

Guide sur la qualité de l'air intérieur

Module 2

Stratégies et méthodes d'échantillonnage des COV

2013



Comité canadien sur la qualité de l'air et les bâtiments (CCQAIB)

Avertissement

Les guides et autres documents produits par le Comité canadien sur la qualité de l'air intérieur et les bâtiments (CCQAIB) sont des compilations de données existantes tirées de nombreuses sources. Si le CCQAIB s'efforce dans toute la mesure du possible de vérifier l'exactitude de ces données, il ne peut pas garantir la pleine exactitude de l'information publiée dans ces documents. À l'exception des employés des ministères et des organismes du gouvernement du Canada, les membres du Comité sont nommés pour leurs champs d'intérêt personnels et leurs compétences plutôt que comme représentants de groupes ou d'associations spécifiques. Les points de vue exprimés dans les documents sont le reflet du jugement collectif du Comité, et non de celui des membres ou des organisations dont ils sont issus. Les références à d'autres sources et organisations, et les liens vers celles-ci visent à servir de renseignements supplémentaires, et devraient être utilisés avec prudence. Le CCQAIB n'appuie en aucune façon ces organisations, l'information qu'elles diffusent ou les produits qu'elles recommandent. La qualité de l'air intérieur est une question très complexe, et il existe actuellement un écart important entre la connaissance des effets de la QAI sur la santé des occupants, et l'efficacité de diverses technologies et solutions en matière de qualité de l'air intérieur. Les utilisateurs sont invités à faire preuve de discernement.

Préambule

Le but du CCQAIB est, en définitive, d'améliorer la qualité de l'air pour tous les Canadiens dans tous les types de bâtiments. Le CCQAIB a décidé de se concentrer d'abord sur les bâtiments que les Canadiens fréquentent hors de leur domicile pour travailler, apprendre, faire des courses, se divertir, etc. Dans l'ensemble, ces bâtiments sont desservis par des équipements de chauffage, ventilation et conditionnement d'air centraux relativement complexes exploités et gérés par des personnes averties. Le tableau ci-dessous donne des exemples de tels bâtiments selon la classification du Code national du bâtiment du Canada (CNB). Les documents publiés par le CCQAIB sont rédigés principalement à l'intention des gestionnaires et des exploitants de bâtiments, mais les renseignements qu'ils renferment peuvent être utiles à tous ceux qui cherchent à comprendre de façon générale les questions liées à la qualité de l'air intérieur.

Le CCQAIB veut être saisi de l'opinion des utilisateurs des documents et de leurs suggestions pour l'élaboration de nouveau matériel. Vous êtes invités à communiquer avec le secrétaire du CCQAIB à info@IAQforum.ca ou à vous inscrire sur le site internet à www.IAQforum.ca.

Classement du CNB	Exemples
Groupe A, Division 1	Théâtres, cinémas et autres installations pour les arts du spectacle
Groupe A, Division 2	Galeries d'art, musées, bibliothèques, bâtiments éducatifs (écoles, collèges et universités), gymnases, gares ferroviaires et aéroports
Groupe A, Division 3	Arénas et piscines
Groupe C	Appartements, hôtels, résidences d'étudiants
Groupe D	Bureaux, y compris les cabinets médicaux et dentaires
Groupe E	Magasins à rayons, supermarchés, boutiques, espaces pour le commerce de détail

Reproduction non commerciale

L'information sur le présent site est affichée dans le but de la rendre facilement accessible à des fins personnelles et publiques non commerciales et peut être reproduite en tout ou en partie et par tous les procédés. Nous demandons seulement que :

- Les utilisateurs prennent les mesures voulues pour vérifier l'exactitude du matériel reproduit
- Le Comité canadien sur la qualité de l'air intérieur et les bâtiments soit reconnu comme étant la source, et
- Le matériel reproduit n'est pas présenté comme une version officielle réalisé en collaboration ou avec l'appui du CCQAIB.

Reproduction commerciale

Il est interdit de reproduire des exemplaires multiples du matériel sur le présent site, en tout ou en partie, à des fins de distribution commerciale.

Guide sur la qualité de l'air intérieur

Module 2 : Stratégies et méthodes d'échantillonnage des COV

Table des matières

1. Objet du module	1
2. Introduction	1
3. Composés organiques volatils	1
4. Établir la nécessité d'un échantillonnage de COV	2
4.1. Mise en service de bâtiment	2
4.1. Pratiques de gestion exemplaires	4
4.2. Exigences réglementaires	4
4.1. Enquêtes sur des plaintes.....	7
5. Échantillonnage des COV	10
5.1. Quand effectuer l'échantillonnage des COV.....	10
5.2. Où effectuer l'échantillonnage des COV	11
6. Stratégies d'échantillonnage	13
6.1. Généralités.....	13
6.2. Incidence du type de COV sur le choix de la stratégie d'échantillonnage.....	14
6.3. Incidence du type d'environnement intérieur sur la stratégie d'échantillonnage.....	14
7. Méthodes d'échantillonnage de COV	17
7.1. Surveillance en temps réel.....	17
7.2. Échantillonnage actif.....	19
7.3. Échantillonnage passif.....	20
8. Qualifications des experts-conseils et des laboratoires.....	21
8.1. Choix d'un expert-conseil	21
8.2. Accréditation du laboratoire.....	22
9. Sources d'information additionnelle	23

Liste des tableaux et figures

Tableau 2-1 Exemples de pratiques de gestion de bâtiment exemplaires.....	5
Tableau 2-2 Exemples de réglementation de la santé et sécurité au travail.....	6
Tableau 2-3 COV courants et leurs sources*	8
Tableau 2-4 Exemples de lignes directrices sur la gestion des COV	9
Tableau 2-5 Types de plaintes et méthodologie d'échantillonnage	10
Tableau 2-6 Effet de l'âge du bâtiment sur la méthodologie d'échantillonnage	12
Tableau 2-7 Effet de facteurs d'emplacement sur l'échantillonnage et l'analyse de COV	13
Tableau 2-8 Accréditations courantes pour les laboratoires canadiens.....	22
Figure 2-1 Graphique d'acheminement pour l'échantillonnage de COV	3
Figure 2-2 Stratégie d'échantillonnage fondée sur des objectifs.....	16

1. Objet du module

Le présent module a pour objet d'informer les exploitants de bâtiments et les gestionnaires d'installations à propos des composés organiques volatils (COV) et des situations pouvant exiger un échantillonnage des COV. Si un échantillonnage s'impose, le guide vise à donner une information générale suffisante pour être mieux informé lorsqu'il faut faire appel à des ressources externes.

Le présent document fait partie d'une série de modules qui composent le *Guide sur la qualité de l'air intérieur du CCQAIB* disponible à www.IAQforum.ca. Pour les acronymes et définitions, consultez le *Module 1 – Introduction à la qualité de l'air intérieur (QAI)*.

2. Introduction

Les exploitants de bâtiments et les gestionnaires d'installations doivent composer avec des facteurs très variés pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur. Les plaintes sur la qualité de l'air intérieur (QAI) peuvent se rapporter à un éventail de problèmes, par exemple les courants d'air, la température, l'humidité relative, l'aération ou la présence d'odeurs. Certains problèmes de qualité de l'air peuvent provenir d'une contamination par des composés organiques volatils (COV).

L'échantillonnage pour détecter des COV englobe une grande variété de sources, d'environnements intérieurs (résidentiel, institutionnel, commercial, industriel) aux systèmes de ventilation variés et dynamiques, ainsi qu'une grande variété d'objectifs. Il n'existe pas de stratégie ou de méthode d'échantillonnage universelle qui atteint tous les objectifs pour tous les types de COV. Le caractère acceptable d'une méthode dépend non seulement de son exactitude, mais aussi de sa commodité, de l'importance d'obtenir des résultats immédiats, de son éventail d'application, de la disponibilité d'autres procédures et de l'objectif et du contexte en cause. Le choix approprié pourra également varier en fonction du type de bâtiment, de son usage et des exigences d'enquête.

Souvent, il est possible d'établir que la contamination par des COV ne constitue pas un problème, ou qu'elle peut être atténuée sans que l'échantillonnage et l'analyse des COV soient nécessaires. Dans d'autres situations, l'échantillonnage et l'analyse peuvent s'avérer essentiels. Dans la plupart des cas, l'identification des sources possibles de COV et l'amélioration de la qualité de l'air par le contrôle de ces sources constituent une démarche plus informative et rentable que l'analyse de la QAI et la comparaison des valeurs mesurées aux valeurs quantitatives de référence.

3. Composés organiques volatils

Les composés organiques volatils sont des produits chimiques contenant du carbone et à l'état gazeux à la température ambiante. La volatilité, la polarité, l'hydrosolubilité et la réactivité d'un COV influencent le choix des méthodes d'échantillonnage.

