



Institut de
Recherche &
d'Expertise
Scientifique



Guide technique

Kits Qualité de l'Air Intérieur (QAI)

Mesure des aldéhydes et des COV dans l'air intérieur

Méthodes internes ANA-AIR-ALD-MO-001 et ANA-AIR-COV-MO-003 (domaine HP Env)

Version 2 | 17/03/2025

LABORATOIRE

Institut de Recherche et d'Expertise Scientifique (IRES), 2 rue de la Durance, Europarc Meinau, 67100 STRASBOURG – France

1	CONTEXTE	3
2	KITS D'AUTO-EVALUATION.....	3
3	OBJET DU GUIDE TECHNIQUE.....	3
4	PRELEVEMENT DES ALDEHYDES (SKC® UMEx-100).....	4
	CONTRÔLE DE CONFORMITE AVANT DISTRIBUTION	4
	DEBIT DE PIEGEAGE.....	5
5	PRELEVEMENT DES COV (RADIELLO® CODE 130)	6
	CONTRÔLE DE CONFORMITE AVANT DISTRIBUTION	6
	DEBIT DE PIEGEAGE.....	7
6	PRECONISATIONS D'UTILISATION ET DE STOCKAGE.....	8
7	ANALYSE DES ALDEHYDES.....	10
	DOMAINE D'ETALONNAGE.....	10
	INCERTITUDES DE MESURE	11
8	ANALYSE DES COV.....	11
	DOMAINE D'ETALONNAGE.....	12
	INCERTITUDES DE MESURE	13
9	EXPRESSION DES RESULTATS.....	14
	ANALYSE DES ALDÉHYDES	14
	ANALYSE DES COV.....	14
10	RESTITUTION DES RESULTATS.....	15
11	AIDE A L'INTERPRETATION DES RESULTATS	15

1 | 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 IRES a développé des kits d'analyse « **Air Intérieur** » comprenant tout le matériel nécessaire à la réalisation des mesures de plus de 40 **aldéhydes** et/ou **composés organiques volatils** (COV) dans l'air intérieur des bâtiments (selon la déclinaison choisie).

2 | KITS D'AUTO-EVALUATION

Selon la déclinaison choisie, votre kit d'analyse « **Air Intérieur** » (Aldéhydes, COV ou DUO) 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 (Lettre Suivie®)** ou un **bordereau Colissimo®**, pour l'envoi de vos prélèvements au laboratoire (depuis la France métropolitaine uniquement).

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

3 | 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® UMEx 100) et des COV (tube Radiello® code 130) ;
- 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 sous couvert d'accréditation. Le laboratoire dispose d'une accréditation Cofrac Section Laboratoires selon la norme **NF EN ISO/CEI 17025** pour la mesure de 15 polluants dans le cadre de la **surveillance de la Qualité de l'Air Intérieur (domaine HP Env – portée n° 1-5775** détaillée disponible sur www.cofrac.fr).

4 | 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 par le laboratoire 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 4.5 ou 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 UMEEx-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)			Débit de piégeage Q (cm ³ /min)		
		Exposition de 8 h à 48 h			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]
Butyr- & Isobutyraldéhyde	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]
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 dans des conditions d'évaluation de la qualité de l'air intérieur, par exposition des badges pendant 7 jours (source : SKC Inc.).

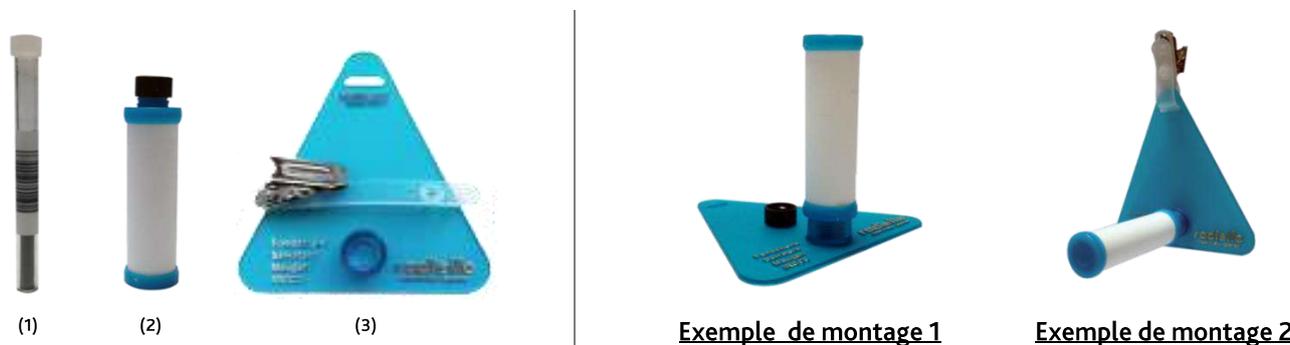
[3] Débits de piégeage calculés (calc.) à partir d'une corrélation établie entre les débits de piégeage des paramètres évalués par SKC pour une exposition de 8 à 24h et les débits de piégeage des paramètres évalués pour une exposition de 7 jours. Ces valeurs sont données à titre indicatif et ne peuvent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

