valeur guide et la valeur limite
	Concentration respectant la valeur limite mais dépassant la valeur guide (benzène et formaldéhyde)
	Concentration ne respectant pas la valeur limite

### Indice de confinement :

Couleur	Définition
	Confinement nul à élevé (0 à 3)
	Confinement très élevé (4)
	Confinement extrême (5)

#### 3.1.2 Résultats des mesures

Pièces	Benzène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Formaldéhyde en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Indice de confinement
Entrée piscine – point haut – côté grand bassin	1	2	0
Au fond à côté du petit bassin	1.2	3	0

Les résultats de toutes les pièces investiguées au sein de l'établissement sont conformes aux valeurs limites et aux valeurs guides de la qualité de l'air intérieur. Aucune non-conformité n'a été mise en évidence par les analyses complémentaires de polluants.

### 3.2 Résultats des mesures de THM et chloramines



#### 3.2.1 Interprétation des résultats

Les résultats sont interprétés selon les valeurs limites d'exposition professionnelle sur 8h (VLEP-8h) fixées par l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS).

#### VLEP-8h :

Substance	VLEP-8h
Chloroforme (THM)	10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bromoforme (THM)	5 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Chloramines	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le tableau ci-après présente les codes couleur utilisés afin de définir la qualité de l'air intérieur au regard des concentrations mesurées au sein de l'établissement.

Couleur	Définition
	Concentration inférieure à la VLEP-8h
	Concentration supérieure à la VLEP-8h

### 3.2.2 Résultats des mesures

#### **Résultats des mesures de THM :**

Pour les THM deux mesures ont été réalisées pour chaque point de prélèvement.

Paramètres	N° CAS	Unité	VLEP-8h*	Entrée piscine point haut côté grand bassin 1/2	Entrée piscine point haut côté grand bassin 2/2	Au fond à côté du petit bassin 1/2	Au fond à côté du petit bassin 2/2
Chloroforme	67-66-3	µg/m <sup>3</sup>	10 000	2.81	<LQ	<LQ	<LQ
Bromoforme	75-25-2	µg/m <sup>3</sup>	5 000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Bromodichloromethane	75-27-4	µg/m <sup>3</sup>		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Dibromochloromethane	124-48-1	µg/m <sup>3</sup>		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Limite de quantification (LQ)	/	µg/m <sup>3</sup>		2	2	2	2

\*Valeur limite d'exposition à long terme – INRS

#### **Résultats des mesures de chloramines :**

Paramètre	N°CAS	Unité	LQ	VLEP-8h*	Entrée piscine point haut côté grand bassin	Au fond à côté du petit bassin
Chloramines (Trichlorure d'azote)	10025-85-1	µg/m <sup>3</sup>	2	500	56	2.1

\*Valeur limite d'exposition à long terme – INRS

Les résultats des THM et chloramines sont très largement inférieurs aux VLEP-8. Aucune non-conformité n'a été mise en évidence par les analyses complémentaires de polluants.

## 4 Conclusion générale sur la qualité de l'air intérieur au sein de l'établissement

**Niveau de risque : faible.** Des facteurs de dégradation de la qualité de l'air sont observés et peuvent, dans des conditions exceptionnelles, engendrer un inconfort pour les usagers.

## 5 Plan d'actions

Les seuls facteurs de dégradation identifiés lors de l'étude sont des facteurs extérieurs et les résultats des analyses sont tous très bons. ABIOLAB-ASPOSAN ne préconise pas d'actions particulières pour améliorer la qualité de l'air intérieur dans les établissements.