

GUIDE TECHNIQUE

Kits Qualité de l'Air Intérieur (QAI)

Mesure des aldéhydes et des COV dans l'air intérieur

Version 1 | 26/04/2021

1 | EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR

CONTEXTE	3
KITS D'AUTO-EVALUATION.....	3
OBJET DU GUIDE TECHNIQUE.....	3

2 | DISPOSITIFS DE PRELEVEMENT

PRELEVEMENT DES ALDEHYDES (SKC UME _x -100)	4
CONTRÔLE DE CONFORMITE AVANT DISTRIBUTION.....	4
DEBIT DE PIEGEAGE	5
PRELEVEMENT DES COV (G.A.B.I.E.).....	6
CONTRÔLE DE CONFORMITE AVANT DISTRIBUTION.....	6
DEBIT DE PIEGEAGE	7
PRECONISATIONS D'UTILISATION ET DE STOCKAGE.....	8

3 | METHODES D'ANALYSE

ANALYSE DES ALDEHYDES	9
DOMAINE D'ETALONNAGE.....	9
INCERTITUDES DE MESURE.....	9
ANALYSE DES COV.....	10
DOMAINE D'ETALONNAGE.....	10
INCERTITUDES DE MESURE.....	11

4 | RESULTATS DES ANALYSES

EXPRESSION DES RESULTATS	13
AIDE A L'INTERPRETATION DES RESULTATS	13

CONTEXTE

Nous passons en moyenne plus de 80% de notre temps dans des espaces clos et l'air intérieur y est 5 à 10 fois plus pollué que l'air extérieur. Cette pollution n'est pas sans risque pour la santé. Les principaux polluants de l'air intérieur proviennent des matériaux de construction, de rénovation (peintures, vernis, colle, etc.) ainsi que du mobilier et des activités humaines (produits ménagers, bougies parfumées, fumée de cigarette, huiles essentielles ...). Ces polluants gazeux sont présents dans les habitations, les véhicules, les bureaux ...

Pour répondre à cette problématique, le laboratoire a développé des kits d'analyse « **Air Intérieur** » comprenant tout le matériel nécessaire à la réalisation des mesures d'aldéhydes et/ou de composés organiques volatils (COV) dans l'air intérieur des bâtiments.

KITS D'AUTO-EVALUATION

Selon la déclinaison choisie, votre kit d'analyse « Air Intérieur » contient les éléments suivants :

- Une pochette aluminium contenant le dispositif de prélèvement des aldéhydes ;
- Une pochette aluminium contenant le **dispositif de prélèvement des COV** ;
- Une **fiche de prélèvement** pour inscrire toutes les informations nécessaires au laboratoire pour l'interprétation de vos résultats (dates et lieu de prélèvement, température ambiante, etc.) ;
- Une **carte Mémo** indiquant l'identifiant unique de votre kit, à conserver précieusement ;
- Une **enveloppe retour prépayée individuelle** pour l'envoi de vos prélèvements au laboratoire.

Note : L'utilisation du kit d'analyse est détaillée sur le mode d'emploi fourni systématiquement avec les dispositifs de prélèvement.

OBJET DU GUIDE TECHNIQUE

Le présent guide technique a pour objet de rappeler les modalités de sous-traitance analytique de vos mesures d'évaluation de la qualité de l'air intérieur, à savoir :

- Les informations sur les dispositifs de prélèvement des aldéhydes (badge SKC UME_x 100) et des COV (badge G.A.B.I.E.) ;
- Les conditions de stockage, de distribution et d'utilisation des supports de prélèvement ;
- Les conditions de stockage et de transport retour des échantillons (après prélèvement) ;
- Les spécifications techniques relatives aux analyses d'aldéhydes et de COV dans l'air intérieur ;
- Les conditions dans lesquelles les résultats d'analyses sont rapportés par le laboratoire accrédité.

PRELEVEMENT DES ALDEHYDES (SKC UMEx-100)

Le principe de prélèvement repose sur la réaction entre les aldéhydes présents dans l'air avec la 2,4-DNPH (Dinitrophénylhydrazine) imprégnée sur un support solide, formant un hydrazone stable et non volatil (aldéhyde-2,4-DNPH).

Le dispositif fourni pour le prélèvement passif des aldéhydes dans l'air intérieur est un badge **SKC UMEx-100** (voir ci-dessous), destiné à un usage unique. Il est constitué des éléments suivants :

- 1 corps en plastique (noir) contenant **2 adsorbants de type cellulose imprégnée de 2,4-DNPH** (1 dédié au prélèvement, placé sous la partie perforée du corps du capteur, et 1 dédié au blanc témoin, placé sous la partie non-perforée du corps du capteur) ;
- 1 glissière en plastique (vert), permettant de découvrir la partie perforée du dispositif pour activer le prélèvement, ou de la recouvrir pour y mettre fin ;
- Et 1 pince de fixation, facilitant le positionnement du badge au cours du prélèvement.