5 | PRELEVEMENT DES COV (RADIELLO® CODE 130)

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 Radiello® code 130 fourni par le laboratoire pour le prélèvement passif des COV dans l'air intérieur est constitué des éléments suivants :

- 1 cartouche Radiello® code 130 ⁽¹⁾ (conditionnée dans un tube en verre étanche étiqueté) contenant un adsorbant de type charbon actif, à usage unique ;
- 1 corps diffusif blanc Radiello® code 120 ⁽²⁾ (réutilisable, [à retourner au laboratoire](#)) ;
- 1 support triangulaire Radiello® code 121 ⁽³⁾ avec pince de fixation, facilitant le positionnement du corps diffusif pour la réalisation du prélèvement (réutilisable, [à retourner au laboratoire](#)).



Les cartouches Radiello® code 130 sont réceptionnées au laboratoire dans leur tube en verre d'origine sous scellé (pochette plastique individuelle) et sont conservées à température ambiante et à l'abri de la lumière.

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 4.5 à 7 jours en continu**.

Un lot d'adsorbant Radiello® code 130 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 tubes 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 cartouche Radiello® code 130 sont définies dans le tableau suivant (pour les conditions ambiantes : T = 25°C et P = 1013 hPa).

Composé	N° CAS	Débit de piégeage Q ₂₉₈ (cm ³ /min)	Origine des valeurs reportées
1,1,1-Trichloroéthane	71-55-6	62 (exp.)	[1]
1,2,4-Triméthylbenzène	95-63-6	50 (exp.)	[2]
1,2-Dichlorobenzène	95-50-1	59 (calc.)	[3]
1,4-Dichlorobenzène	106-46-7	51 (exp.)	[1]
1-Méthoxy-2-Propanol	107-98-2	55 (exp.)	[1]
2-Butoxyéthanol	111-76-2	56 (exp.)	[1]
2-Ethoxyéthanol	110-80-5	55 (exp.)	[1]
2-Ethyl-1-Hexanol	104-76-7	43 (exp.)	[1]
2-Méthoxyéthanol	109-86-4	35 (exp.)	[1]
Acétate de 2-Ethoxyéthyle	111-15-9	54 (exp.)	[1]
Acétate de 2-Méthoxyéthyle	110-49-6	56 (exp.)	[1]
Acétate de Butyle	123-86-4	60 (exp.)	[1]
Alpha-Pinène	80-56-8	53 (exp.)	[1]
Benzène	71-43-2	80 (exp.)	[1]
Chloroforme	67-66-3	75 (exp.)	[1]
Décane	124-18-5	43 (exp.)	[1]
Dichlorométhane	75-09-2	90 (exp.)	[1]
Ethylbenzène	100-41-4	68 (exp.)	[1]
Limonène	138-86-3	43 (exp.)	[1]
Lindane	58-89-9	12 (calc.)	[3]
m-Xylène	108-38-3	70 (exp.)	[1]
Naphtalène	91-20-3	25 (exp.)	[1]
o-Xylène	95-47-6	65 (exp.)	[1]
p-Xylène	106-42-3	70 (exp.)	[1]
Styrène	100-42-5	61 (exp.)	[1]
Tétrachloroéthylène	127-18-4	59 (exp.)	[1]
Toluène	108-88-3	74 (exp.)	[1]
Trichloroéthylène	79-01-6	69 (exp.)	[1]
Undécane	1120-21-4	24 (exp.)	[1]

[1] Débits d'échantillonnage validés expérimentalement (exp.) par la Fondation Salvatore Maugeri (25°C et 1013 hPa). Données issues du mode d'emploi fourni par le fabricant (No. 130-01-2009).

