



Avant-Propos



Qualité de l'air intérieur : passons d'une bonne pratique à une pratique courante !

La qualité l'air intérieur semble prendre une place de plus en plus prégnante dans les préoccupations des acteurs du bâtiment. Une bonne nouvelle pour tous ceux qui militent depuis de nombreuses années sur ce sujet, comme l'Alliance HQE-GBC. Si les bonnes pratiques nourries par des connaissances accrues sont de plus en plus nombreuses sur l'ensemble de la chaîne de l'acte de construire, nous sommes encore loin d'une pratique courante généralisée mais l'innovation et la réglementation pourrait y apporter leur concours.

Grâce aux travaux de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur et à ses campagnes de mesure notamment, nous connaissons mieux aujourd'hui les polluants des environnements intérieurs et leur impact sanitaire et économique. Ces recherches ont nourri l'information publique et largement contribué à la sensibilisation des acteurs qui se sont alors interrogés sur la qualité de l'air intérieur de leurs espaces de vie.

Mais, quelles mesures faire, quels sont les polluants à mesurer, quelles sont les valeurs guides de référence... ? Telles ont été les questions auxquelles il a fallu apporter des réponses opérationnelles à coût maîtrisé avec la première version en 2013 des *Règles d'application pour l'évaluation de la qualité de l'air intérieur à la réception d'un bâtiment neuf ou rénové*. Des règles que l'Alliance HQE-GBC élargie aujourd'hui avec cette publication pour les bâtiments en exploitation.

La qualité de l'air intérieur dépend de trois sources principales de pollution : l'environnement extérieur, les produits de construction, de décoration et d'ameublement ainsi que les occupants et leurs activités. Il en découle trois leviers d'actions à l'échelle du bâtiment neuf ou rénové pour les professionnels : l'implantation, le choix des produits et la ventilation.

Pour les bâtiments en exploitation l'enjeu est d'autant plus de s'assurer de l'efficacité des stratégies de moyens mis en œuvre pour la ventilation ou la filtration notamment. Les occupants ont également un rôle important dans le maintien de la pérennité de la performance du bâtiment par la maîtrise des sources de pollution liées à leurs activités. Les paramètres prioritaires de qualité d'air intérieur définis dans les présentes règles, en lien avec l'exploitation d'un bâtiment, visent ainsi à renseigner les niveaux d'exposition et de détecter d'éventuels dysfonctionnements techniques du bâtiment.

Tous les retours d'expérience le montrent, les résultats des mesures de qualité de l'air intérieur sont plus souvent mauvais que bons et nécessitent des plans d'actions correctifs. Ce protocole, en invitant à une surveillance régulière de la qualité de l'air intérieur, offre quant à lui des opportunités de corriger ces éventuels dysfonctionnements en dehors de situations particulières de plaintes ou de signalement.

Il aborde également les mesures dynamiques, celles des issues capteurs connectés, qui viennent compléter les campagnes de mesure pour un pilotage au quotidien. Nous ne sommes qu'au début de l'aventure avec pour l'instant de gros effort de recherche sur la caractérisation de ces capteurs et leur expérimentation. Mais nul doute, le numérique va contribuer à la démocratisation d'une bonne qualité de l'air intérieur pour tous et aider les professionnels à passer à une pratique courante.

Anne-Sophie PERRISSIN-FABERT
Directrice de l'Alliance HQE-GBC



Sommaire

INTRODUCTION4

1. PRECONISATIONS.....6

2. PARAMETRES A MESURER7

3. METHODES DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE9

 3.1. Les paramètres prioritaires9

 3.2. Les paramètres optionnels16

 3.3. Les méthodes dynamiques18

4. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE19

5. Comparaison aux valeurs de référence.....21

ANNEXE I

Questionnaire « Renseignements préliminaires aux mesures »24

ANNEXE II

Questionnaire « Accompagnement de la mesure »25

Version	Date de publication
V0 – pour appel à commentaires	Février 2018
V1	Mars 2018
V2	Mai 2021



INTRODUCTION

Les règles d'application pour l'évaluation de la qualité de l'air intérieur d'un bâtiment en exploitation définissent un protocole de mesure des polluants de l'air intérieur dans le contexte particulier d'une surveillance régulière du bâtiment pendant sa phase de vie. Elles s'adressent aux acteurs qui souhaitent, de manière volontaire, aller plus loin dans la connaissance de la qualité de l'air dans leurs bâtiments.

Ce document méthodologique s'inscrit dans l'engagement pour la qualité de vie du cadre de référence du bâtiment durable de l'Alliance HQE-GBC. Il vise à évaluer la performance de bâtiments de toutes typologies, avec l'objectif de lieux plus sûrs et qui favorisent la santé.

Ces présentes règles ont été élaborées par le Groupe de travail « Indicateurs santé–confort », ouvert à tous les experts du secteur et animé par le Docteur Fabien Squinazi, membre d'honneur de l'Alliance HQE-GBC. Ce protocole concerne les bâtiments en exploitation et s'applique à une surveillance régulière des performances du bâtiment.

L'objectif de ce protocole est de déterminer une qualité de l'air intérieur en se fondant sur des paramètres physiques, chimiques et microbiologiques. Les paramètres prioritaires choisis correspondent à des émissions de sources de pollution intérieure et au renouvellement d'air des locaux : monoxyde de carbone (si source de combustion), Composés Organiques Volatils majoritaires, formaldéhyde, dioxyde de carbone, indice de contamination particulaire, dénombrement des flores bactérienne et fongique. Ils sont associés à des valeurs de référence permettant de détecter d'éventuels dysfonctionnements techniques du bâtiment en exploitation. D'autres paramètres optionnels, d'origine extérieure au bâtiment et associés à des valeurs de référence sanitaires, sont uniquement utilisés si la situation environnementale du bâtiment a évolué (nouvelles constructions, axes de circulation, ...) : dioxyde d'azote, benzène, particules fines PM₁₀ et PM_{2,5}.

Ce protocole se veut le plus simple possible pour être opérationnel, reproductible, admissible économiquement et être une aide cohérente à la décision.