Badge en position fermée
(avant et après prélèvement)



Badge en position ouverte
(prélèvement en cours)

Les badges SKC UMEx-100 sont réceptionnés au laboratoire dans leur pochette en aluminium hermétiquement scellée d'origine, et **conservés au réfrigérateur à une température comprise entre 2 et 8°C**.

CONTRÔLE DE CONFORMITE AVANT DISTRIBUTION

Le laboratoire s'engage à fournir à ses clients des dispositifs de prélèvement passif conformes à des exigences internes, en accord avec les niveaux de contamination acceptables pour une évaluation fiable de la qualité de l'air intérieur, et considérant un **prélèvement réalisé idéalement sur 7 jours en continu**.

Un lot d'adsorbant SKC UMEx-100 est considéré conforme lorsque la présence de 2,4-DNPH est vérifiée, et lorsque la contamination en aldéhydes est inférieure ou égale à 5 fois la limite de quantification de la méthode d'analyse.

Un certificat de conformité est édité pour chaque lot de badges distribué. Ces certificats sont communiqués au client sur simple demande.

DEBIT DE PIEGEAGE

Les valeurs de débits de piégeage utilisées par le laboratoire pour l'interprétation des résultats de mesure des aldéhydes et cétones sur badges SKC UMEx-100 sont définies dans le tableau ci-après (pour des conditions de température et de pression standards : 25°C et 1013 hPa).

Composé	N° CAS	Débit de piégeage Q (cm ³ /min) Exposition de 8 h à 48 h			Débit de piégeage Q (cm ³ /min) Exposition de 2 j à 7 j		
Acétaldéhyde (Ethanal)	75-07-0	24.1	(calc.)	[3]	17.2	(calc.)	[3]
Acroléine	107-02-8	9.71	(calc.)	[3]	6.93	(calc.)	[3]
Benzaldéhyde	100-52-7	14.1	(calc.)	[3]	10.1	(calc.)	[3]
Butyraldéhyde (Butanal)	123-72-8	16.7	(calc.)	[3]	11.9	(calc.)	[3]
Formaldéhyde (Méthanal)	50-00-0	28.6	(exp.)	[1]	20.4	(exp.)	[2]
Hexaldéhyde (Hexanal)	66-25-1	9.34	(calc.)	[3]	6.67	(calc.)	[3]
Isobutyraldéhyde	78-84-2	16.7	(calc.)	[3]	11.9	(calc.)	[3]
Isovaléraldéhyde	590-86-3	13.0	(calc.)	[3]	9.29	(calc.)	[3]
Valéraldéhyde (Pentanal)	110-62-3	13.0	(calc.)	[3]	9.29	(calc.)	[3]

[1] Débit de piégeage validé expérimentalement (exp.) par l'OSHA dans des conditions d'exposition en milieu professionnel (température 25°C, humidité relative 10 à 80%, vitesse d'air comprise entre 0.05 et 1 m/s, exposition des badges pour une durée de 15 min à 8 h) (source : SKC Inc.).

[2] Débit de piégeage déterminé expérimentalement (exp.) dans des conditions d'évaluation de la qualité de l'air intérieur, par exposition des badges pendant 7 jours (source : SKC Inc.).

[3] Débits de piégeage calculés (calc.) à partir d'une corrélation établie entre les débits de piégeage des paramètres évalués par SKC pour une exposition de 8 à 24h et les débits de piégeage des paramètres évalués pour une exposition de 7 jours. Ces valeurs sont données à titre indicatif et ne peuvent garantir la validité des badges pour la recherche des substances concernées.

PRELEVEMENT DES COV (G.A.B.I.E.)

Le principe de prélèvement repose sur le piégeage par diffusion des COV présents dans l'atmosphère sur un adsorbant constitué de charbon actif.

Le dispositif **G.A.B.I.E.** fourni par le laboratoire pour le prélèvement passif des COV dans l'air intérieur est constitué des éléments suivants :

- **1 flacon en verre** contenant 700 ± 50 mg d'adsorbant, à usage unique ([à retourner au laboratoire](#))⁽¹⁾ ;
- **1 corps en plastique rond** transparent muni d'une pince de fixation facilitant le positionnement du badge au cours du prélèvement, à usage unique ([à retourner au laboratoire](#))⁽²⁾.

Avant utilisation du dispositif de prélèvement, le charbon actif contenu dans le flacon en verre doit être transféré dans le corps du capteur en vissant le corps en plastique sur le flacon, et inversement en fin de prélèvement^(3,4).



(1)



(2)



(3)

Montage avant le prélèvement



(4)

Montage après le prélèvement

Les éléments constituant les badges G.A.B.I.E. (flacon + corps rond) sont réceptionnés au laboratoire dans leur sachet en plastique d'origine et sont **conservés à température ambiante et à l'abri de la lumière**. Ils sont ensuite placés dans une pochette en aluminium avec fermeture zip pour l'envoi au client.

CONTRÔLE DE CONFORMITE AVANT DISTRIBUTION

Le laboratoire s'engage à fournir à ses clients des dispositifs de prélèvement passif conformes à des exigences internes, en accord avec les niveaux de contamination acceptables pour une évaluation fiable de la qualité de l'air intérieur, et considérant un **prélèvement réalisé idéalement sur 7 jours en continu**.