[2] Débits d'échantillonnage validés expérimentalement (exp.) par la Fondation Salvatore Maugeri (25°C et 1013 hPa). Données issues du guide technique fourni par le fabricant (Edition 02/2004).

[3] Débits d'échantillonnage calculés (calc.) pour des conditions standards (25°C et 1013 hPa) à partir de la constante géométrique du corps diffusif blanc avec cartouche code 130 et des coefficients de diffusion dans l'air des COV concernés. Ces valeurs sont données à titre indicatif et ne peuvent garantir la validité des badges pour la recherche des substances concernées.

6 | 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 du processus (Responsabilité)	Badge SKC® UMEx-100 (Aldéhydes)	Badge Radiello® code 130 (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
Expédition (Laboratoire)	<ul style="list-style-type: none"> • Colissimo (par défaut) : livraison sous 2 à 3 jours ouvrables (France métropolitaine, délai indicatif) ou livraison sous 4 à 8 jours ouvrables (International, délai indicatif) • Chronopost 13h : livraison lendemain avant 13h (France métropolitaine, sur demande) • Chronopost 10h : livraison lendemain avant 10h (France métropolitaine, sur demande) 	
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 2 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 : à préciser (sur la fiche de prélèvement) • Humidité : 15 à 90% • 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 4.5 jours en continu (idéalement du lundi matin au vendredi après-midi, possibilité de réaliser un prélèvement sur 7 jours selon les conditions d'occupation) ; • 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>Note : La pose des dispositifs en extérieur n'est possible que s'ils sont protégés des forts courants d'air et autres intempéries par un abri (disponible en location sur demande).</p> <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® UMEx-100 dans la pochette aluminium d'origine portant sa référence et l'adsorbant Radiello® Code 130 dans son tube en verre d'origine immédiatement après la fin du prélèvement.</p>	

2 | DISPOSITIFS DE PRELEVEMENT

Etape du processus (Responsabilité)	
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> <p>Pour les clients de France métropolitaine, le laboratoire fournit par défaut une solution de retour des échantillons par Lettre Suivie® (kits individuels) ou par Colissimo® (à partir de 5 kits).</p> <p>Pour les clients situés hors France métropolitaine, la durée de transport retour des échantillons doit être réduite au minimum. En cas de transport retour d'une durée supérieure à 7 jours, les échantillons doivent être retournés dans une enceinte réfrigérée de type glacière avec pain(s) de glace.</p> <p>Le client peut informer le laboratoire de l'expédition de ses échantillons, en précisant la date de réception estimée.</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).</p> <p>Attention : Les prérequis de l'analyse Cofrac primant sur le délai d'analyse, une majoration sera appliquée si les analyses doivent être avancées. Le client sera néanmoins contacté pour donner son accord sur la poursuite des travaux Cofrac.</p> <p>Si les échantillons ne satisfont pas aux critères énoncés dans ce présent document, le laboratoire en informe le client dans les 2 jours qui suivent la réception des échantillons. La situation est évaluée conformément à la procédure interne de gestion des incidents (disponible sur demande).</p>

7 | ANALYSE DES ALDEHYDES

L'analyse des aldéhydes sur badge SKC® UMEX-100 est réalisée selon un mode opératoire interne développé par le laboratoire (ANA-AIR-ALD-MO-001), 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 (Ethanal)	0.6 µg/capteur	5.4 µg/m ³	15.0 µg/capteur	134.6 µg/m ³
Acroléine	0.6 µg/capteur	13.4 µg/m ³	15.0 µg/capteur	334.0 µg/m ³
Benzaldéhyde	0.6 µg/capteur	9.2 µg/m ³	15.0 µg/capteur	229.2 µg/m ³
Butyr- & Isobutyraldéhyde	1.2 µg/capteur	15.6 µg/m ³	30.0 µg/capteur	389.0 µg/m ³
Formaldéhyde (Méthanal)	0.6 µg/capteur	4.5 µg/m ³	15.0 µg/capteur	113.5 µg/m ³
Hexaldéhyde (Hexanal)	0.6 µg/capteur	13.9 µg/m ³	15.0 µg/capteur	347.0 µg/m ³
Isovaléraldéhyde	0.6 µg/capteur	10.0 µg/m ³	15.0 µg/capteur	249.2 µg/m ³
Valéraldéhyde (Pentanal)	0.6 µg/capteur	10.0 µg/m ³	15.0 µg/capteur	249.2 µg/m ³

* 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 **4,5 jours en continu (6480 min)** et considérant les débits de piégeage des polluants définis dans le présent Guide Technique.