L'obtention d'une bonne qualité de l'air à l'intérieur d'un bâtiment en exploitation nécessite un travail amont sur trois sources principales de pollution :

- **Les produits de construction, de décoration et d'ameublement**, introduits dans le bâtiment en exploitation. Sont notamment concernés par leurs émissions de polluants volatils, les revêtements de sol, mur ou plafond, les cloisons et plafonds suspendus, les produits d'isolation, les portes et fenêtres, les produits destinés à la pose ou à la préparation de ces produits, les peintures et vernis, le mobilier. La connaissance des caractéristiques d'émission de ces différents produits en substances volatiles polluantes, une fois mis en oeuvre, est fondamentale pour limiter cette source de pollution intérieure.

- **Les occupants et leurs activités**. Ils sont à l'origine d'émissions de contaminants (micro)biologiques, physiques et chimiques du fait de leur présence (dioxyde de carbone, flore bactérienne) et des activités menées dans les locaux, par l'utilisation d'une source de combustion (monoxyde de carbone, particules fines), de produits domestiques (composés organiques volatils, formaldéhyde) ou lors de production d'humidité (flore fongique). Ces émissions, notamment (micro)biologiques, peuvent aussi être en relation avec un dysfonctionnement des systèmes de ventilation/climatisation (flore bactérienne et fongique, particules fines, CO₂).

- **L'environnement extérieur**. Il a une influence sur la qualité de l'air intérieur. Il est marqué par les pollutions de proximité, d'origine automobile (densité du trafic et types de véhicules), des installations



classées pour la protection de l'environnement (stations d'essence, pressings, industries,...) et du sous-sol (radon, anciens sites industriels ou d'activités de service).

Les stations de mesures de l'air extérieur quand elles sont présentes sur le territoire, de même que les cartographies ou modélisations associées, peuvent être utiles pour connaître l'évolution de ces pollutions de proximité au cours du temps, de pouvoir mesurer leur impact sur la qualité de l'air du bâtiment (dioxyde d'azote, benzène, PM_{2,5} et/ou PM₁₀,...) afin d'apporter des réponses adaptées.

En effet il est parfois constaté des évolutions des sources de pollution de proximité (par exemple lors de nouvelles constructions de grandes hauteurs, de changement de flux de circulation, ...).

La mesure des polluants, telle que le préconisent les présentes règles d'application, devrait garantir aux occupants du bâtiment une qualité de l'air intérieur, selon des valeurs de référence associées aux paramètres mesurés, et montrer l'efficacité des stratégies de moyens mis en œuvre pour l'exploitation du bâtiment. Les occupants ont ainsi un grand rôle dans le maintien de la pérennité de la performance du bâtiment par la maîtrise des sources de pollution liées à leurs activités.

Le travail réalisé par le Groupe de travail s'est attaché à définir des paramètres prioritaires de qualité d'air intérieur, en lien avec l'exploitation d'un bâtiment, et à développer un protocole de mesure correspondant (méthodes de prélèvement et d'analyse, stratégies d'échantillonnage) afin de renseigner les niveaux globaux de concentrations de ces paramètres et de détecter d'éventuels dysfonctionnements techniques du bâtiment. Le protocole de base pourra être complété par d'autres paramètres optionnels, si l'enquête préalable aux prélèvements révèle d'autres sources potentielles de pollution (évolution de l'environnement extérieur, problèmes d'humidité, etc.).

Ce travail repose sur les éléments disponibles au moment de la rédaction du document et pourra faire l'objet de mise à jour si nécessaire selon les nouvelles connaissances sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments.

1. **P**RECONISATIONS

Précisions sur la première mise en œuvre du protocole de mesures dans le bâtiment en exploitation

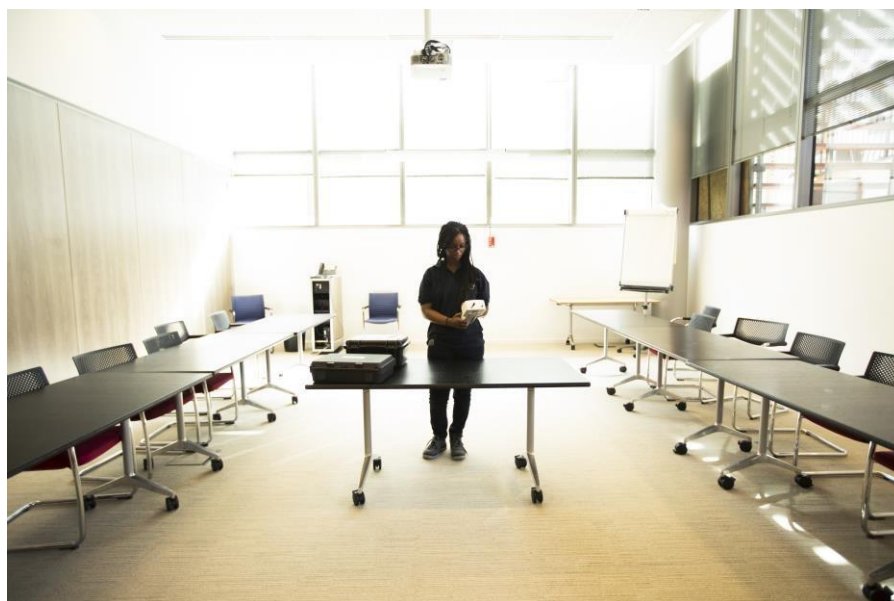
Il est préconisé d'effectuer les mesures de qualité d'air intérieur après 18 mois d'exploitation du bâtiment, afin d'avoir une situation stabilisée des paramètres qui seront étudiés et ainsi de caractériser l'équilibre entre sources de pollution et renouvellement d'air.

La circulation et le renouvellement d'air (par l'aération et le système de ventilation) sont essentiels pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur car ils permettent d'évacuer les polluants résiduels de l'air intérieur du bâtiment.