Un lot d'adsorbant G.A.B.I.E. est considéré conforme lorsque la contamination en COV recherchés est inférieure ou égale à 5 fois la limite de quantification de la méthode d'analyse.

Un certificat de conformité est édité pour chaque lot de badges distribué. Ces certificats sont communiqués au client sur simple demande.

DEBIT DE PIEGEAGE

Les valeurs de débits de piégeage utilisées par le laboratoire pour la mesure de COV sur badge G.A.B.I.E. sont définies dans le tableau suivant (pour les conditions ambiantes : T = 20°C et P = 1013 hPa).

Composé	N° CAS	Débit de piégeage Q (cm ³ /min)	Origine des valeurs reportées
1,1,1-Trichloroéthane	71-55-6	34.4 (exp.)	MétroPol C - INRS [1B]
1,2,4-Triméthylbenzène	95-63-6	30.6 (calc.)	Tecora - INRS [2]
1,4-Dichlorobenzène	106-46-7	30.6 (calc.)	Tecora - INRS [2]
1-Méthoxy-2-Propanol	107-98-2	38.2 (calc.)	Tecora - INRS [2]
2-Butoxyéthanol	111-76-2	32.0 (calc.)	Tecora - INRS [2]
2-Ethoxyéthanol	110-80-5	38.2 (calc.)	Tecora - INRS [2]
2-Ethyl-1-Hexanol	104-76-7	24.3 (calc.)	Interne [3]
2-Méthoxyéthanol	109-86-4	43.0 (calc.)	Tecora - INRS [2]
Acétate de 2-Ethoxyéthyle	111-15-9	31.5 (calc.)	Tecora - INRS [2]
Acétate de 2-Méthoxyéthyle	110-49-6	34.0 (calc.)	Tecora - INRS [2]
Acétate de Butyle	123-86-4	32.5 (exp.)	MétroPol C - INRS [1B]
Alpha-Pinène	80-56-8	29.8 (calc.)	Tecora - INRS [2]
Benzène	71-43-2	43.9 (exp.)	MétroPol C - INRS [1A] *
Décane	124-18-5	25.9 (exp.)	MétroPol C - INRS [1B]
Ethylbenzène	100-41-4	33.9 (exp.)	MétroPol C - INRS [1B]
Limonène	138-86-3	28.3 (calc.)	Tecora - INRS [2]
Lindane	58-89-9	25.0 (calc.)	Tecora - INRS [2]
m-Xylène	108-38-3	33.9 (calc.)	Tecora - INRS [2]*
Naphtalène	91-20-3	31.4 (calc.)	Tecora - INRS [2]
o-Xylène	95-47-6	33.8 (exp.)	MétroPol C - INRS [1A]
p-Xylène	106-42-3	33.9 (calc.)	Tecora - INRS [2]
Styrène	100-42-5	37.1 (exp.)	MétroPol C - INRS [1B]
Tétrachloroéthylène	127-18-4	31.7 (exp.)	MétroPol C - INRS [1B]
Toluène	108-88-3	36.6 (exp.)	MétroPol C - INRS [1B] *
Trichloroéthylène	79-01-6	37.7 (exp.)	MétroPol C - INRS [1B]
Undécane	1120-21-4	13.6 (calc.)	Interne [3]

[1] Débits de piégeage validés expérimentalement (exp.) par l'INRS conformément au niveau 1A ou au niveau 1B de la norme EN 838, dans des conditions d'exposition en milieu professionnel (température 20°C, humidité relative 50%, vitesse d'air comprise entre 0.2 et 0.6 m/s, exposition des badges pendant 1 à 6 heures).

[2] Débits de piégeage calculés (calc.) à partir des coefficients de diffusion estimés et des débits de piégeage expérimentaux des substances pour lesquelles le badge a été validé. Ces valeurs sont données à titre indicatif et ne peuvent garantir la validité des badges pour la recherche des substances concernées.

[3] Débits de piégeage calculés (calc.) à partir d'une corrélation établie entre les débits de piégeage des capteurs Radiello® Code 145 et ceux établis pour les badges G.A.B.I.E. Ces valeurs sont données à titre indicatif et ne peuvent garantir la validité des badges pour la recherche des substances concernées.

* Des travaux de l'INRS ont démontré la performance et la robustesse des badges G.A.B.I.E. pour une utilisation dans le cadre de l'évaluation de la qualité de l'air intérieur, considérant des périodes d'exposition variant de 1 à 14 jours et des niveaux de concentration moins élevés (étude réalisée sur le benzène, le toluène et le m-xylène). Dans cette étude, les débits de piégeage annoncés par le fabricant ne varient pas significativement selon la durée d'exposition des capteurs.

PRECONISATIONS D'UTILISATION ET DE STOCKAGE

Afin de garantir la fiabilité des dispositifs de prélèvement passif fournis par le laboratoire, le client s'engage à les utiliser selon les prescriptions telles que définies ci-dessous.