INCERTITUDES DE MESURE

Les incertitudes de mesure ont été estimées sur les données de contrôle qualité disponibles entre 2015 et 2024 ; jugées suffisantes et représentatives des conditions de reproductibilité de la méthode d'analyse ; conformément aux normes suivantes :

- **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	27,3	%	4.5	24,9	%	9.0	24,9	%
Acroléine	0.9	19,0	%	4.5	17,3	%	9.0	18,4	%
Benzaldéhyde	0.9	29,0	%	4.5	28,2	%	9.0	28,4	%
Butyr- & Isobutyraldéhyde	0.9	20,0	%	9.0	18,8	%	18.0	19,2	%
Formaldéhyde (Méthanal)	0.9	34,0	%	4.5	32,3	%	9.0	32,2	%
Hexaldéhyde (Hexanal)	0.9	38,0	%	4.5	37,6	%	9.0	37,1	%
Isovaléraldéhyde	0.9	18,8	%	4.5	17,2	%	9.0	17,0	%
Valéraldéhyde (Pentanal)	0.9	34,7	%	4.5	34,0	%	9.0	34,8	%

* Estimation réalisée sur les données de validation de méthode.

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

8 | ANALYSE DES COV

L'analyse des COV sur tube Radiello® code 130 est réalisée selon un mode opératoire interne développé par le laboratoire (ANA-AIR-COV-MO-003).

Après exposition (cartouche Radiello® code 130 associée à un corps diffusif Radiello® code 120), 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 (étalonnage interne).

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).

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 *	
1,1,1-Trichloroéthane	0.1 µg/capteur	0.2 µg/m ³	5.0 µg/capteur	12.4 µg/m ³
1,2,4-Triméthylbenzène	1.0 µg/capteur	3.1 µg/m ³	50.0 µg/capteur	154.3 µg/m ³
1,2-Dichlorobenzène	0.1 µg/capteur	0.3 µg/m ³	5.0 µg/capteur	13.1 µg/m ³
1,4-Dichlorobenzène	0.1 µg/capteur	0.3 µg/m ³	5.0 µg/capteur	15.1 µg/m ³
1-Méthoxy-2-Propanol	1.0 µg/capteur	2.8 µg/m ³	50.0 µg/capteur	140.3 µg/m ³
2-Butoxyéthanol	1.0 µg/capteur	2.8 µg/m ³	50.0 µg/capteur	137.8 µg/m ³
2-Ethoxyéthanol	1.0 µg/capteur	2.8 µg/m ³	50.0 µg/capteur	140.3 µg/m ³
2-Ethyl-1-Hexanol	1.5 µg/capteur	5.4 µg/m ³	75.0 µg/capteur	269.2 µg/m ³
2-Méthoxyéthanol	1.5 µg/capteur	6.6 µg/m ³	75.0 µg/capteur	330.7 µg/m ³
Acétate de 2-Ethoxyéthyle	1.0 µg/capteur	2.9 µg/m ³	50.0 µg/capteur	142.9 µg/m ³
Acétate de 2-Méthoxyéthyle	1.0 µg/capteur	2.8 µg/m ³	50.0 µg/capteur	137.8 µg/m ³
Acétate de Butyle	0.5 µg/capteur	1.3 µg/m ³	25.0 µg/capteur	64.3 µg/m ³
Alpha-Pinène	0.5 µg/capteur	1.5 µg/m ³	25.0 µg/capteur	72.8 µg/m ³
Benzène	0.3 µg/capteur	0.6 µg/m ³	15.0 µg/capteur	28.9 µg/m ³
Chloroforme	1.0 µg/capteur	2.1 µg/m ³	50.0 µg/capteur	102.9 µg/m ³
Décane	1.0 µg/capteur	3.6 µg/m ³	50.0 µg/capteur	179.4 µg/m ³
Dichlorométhane	1.0 µg/capteur	1.7 µg/m ³	50.0 µg/capteur	85.7 µg/m ³
Ethylbenzène	0.5 µg/capteur	1.1 µg/m ³	25.0 µg/capteur	56.7 µg/m ³
Limonène	0.5 µg/capteur	1.8 µg/m ³	25.0 µg/capteur	89.7 µg/m ³
Lindane	2.0 µg/capteur	25.7 µg/m ³	100.0 µg/capteur	1286.0 µg/m ³
m-Xylène	0.5 µg/capteur	1.1 µg/m ³	25.0 µg/capteur	55.1 µg/m ³
Naphtalène	0.1 µg/capteur	0.6 µg/m ³	5.0 µg/capteur	30.9 µg/m ³
o-Xylène	0.5 µg/capteur	1.2 µg/m ³	25.0 µg/capteur	59.4 µg/m ³
p-Xylène	0.5 µg/capteur	1.1 µg/m ³	25.0 µg/capteur	55.1 µg/m ³
Styrène	0.5 µg/capteur	1.3 µg/m ³	25.0 µg/capteur	63.2 µg/m ³
Tétrachloroéthylène	0.1 µg/capteur	0.3 µg/m ³	5.0 µg/capteur	13.1 µg/m ³
Toluène	1.0 µg/capteur	2.1 µg/m ³	50.0 µg/capteur	104.3 µg/m ³
Trichloroéthylène	0.1 µg/capteur	0.2 µg/m ³	5.0 µg/capteur	11.2 µg/m ³
Undécane	1.0 µg/capteur	6.4 µg/m ³	50.0 µg/capteur	321.5 µg/m ³