Le premier Test HQE Performance, mené en 2011, sur les mesures de qualité de l'air intérieur de bâtiments neufs à réception, a montré que le bon fonctionnement des installations de ventilation avait une influence notable sur les valeurs obtenues lors des mesures. C'est pourquoi il est préconisé, dans le cas d'une utilisation de ce protocole, de procéder préalablement à une vérification des installations de ventilation des bâtiments investigués pour s'assurer de la représentativité des valeurs obtenues.

Les acteurs pourront se référer au protocole de vérification des installations de ventilation proposé par Effinergie : « protocole de contrôle des systèmes de ventilation demandant le label Effinergie plus ».

La perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment est un élément préalable à prendre également en compte vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur.



© crédit photo : OFIS / Véolia-Seureca

2. PARAMETRES A MESURER

Le tableau 1 présente les paramètres prioritaires retenus, le tableau 2 présente les paramètres optionnels, ainsi que les durées de prélèvement.

Certains paramètres sont mesurés sur un pas de temps court et permettent d'obtenir un état ponctuel de la pollution ; d'autres sont mesurés sur un pas de temps plus long (mesure long terme) afin d'obtenir une concentration moyenne intégrée sur plusieurs jours.

Les concentrations obtenues seront ensuite comparées à des valeurs de référence, c'est-à-dire soit des valeurs classiquement rencontrées en air intérieur, soit des valeurs seuils normatives, ou lorsqu'elles existent, des valeurs sanitaires comme les valeurs de gestion recommandées par le Haut Conseil de la Santé Publique ou d'autres instances sanitaires (OMS), ou par défaut, les valeurs guides sanitaires d'air intérieur (VGAI) proposées par l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES).

Les paramètres à mesurer correspondent aux émissions potentielles des éléments du bâtiment et des activités humaines, en relation avec le renouvellement d'air.

Il est important de préciser que les paramètres prioritaires à mesurer sont proposés dans le cadre d'une surveillance de la QAI et non dans un cas de signalement qui est pris en compte dans la norme PR NF X43-406 (« Air intérieur » - Stratégie d'enquête environnementale suite à signalement – bâtiment à usage d'habitation, d'enseignement et de bureaux).

Il faut noter que les paramètres optionnels peuvent avoir une origine extérieure. Les concentrations mesurées apportent ainsi des informations sur la situation du bâtiment par rapport à la pollution ambiante extérieure.

Dans le cas d'une source de combustion particulière, il est proposé de mesurer le monoxyde de carbone à proximité de la source.

Tableau 1 : Paramètres prioritaires retenus par le Groupe de travail

Paramètres prioritaires	Prélèvement de courte durée	Prélèvement de longue durée
<i>Courbe de dioxyde de carbone (CO₂)</i>		5 jours
<i>Monoxyde de carbone (CO) si source de combustion</i>		5 jours
<i>Indice de contamination particulaire</i>	X	
<i>Dénombrement des flores bactérienne et fongique</i>	X	
<i>Composés organiques volatils majoritaires</i>		5 jours
<i>Formaldéhyde</i>		5 jours
<i>Température et Hygrométrie</i>		5 jours

Tableau 2 : Paramètres optionnels retenus par le Groupe de travail

Paramètres optionnels	Prélèvement de courte durée	Prélèvement de longue durée
<i>Dioxyde d'azote (NO₂)</i>		5 jours
<i>Benzène</i>		5 jours
<i>PM_{2,5}</i>		5 jours
<i>PM₁₀</i>		5 jours

3. METHODES DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE

Les éléments techniques décrits ci-dessous sont destinés aux opérateurs réalisant les prélèvements et analyses afin de cadrer leur prestation d'un point de vue méthodologique.

Chaque paramètre est associé à un protocole de mesure qui lui est propre. La hauteur de prélèvement de l'air est laissée à l'appréciation du préleveur. Le prélèvement est habituellement réalisé au plus près des voies respiratoires des occupants du bâtiment (dans la pratique courante à 1,50m à 2m du sol ou au-dessus de la hauteur des voies respiratoires d'une personne debout). Il faut veiller à réduire les risques d'atteinte du support de prélèvement par l'occupant. Les prélèvements sont à réaliser éloignés des sources d'impacts (>1m des sols, murs et plafonds).

3.1. Les paramètres prioritaires



A. Le dioxyde de carbone (CO₂)

Les principaux éléments du protocole sont extraits des références suivantes :

- Décret n°2015-1926 du 30 décembre 2015
- Guide d'application du CSTB pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs (DESE/Santé n°2012-086R, mai 2012)

Les concentrations de CO₂, liées à la respiration et à la présence humaine, sont mesurées en continu, à la hauteur des voies respiratoires, avec un analyseur portatif et compact fonctionnant sur le principe de l'absorption infrarouge non dispersif (NDIR).

Elles sont enregistrées avec une fréquence d'acquisition d'une valeur toutes les 10 minutes (valeur moyenne sur les 10 dernières minutes). L'enregistrement est réalisé durant 5 jours du lundi matin au vendredi soir. Il peut être également intéressant d'inclure le week-end.

La courbe de CO₂ est obtenue par l'enregistrement des valeurs de concentrations de CO₂ et du nombre de personnes présentes sur les plages horaires étudiées (en occupation normale) durant les 5 jours de mesure. Seules les valeurs mesurées pendant la présence en occupation normale dans le local étudié sont prises en compte.

Les valeurs de CO₂ mesurées durant les périodes retenues sont ensuite séparées en trois classes en fonction du :

- nombre de valeurs inférieures ou égales à 1 000 ppm,
- nombre de valeurs comprises entre 1 000 ppm et 1 300 ppm,
- nombre de valeurs supérieures à 1 300 ppm.

Les valeurs de 1 000 ppm et 1 300 ppm correspondent à des seuils fixés dans les règlements sanitaires départementaux et repris dans une circulaire du ministère du travail en date du 9 mai 1985.

La courbe de concentrations en CO₂ indique les durées de dépassement des seuils, notamment les valeurs supérieures à 1 300 ppm en occupation normale. Elle indique également les décroissances des concentrations en CO₂, qui témoignent de l'efficacité du système de ventilation.