Pour évaluer l'influence ou l'importance relative de divers facteurs en vue d'établir les concentrations intérieures de COV, il peut être utile d'appliquer le modèle théorique « source-voie-récepteur ». La source est la cause de la présence de COV, la voie est le chemin suivi par le COV pour atteindre un récepteur, et le récepteur est une personne, un animal, une plante, une propriété ou un écosystème exposé au COV. Chacun de ces facteurs a son importance pour établir la concentration finale de COV dans l'environnement de l'air intérieur.

Habituellement, ce modèle théorique aidera aussi à cerner les stratégies de contrôle des COV qui pourraient éventuellement devenir nécessaires. Il existe trois stratégies de base pour contrôler les concentrations de COV à l'intérieur :

- Le contrôle de la source consiste à éviter ou éliminer les matériaux émetteurs de COV.
- La ventilation abaisse les concentrations de COV en remplaçant l'air dans des zones définies par de l'air (frais) à moindre concentration (par exemple, évacuation spéciale dans un dépôt d'ordures ou pressurisation des corridors communs).
- Le nettoyage comprend le filtrage et le rayonnement ultraviolet (UV). Le filtrage désigne le captage matériel des COV et leur élimination. Le rayonnement UV altère la composition chimique du COV pour former des composés différents et moins nuisibles.

Un programme d'échantillonnage pourrait être nécessaire pour démontrer l'efficacité des mesures de contrôle exécutées.

4. Établir la nécessité d'un échantillonnage de COV

L'échantillonnage de COV peut être dispendieux, et il faut donc bien réfléchir pour établir s'il est nécessaire. L'objet de l'échantillonnage porte habituellement sur une ou plusieurs des quatre catégories suivantes :

- mise en service de bâtiment;
- pratiques exemplaires de gestion (y compris l'évaluation et le contrôle lors d'activités de construction ou de rénovation);
- conformité aux exigences réglementaires;
- enquêtes sur des plaintes.

De nombreux facteurs peuvent influencer la concentration et la répartition de COV dans des environnements intérieurs, et par le fait même le choix de la méthode d'échantillonnage de COV. Ces facteurs comprennent le type et l'emplacement des COV, le type et la taille du bâtiment, le type d'usage et d'activité, et le type et l'ampleur de la ventilation (mécanique/naturelle). La figure 2-1 illustre un processus pour établir plus facilement si un échantillonnage de COV est nécessaire.

4.1. Mise en service de bâtiment

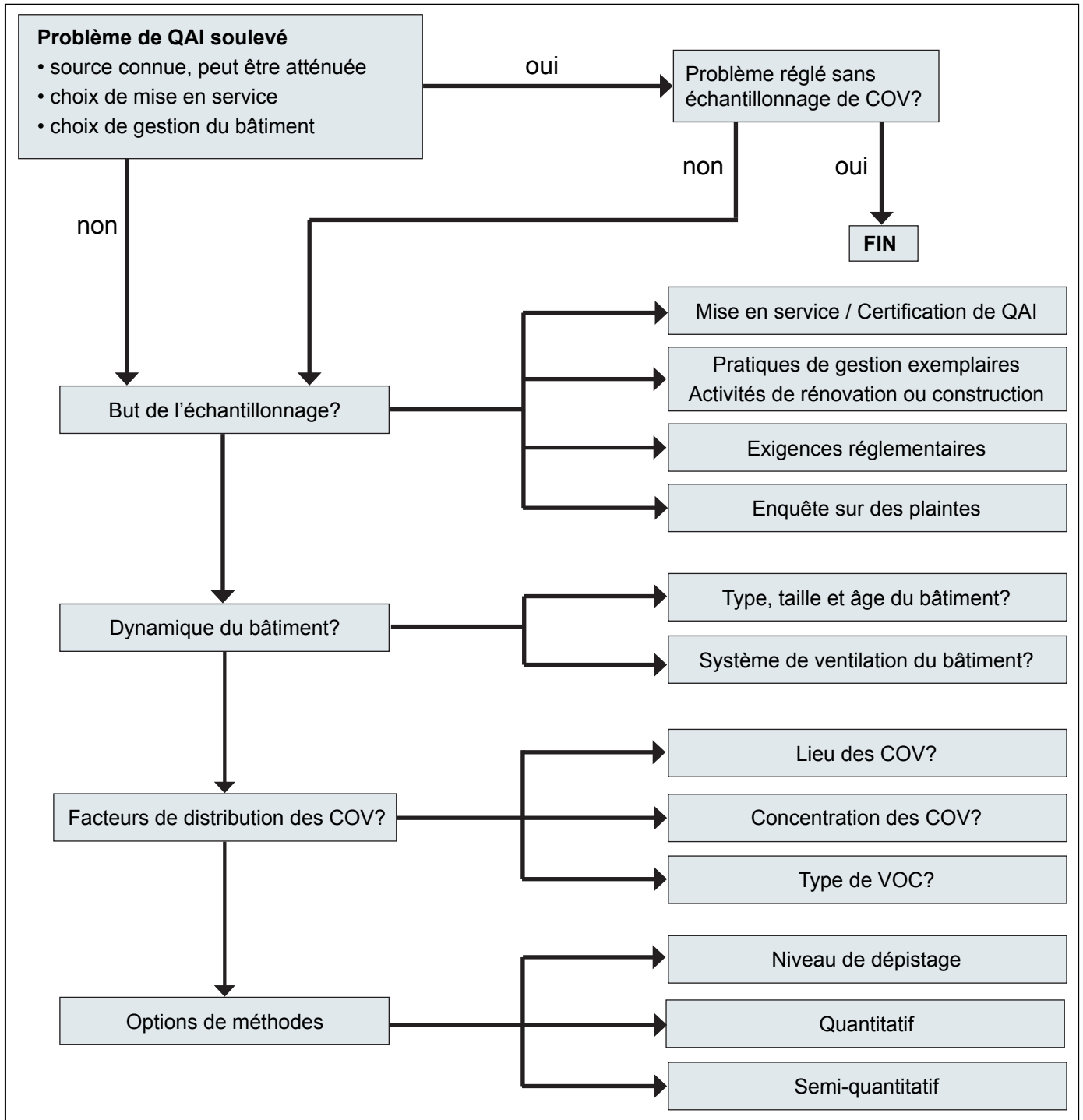
La mise en service de bâtiment est un processus de contrôle de la qualité pour vérifier et documenter l'atteinte des objectifs et des critères définis pour le rendement des installations, des systèmes et des ensembles. Lorsque le processus de mise en service comprend l'échantillonnage de COV, les données de référence recueillies pourront plus tard servir de point de comparaison. Des exemples de protocoles de mise en service peuvent être consultés auprès de Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) [www.usgbc.org] et Building Owners and Managers Association, Building Environmental Standards [www.bomabest.com].

La mise en service peut comprendre la vérification sur place d'équipement, de composants et de procédures, ou une analyse de la qualité de l'air, y compris l'échantillonnage de COV. Ainsi, les procédures de mise en service des programmes LEED et BOMA prévoient habituellement des analyses avant l'occupation pour démontrer que le niveau total de COV et le niveau de certains COV (p. ex. formaldéhyde,

4-PC) sont inférieurs à une valeur limite ou, lors de la construction, pour démontrer que les plans de gestion du contrôle sont appliqués et efficaces.

Il existe d'autres options que l'analyse, bien que moins pratiques, comme l'évacuation forcée avant l'occupation. La plupart des émanations de COV de nombreux matériaux de construction et de l'ameublement s'effectuent au moment de leur installation. Par conséquent, si l'occupation est retardée, ou si l'on augmente la ventilation, la concentration sera réduite.

Figure 2-1 Graphique d'acheminement pour l'échantillonnage de COV



4.2. Pratiques de gestion exemplaires

Les pratiques de gestion exemplaires (PGE) pour la qualité de l'air intérieur sont des procédures appliquées lors de la planification, de la construction et de l'exploitation des bâtiments afin de réduire l'émission de polluants et l'exposition à ces derniers. Ainsi, de nombreux exploitants de bâtiments ont établi des PGE pour l'entretien (p. ex. remplacement des filtres de l'installation de traitement de l'air) en vue d'assurer une bonne QAI.

Les PGE pourraient prévoir un échantillonnage de COV pour établir les calendriers convenables d'occupation ou de réoccupation (p. ex. lors de rénovations, quand les niveaux de COV pourraient être élevés à cause de l'installation de nouveaux matériaux). Une PGE pourrait aussi exiger l'échantillonnage de COV avant l'occupation ou lors de rénovations. La méthode adéquate d'échantillonnage de COV dépend du scénario source-voie-récepteur dans chaque cas. Les méthodes comprendraient habituellement des méthodes semi-quantitatives ou de dépistage lorsqu'il faut surveiller les mesures de contrôle et obtenir des résultats rapidement, et des résultats quantitatifs lorsqu'il existe des critères d'occupation ou une exigence de certification.