Etape (Responsabilité)	Badge SKC® UMEEx-100 (Aldéhydes)	Badge G.A.B.I.E. (COV)
Avant expédition (Laboratoire)	Stockage avant expédition :	
	<ul style="list-style-type: none"> • Réfrigérateur entre 2 et 8°C • Pochette en aluminium d'origine, hermétiquement scellée 	<ul style="list-style-type: none"> • Température ambiante • Pochette en plastique d'origine jusqu'à assemblage du kit, puis pochette en aluminium hermétiquement scellée
Réception du kit (Client)	Stockage à réception chez le client :	
	<ul style="list-style-type: none"> • Réfrigérateur entre 2 et 8°C • Pochette en aluminium scellée et étiquetée 	<ul style="list-style-type: none"> • Température ambiante ou réfrigérateur entre 2 et 8°C • Pochette en aluminium scellée et étiquetée
	<p>A réception de la commande, le client doit s'assurer de l'intégrité du colis et de son contenu (casse par exemple). Il veillera également à vérifier que la <u>durée d'acheminement du colis ne dépasse pas 7 jours de non-réfrigération</u>, et que les <u>dates limites d'utilisation</u> des supports de prélèvement sont <u>conformes à l'usage souhaité</u>.</p> <p>En cas d'anomalie, le laboratoire doit en être informé dans les 7 jours qui suivent la réception de la commande. La situation est évaluée conformément à la procédure interne de gestion des réclamations (disponible sur demande).</p>	
Réalisation de prélèvements (Client)	Conditions ambiantes pendant le prélèvement :	
	<ul style="list-style-type: none"> • Température : entre 10 et 30°C • Humidité : 10 à 80% • Vitesse d'air : 0,05 à 1 m/s 	<ul style="list-style-type: none"> • Température : entre 10 et 30°C • Humidité : 25 à 85 % • Vitesse d'air : 0,1 à 10 m/s
	<p>Le client s'engage à respecter dès que possible les recommandations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prélèvement recommandé pendant 7 jours en continu (possible entre 8h et 14 jours, contacter au préalable le laboratoire si la durée de prélèvement prévue est inférieure à 6 jours ou supérieure à 8 jours) ; • Conditions représentatives de l'occupation des locaux, compatible avec l'objet des mesures (ne rien changer aux habitudes, aération ou non, ménage ...) ; • Positionnement des dispositifs à l'écart du vent et des courants d'air ; • Pas de confinement (en cas de confinement suspecté, il est possible de simuler une activité en plaçant un ventilateur dans la pièce prélevée, à l'opposé des dispositifs de prélèvement) ; • Positionnement idéal à au moins 1 m des murs, suspendu au plafond ou placé sur un élément de mobilier (il convient dans ce cas de déposer une feuille de papier aluminium entre le meuble et le dispositif de prélèvement), mais hors de la portée des enfants et loin des produits d'entretien, des parfums ou de tout autre produit odorant pour éviter de fausser les prélèvements. <p>Attention : Comme précisé dans le mode d'emploi fourni dans le kit d'analyse, il est impératif que le préleveur remplace le badge SKC® UMEEx-100 et le flacon G.A.B.I.E. contenant le charbon actif dans leurs pochettes aluminium d'origine portant la référence du kit <u>immédiatement après la fin du prélèvement</u>.</p>	
Envoi des prélèvements au laboratoire (Client)	<p>Les échantillons doivent être expédiés au laboratoire dans un délai maximum de 48 heures suivant la fin du prélèvement. En cas d'envoi prévu après ce délai, le client doit conserver les prélèvements au réfrigérateur entre 2 et 8°C, dans leurs pochettes d'origine soigneusement fermées.</p>	
Réception des prélèvements au laboratoire (Laboratoire)	<p>A réception au laboratoire, les échantillons sont conservés au réfrigérateur entre 2 et 8°C jusqu'à analyse.</p> <p>Le laboratoire s'assure de l'intégrité de l'enveloppe retour ou du colis et de son contenu (présence de l'échantillon et de la fiche de prélèvement). Il vérifie également que la durée entre la fin du prélèvement et la date prévisionnelle d'analyse ne dépasse pas 21 jours. Ce délai permet de respecter les prescriptions du fabricant selon le délai d'analyse standard (résultats sous 10 jours à compter de la réception de l'échantillon au laboratoire). Si les échantillons ne satisfont pas aux critères énoncés dans ce présent document, le client en sera informé.</p>	

ANALYSE DES ALDEHYDES

L'analyse des aldéhydes sur badge SKC UMEx-100 est réalisée selon un mode opératoire interne développé par le laboratoire, en accord avec :

- La norme **ISO 16000-4 (2012)** intitulée « Air Intérieur – Partie 4 : Dosage du Formaldéhyde – Méthode par échantillonnage diffusif » ;
- Le document de l'INRS **Metropol-001** intitulé « Métrologie des polluants – Aldéhydes ».