Au-delà de 1000 ppm il est nécessaire de mettre en place un système de régulation du système de renouvellement d'air comme augmenter les débits ou les plages de fonctionnement si le système est mécanique ou installer une sonde d'asservissement d'ouverture des fenêtres si la ventilation est naturelle.

Nota Bene : Dans le contexte de la pandémie de Covid-19, le Haut Conseil de la santé publique a recommandé le choix d'une valeur cible de 800 ppm (voire 600 ppm dans d'autres publications scientifiques pour des lieux où le masque ne peut être porté en permanence) afin d'améliorer l'élimination des aérosols viraux par un renouvellement d'air plus élevé des locaux.



B. Le monoxyde de carbone (CO)

Les principaux éléments du protocole sont extraits du document publié en mai 2007 par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) : « Campagne nationale Logements – Etat de la qualité de l'air dans les logements français »

Il s'agit de vérifier un éventuel dysfonctionnement des appareils de combustion. L'intérêt de sa mesure est faible dans les bâtiments tertiaires (sauf dans le cas de bureaux à proximité d'un quai de chargement ou d'un parking), mais très important dans le résidentiel (poêle à bois, garage accolé, etc.).

Le monoxyde de carbone est mesuré en continu, à la hauteur des voies respiratoires, à l'aide d'un analyseur portatif et compact fonctionnant sur le principe de l'absorption infrarouge non dispersif ou de capteurs électrochimiques. La mesure se présente sous la forme d'un profil de concentration en CO sur les 5 jours d'étude avec une fréquence d'acquisition d'une valeur moyenne toutes les 15 minutes.

Les valeurs guides d'air intérieur recommandées par l'Anses (2007) sont :

- 10 mg/m³ pour une exposition de 8 heures
- 30 mg/m³ pour une exposition d'une heure
- 60 mg/m³ pour une exposition de 30 minutes
- 100 mg/m³ pour une exposition de 15 minutes

Diagnostic de l'installation si concentration >10 mg/m³ pendant plus d'une minute



C. L'indice de contamination particulaire


Le comptage particulaire, par la mesure des contaminants particulaires de l'air, permet de vérifier un éventuel dysfonctionnement des installations techniques du bâtiment.

Le matériel employé doit pouvoir répondre à la conformité de mesurage des particules dans des environnements classés ISO 8/ISO 9 selon la norme NF EN ISO 14644-1 : 2016 (Salles propres et environnements maîtrisés apparentés - Partie 1 : Classification de la propreté particulaire de l'air). Le comptage particulaire est réalisé avec un compteur optique de particules de l'air, à diode laser, d'un débit minimum de 2,8 L/min, pour des particules d'un diamètre aérodynamique supérieur ou égal à 0,5 µm et à 1 µm.

Dans chaque local investigué, la stratégie de mesurage suit les préconisations suivantes :

- un minimum de 2 points de mesure par local dont la surface au sol est inférieure à 20 m²,
- un maximum de 5 points de mesure par local.

Le prélèvement doit être orienté afin d'être le plus représentatif possible des niveaux d'exposition des



occupants. Il ciblera la proximité des postes de travail sans positionner le compteur directement sur le poste de travail lorsque l'occupant est présent, ceci afin de ne pas caractériser le comptage particulière de son activité mais de l'ambiance général du local investigué.

Le nombre de points extérieurs est défini en fonction du nombre de prises d'air neuf et de leurs localisations (toiture,...), soit un point de mesure par prise d'air neuf/localisation.

Sur chaque point de mesure identifié, on procédera à 3 mesures successives (prélèvement total de 3 litres d'air par point de mesure).

Les résultats du comptage particulaire en 0,5 µm et 1 µm sont relevés et comparés aux concentrations limites de la norme NF EN ISO 14644-1 pour la classe ISO 9 (tableau 3), correspondant à des ambiances de bureau.

Tableau 3 : Concentrations limites en particules 0,5 et 1 µm

Classe particulaire	≥ 0,5 µm	≥ 1 µm
Limites de concentrations maximales en particules/m ³ d'air	35 200 000	8 320 000

Si les valeurs relevées sont supérieures à ces valeurs de référence, on préconisera la réalisation d'une mesure gravimétrique en PM_{2,5}.

D. Les flores bactérienne et fongique

Les dénombrements de la flore bactérienne et fongique de l'air témoignent de la propreté des locaux et des installations de ventilation/climatisation, mais aussi de la qualité du renouvellement d'air.



Flore fongique

Le dénombrement de la flore fongique est un indicateur de la qualité de la filtration de l'air par les installations de traitement d'air. Il permet de vérifier l'efficacité du système en s'assurant du piégeage de la flore fongique extérieure. Il permet aussi de mettre en évidence la présence de spores fongiques provenant d'une source intérieure d'humidité (dégâts des eaux, infiltrations, condensations) ou de développement de moisissures.

Le nombre et la localisation des points de prélèvement sont choisis de façon à être le plus représentatif possible de l'ensemble du bâtiment. Un prélèvement d'air extérieur à proximité de la prise d'air neuf est également effectué pour référence.

Le dénombrement des spores fongiques revivifiables dans l'air est réalisé par un prélèvement d'air (mesure ponctuelle) à l'aide d'un impacteur à cribles en milieu gélosé solide à un débit de 100 L/min. Après échantillonnage, les spores fongiques sont cultivées 7 jours à 25 °C et dénombrées sur un milieu spécifique (ex. dichloran-glycérol 18 %). Les résultats sont exprimés en un nombre d'unités formant colonies (UFC) fongiques rapporté au mètre-cube d'air.

Les valeurs obtenues peuvent être comparées à celles habituellement dénombrées dans des bureaux climatisés et qui étaient en annexe de la précédente norme XP X43-401 (Qualité de l'air - Audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels - Bâtiments à usage de bureaux et locaux similaires) (tableau 4).