Diverses autorités ont publié des PGE, principalement des organismes fédéraux, provinciaux et municipaux. Quelques exemples sont donnés au tableau 2-1 (page suivante).

4.3. Exigences réglementaires

Les exigences réglementaires relatives aux COV à l'intérieur varient selon l'usage (résidence ou lieu de travail), le type de résidence ou de lieu de travail, et la province ou le territoire. Les compétences qui ne réglementent pas spécifiquement la qualité de l'air intérieur appliquent une disposition de devoir général de diligence. Cette disposition, commune à l'ensemble des lois et règlements canadiens sur la santé et la sécurité au travail, prescrit que l'employeur doit fournir un lieu de travail sain et sécuritaire. Le tableau 2-2 (page 6) présente des exemples de réglementation provinciale et territoriale de la santé et sécurité au travail, en français et en anglais.

Les lignes directrices de Santé Canada sont souvent mentionnées par renvoi, en particulier lorsqu'il n'y a pas de règlement.

En milieu industriel, l'exposition aux produits chimiques et aux substances désignées est assujettie à la réglementation provinciale de la santé et sécurité au travail. Les critères et protocoles de santé et sécurité au travail pour les COV visent habituellement la protection des travailleurs industriels. Les gestionnaires de bâtiments et les exploitants d'installations doivent également connaître l'impact sur leurs bâtiments de sources de COV provenant de sites industriels à proximité.

De plus, bien que certains usages ou certaines classifications de bâtiment ne soient pas industriels, il peut s'agir d'activités qui produisent des COV particuliers. Ainsi, l'alcool et les désinfectants sont d'usage courant dans les bâtiments médicaux, tout comme l'acétone dans les salons de beauté, ou le formaldéhyde dans un salon funéraire.

La méthode appropriée de santé et sécurité au travail à appliquer à des COV particuliers est souvent définie par la réglementation provinciale ou des autorités reconnues comme le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ou l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), tous des organismes des États-Unis.

Tableau 2-1 Exemples de pratiques de gestion de bâtiment exemplaires		
Autorité	Commentaires	Référence
Santé Canada	Outils pour les écoles	Visiter : http://www.hc-sc.gc.ca/ Rechercher : Outils de la trousse d'action pour les écoles
Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL)	SCHL : Qualité de l'air intérieur	Visiter : http://www.cmhc-schl.gc.ca/ Rechercher : Qualité de l'air intérieur
Conseil national de recherches Canada (CNRC)	Normes et lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur	Visiter : http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/ibp/irc.html Rechercher : Lignes directrices qualité de l'air intérieur
Colombie-Britannique Ministry of the Environment	PGE environnementales pour l'aménagement urbain et rural en Colombie-Britannique : PGE sur la qualité de l'air et documentation (anglais seulement)	Visiter : http://www.env.gov.bc.ca/
Better Buildings Partnership - Toronto	Better Buildings Partnership est un programme de la Ville de Toronto portant sur une collaboration avec les propriétaires, gestionnaires et constructeurs de bâtiments pour veiller à ce que les bâtiments aient une performance énergétique supérieure et un faible impact environnemental. Le programme propose des connaissances, des ressources et une aide financière pour maximiser les résultats d'un large éventail de projets éconergétiques et d'énergie renouvelable (anglais seulement).	Visiter : http://bbptoronto.ca/

Leurs méthodes d'échantillonnage sont habituellement bien définies et visent à mesurer l'exposition personnelle de récepteurs humains. Toutefois, dans certaines situations, il peut être nécessaire d'effectuer un échantillonnage supplémentaire et de modifier les méthodes pour déterminer les sources et les voies. À titre d'exemple, l'exposition d'un travailleur à des COV dans un centre commercial peut être influencée par une source dans une unité voisine, comme une cabine de peinture ou un salon de beauté, et il pourrait falloir effectuer des échantillonnages supplémentaires pour cerner les liens de source et de voie. Bien que la réglementation provinciale et les autorités reconnues définissent clairement les choix de méthode d'échantillonnage de COV, le filtrage, des mesures à long terme ou des méthodes plus sensibles peuvent être nécessaires pour régler les plaintes des occupants ou des problèmes d'odeurs, ou évaluer des expositions inférieures aux niveaux admissibles.

Tableau 2-2 Exemples de réglementation de la santé et sécurité au travail		
Compétence	Visiter	Rechercher
Alberta	http://employment.alberta.ca/	Occupational Health and Safety Code
Colombie-Britannique	http://www2.worksafebc.com/	OHS Regulation: Part 4 General Conditions
Manitoba	http://safemanitoba.com/	Règlement sur la sécurité et la santé au travail - Partie 4 - Exigences générales concernant le lieu de travail
Nouveau-Brunswick	http://laws.gnb.ca/fr/ShowPdf/cr/91-191.pdf	Loi sur l'hygiène et la sécurité au travail
Terre-Neuve-et-Labrador	http://assembly.nl.ca/Legislation/sr/regulations/rc090070.htm#45	Occupational Health and Safety Regulation 70/09
T.N.-O. et Nunavut	http://www.justice.gov.nt.ca/PDF/REGS/SAFETY/General_Safety.pdf	Loi sur la sécurité : Règlement général sur la sécurité
Nouvelle-Écosse	http://www.gov.ns.ca/just/regulations/regs/ohsgensf.htm	Occupational Safety General Regulations
Ontario	http://www.search.e-laws.gov.on.ca/fr/isysquery/9fc034b1-4030-454c-b3f7-e917e864e2be/1/doc/?search=browseStatutes&context=-hit1	Loi sur la santé et la sécurité au travail - Règlement 833 - Contrôle de l'exposition à des agents biologiques ou chimiques
Île-du-Prince-Édouard	http://www.gov.pe.ca/law/regulations/pdf/O&01G.pdf	Occupational Health and Safety Act: General Regulations
Québec	http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/lois_et_reglements/liste_reglements.php?alpha=S-2.1	Règlement sur la santé et la sécurité du travail, 2001
Saskatchewan	http://www.qp.gov.sk.ca/documents/English/Regulations/Regulations/O1-1R1.pdf	The Occupational Health and Safety Regulations, 1996
Yukon	http://www.wcb.yk.ca/Media/documents/Occupational_Health_Regs.pdf	Yukon Occupational Health Regulations
Fédéral	http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/L-2/index.html	Code canadien du travail - Partie II - Santé et sécurité au travail

L'intrusion de vapeurs réfère à des COV qui se volatilisent à la surface de la nappe aquifère, migrent à travers le sol non saturé et pénètrent à l'intérieur du bâtiment par des ouvertures dans la fondation. La présence de COV spécifiques peut indiquer qu'une installation industrielle était située sur les lieux précédemment (par ex., des hydrocarbures aromatiques d'une station-service ou du tétrachloroéthylène d'un nettoyeur à sec).

Une recherche historique pourrait justifier le forage de la dalle de sous-sol pour faire des prélèvements et confirmer la source et la composition des contaminants et mettre en œuvre un plan d'assainissement. La réglementation limitant l'intrusion de vapeurs d'origine souterraine doit être prise en compte.

4.4. Enquêtes sur des plaintes

Les plaintes des occupants à propos de la qualité de l'air peuvent imposer aux exploitants de bâtiments et aux gestionnaires d'installations d'y donner suite par une évaluation de la QAI comportant un échantillonnage de COV. La première étape consiste à réaliser des entrevues et des inspections sommaires pour cerner les symptômes, la nature des odeurs, le moment du jour, les activités connexes et les conditions dans le bâtiment, et vérifier le fonctionnement du système de CVCA.

Pour évaluer une plainte, il importe de garder à l'esprit que des impressions d'inconfort ou de maladie peuvent être rattachées à d'autres problèmes du bâtiment, comme le niveau de bruit, le confort thermique (température, humidité et déplacement de l'air), l'éclairage, l'ergonomie et bien d'autres facteurs sans lien avec le bâtiment, ou un trouble médical préexistant.

On peut soupçonner une mauvaise qualité de l'air lorsque les occupants manifestent des symptômes après quelques heures passées dans le bâtiment, et qu'ils se sentent mieux après avoir quitté le bâtiment, ou après la fin de semaine ou des vacances. La qualité de l'air peut également être mise en doute si plusieurs personnes rapportent des symptômes similaires, ou si tous les gens qui signalent des symptômes se trouvent dans la même zone du bâtiment. Quelques symptômes d'exposition à des COV :

- irritation des yeux, du nez et de la gorge;
- mal de tête;
- réaction cutanée allergique, comme une éruption cutanée;
- respiration difficile;
- nausée ou vomissement;
- saignement de nez;
- fatigue;
- étourdissements;
- perte de coordination;
- confusion.