Après exposition du badge, les adsorbants contenus dans les badges sont récupérés puis la partie exposée est extraite par **désorption chimique à l'acétonitrile**. La partie non exposée n'est extraite qu'en cas d'anomalie ou de suspicion de saturation du support de prélèvement.

Les extraits sont ensuite analysés par **chromatographie liquide couplée à une détection par spectrométrie de masse** (LC-MS) afin d'identifier et de quantifier les composés présents dans l'atmosphère étudiée, et par **chromatographie liquide couplée à une détection par spectrométrie de masse** ou par **spectrophotométrie UV-Visible** pour la vérification de la présence résiduelle de DNPH sur l'adsorbant.

Chaque séquence d'analyse inclut un contrôle de l'absence de contamination au cours de la préparation des échantillons par la réalisation d'un blanc analytique. Le raccordement au Système International est assuré par l'analyse d'une solution de contrôle qualité de référence (MRC).

Les échantillons d'aldéhydes (extraits) ne sont pas conservés après émission du rapport d'analyse car leur stabilité en présence de matrice n'est pas démontrée.

DOMAINE D'ETALONNAGE

Le domaine d'étalonnage couvert par le mode opératoire en application est défini dans le tableau ci-dessous :

Composé	LLQ : Limite basse de quantification *		ULQ : Limite haute de quantification *	
Acétaldéhyde (Éthanal)	0.6 µg/capteur	3.5 µg/m³	15.0 µg/capteur	86.5 µg/m³
Acroléine	0.6 µg/capteur	8.6 µg/m³	15.0 µg/capteur	214.7 µg/m³
Benzaldéhyde	0.6 µg/capteur	5.9 µg/m³	15.0 µg/capteur	147.3 µg/m³
Butyr- & Isobutyraldéhyde	1.2 µg/capteur	10.0 µg/m³	30.0 µg/capteur	250.1 µg/m³
Formaldéhyde (Méthanal)	0.6 µg/capteur	2.9 µg/m³	15.0 µg/capteur	72.9 µg/m³
Hexaldéhyde (Hexanal)	0.6 µg/capteur	8.9 µg/m³	15.0 µg/capteur	223.1 µg/m³
Isovaléraldéhyde	0.6 µg/capteur	6.4 µg/m³	15.0 µg/capteur	160.2 µg/m³
Valéraldéhyde (Pentanal)	0.6 µg/capteur	6.4 µg/m³	15.0 µg/capteur	160.2 µg/m³

* Limites de quantification exprimées en résultat brut analytique (indépendant des données de prélèvement) et son équivalence en concentration atmosphérique (résultat interprété) pour une durée de prélèvement de 7 jours en continu (10080 min) et considérant les débits de piégeage des polluants définis dans le présent Guide Technique.

INCERTITUDES DE MESURE

Les incertitudes relatives élargies pour la mesure des aldéhydes sont détaillées dans le tableau ci-dessous. Elles ont été estimées à partir des données internes de validation de méthode ou de contrôle qualité lorsque cela était possible, conformément aux normes :

- **NF T90-210** intitulée « *Protocole d'évaluation initiale des performances d'une méthode dans un laboratoire* », pour la validation des méthodes selon des protocoles statistiques reconnus ;

- et **NF ISO 11352** intitulée « *Estimation de l'incertitude de mesure basée sur des données de validation et de contrôle qualité* ».

Se référer à la concentration du niveau de contrôle qualité (QC) le plus proche pour sélectionner l'incertitude sur le résultat analytique.

Composé	Niveau bas (QCL)		Niveau moyen (QCM)		Niveau haut (QCH)	
	Quantité (µg/capteur)	Incertitude élargie relative	Quantité (µg/capteur)	Incertitude élargie relative	Quantité (µg/capteur)	Incertitude élargie relative
Acétaldéhyde (Ethanal)	0.9	20.2 %	4.5	18.8 %	9.0	19.5 %
Acroléine	0.9	23.2 %	4.5	20.5 %	9.0	22.1 %
Benzaldéhyde	0.9	24.5 %	4.5	20.7 %	9.0	24.1 %
Butyr- & Isobutyraldéhyde	0.9	20.6 %	9.0	20.2 %	18.0	20.9 %
Formaldéhyde (Méthanal)	0.9	26.7 %	4.5	26.0 %	9.0	27.0 %
Hexaldéhyde (Hexanal)	0.9	21.8 %	4.5	21.4 %	9.0	22.3 %
Isovaléraldéhyde	0.9	20.4 %	4.5	19.7 %	9.0	20.6 %
Valéraldéhyde (Pentanal)	0.9	19.7 %	4.5	18.8 %	9.0	19.9 %

Attention : Ces incertitudes sont analytiques et ne tiennent pas compte des incertitudes liées au prélèvement (durée, température, débit d'échantillonnage...).

ANALYSE DES COV

L'analyse des COV sur badge G.A.B.I.E. est réalisée selon un mode opératoire interne développé par le laboratoire, en accord avec :

- La norme **ISO 16200-2 (2000)** intitulée « Qualité de l'air des lieux de travail – Echantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse – Partie 2 : Méthode d'échantillonnage par diffusion » ;
- Le document de l'INRS **Metropol C** intitulé « Prélèvement passif Badge G.A.B.I.E. ».