Tableau 4 : Distribution des dénombrements fongiques (UFC/m³) dans les bureaux climatisés et à l'extérieur des bâtiments (selon la norme XP X 43-401)

	Dénombrements fongiques (UFC/m ³)	
	Bureaux climatisés	Extérieur
Percentile 5	3	17
Percentile 50	6	61
Percentile 95	45	257
Maximum	710	675
Minimum	1	<1

Références :

Norme NF ISO 16000-18 : Air intérieur – Partie 18 : Détection et dénombrement des moisissures – Echantillonnage par impaction

Norme NF ISO 16000-17 : Air intérieur – Partie 17 : Détection et dénombrement des moisissures – Méthode par culture

Norme XP X43-401 : Qualité de l'air - Audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels - Bâtiments à usage de bureaux et locaux similaires

Avis de l'Anses - rapport expertise collective « Moisissures dans le bâti » juin 2016

Tableau 5 : Limites préconisées en dénombrement fongiques

	Bâtiments climatisés	Bâtiments non climatisés (air entrant non filtré)
Limites préconisées des valeurs obtenues (UFC/m ³)	< 100	< 1000

Si les valeurs relevées sont supérieures aux limites définies (tableau 5), on préconisera de vérifier le niveau d'empoussièrement et l'étanchéité des filtres des centrales de traitement d'air (CTA) distribuant l'air dans le bâtiment. Il semble opportun également de disposer de mesures comparatives à proximité de la prise d'air neuf, afin de vérifier un éventuel enrichissement en spores fongiques par rapport à l'air extérieur.

Afin d'interpréter les résultats, il sera important de noter la présence éventuelle de plantes d'intérieur, d'un empoussièrement important (stockage de papiers, etc.) ou de l'ouverture possible des fenêtres qui pourrait être une source d'apport direct extérieur de spores fongiques.

En l'absence de traitement de l'air, si la valeur de 1000 UFC/m³ est dépassée, l'Anses préconise une recherche des causes (sources d'humidité).

Les concentrations en flore fongique supérieures à 1000 UFC/m³, mesurées dans les environnements intérieurs par impaction et culture, sont considérées comme anormalement élevées. Ce niveau de concentration est issu de la compilation des données de la littérature et correspond à la valeur du 95^{ème} percentile des niveaux moyens mesurés dans des logements et établissements recevant du public.

Dans tous les cas, la recherche de causes à des valeurs élevées en spores fongiques, associée à l'identification des moisissures (afin de traiter de la façon la plus optimale) doit être réalisée par un professionnel compétent et garant de connaissances à jour sur ces sujets. Les critères de choix du professionnel sont, par exemple, une qualification OPQIBI, une accréditation COFRAC ou une indépendance contractuelle.



Flore bactérienne

Le dénombrement des bactéries est un indicateur environnemental qui témoigne principalement de l'occupation et de l'activité récente dans les locaux. En effet, l'homme émet de façon naturelle une importante quantité de bactéries dans l'air, essentiellement par desquamation de la peau et par la parole, la toux ou les éternuements. L'activité dans le local peut elle aussi conduire à la remise en suspension dans l'air de particules portant des bactéries. Le dénombrement de la flore bactérienne permet ainsi de vérifier l'efficacité du renouvellement d'air en s'assurant de l'élimination des cellules bactériennes s'accumulant dans l'air intérieur. Il permet aussi de mettre en évidence un défaut de propreté des locaux et des installations de ventilation/climatisation (empoussièrement, etc.).

Le nombre et la localisation des points de prélèvement sont choisis de façon à être le plus représentatif possible de l'ensemble du bâtiment. Un prélèvement d'air extérieur à proximité de la prise d'air neuf est également effectué pour référence.

Le dénombrement des bactéries revivifiables dans l'air est réalisé par un prélèvement d'air (mesure ponctuelle) à l'aide d'un impacteur à cribles en milieu gélosé solide à un débit de 100 L/min. Après échantillonnage, les bactéries sont cultivées 48 heures à 37° C et dénombrées sur un milieu gélosé standard (ex. trypto-caséine-soja). Les résultats sont exprimés en un nombre d'unités formant colonies (UFC) bactériennes rapporté au mètre-cube d'air.

Les valeurs obtenues peuvent être comparées à celles habituellement dénombrées dans des bureaux climatisés et qui étaient en annexe de la précédente norme XP X43-401 : (Qualité de l'air - Audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels - Bâtiments à usage de bureaux et locaux similaires) (tableau 6).

Tableau 6 : Distribution des dénombrements bactériens (UFC/m³) dans les bureaux climatisés et à l'extérieur des bâtiments (selon la norme XP X 43-401)

	Dénombrements bactériens (UFC/m ³)	
	Bureaux climatisés	Extérieur
Percentile 5	25	95
Percentile 50	70	320
Percentile 95	281	1 020
Maximum	860	3 150
Minimum	15	15

Références :

Norme NF EN ISO 14698-1 : Salles propres et environnements maîtrisés apparentés – Maîtrise de la biocontamination – Partie 1 : Principes généraux et méthodes
Norme NF EN ISO 14698-1 : Salles propres et environnements maîtrisés apparentés – Maîtrise de la biocontamination – Partie 2 : Evaluation et interprétation des données de biocontamination

Norme XP X43-401 : Qualité de l'air - Audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels - Bâtiments à usage de bureaux et locaux similaires

Tableau 7 : Limites préconisées en dénombrement bactérien

	Bâtiments climatisés ou non climatisés
Limites préconisées des valeurs obtenues (UFC/m ³)	< 1000

Si les valeurs relevées sont supérieures aux limites définies (tableau 7), on préconisera d'abord la vérification du bon renouvellement d'air, puis de vérifier l'état de propreté de la prise d'air neuf et du caisson de la CTA. De même, il sera recommandé de vérifier l'état des gaines, des grilles, des diffuseurs et des ventilo-convecteurs dans les locaux et de s'assurer de l'absence de toute autre source de contamination (empoussièrément important, eau stagnante, etc.).



E. Les composés organiques volatils majoritaires ¹

La mesure des composés organiques volatils est réalisée selon la norme NF EN ISO 16017-2 (Octobre 2003) : *Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail – Echantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique /chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. Partie 2 : Echantillonnage par diffusion.*

Deux options sont proposées pour la mesure de ce paramètre. Il est préconisé, si des mesures ont déjà été faites (y compris à réception) de conserver la même méthode pour permettre les comparaisons dans le temps.