Les symptômes couramment rattachés à une mauvaise qualité de l'air peuvent également provenir de problèmes de santé comme le rhume ou la grippe, ou d'autres causes comme le niveau de bruit, le confort thermique (température, humidité et déplacement de l'air), l'éclairage ou une ergonomie déficiente. Des symptômes attribués aux COV pourraient également être attribuables à une mauvaise qualité de l'air découlant de la présence d'autres contaminants, comme des produits de combustion, des composés inorganiques et de la poussière.

Si l'enquête initiale indique un lien possible entre les plaintes en matière de santé ou d'odeurs et des sources de COV, le choix de la méthode d'échantillonnage dépendra d'abord de savoir si la source de COV est connue ou non. Un échantillonnage pourrait être requis s'il faut en apprendre plus sur la voie ou le récepteur, ou si des consignes ou des préoccupations réglementaires l'exigent. Des exemples de diverses sources de COV sont présentés au tableau 2-3.

Tableau 2-3 COV courants et leurs sources*	
Produit chimique	Source *
Acétone	Peintures, revêtements, finisseurs, décapants, diluants, produits de calfeutrage
Hydrocarbures aliphatiques (octane, décane, undécane, hexane, isodécane, mélanges, etc.)	Peintures, colles, essence, sources de combustion, photocopieurs à processus liquide, moquette, linoléum, produits de calfeutrage
Hydrocarbures aromatiques (toluène, xy-lènes, éthylbenzène, benzène)	Sources de combustion, peintures, colles, essence, linoléum, revêtements muraux
Solvants chlorés (dichlorométhane ou chlo-rure de méthylène, trichloroéthane)	Produits de nettoyage et de protection pour meubles et tapis, vernis, peintures, décapants pour peinture, solvants industriels, liquides correcteurs, vêtements net-toyés à sec
Acétate de n-butyle	Tuiles acoustiques pour plafonds, linoléum, matériaux d'étanchéité
Dichlorobenzène	Moquette, cristaux antimites, assainisseurs d'air
Phényle-4 cyclohexène (4-PC)	Moquette, peintures
Terpènes (limonène, a-pinène)	Désodorisants, produits de nettoyage et de polissage, tis-sus, assouplisseurs pour tissus, cigarettes
Formaldéhyde	Mobilier, armoires et matériaux de construction fabri-qués avec des panneaux de particules, des panneaux de fibres à densité moyenne et certains plastiques moulés; produits de consommation, notamment certaines peintures au latex, papiers peints, produits de papier et de carton, détergents à vaisselle, assouplissants à lessive, produits pour les chaussures, nettoyeurs à tapis, colles et adhésifs, laques et certains cosmétiques comme les dur-cisseurs et vernis à ongles; certains tissus infroissables (p. ex. rideaux, literie, vêtements), laboratoires médi-caux. Désinfectants pour les mains; stérilisation (médicale/ dentaire)

* L'information contenue dans ce tableau provient de plusieurs sources dont Santé Canada.

À titre d'exemple, dans le cas de plaintes à propos d'odeurs, le récepteur est souvent connu, mais la source ou la voie peuvent être difficiles à cerner, et un échantillonnage supplémentaire de COV pourrait être nécessaire pour compléter l'enquête et régler la plainte. Autrement dit, l'exploitant du bâtiment ou le gestionnaire de l'installation se demande quelle est cette odeur et d'où elle vient, ou croit reconnaître l'odeur et se demande comment elle est parvenue à cet endroit.

L'enquête part habituellement du récepteur, le plus souvent avec des méthodes de type dépistage pour confirmer le lien source-voie-récepteur. Le besoin de méthodes quantitatives ou semi-quantitatives plus poussées dépendra du type de COV et de l'objectif, atténuation de la source ou évaluation de l'exposition des occupants. L'échantillonnage de COV lié à des odeurs comporte d'autres difficultés :

- les odeurs ne proviennent pas nécessairement de COV (p. ex. composés inorganiques du soufre ou de l'ammoniaque);
- la détection olfactive peut s'effectuer à des concentrations inférieures à ce que peut facilement mesurer un programme d'échantillonnage et d'analyse;
- les gens n'ont pas tous la même sensibilité aux composés odorants;
- les sources et les voies peuvent être discontinues.

Si la source est inconnue, une phase d'enquête devient nécessaire. Une approche typique consisterait à réaliser un relevé de dépistage des COV totaux (COVT) au moyen d'instruments à lecture directe, suivi d'un échantillonnage de caractérisation ouverte des COV en fonction du relevé, et peut-être ensuite d'autres échantillonnages quantitatifs pour des COV définis.

Pour plus d'information sur le traitement des problèmes de QAI et comment communiquer avec les occupants des bâtiments, voir le Module 4 Reconnaître et régler les problèmes de QAI et le Module 7 Communiquer avec des organisations de locataires et des occupants individuels.

Des organismes nationaux (p. ex. Santé Canada) et internationaux (p. ex. Communauté européenne) publient des lignes directrices sur la façon de donner suite aux plaintes des occupants, avec des exemples au tableau 2-4.

Tableau 2-4 Exemples de lignes directrices sur la gestion des COV	
Autorité/	Visiter :
Santé Canada – Lignes directrices sur la qualité de l'air	http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/in/index-fra.php
Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail Qualité de l'air intérieur	http://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/iaq_intro.html
EPA (États-Unis). An Introduction to Indoor Air Quality (IAQ) Volatile Organic Compounds (VOCs)	http://www.epa.gov/iaq/voc.html

Tableau 2-4 Exemples de lignes directrices sur la gestion des COV	
Valeurs guides de l'OMS pour la qualité de l'air intérieur : le cas de plusieurs polluants (anglais seulement)	http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/Housing-and-health/publications/2010/who-guidelines-for-indoor-air-quality-selected-pollutants
European International Collaborative Action Indoor Air Quality & Its Impact On Man - Environment and Quality of Life - Report No 19 Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor air Quality Investigations (anglais seulement)	http://www.buildingecology.com/iaq/useful-publications/european-collaborative-action-on-urban-air-indoor-environment-and-human-exposure-reports-1/

5. Échantillonnage des COV

5.1. Quand effectuer l'échantillonnage des COV

Dans un premier temps et avant de procéder à l'échantillonnage des COV, il faut étudier l'élimination de la source. Si c'est impossible ou trop onéreux, l'échantillonnage peut être envisagé. Les caractéristiques de la relation source-voie-récepteur influenceront le choix de la méthode et de la durée de l'échantillonnage. Le tableau 2-5 indique comment adapter l'échantillonnage de COV à divers types de plaintes.

Tableau 2-5 Types de plaintes et méthodologie d'échantillonnage	
Description	Facteurs d'analyse et d'échantillonnage
Court terme	Une plainte se rapportant à un moment précis devrait donner lieu à un échantillonnage aux mêmes moments. Pour composer avec la concentration préalable à la courte durée de l'analyse, un échantillonnage par prélèvement sans concentration suivi d'une caractérisation des COV pourrait être approprié.
Continu	Lorsque des plaintes sont formulées de façon continue, un échantillonnage de courte durée suivi d'une caractérisation des COV (p. ex. méthode Austen (AM) 1.2) serait adéquat.
Saisonnier	Les plaintes de nature saisonnière devraient être évaluées en comparant les profils de COV des périodes de plaintes et des périodes sans plaintes.
Périodique	Les plaintes de nature périodique devraient donner lieu à un échantillonnage survenant pendant ces périodes, avec une durée d'échantillonnage correspondant à la durée de l'événement.
Erratique	Les plaintes erratiques présentent les cas les plus difficiles, et peuvent exiger un échantillonnage près des zones des plaintes, en donnant aux personnes affectées un moyen de signaler rapidement un retour des symptômes.

Si l'on sait très bien quand se manifeste une source, ce moment peut servir à définir la relation source-voie-récepteur, pour peut-être éliminer le besoin d'un échantillonnage de COV ou en réduire l'ampleur. À titre d'exemple, si l'on peut établir une corrélation entre des plaintes en matière de santé ou d'odeurs et les conditions du bâtiment, les activités des occupants ou à proximité, les conditions météorologiques ou l'état du système de ventilation, il peut alors être possible d'établir la source ou la voie, et d'atténuer le problème sans échantillonnage, ou au moyen d'un programme d'échantillonnage adapté.

L'échantillonnage devrait s'étaler sur une durée permettant de produire des données représentatives et significatives. Le choix du moment peut également être prescrit par des mesures réglementaires, par exemple afin d'établir l'exposition à court terme ou l'exposition moyenne pondérée dans le temps pour des travailleurs. Lorsque le moment ou la durée ne sont pas définis par des mesures réglementaires, il faudrait interviewer les occupants ou leur faire remplir un questionnaire pour mieux savoir quand la contamination pourrait se manifester. Il faut cependant garder à l'esprit que les données des plaignants ne sont pas toujours objectives.