* Limites de quantification exprimées en µg de polluant par capteur (résultat brut, indépendant des données de prélèvement) et équivalence en concentration atmosphérique (résultat interprété) pour une durée de prélèvement de 4.5 jours en continu (6480 min) et considérant les débits de piégeage des polluants définis dans le présent Guide Technique.

INCERTITUDES DE MESURE

Les incertitudes de mesure ont été estimées sur les données de contrôle qualité disponibles entre janvier 2018 et mai 2021 ; jugées suffisantes et représentatives des conditions de reproductibilité de la méthode d'analyse ; conformément aux normes suivantes :

- **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	
1,1,1-Trichloroéthane	2.0	23,3	%	3.8	14,7	%	5.0	15,8	%
1,2,4-Triméthylbenzène	20.0	19,3	%	37.5	17,2	%	50.0	17,3	%
1,2-Dichlorobenzène	2.0	20,9	%	3.8	15,3	%	5.0	14,2	%
1,4-Dichlorobenzène	2.0	22,3	%	3.8	14,2	%	5.0	19,1	%
1-Méthoxy-2-Propanol	20.0	25,0	%	37.5	25,0	%	50.0	25,0	%
2-Butoxyéthanol	20.0	25,0	%	37.5	25,0	%	50.0	25,0	%
2-Ethoxyéthanol	20.0	25,0	%	37.5	25,0	%	50.0	25,0	%
2-Ethyl-1-Hexanol	30.0	25,0	%	56.3	25,0	%	75.0	25,0	%
2-Méthoxyéthanol	30.0	25,0	%	56.3	25,0	%	75.0	25,0	%
Acétate de 2-Ethoxyéthyle	20.0	25,0	%	37.5	25,0	%	50.0	25,0	%
Acétate de 2-Méthoxyéthyle	20.0	25,0	%	37.5	25,0	%	50.0	25,0	%
Acétate de Butyle	10.0	25,0	%	18.8	25,0	%	25.0	25,0	%
Alpha-Pinène	10.0	25,0	%	18.8	25,0	%	25.0	25,0	%
Benzène	6.0	28,5	%	11.3	23,5	%	15.0	25,5	%
Chloroforme	20.0	23,2	%	37.5	13,4	%	50.0	16,4	%
Décane	20.0	25,0	%	37.5	25,0	%	50.0	25,0	%
Dichlorométhane	20.0	33,0	%	37.5	29,4	%	50.0	32,5	%
Ethylbenzène	10.0	18,7	%	18.8	12,0	%	25.0	14,1	%
Limonène	10.0	25,0	%	18.8	25,0	%	25.0	25,0	%
Lindane	40.0	25,0	%	75.0	25,0	%	100.0	25,0	%
m-Xylène	10.0	20,2	%	18.8	14,8	%	25.0	14,6	%
Naphtalène	2.0	25,0	%	3.8	25,0	%	5.0	25,0	%
o-Xylène	10.0	20,4	%	18.8	18,1	%	25.0	16,1	%
p-Xylène	10.0	18,1	%	18.8	13,4	%	25.0	14,1	%
Styrène	10.0	20,0	%	18.8	13,4	%	25.0	16,0	%
Tétrachloroéthylène	2.0	25,3	%	3.8	14,9	%	5.0	13,2	%
Toluène	20.0	19,3	%	37.5	10,5	%	50.0	14,9	%
Trichloroéthylène	2.0	22,7	%	3.8	16,4	%	5.0	17,4	%
Undécane	20.0	23,3	%	37.5	14,7	%	50.0	15,8	%