Après exposition du badge, les COV adsorbés sur le charbon actif sont extraits par **désorption chimique au disulfure de carbone (CS₂)**. L'extrait est ensuite analysé par **chromatographie en phase gazeuse couplée à une détection par spectrométrie de masse (GC-MS)** afin d'identifier et de quantifier les composés présents dans l'atmosphère étudiée.

Chaque séquence d'analyse inclut un contrôle de l'absence de contamination au cours de la préparation des échantillons par la réalisation d'un blanc analytique. Le raccordement au Système International est assuré par l'analyse d'une solution de contrôle qualité de référence (MRC).

Les échantillons (extraits) sont conservés pour une durée de 2 mois à compter de la date d'analyse.

DOMAINE D'ETALONNAGE

Le domaine d'étalonnage couvert par le mode opératoire en application est défini dans le tableau ci-après.

Composé	LLQ : Limite basse de quantification *		ULQ : Limite haute de quantification *	
1,1,1-Trichloroéthane	0.2 µg/capteur	0.6 µg/m³	10.0 µg/capteur	28.8 µg/m³
1,2,4-Triméthylbenzène	2.0 µg/capteur	6.5 µg/m³	100.0 µg/capteur	324.2 µg/m³
1,4-Dichlorobenzène	0.2 µg/capteur	0.6 µg/m³	10.0 µg/capteur	32.4 µg/m³
1-Méthoxy-2-Propanol	2.0 µg/capteur	5.2 µg/m³	100.0 µg/capteur	259.7 µg/m³
2-Butoxyéthanol	2.0 µg/capteur	6.2 µg/m³	100.0 µg/capteur	310.0 µg/m³
2-Ethoxyéthanol	2.0 µg/capteur	5.2 µg/m³	100.0 µg/capteur	259.7 µg/m³
2-Ethyl-1-Hexanol	3.0 µg/capteur	12.2 µg/m³	150.0 µg/capteur	612.4 µg/m³
2-Méthoxyéthanol	3.0 µg/capteur	6.9 µg/m³	150.0 µg/capteur	346.1 µg/m³
Acétate de 2-Ethoxyéthyle	2.0 µg/capteur	6.3 µg/m³	100.0 µg/capteur	314.9 µg/m³
Acétate de 2-Méthoxyéthyle	2.0 µg/capteur	5.8 µg/m³	100.0 µg/capteur	291.8 µg/m³
Acétate de Butyle	1.0 µg/capteur	3.1 µg/m³	50.0 µg/capteur	152.6 µg/m³
Alpha-Pinène	1.0 µg/capteur	3.3 µg/m³	50.0 µg/capteur	166.5 µg/m³
Benzène	0.6 µg/capteur	1.4 µg/m³	30.0 µg/capteur	67.8 µg/m³
Décane	2.0 µg/capteur	7.7 µg/m³	100.0 µg/capteur	383.0 µg/m³
Ethylbenzène	1.0 µg/capteur	2.9 µg/m³	50.0 µg/capteur	146.3 µg/m³
Limonène	1.0 µg/capteur	3.5 µg/m³	50.0 µg/capteur	175.3 µg/m³
Lindane	4.0 µg/capteur	15.9 µg/m³	200.0 µg/capteur	793.7 µg/m³
m-Xylène	1.0 µg/capteur	2.9 µg/m³	50.0 µg/capteur	146.3 µg/m³
Naphtalène	0.2 µg/capteur	0.6 µg/m³	10.0 µg/capteur	31.6 µg/m³
o-Xylène	1.0 µg/capteur	2.9 µg/m³	50.0 µg/capteur	146.8 µg/m³
p-Xylène	1.0 µg/capteur	2.9 µg/m³	50.0 µg/capteur	146.3 µg/m³
Styrène	1.0 µg/capteur	2.7 µg/m³	50.0 µg/capteur	133.7 µg/m³
Tétrachloroéthylène	0.2 µg/capteur	0.6 µg/m³	10.0 µg/capteur	31.3 µg/m³
Toluène	2.0 µg/capteur	5.4 µg/m³	100.0 µg/capteur	271.1 µg/m³
Trichloroéthylène	0.2 µg/capteur	0.5 µg/m³	10.0 µg/capteur	26.3 µg/m³
Undécane	2.0 µg/capteur	14.6 µg/m³	100.0 µg/capteur	729.5 µg/m³

* Limites de quantification exprimées en résultat brut analytique (indépendant des données de prélèvement) et son équivalence en concentration atmosphérique (résultat interprété) pour une durée de prélèvement de 7 jours en continu (10080 min) et considérant les débits de piégeage des polluants définis dans le présent Guide Technique.