5.2. Où effectuer l'échantillonnage des COV

5.2.1. Facteurs liés au bâtiment

Une grande variété de facteurs liés au bâtiment peut avoir une influence cruciale dans le choix d'une méthode adéquate d'échantillonnage, et ces facteurs sont souvent rattachés à ceux qui influencent le choix du moment et de la durée, mentionnés précédemment. Le type de bâtiment définit souvent le récepteur, et donc le choix de la méthode. Ainsi, dans un établissement de réunion, on devrait compter parmi les récepteurs éventuels le personnel de l'établissement et des membres du grand public.

L'âge et la construction du bâtiment peuvent constituer des facteurs pertinents. Les nouveaux bâtiments sont habituellement plus étanches à l'air pour économiser l'énergie, ce qui signifie que les COV ont moins de chances de se dissiper par des fuites d'air. Par contre, les nouveaux bâtiments peuvent également être construits de matériaux plus respectueux de l'environnement (p. ex. peintures à faibles émissions de COV). Le tableau 2-6 (page suivante) indique comment il peut être nécessaire d'adapter une stratégie d'échantillonnage des COV en fonction de l'âge du bâtiment.

La délimitation de la zone préoccupante devrait être prise en compte de concert avec d'autres facteurs du bâtiment. Ainsi, une enquête sur des plaintes provenant d'une section du bâtiment desservie par un seul groupe de traitement de l'air devrait envisager ce groupe comme source ou voie possible.

Il faudrait aussi tenir dûment compte de l'environnement dans lequel se situe le bâtiment. Des sources externes et sur place peuvent contribuer aux concentrations intérieures de COV, et les conditions météorologiques locales peuvent influencer l'impact de ces sources. L'emplacement géographique du bâtiment peut influencer des facteurs comme sa construction et sa proximité de sources externes.

5.2.2. Facteurs liés au récepteur

Comme l'échantillonnage a souvent pour objet d'établir l'exposition réelle ou possible des récepteurs, le choix de la méthodologie d'échantillonnage sera influencé par le type, l'emplacement et la durée d'exposition des récepteurs. À titre d'exemple, une enquête sur l'impact à long terme des matériaux de construction dans un musée peut exiger des méthodes d'échantillonnage sensibles et à long terme, alors qu'une évaluation de l'exposition du grand public peut faire appel à des méthodes d'échantillonnage à

court terme de sensibilité variable. Les facteurs liés aux récepteurs se rapportent généralement à cinq catégories :

- travailleur adulte en santé;
- adulte en santé;
- grand public;
- personnes sensibles individuellement;
- articles ou matériaux de construction.

De manière générale, plus le récepteur est sensible, plus la méthodologie à appliquer doit être sensible.

Tableau 2-6 Effet de l'âge du bâtiment sur la méthodologie d'échantillonnage	
Description	Incidences sur l'échantillonnage et l'analyse
Moins de 10 ans, construction de matériaux à faibles émissions de COV	Plutôt que les matériaux de construction, il est plus probable que des sources externes ou relevant des occupants soient à l'origine de problèmes dans des bâtiments de construction récente avec des matériaux à faibles émissions de COV choisis rigoureusement. Des infiltrations d'eau ou l'élimination ou le stockage inadéquat de matières organiques peuvent produire des COV microbiens.
Moins de 10 ans, construction de matériaux conventionnels	Les émanations gazeuses de matériaux de construction constituent une source possible dans des bâtiments de construction récente avec des matériaux conventionnels. Il faudrait envisager d'établir les concentrations de formaldéhyde (méthode DM1.3, DM1.4, SM2.1 ou SM2.2) avant la caractérisation des COV. Des infiltrations d'eau ou l'élimination ou le stockage inadéquats de matières organiques peuvent produire des COV microbiens.
Plus de 10 ans	En l'absence de rénovations ou d'agrandissements, il est peu probable que les émanations gazeuses de matériaux de construction représentent une source significative de COV. Des infiltrations d'eau ou l'élimination ou le stockage inadéquat de matières organiques peuvent produire des COV microbiens.

5.2.3. Ventilation du bâtiment

Le système de ventilation du bâtiment jouera probablement un rôle important à titre de voie, et pourrait également être en lien avec des facteurs de moment et de durée, par exemple dans le cas d'odeurs perçues seulement pendant le fonctionnement d'un groupe de traitement de l'air.

Le fonctionnement et la maintenance de composants du bâtiment comme les systèmes de traitement de l'air, de plomberie et de traitement des déchets solides peuvent influencer un ou plusieurs des liens source-voie-récepteur en cause dans la zone préoccupante. Il faut s'assurer que les composants essentiels

du bâtiment fonctionnent comme prévu avant d'engager une stratégie d'échantillonnage et d'analyse des COV, pour éviter des dépenses inutiles.

Lorsque des plaintes proviennent de toutes les zones desservies par le système de ventilation, l'échantillonnage devrait se concentrer sur ce système à titre de source ou de voie possible. Si les plaintes ne sont pas invariablement liées à des zones desservies par le système, il y a probablement des liens source-voie internes. Lorsque les plaintes proviennent de zones desservies par de multiples systèmes de ventilation, la stratégie d'échantillonnage devrait tenir compte de la possibilité de sources externes atteignant les entrées d'air des systèmes de ventilation.

Le tableau 2-7 explique comment des facteurs sur l'emplacement et extérieurs peuvent influencer l'échantillonnage des COV.

Tableau 2-7 Effet de facteurs d'emplacement sur l'échantillonnage et l'analyse de COV	
Facteur	Incidences sur l'échantillonnage et l'analyse
Présence de construction neuve/rénovations	<p>Les matériaux (p. ex. peintures, adhésifs, produits de bois pressé) d'une construction neuve ou de rénovations peuvent constituer une source de COV s'ajoutant à celles que compte déjà le bâtiment.</p> <p>Les activités de rénovation peuvent libérer dans l'air des contaminants de matériaux de construction plus anciens (p. ex. formaldéhyde de la MIUF).</p> <p>Des méthodes de dépistage (p. ex. méthode DM1.1) peuvent être employées pour évaluer des sources et des voies possibles.</p>
Présence de sources externes connues sur place (sur la propriété)	<p>Pour un nouveau bâtiment (B-1 et B-2), évaluer l'impact possible de sources sur place (p. ex. génératrices d'urgence, garages à étages).</p> <p>Pour un bâtiment plus ancien (B-3 et B-4), étudier rigoureusement si des changements ont pu créer une voie permettant à des contaminants de sources connues sur place de pénétrer l'enveloppe du bâtiment.</p>
Présence de sources hors site connues	Étudier attentivement si des sources hors site connues auraient pu trouver des voies pour pénétrer l'enveloppe du bâtiment.

6. Stratégies d'échantillonnage

6.1. Généralités

L'échantillonnage de l'air intérieur pour détecter des COV englobe une grande variété de sources, d'environnements intérieurs (résidentiel, institutionnel, commercial, industriel), une variété de systèmes dynamiques de ventilation et une grande variété d'objectifs (évaluation d'effets toxiques ou chroniques sur la santé, analyse des tendances ou évaluations de référence, conformité réglementaire, réaction aux plaintes des occupants, conception ou mise à l'essai de mesures d'atténuation). Il n'existe pas de stratégie ou de méthode d'échantillonnage universelle qui atteint tous les objectifs pour tous les types de

COV. Le caractère acceptable d'une méthode dépend non seulement de son exactitude, mais aussi de sa commodité, de l'importance d'obtenir des résultats immédiats, de son éventail d'application, de la disponibilité d'autres procédures et de l'objectif et du contexte en cause. Le choix de la stratégie d'échantillonnage dépendra :

- de l'objet de l'échantillonnage (plaintes des occupants, exigences réglementaires, etc.);
- du type de COV;
- du type d'environnement intérieur.

La figure 2-2 à la page 16 est un graphique d'acheminement illustrant l'effet de ces variables sur le choix d'une méthode d'essai appropriée. Les méthodes d'essai seront décrites plus loin.

6.2. Incidence du type de COV sur le choix de la stratégie d'échantillonnage

La volatilité, la polarité, l'hydrosolubilité et la réactivité d'un COV représentent des facteurs essentiels du choix des méthodes d'échantillonnage et d'analyse. Les COV peuvent être classés dans cinq grandes catégories, selon ces caractéristiques physiques et chimiques et la conclusion analytique. La délimitation entre les catégories s'exprime mieux en fourchette de valeurs plutôt qu'en limites strictes. Il est important de comprendre les propriétés chimiques, les sources possibles et les techniques finales d'analyse du COV en cause en vue d'élaborer une stratégie d'échantillonnage fondée, de prévoir le transport et l'entreposage des échantillons et d'interpréter correctement les résultats.