E.1/ La mesure est effectuée à l'aide d'une méthode par prélèvement passif sur un adsorbant, par exemple le carbograph 4. La quantité de COV piégée est thermodésorbée, puis séparée en chromatographie en phase gazeuse. La Spectrométrie de Masse (SM) peut être utilisée pour l'analyse de ces échantillons.

ou

E.2/ La mesure est effectuée à l'aide d'une méthode par prélèvement passif sur un adsorbant, par exemple le carbograph 4. La quantité de COV piégée est thermodésorbée, puis séparée en chromatographie en phase gazeuse et quantifiée par un détecteur à ionisation de flamme. La Spectrométrie de Masse (SM) ou la double détection SM/FID peuvent être utilisées pour l'analyse de ces échantillons.

Avertissement : Bien que la FID soit plus stable que la SM, les deux mesures ainsi obtenues ne sont toutefois pas inter-comparables.

Quelle que soit l'option choisie il est important de demander au laboratoire de préciser le matériel et la méthode utilisée.

La méthode de mesure des COV proposée dans ce protocole exploitation est identique à la méthode utilisée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments 2003 - 2005). Il faut insister sur le fait que les résultats obtenus dépendent des méthodes d'échantillonnage, d'analyse et de quantification utilisées et qu'il convient par conséquent de les interpréter en tenant compte de la description complète de ces méthodes.

Dans le présent document, les durées et types de supports étant imposés, la méthode de calcul doit permettre de comparer les bâtiments entre eux. Le facteur de réponse et le débit de piégeage de référence

¹ Dans les premières versions du protocole à réception, le paramètre à mesurer s'intitulait « COV Totaux ». La méthode de prélèvement passif choisie ne permettant pas d'identifier l'ensemble des COV présents, il a été décidé d'étudier plutôt les composés organiques volatils majoritaires et d'homogénéiser les deux protocoles à réception et exploitation. Ceci permet en outre de ne plus être source de confusion avec les mesures des COV totaux émis par les matériaux de construction et produits de décoration.

seront ceux du toluène.

Cette technique d'analyse permet d'identifier les 5 composés majoritaires qui pourront être quantifiés par rapport au toluène.

Il est également proposé de demander au laboratoire le profil du chromatogramme obtenu.

CH₂O

F. Le formaldéhyde

La mesure du formaldéhyde est réalisée selon la norme NF ISO 16000-4 (Février 2012) : *Air intérieur – Partie 4 : Dosage du formaldéhyde – Méthode par échantillonnage diffusif*.

La mesure sur 5 jours est effectuée avec des échantillonneurs passifs. Le formaldéhyde migre jusqu'à la surface de piégeage imprégnée de 2,4-dinitrophenylhydrazine (absorbant) où il est retenu sous forme d'hydrazone stable. L'hydrazone formé est désorbé au moyen d'un volume défini d'acétonitrile ; la solution peut ensuite être analysée par chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) avec détection ultraviolet (UV) ou détecteur à barrettes de diode.

Les concentrations mesurées, sous forme d'une valeur moyenne intégrée sur 5 jours, sont comparées aux valeurs repères d'aide à la gestion de l'air des espaces clos recommandées par le Haut Conseil de la Santé Publique (2009).

En effet, après prise en compte de l'effet critique retenu par l'Anses pour fixer sa **Valeur Guide d'Air Intérieur -VGAI-** (irritation oculaire), et

- considérant les niveaux moyens d'exposition de la population dans les différents espaces clos et les cinétiques rapportées du formaldéhyde dans les documents disponibles,
- considérant également les dispositions réglementaires qui encadrent actuellement le formaldéhyde et les méthodes de mesure actuellement disponibles,

le Haut Conseil de la santé publique recommande dès 2019 de retenir deux valeurs repères d'aide à la gestion pour le formaldéhyde :

- Une **valeur repère de qualité d'air intérieur (VRAI)** fixée à 100 µg/m³ (mesures réalisées sur 1 à 4 h successives, tout au long de la journée, en période d'occupation).

Le HCSP recommande que cette VRAI de 100 µg/m³ soit immédiatement applicable et respectée dans tous les bâtiments, avec un délai maximum pour la mise en œuvre des actions correctives fixé à 6 mois.

Pour s'assurer du respect de la VRAI, il est nécessaire de réaliser des mesures par prélèvements actifs sur des pas de temps de 1 à 4 h.


Ainsi, dans le cas particulier du formaldéhyde, et en raison de son mode d'action, la VRAI et la VGAI sont semblables et mesurées sur un pas de temps court.

- Une **valeur de gestion provisoire** fixée à 30 µg/m³ (mesures sur une période de 4,5 à 7 jours).

Afin de limiter le nombre, et par conséquent le coût des mesures à mettre en œuvre, compte tenu des instruments de mesure actuellement normalisés, considérant les études de surveillance et les différents documents analysés, le HCSP recommande de fixer une valeur de gestion provisoire à 30 µg/m³.

Lors d'une mesure en prélèvement par diffusion d'une semaine (4,5 à 7 jours) :

- Au regard des données disponibles, **le non dépassement de la valeur de 30 µg/m³** en moyenne sur une semaine (en pratique : de 4,5 à 7 jours) assurerait le respect en continu de la VRAI de 100 µg/m³. NB : Cette valeur de gestion provisoire ne sera plus utilisée lorsque de nouveaux instruments de mesure en continu seront normalisés et disponibles à un coût raisonnable.

- 
- **le dépassement de 100 µg/m³**, puisqu'il correspond nécessairement à au moins un dépassement de la VRAI, entrainera la mise en œuvre des actions correctives dans un délai fixé à 6 mois maximum.
 - **le dépassement de la valeur de gestion provisoire (30 µg/m³) sans dépassement de la valeur de 100 µg/m³**, ne garantissant pas le respect de la VRAI (mesurée sur un temps de 1 à 4 h), entrainera quant à elle la mise en œuvre d'une identification des sources et d'un plan d'action approprié. Il sera ensuite réalisé une nouvelle campagne de mesures pour vérifier le respect de la VRAI ou à défaut de la valeur de gestion provisoire. Dans tous les cas, le délai entre la mesure initiale et la nouvelle mesure ne devra pas dépasser un an.