INCERTITUDES DE MESURE

Les incertitudes relatives élargies pour la mesure des COV sont détaillées dans le tableau ci-dessous. Elles ont été estimées à partir des données internes de validation de méthode ou de contrôle qualité lorsque cela était possible, conformément aux normes :

- **NF T90-210** intitulée « *Protocole d'évaluation initiale des performances d'une méthode dans un laboratoire* », pour la validation des méthodes selon des protocoles statistiques reconnus ;
- et **NF ISO 11352** intitulée « *Estimation de l'incertitude de mesure basée sur des données de validation et de contrôle qualité* ».

Se référer à la concentration du niveau de contrôle qualité (QC) le plus proche pour sélectionner l'incertitude sur le résultat analytique.

Composé	Niveau bas (QCL)		Niveau moyen (QCM)		Niveau haut (QCH)	
	Quantité (µg/capteur)	Incertainité élargie relative	Quantité (µg/capteur)	Incertainité élargie relative	Quantité (µg/capteur)	Incertainité élargie relative
1,1,1-Trichloroéthane	0.4	28.5 %	4.0	17.1 %	7.5	23.9 %
1,2,4-Triméthylbenzène	4.0	20.9 %	40.0	18.0 %	75.0	20.7 %
1,4-Dichlorobenzène	0.4	20.6 %	4.0	17.2 %	7.5	21.4 %
1-Méthoxy-2-Propanol	4.0	24.1 %	40.0	18.4 %	75.0	19.3 %
2-Butoxyéthanol	4.0	24.8 %	40.0	19.7 %	75.0	18.2 %
2-Ethoxyéthanol	4.0	28.5 %	40.0	21.9 %	75.0	19.9 %
2-Ethyl-1-Hexanol	6.0	20.7 %	60.0	17.8 %	112.5	18.3 %
2-Méthoxyéthanol	6.0	34.3 %	60.0	23.3 %	112.5	18.8 %
Acétate de 2-Ethoxyéthyle	6.0	19.6 %	60.0	16.5 %	112.5	18.7 %
Acétate de 2-Méthoxyéthyle	4.0	20.1 %	40.0	16.2 %	75.0	18.6 %
Acétate de Butyle	2.0	22.5 %	20.0	16.6 %	37.5	20.8 %
Alpha-Pinène	2.0	22.6 %	20.0	18.8 %	37.5	21.4 %
Benzène	1.2	35.1 %	12.0	18.4 %	22.5	22.9 %
Décane	4.0	24.6 %	40.0	19.8 %	75.0	20.5 %
Ethylbenzène	2.0	22.8 %	20.0	19.2 %	37.5	20.9 %
Limonène	2.0	20.5 %	20.0	18.2 %	37.5	20.6 %
Lindane	8.0	39.2 %	80.0	22.2 %	150.0	27.7 %
m-Xylène	2.0	22.7 %	20.0	17.6 %	37.5	21.0 %
Naphtalène	0.4	32.0 %	4.0	23.4 %	7.5	23.1 %
o-Xylène	2.0	21.3 %	20.0	17.0 %	37.5	20.8 %
p-Xylène	2.0	22.7 %	20.0	17.2 %	37.5	21.7 %
Styrène	2.0	26.8 %	20.0	21.5 %	37.5	20.4 %
Tétrachloroéthylène	0.4	24.4 %	4.0	17.6 %	7.5	21.9 %
Toluène	4.0	50.8 %	40.0	18.4 %	75.0	21.4 %
Trichloroéthylène	0.4	24.5 %	4.0	18.0 %	7.5	22.8 %
Undécane	4.0	22.1 %	40.0	17.7 %	75.0	19.5 %

Attention : Ces incertitudes sont analytiques et ne tiennent pas compte des incertitudes liées au prélèvement (durée, température, débit d'échantillonnage...).

EXPRESSION DES RESULTATS

Les résultats des mesures rapportés correspondent à la masse extraite, exprimée en µg (microgramme) par capteur.

Les **concentrations atmosphériques**, exprimées en µg par m³ (mètre cube) d'air, **ne sont rapportées qu'à titre indicatif**, dans la mesure où les informations concernant le prélèvement (dates et heures de début et de fin de prélèvement) ont été communiquées au laboratoire par le client. Elles sont calculées avec l'équation suivante :

$$C = \frac{(m - m_{\text{BLC LOT}}) \times 10^6}{Q \times t}$$

Avec :

m : la masse de composé extraite de l'échantillon (en µg) ;

m_{BLC LOT} : la masse de composé extraite du blanc de lot (en µg) ;

Q : le débit de piégeage (en cm³/min) ;

t : la durée d'exposition des dispositifs de prélèvement (en min) ;

C : la concentration atmosphérique en composé (en µg/m³)

Les débits d'échantillonnage utilisés par le laboratoire sont présentés pour chaque polluant et support de prélèvement dans la partie « 2 | DISPOSITIFS DE PRELEVEMENT ».

Les blancs de lots des supports de prélèvement contrôlés et distribués par le laboratoire, lorsque leur contamination en polluant d'intérêt est comprise entre 1 et 5 fois la limite de quantification de la méthode d'analyse (LQ), sont systématiquement soustraits du résultat.