Les catégories de COV sont les suivantes :

- Les composés organiques très volatils (COTV) sont présents dans l'air à l'état gazeux, à la température et à la pression atmosphérique ambiantes. À cause de leur tension de vapeur élevée, les COTV sont habituellement plus difficiles à recueillir et à conserver dans un sorbant que d'autres COV.
- Les composés organiques volatils (COV) sont présents dans l'air à l'état gazeux, à la température et à la pression atmosphériques ambiantes. Les COV au point d'ébullition à l'extrémité supérieure de la fourchette présentent une tension de vapeur significative à la température et à la pression atmosphérique ambiantes.
- Les composés organiques semi-volatils (COSV) peuvent être présents à la fois sous forme de vapeurs et de particules à la température et à la pression atmosphérique ambiantes.

Les composés organiques volatils microbiens (COVM) sont des composés organiques diffusés par différentes espèces de champignons qui croissent sur des matières contaminées.

6.3. Incidence du type d'environnement intérieur sur la stratégie d'échantillonnage

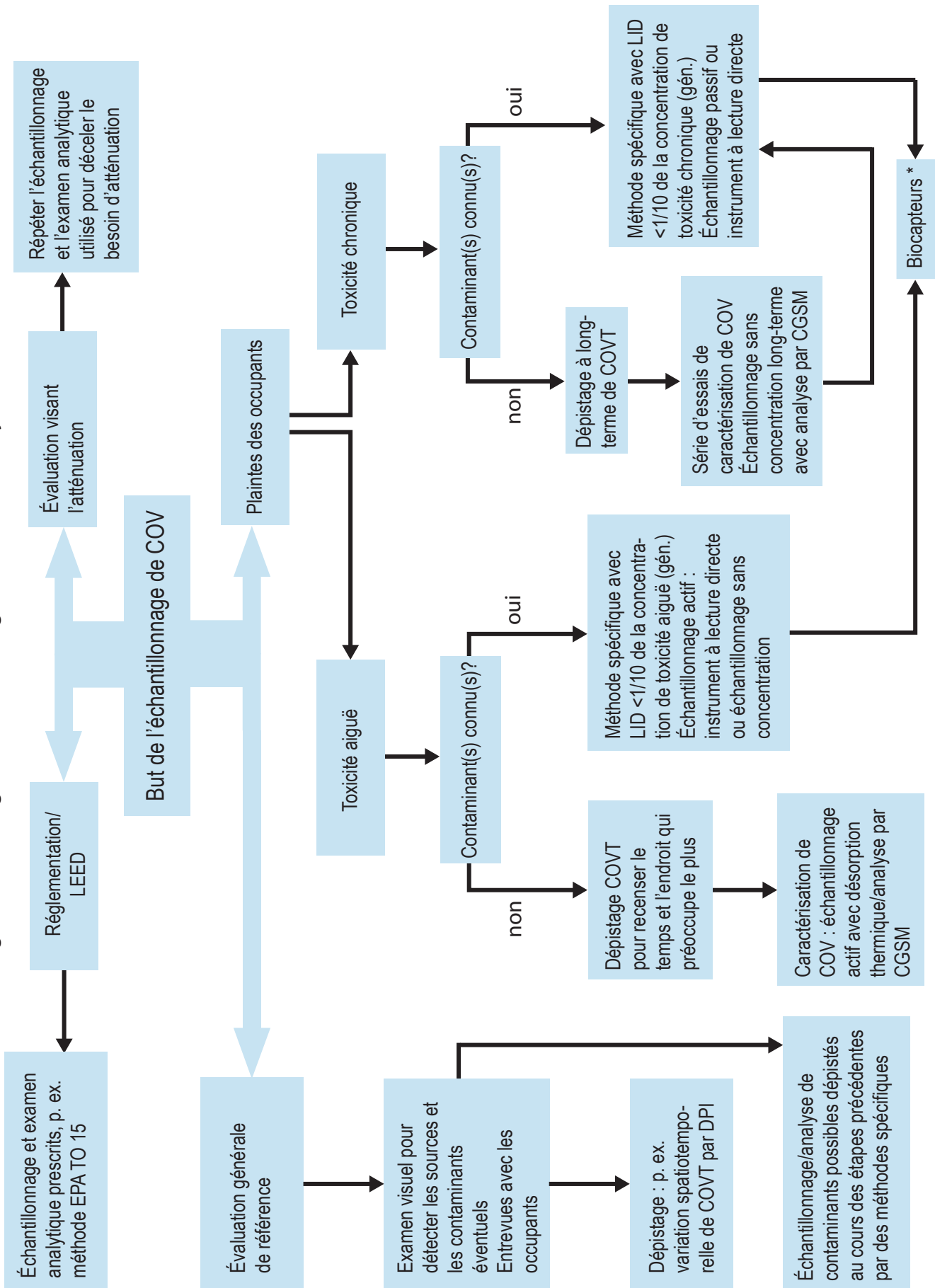
La stratégie d'échantillonnage devrait correspondre au mode de fonctionnement du bâtiment. Les concentrations varieront en fonction du type de zone intérieure, des caractéristiques d'émission des sources qui s'y trouvent, du comportement des occupants et des conditions de ventilation. La grande variété de sources de COV et la diversité de leurs caractéristiques d'émission dans un large éventail de conditions de ventilation et de circuits de circulation d'air peuvent créer un environnement d'échantillonnage hautement dynamique.

Avant de réaliser un échantillonnage, il faudrait effectuer une inspection préalable du bâtiment pour cerner les conditions susceptibles d'affecter ou d'entraver l'essai proposé. L'inspection devrait évaluer le type de structure, le plan d'étage, les conditions matérielles et la circulation d'air du bâtiment visé. Il faudrait également évaluer les sources possibles de produits chimiques préoccupants dans le bâtiment au moyen d'un répertoire de produits et d'un examen des activités des occupants. L'objectif premier du répertoire des produits consiste à trouver des sources possibles d'interférence dans le processus d'échantillonnage de l'air en caractérisant la présence et l'utilisation de produits chimiques et autres dans l'ensemble du bâtiment, dans le contexte du but de l'enquête et des contaminants préoccupants spécifiques à l'emplacement. Dans certains cas, les essais ont pour but d'évaluer l'impact de produits utilisés ou entreposés dans le bâtiment. Lorsque les essais ont pour but d'établir si certains produits constituent une source intérieure de contaminant chimique volatil, il ne faut pas retirer ces sources. L'inspection préalable à l'échantillonnage devrait prendre en compte la présence de sources intérieures, extérieures et souterraines dans le cadre des objectifs généraux du programme d'échantillonnage. Il pourrait être difficile de distinguer la contribution relative de chacune des sources.

L'évaluation initiale peut parfois identifier clairement une chaîne possible source-voie-récepteur qui peut se rompre facilement par l'élimination, la réduction ou la dilution des sources ou des voies. Dans un tel cas, l'échantillonnage de COV pourrait ne pas être nécessaire. Il faut toutefois prendre en compte le bâtiment et son système de ventilation avant d'apporter un quelconque changement, afin d'éviter d'empirer la situation ou de créer de nouveaux problèmes. À titre d'exemple, le blocage d'une voie sans l'élimination ou la réduction d'une source peut mener à la création d'une nouvelle voie ou à l'accumulation de COV dans un autre endroit.

Après avoir réussi à éliminer, réduire ou diluer une source, ou à éliminer une voie, la situation devrait être réévaluée. Un échantillonnage de COV pourrait être requis malgré l'élimination, afin de se conformer aux mesures réglementaires (p. ex. exposition des travailleurs) ou de faire preuve de diligence raisonnable pour démontrer l'efficacité de mesures d'atténuation. Il pourrait également être valable de déterminer les concentrations de COV afin d'établir les niveaux de risque ou d'exposition avant d'appliquer des mesures d'atténuation.

Figure 2-2 Stratégie d'échantillonnage fondée sur des objectifs



* Les biocapteurs peuvent donner une évaluation directe de la toxicité. Comme l'évaluation directe de la toxicité permet d'établir le synergisme, la méthode a un avantage sur les mesures chimiques. Peu de biocapteurs sont disponibles à l'heure actuelle.

7. Méthodes d'échantillonnage de COV

Cette section explique sommairement aux gestionnaires de bâtiments les types de méthodes d'échantillonnage pouvant servir à régler des problèmes de qualité de l'air intérieur ou à confirmer le respect des exigences réglementaires. Les méthodes d'échantillonnage peuvent être regroupées dans trois grandes catégories :

- échantillonnage en temps réel;
- échantillonnage actif pour analyse subséquente (comprend l'échantillonnage sans concentration);
- échantillonnage passif pour analyse subséquente.