Dans le cadre du présent protocole, il est préconisé de conserver :

- 10 µg/m³ comme valeur à atteindre, soit la valeur guide de qualité d'air intérieur (VGAI) de l'ANSES. « Toute teneur inférieure ou égale témoigne d'une très bonne qualité d'air vis-à-vis de ce polluant et n'implique aucune action si ce n'est de veiller à ce que cette situation ne se dégrade pas ».
- 30 µg/m³ comme valeur repère de qualité de l'air correspondant à la valeur de gestion provisoire définie par le HCSP « *en-dessous de laquelle, jusqu'en 2018, un bâtiment pouvait être considéré comme de bonne qualité* ». Cette valeur doit toutefois évoluer vers l'objectif de 10 µg/m³.
- 50 µg/m³ comme valeur maximale admissible pour une exposition de longue durée. Au-delà de 50 µg/m³, il est nécessaire d'informer les occupants et dans un délai de quelques mois, d'identifier la ou les source(s) principale(s) et de la (les) réduire en engageant les actions appropriées.
- Une teneur supérieure à 100 µg/m³ comme devant conduire « à une action corrective rapide, au cours du mois suivant le résultat ».

Une teneur de 10 µg/m³ est recommandée depuis 2012 dans le neuf et 2019 dans l'existant.

3.2. Les paramètres optionnels

NO₂

A. Le dioxyde d'azote (NO₂)

Les principaux éléments du protocole sont extraits du rapport de l'Anses : Propositions de valeurs guides d'air intérieur – Le dioxyde d'azote.


La méthode de mesure par prélèvement par diffusion passive, mise en oeuvre sur une durée minimale de 7 jours, est préconisée pour la comparaison de mesures à la valeur guide long terme proposée de 20 µg/m³.

Le prélèvement est réalisé sur un support imprégné d'absorbant, la triéthanolamine. Le dioxyde d'azote est chimioabsorbé par la triéthanolamine sous forme de nitrites qui sont ensuite analysés par spectrophotométrie visible ou chromatographie ionique.

C₆ H₆

B. Le benzène

La mesure des composés organiques volatils est réalisée selon la norme NF EN ISO 16017-2 () : *Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail – Echantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique /chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. Partie 2 : Echantillonnage par diffusion.*



La mesure est effectuée à l'aide d'une méthode par prélèvement passif sur un adsorbant, par exemple le carbograph 4. La quantité de COV piégée est thermodésorbée, puis séparée en chromatographie en phase gazeuse et quantifiée par un détecteur à ionisation de flamme. La Spectrométrie de Masse (SM) ou la double détection SM/FID peuvent être utilisées pour l'analyse de ces échantillons.

L'analyse de la cartouche, permet de déterminer la masse en benzène. La limite de quantification de la méthode de prélèvement et d'analyse doit être inférieure à $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations mesurées, sous forme d'une valeur moyenne intégrée sur 5 jours, sont comparées aux valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos recommandées par le Haut Conseil de la Santé Publique (2010).

- $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur cible. Des teneurs inférieures ou égales témoignent d'une bonne qualité d'air vis-à-vis de ce polluant mais il convient de garder à l'esprit que le benzène est un cancérigène sans seuil d'innocuité et que l'objectif doit toujours être de réduire les concentrations à un niveau aussi bas que raisonnablement possible.

Au-delà de cette valeur cible de qualité d'air, il est nécessaire d'identifier les sources intérieures en cause afin d'engager, si possible, des actions appropriées de réduction des émissions (notamment, dans l'habitat, les sources de combustion et le tabagisme) ou, à défaut, d'instaurer des procédures de ventilation des locaux de nature à diminuer les niveaux intérieurs. Une évaluation de la contribution extérieure peut aussi être à réaliser.

- $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme une valeur d'action rapide au-delà de laquelle les sources en cause doivent être rapidement identifiées et neutralisées dans le but de ramener les teneurs intérieures en dessous de la valeur cible de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Un délai de mise en conformité de quelques semaines à quelques mois est accordé du fait qu'il s'agit de protéger d'un effet à long terme.

Des teneurs en benzène inférieures à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont recommandées pour les bâtiments neufs livrés depuis 2012, avant livraison aux occupants. Il en est de même pour ceux faisant l'objet d'opérations de rénovation de grande ampleur. A cette fin, les architectes et les maîtres d'oeuvre doivent à la fois agir sur les sources intérieures au bâtiment et veiller à s'affranchir de l'influence des émissions extérieures locales par un positionnement adéquat du bâtiment et des entrées d'air.



PM_{2,5}

C. Les particules PM_{2,5}

Les principaux éléments du protocole sont extraits du document publié en mai 2007 par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) : « Campagne nationale Logements – Etat de la qualité de l'air dans les logements français ».


Les particules sont prélevées de manière active par aspiration d'air, filtration et impaction, pendant 5 jours consécutifs d'occupation à l'aide d'un appareil équipé d'un échantillonneur prélevant les particules fines (PM_{2,5}), les plus impliquées actuellement dans les problèmes sanitaires. Les appareils sont calibrés et possèdent un certificat d'étalonnage.

Les filtres sont ensuite analysés en laboratoire (pesée des filtres avant et après prélèvement) pour déterminer la concentration massique des particules de diamètre inférieur à $2,5 \mu\text{m}$ (PM_{2,5})

Les concentrations mesurées, sous forme d'une valeur moyenne intégrée sur 5 jours, sont comparées aux valeurs repère d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos recommandées par le Haut Conseil de la Santé Publique (2013).

- un objectif cible de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, avec des valeurs dégressives de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tous les deux ans pour atteindre $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à échéance de 2025,
- une valeur d'action rapide de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les actions correctives mises en œuvre viseront à identifier les sources et à abaisser le niveau de



concentration des particules dans les bâtiments concernés jusqu'à une concentration inférieure à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par amélioration de la filtration. Il est en outre important de mettre un point de mesure extérieur de façon systématique pour vérifier l'abattement. Le délai d'engagement du diagnostic et de définition de ces actions correctives portant sur les sources intérieures ne devrait pas excéder 3 mois.