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

9 | EXPRESSION DES RESULTATS

Les résultats des mesures rapportés correspondent à la masse extraite, exprimée en µg (microgramme) par capteur. **Seuls ces résultats bruts, excluant toute interprétation de la part du laboratoire, peuvent être restitués sous couvert de l'accréditation Cofrac du laboratoire.**

ANALYSE DES ALDÉHYDES

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 (Q) utilisés par le laboratoire sont présentés pour chaque polluant dans la partie « 2 | DISPOSITIFS DE PRELEVEMENT ». Aucune correction du débit de piégeage des aldéhydes (badge SKC® UMEEx-100) par rapport à la température ambiante moyenne lors du prélèvement n'est appliquée.

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.

ANALYSE DES COV

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, température moyenne lors du prélèvement) ont été communiquées au laboratoire par le client. Elles sont calculées avec l'équation suivante :

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

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_K : le débit de piégeage corrigé par la température (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 corrigés par la température moyenne lors du prélèvement. Ils sont déterminés selon l'équation suivante, à partir des débits de piégeage de référence (Q₂₉₈) présentés pour chaque polluant dans la partie « 2 | DISPOSITIFS DE PRELEVEMENT » :

$$Q_K = Q_{298} \times \left(\frac{T + 273}{298} \right)^{1.5}$$

Avec :

Q_K : le débit de piégeage corrigé par la température (en cm³/min) ;

Q₂₉₈ : le débit de piégeage de référence (en cm³/min) ;

T : la température moyenne lors du prélèvement (en °C).

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.

10 | RESTITUTION DES RESULTATS

L'accréditation Cofrac du laboratoire selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 est une reconnaissance par un organisme tiers de notre compétence à réaliser les analyses figurant dans notre portée d'accréditation (Essais n°1-5775, disponible sur www.cofrac.fr). En choisissant ce kit d'analyse, vous recevrez deux types de rapports :

- Un rapport interprété vous permettant d'avoir plus de détails sur les polluants recherchés. Ce rapport sera directement téléchargeable sur notre site internet, via la page « [Mon kit Kudzu](#) » ;

Attention : Ce rapport n'est disponible au téléchargement que sur une période de 3 mois après la date de transmission.

- Un rapport simplifié complémentaire certifié COFRAC, sans interprétations, pour lequel vous vous engagez à respecter les conditions d'utilisation détaillées du présent guide technique.

Attention : Ce rapport sera envoyé par défaut à l'adresse électronique de la commande. Si vous n'êtes pas le destinataire du rapport, vous pourrez changer cette adresse via le courrier d'accompagnement qui sera joint à votre colis.

L'IRES s'engage à restituer les rapports d'analyse dans un délai maximum de 10 jours ouvrés à partir de la réception des échantillons au laboratoire (sauf option « Express 5 jours » lors de la commande).

En cas d'utilisation du kit d'analyse en dehors des prescriptions du présent guide technique, le laboratoire ne saurait être tenu responsable et se réserve le droit de ne pas rendre de résultats sous couvert de son accréditation.

11 | 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)	30 µg/m ³	VGAI [1] - Décret 2011-1727	100 µg/m ³	VGAI [3] - Anses (2018)
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
1,2-Dichlorobenzène	60	µg/m ³	Idem 1,4- (pas de données)	120	µg/m ³ Idem 1,4- (pas de données)
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)
Chloroforme	150	µg/m ³	CREL - California EPA (2003)	300	µg/m ³ 2 x VMA
Décane	6 000	µg/m ³	CLI - AFSSET (2009)	12000	µg/m ³ 2 x VMA
Dichlorométhane	200	µg/m ³	CREL - California EPA (2003)	400	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)	12000	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

[3] VGAI court terme, à respecter de manière répétée et continue pour toute la journée

Attention : Les résultats interprétés ainsi que les grilles d'interprétation fournies ne sont pas couverts par l'accréditation Cofrac du laboratoire.