Aucune correction du débit de piégeage des aldéhydes (badge SKC UMEx-100) ou des COV (badge G.A.B.I.E.) par rapport à la température ambiante moyenne lors du prélèvement n'est appliquée.

AIDE A L'INTERPRETATION DES RESULTATS

Le laboratoire a établi sa propre grille d'interprétation considérant une exposition aux polluants sur le long terme, à partir des valeurs guides établies ou des valeurs d'aide à la gestion de la pollution de l'air des espaces clos (Anses, HCSP...).

Les valeurs retenues ainsi que leur origine sont données à titre informatif dans le tableau suivant. Ces valeurs n'engagent pas la responsabilité du laboratoire et pourront faire l'objet de modifications.

Composé	VMA *	Source	VAI **	Source
LES ALDEHYDES				
Acétaldéhyde (Ethanal)	160 µg/m ³	VGAI [1] - Anses (2014)	320 µg/m ³	2 x VMA
Acroléine	0.8 µg/m ³	VGAI [1] - Anses (2013)	1.6 µg/m ³	2 x VMA
Benzaldéhyde	90 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	180 µg/m ³	2 x VMA
Butyraldéhyde (Butanal)	650 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	1 300 µg/m ³	2 x VMA
Formaldéhyde (Méthanal)	10 µg/m ³	Valeur cible - HCSP (2012)	50 µg/m ³	Valeur d'information – HCSP (2012)
Hexaldéhyde (Hexanal)	650 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	1 300 µg/m ³	2 x VMA
Isobutyraldéhyde	650 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	1 300 µg/m ³	2 x VMA
Isovaléraldéhyde	1 700 µg/m ³	Idem Valérald. (pas de données)	3 400 µg/m ³	Idem Valérald. (pas de données)
Valéraldéhyde (Pentanal)	1 700 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	3 400 µg/m ³	2 x VMA
LES COV				
1,1,1-Trichloroéthane	500 µg/m ³	CREL - California EPA (2003)	1 000 µg/m ³	2 x VMA
1,2,4-Triméthylbenzène	1 000 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	2 000 µg/m ³	2 x VMA
1,4-Dichlorobenzène	60 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	120 µg/m ³	2 x VMA
1-Méthoxy-2-Propanol	2 000 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	4 000 µg/m ³	2 x VMA
2-Butoxyéthanol	1 000 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	2 000 µg/m ³	2 x VMA
2-Ethoxyéthanol	70 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	140 µg/m ³	2 x VMA
2-Ethyl-1-Hexanol	1 100 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	2 200 µg/m ³	2 x VMA
2-Méthoxyéthanol	20 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	40 µg/m ³	2 x VMA
Acétate de 2-Ethoxyéthyle	300 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	600 µg/m ³	2 x VMA
Acétate de 2-Méthoxyéthyle	90 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	180 µg/m ³	2 x VMA
Acétate de Butyle	4 800 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	9 600 µg/m ³	2 x VMA
Alpha-Pinène	450 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	900 µg/m ³	2 x VMA
Benzène	2 µg/m ³	VGAI [2] - Anses (2008)	10 µg/m ³	VGAI [1] - Anses (2008)
Décane	6 000 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	12 000 µg/m ³	2 x VMA
Ethylbenzène	750 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	1 500 µg/m ³	VGAI [1] - Anses (2016)
Limonène	450 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	900 µg/m ³	2 x VMA
Lindane	5 µg/m ³	Estimé en interne (2010)	10 µg/m ³	2 x VMA
m-Xylène	200 µg/m ³	Europe/Index (OQAI, 2012)	400 µg/m ³	2 x VMA
Naphtalène	10 µg/m ³	VGAI [1] - Anses (2009)	20 µg/m ³	2 x VMA
o-Xylène	200 µg/m ³	Europe/Index (OQAI, 2012)	400 µg/m ³	2 x VMA
p-Xylène	200 µg/m ³	Europe/Index (OQAI, 2012)	400 µg/m ³	2 x VMA
Styrène	250 µg/m ³	Europe/Index (OQAI, 2012)	500 µg/m ³	2 x VMA
Tétrachloroéthylène	250 µg/m ³	VGAI [1] - Anses (2010)	1 250 µg/m ³	Valeur d'action rapide - HCSP (2012)
Toluène	300 µg/m ³	Europe/Index (OQAI, 2012)	600 µg/m ³	2 x VMA
Trichloroéthylène	10 µg/m ³	VGAI [2] - Anses (2019)	20 µg/m ³	2 x VMA
Undécane	6 000 µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	12 000 µg/m ³	2 x VMA

* VMA = Valeur Maximum Acceptable (sélectionnée dans la littérature par le laboratoire), action recommandée en cas de dépassement

** VAI = Valeur d'Action Immédiate (sélectionnée dans la littérature par le laboratoire), action immédiate requise en cas de dépassement

[1] VGAI long terme, pour une exposition > 1 an

[2] VGAI long terme, pour une exposition vie entière correspondant à un niveau de risque de 10⁻⁵