Habituellement, les démarches d'échantillonnage actif et passif comportent une analyse hors site ultérieure. Les sections suivantes décrivent des méthodes typiques d'échantillonnage.

7.1. Surveillance en temps réel

Les techniques de dépistage par historique en temps réel font appel à plusieurs instruments portatifs d'échantillonnage des COV qui peuvent produire des lectures immédiates des COVT et de certains COV distincts. Leurs limites de détection et de précision sont habituellement inférieures à celles d'instruments analytiques de laboratoire comparables, mais les instruments portatifs ont l'avantage de produire des mesures en temps réel pour des projets qui exigent la prise de décisions sur place, une saisie rapide de variations temporelles, ou des lectures sur une grande superficie.

Colorimètre (p. ex. Drager, Gastec)(portatif)

Une analyse semi-quantitative ou de dépistage peut être réalisée pour une variété de COV en aspirant un volume d'air défini dans le tube d'un colorimètre. La collecte d'échantillon s'effectue habituellement au moyen d'une simple pompe manuelle fournie par le fabricant du colorimètre. Un changement de couleur de la substance réactive dans le tube indique la présence de la matière à analyser. Il existe des colorimètres pour une variété de COV, qui offrent souvent des fourchettes de détection de plusieurs ordres de grandeur (des ppm aux pourcentages).

Le colorimètre s'utilise généralement dans des conditions environnementales correspondant à celles de l'air intérieur, avec des restrictions d'utilisation définies par le fabricant. Cet instrument est souvent semi-spécifique, les interférences croisées étant fréquentes, et le fabricant indique parfois des types et des degrés possibles d'interférence croisée.

Détecteur à ionisation de flamme (DIF) (portatif/stationnaire)

Un DIF détecte des COV à partir de la combustion d'hydrocarbures. Utilisé de façon autonome, le DIF ne permet pas de distinguer les COV entre eux. Employé à titre de « compteur de carbone », le DIF peut fonctionner dans la plupart des conditions environnementales intérieures et n'est pas affecté de façon significative par les interférences croisées, à condition que la teneur en oxygène soit stable. Le DIF peut être combiné à des techniques de séparation (chromatographie gazeuse) et permet la qualification de certains hydrocarbures selon le temps de rétention.

Détecteur à photoionisation (DPI) (portatif)

Un DPI émet un rayonnement ultraviolet pour ioniser un produit chimique. Il permet de mesurer avec précision des teneurs en gaz à de faibles niveaux de parties par million en volume ou même de parties par milliard, mais il ne permet pas de distinguer les produits chimiques. Le gaz acquiert une charge électrique qui est amplifiée et affichée sous forme de concentration.

Le DPI peut fonctionner dans la plupart des conditions environnementales intérieures et n'est affecté que de façon limitée par les interférences croisées, mais des matières à analyser différentes produisent des réactions différentes, ce qui empêche l'interprétation exacte des résultats de gaz contenant un mélange de matières à analyser. Des systèmes portatifs de chromatographie gazeuse permettent une certaine séparation des COV, et donc une amélioration de l'identification et de la quantification.

Capteur (portatif)

Différents systèmes de capteurs peuvent permettre une surveillance continue sur place des COV. La plupart des capteurs sur le terrain fonctionnent avec des transducteurs optiques, électrochimiques ou sensibles à la masse. La sensibilité typique est de l'ordre de la partie par million, mais elle peut être accrue en combinant les capteurs à une méthode d'enrichissement de la matière à analyser. Les conditions environnementales acceptables et la vulnérabilité aux interférences croisées varient selon le capteur.

Capteur d'oxyde métallique (portatif/stationnaire)

Les capteurs d'oxyde métallique mesurent le changement de conductivité en présence de gaz réducteurs et comburants, et peuvent produire des lectures en temps réel.

Spectromètre de masse par transfert de proton – (SM-TP) (stationnaire)

Le principe de détection du SM-TP repose sur des réactions qui se produisent avec la plupart des COV courants, mais non avec les composantes de l'air pur. Le SM-TP peut s'employer pour la détection sur place de COV, avec les avantages d'une réaction rapide et d'une sensibilité élevée sans prétraitement de l'échantillon. Un SM-TP peut être utilisé dans la plupart des conditions environnementales intérieures.

Spectromètre de mobilité ionique (SMI) (portatif/stationnaire)

Le SMI est un instrument d'analyse qui sépare et identifie des molécules ionisées en phase gazeuse, en fonction de leur mobilité dans un gaz tampon porteur. Parmi les techniques connexes de spectrométrie de mobilité ionique, on compte l'ionisation par électronébulisation de désorption, la désorption-ionisation laser, l'analyse directe en temps réel et la sonde d'analyse de solides à la pression atmosphérique.

SIFT-MS – (stationnaire)

La technique d'analyse SIFT-MS (selected ion flow tube mass spectrometry, spectrométrie d'ions sélectionnés en masse) fait appel à l'ionisation chimique pour analyser les COV dans un prélèvement d'air sans concentration, et peut effectuer une quantification en temps réel. La technique SIFT-MS peut s'appliquer à des échantillons humides et est employée couramment pour l'analyse de la respiration humaine sans avoir à conditionner l'échantillon.

Spectroscopie photo-acoustique (SPA) – (stationnaire)

Un système de SPA comprend une enceinte pour confiner l'échantillon gazeux, une source lumineuse, un modulateur de lumière, un détecteur de mesure du son et une méthode de traitement du signal. L'intensité du son émis par un échantillon dépend de la nature et de la concentration de la substance, et de l'intensité de la lumière incidente (effet photo-acoustique). En combinaison avec un spectromètre infrarouge à transformée de Fourier, ce système permet d'identifier des substances inconnues et leurs concentrations.

Les avantages comprennent l'étalonnage peu fréquent du microphone et un taux de réponse linéaire sur une plage dynamique étendue (1 ppm à 103 ppm). Le principal inconvénient tient à la possibilité d'interférence entre deux gaz de structure similaire, à cause du chevauchement des bandes d'absorption. Un système de SPA peut être utilisé dans des conditions environnementales intérieures typiques.

Spectroscopie infrarouge (IR) (portatif/stationnaire)

La majorité des hydrocarbures absorbent de l'énergie en présence d'un rayonnement IR, créant un spectre assimilable à une empreinte digitale permettant d'identifier et de quantifier un contaminant. L'analyse IR peut produire des lectures immédiates, mais l'identification et la quantification d'un contaminant peuvent être affectées par des interférences si l'air contient un mélange de contaminants.

Un avantage de ce système vient de sa stabilité, qui permet de produire des résultats uniformes sur une période prolongée, avec un minimum de vérifications d'assurance de la qualité. Les vapeurs d'eau peuvent affecter les analyseurs IR, et un conditionnement est donc requis pour l'analyse d'échantillons à taux d'humidité élevé.

7.2. Échantillonnage actif

Un volume d'air prédéterminé est prélevé à un débit contrôlé sur une matière absorbante (sorbant) ou dans un solvant, fixant le COV d'intérêt par absorption physique ou réaction chimique. Ensuite, le solvant est extrait ou le sorbant est éliminé par désorption thermique en laboratoire pour identifier et quantifier les COV. Les échantillons recueillis dans des solvants peuvent être préconcentrés ou analysés directement. Il s'agit d'une technique bien établie et d'usage courant, comportant de nombreuses méthodes validées.

La variété de sorbants et de solvants actuellement disponibles permet l'échantillonnage de composés gazeux des COTV et des COSV. Toutefois, aucun des sorbants ou solvants établis n'est en mesure de fixer tous les composés, et il faut donc utiliser une combinaison de sorbants dotés de caractéristiques différentes (tubes en lits multiples), ou encore un seul sorbant ou solvant choisi spécifiquement pour le problème en cause.

L'utilisation de sorbants solides combinée à une désorption thermique et une séparation par chromatographie gazeuse constitue une méthode privilégiée, à cause de sa sensibilité, de sa sélectivité, de sa commodité et de sa fiabilité éprouvée au fil des années. L'échantillonnage s'effectue avec des tubes de verre ou d'acier inoxydable de longueurs et diamètres extérieurs divers, dans lesquels on insère plus de 200 mg de matières absorbantes solides. Le choix du sorbant dépend de son efficacité d'absorption et de désorption pour les composés visés, de la stabilité des composés absorbés et de la capacité du sorbant (masse du sorbant).

Il faut un protocole d'échantillonnage qui définit pour chaque composé visé :

- le type et la quantité (adéquation) du sorbant;
- les limites des conditions environnementales (humidité et température);
- les limites des durées et débits d'échantillonnage;
- les exigences de stockage;
- la technique d'analyse recommandée.

Il faut également effectuer un échantillonnage de référence et un contrôle de la qualité, car de nombreuses méthodes analytiques exigent la soustraction de valeurs de référence obtenues au moyen du même lot de médias. Habituellement, les échantillons scellés sont gardés à la température ambiante (sorbants pour désorption thermique) ou au froid (sorbant exigeant l'extraction du solvant) pour transport immédiat au laboratoire et analyse dans les 30 jours. Certaines matières à analyser peuvent exiger des étapes supplémentaires de manutention.

7.3. Échantillonnage passif

L'échantillonnage passif repose sur la diffusion moléculaire sans intervention des COV à travers une surface diffusive pour atteindre un sorbant. Après échantillonnage, les matières à analyser absorbées sont désorbées au moyen d'un solvant ou de la désorption thermique pour analyse. L'échantillonnage passif produit des concentrations intégrées dans le temps avec couverture continue dans le temps. La durée d'établissement de la moyenne est établie par la durée d'exposition de l'échantillonneur à l'air ambiant (journée, semaine, mois, etc.). Le choix du sorbant doit correspondre aux conditions d'échantillonnage (humidité et température) et d'analyse (désorption thermique ou par solvant).

Échantillonnage sans concentration

Pour prélever un échantillon sans concentration, une quantité suffisante d'air est aspirée ou pompée dans un contenant, par exemple un sac de matière polymère (Tedlar, Teflon ou Mylar) ou un récipient d'acier inoxydable passivé (Summa® ou SiloCan), puis transportée au laboratoire pour analyse. L'échantillonnage sans concentration constitue une méthode de collecte relativement simple et rapide permettant de surveiller la présence d'une grande variété de COV polaires et non polaires à partir d'un seul échantillon, d'effectuer des analyses d'échantillon subdivisé et d'éviter la sursaturation de l'échantillon.

L'échantillonnage au moyen d'un contenant plutôt que d'un sorbant présente plusieurs avantages, notamment l'absence de sursaturation des composés visés, l'élimination du besoin d'une désorption thermique ou par solvant, de multiples aliquotes pour répéter l'analyse, et l'obtention d'échantillons intégrés dans le temps en utilisant des pompes ou des régulateurs de débit. Les récipients passivés présentent des avantages supplémentaires, notamment la robustesse et la facilité d'utilisation, l'élimination du besoin d'étalonnage sur le terrain, l'absence de dégradation des matériaux capteurs, la détection et la mesure d'un large éventail de COV polaires et non polaires, une stabilité d'échantillon de plusieurs semaines ou plusieurs mois en fonction de la nature de l'échantillon, des récupérations uniformes, la possibilité d'un prélèvement passif ou intégré dans le temps, l'élimination d'un besoin d'électricité pour remplir le récipient à la pression atmosphérique et la possibilité d'un volume d'échantillon supérieur par pressurisation du récipient.

Parmi les inconvénients, il faut mentionner une possible instabilité de l'échantillon par absorption dans les parois du récipient, des réactions de surface sur les parois des récipients métalliques, la perméation de l'échantillon depuis ou vers le récipient dans le cas des sacs, un volume d'échantillonnage limité par la taille du récipient (sauf pour les récipients métalliques, qui peuvent être pressurisés), la non-exclusion de composés non ciblés pouvant entraîner un effet de matrice ou des interférences analytiques, la condensation, l'adsorption de composés ciblés à des particules recueillies sur le préfiltre et l'encombrement.

Récipients (p. ex. Summa®)

Les échantillons scellés sont habituellement transportés directement au laboratoire, à la température ambiante (ils ne devraient pas être refroidis). L'expérience indique que de nombreux COV peuvent être entreposés jusqu'à 30 jours. Les vérifications de pression ou signes de fuites sont signalés à la réception au laboratoire.

Le coût initial élevé et les techniques analytiques complexes constituent les principaux inconvénients des récipients. Des composés très volatils comme le chlorométhane et le chloroéthène peuvent manifester un étalement de bande et une co-élution avec d'autres espèces si les composés ne sont pas acheminés à la colonne de chromatographie gazeuse dans un petit volume de gaz porteur. La reconcentration de l'échantillon après la collecte sur le capteur primaire, sur un collecteur-concentrateur distinct ou en tête de la colonne de chromatographie gazeuse, atténue ce problème.

Sacs de polymère (p. ex. Tedlar®)

Les principes généraux de l'échantillonnage sans concentration relatifs aux récipients s'appliquent également aux sacs de polymère. Les sacs peuvent être remplis au moyen d'une pompe d'échantillonnage ou, en cas de crainte de contamination par la pompe, par aspiration au moyen d'un dispositif à pression négative. Les composés des sacs de polymère peuvent ne pas conserver leur stabilité au-delà de 24 à 48 heures, et peuvent être perméables à certains produits chimiques, ce qui entraîne des pertes lors du stockage pendant des périodes prolongées. Les sacs de polymère peuvent également connaître une diffusion d'humidité, lorsque les taux intérieur et extérieur d'humidité relative diffèrent.

Un sac de polymère à double épaisseur a été conçu avec un dessicatif entre les deux pellicules, pour limiter l'effet de l'humidité externe sur un échantillon à faible taux d'humidité. Les échantillons prélevés sans concentration dans des sacs doivent être gardés à l'abri de la lumière. Les principaux inconvénients des sacs Tedlar sont qu'ils ne permettent pas un échantillonnage passif et que les échantillons peuvent perdre de leur stabilité dans un délai de 24 à 48 heures. Il n'est pas recommandé de nettoyer et réutiliser des sacs Tedlar.

Bouteilles sous vide

Des échantillons peuvent être prélevés sans concentration au moyen de bouteilles ayant subi un traitement d'inactivation et munies d'une soupape spéciale pour recueillir des COV pendant de courtes périodes (de quelques secondes à quelques minutes). L'échantillonnage s'effectue de façon passive, par la différence de pression dans la bouteille sous vide.

8. Qualifications des experts-conseils et des laboratoires**8.1. Choix d'un expert-conseil**

Il n'existe pas actuellement de processus d'accréditation des personnes offrant des services de qualité de l'air au Canada. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une exigence réglementaire, certains clients exigent une attestation d'un hygiéniste industriel agréé (CIH) lorsque la santé et la sécurité au travail sont en cause. La plupart des critères de sélection d'un spécialiste de la QAI s'apparentent à ceux que l'on appliquerait pour d'autres experts-conseils :

- expérience de problèmes similaires, et formation et expérience des personnes responsables des travaux;

- connaissance des codes locaux et des conditions climatiques régionales;
- qualité de la proposition de l'expert-conseil et de sa prestation en entrevue;
- réputation et références;
- coût relatif des services à fournir;
- études du personnel du projet, p. ex. chimiste, scientifique, hygiéniste industriel ou ingénieur;
- preuve d'assurance.

Il peut être utile de demander un rapport produit par l'expert-conseil pour un projet similaire.

8.2. Accréditation du laboratoire

Le laboratoire devrait être accrédité par un organisme qui exige des vérifications et la participation à des programmes de comparaisons entre laboratoires et d'évaluations sur place, reposant sur des normes internationales. Le tableau 2-11 présente des exemples d'accréditations courantes pour les laboratoires canadiens.

Tableau 2-8 Accréditations courantes pour les laboratoires canadiens		
Organisme d'accréditation	Description	Lien
Conseil canadien des normes (CCN), Programme d'accréditation des laboratoires	Accréditation et reconnaissance de la compétence et de la fiabilité d'installations de laboratoire par son Programme d'accréditation des laboratoires. Accréditation également de laboratoires d'essais et d'étalonnage au regard de la norme ISO/CEI 17025, de fournisseurs de services d'essais d'aptitude selon ISO/CEI 17043, ainsi que reconnaissance du respect des Bonnes pratiques de laboratoire (BPL).	http://www.scc.ca/fr/accreditation/laboratories
The Canadian Association for Laboratory Accreditation Inc. (CALA)	Organisme sans but lucratif d'accréditation des laboratoires canadiens (anglais seulement).	http://www.cala.ca/index.html
American Industrial Hygiene Association (AIHA), the Industrial Hygiene Laboratory Accreditation Program (IHLAP)	AIHA IHLAP, le plus important organisme d'accréditation de l'hygiène industrielle des laboratoires du genre au monde, dispense ses services depuis 1974 (anglais seulement).	http://www.aihaaccreditedlabs.org/AccredPrograms/IHLAP/Pages/default.aspx

9. Sources d'information additionnelle

1. EPA, *An Introduction to Indoor Air Quality (IAQ), Volatile Organic Compounds (VOCs)* : <http://www.epa.gov/iaq/voc.html>
2. EPA, *Volatile Organic Compounds (VOCs) - Technical Overview* : <http://www.epa.gov/iaq/voc2.html>