A noter : Le remplacement de la mesure gravimétrique des $\text{PM}_{2,5}$, proposée dans le protocole à réception, par le comptage particulaire dans le protocole exploitation est justifiée par la difficulté de laisser l'appareillage de mesure de la gravimétrie, particulièrement bruyant, pendant 8h en site occupé. C'est pourquoi il est proposé dans le protocole exploitation de faire en première intention un comptage particulaire pour détecter d'éventuels dysfonctionnements et de préconiser une mesure gravimétrique, en cas de dépassement des seuils définis.

L'importance d'une continuité des méthodes de mesure en lien avec une logique de comparaison et de suivi des résultats dans le temps est bien prise en compte, et il serait souhaitable à terme que les résultats des méthodes de mesure des particules fines puissent être comparables (comptage et gravimétrie). Il en va de même pour les mesures en extérieur en gravimétrie et les mesures en intérieur en comptage. Toutefois, il est rappelé le choix, pour ce protocole exploitation, de se placer dans une logique de détection de dysfonctionnement et non de comparaison à des valeurs sanitaires, fournies seulement par les mesures gravimétriques.

Cette proposition de comptage particulaire dans le protocole exploitation a également un avantage dans la maîtrise des coûts.



3.3. Les méthodes dynamiques

Le développement d'analyseurs mesurant en continu certains paramètres apporte une meilleure connaissance de l'évolution temporelle et/ou spatiale des polluants intérieurs. Ils peuvent être associés à un logiciel de traitement des données avec une différenciation de la présence ou de l'absence des occupants.

Ces analyseurs en continu sont utilisables :

- **à titre préventif** avec la mise en place de signaux d'alerte pour l'exploitant du bâtiment. Dans ce cadre, les analyseurs ont un intérêt pour l'implication et la réactivité de l'exploitant, associés à un rôle pédagogique.
- **pour affiner la compréhension** de résultats élevés et des effets des actions correctives.

Il est important de choisir les analyseurs adaptés aux besoins définis en se référant à leurs spécifications. L'utilisation des analyseurs en continu nécessite une vérification métrologique à maxima annuelle (étalonnage) selon les recommandations du constructeur.



4. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE

Les spécificités et/ou contraintes des bâtiments (de par leur bâti, de l'organisation de leurs locaux, leur localisation, etc.) sont diverses et sont à prendre en considération pour la stratégie d'échantillonnage.

Ce chapitre correspond à des recommandations *a minima*. En fonction du contexte, des attentes locales et des contraintes éventuelles, des prélèvements supplémentaires peuvent être réalisés.

La stratégie d'échantillonnage proposée concerne uniquement les locaux qui sont régulièrement occupés ou fréquentés (bureaux, chambres, salles d'enseignement, salles d'activité ou de vie...). Cependant, cette stratégie d'échantillonnage ne peut être utilisée *in extenso* pour évaluer la qualité de l'air dans des locaux à pollution spécifique, susceptibles de générer des émissions spécifiques.

4.1. Description qualitative du site investigué

Deux types de questionnaires sont à renseigner par l'opérateur chargé des prélèvements. Le premier porte sur le site faisant l'objet de l'investigation ; il est rempli lors d'un contact préliminaire aux mesures sous la responsabilité de l'exploitant du bâtiment. Le second porte sur une description succincte des locaux étudiés et des activités récentes, sous la responsabilité de l'exploitant.

Le premier questionnaire, intitulé « renseignements préliminaires aux mesures » est présenté en annexe I. Il porte sur l'environnement extérieur du bâti, le bâti de manière générale, les installations de chauffage/ventilation/climatisation et la date de la fin des travaux de construction ou de rénovation. Ce questionnaire permettra également de voir si les recommandations d'échantillonnage décrites dans ce document seront applicables au site étudié et comment les appliquer au mieux.

Le second questionnaire, intitulé « questionnaire d'accompagnement de la mesure » est présenté en annexe II. Il porte sur une description succincte des locaux choisis pour l'échantillonnage (revêtements, mobilier, équipements, etc.) ainsi que sur les activités des occupants, notamment celles qui ont eu lieu juste avant le prélèvement et qui sont susceptibles d'avoir un impact sur les concentrations des paramètres mesurés dans les locaux étudiés (nettoyage, ouverture des portes et fenêtres, travaux, etc.).

A. Modalités des prélèvements

◆ DURÉE DE PRÉLÈVEMENT

Les prélèvements sont effectués sur site sur une durée de 5 jours ouvrés et consécutifs, dans un bâtiment en occupation et activités habituelles.

◆ CONDITIONS DE PRÉLÈVEMENT

Les prélèvements sont réalisés dans les conditions définies au programme et telles que le bâtiment est exploité.

◆ REPRÉSENTATIVITÉ SPATIALE

La littérature scientifique ne donne pas de règles quant au nombre souhaitable de points de prélèvements à échantillonner.



Dans des locaux caractéristiques de la typologie de l'ouvrage (à occupation autre que passagère), on définira des blocs homogènes par type d'usage (chambre, salle de réunion, bureau, etc.). On entend par bloc homogène un bâtiment ou partie de bâtiment présentant des propriétés de construction similaires (revêtements, vitrages, circuit de ventilation ou de climatisation, perméabilité à l'air, exposition à la pollution extérieure etc.). L'identification des blocs homogènes est sous la responsabilité de l'exploitant du bâtiment.

Ensuite, on déterminera le nombre de locaux à prélever par bloc homogène ainsi défini, soit entre 1 et 3 locaux maximum, selon la superficie du bloc homogène. Les locaux à prélever seront choisis par tirage au sort, sous la responsabilité de l'exploitant du bâtiment.

Pour chaque local investigué, le point de prélèvement doit être représentatif de l'exposition moyenne aux polluants intérieurs et il convient d'éviter les zones du local largement exposées à des courants d'air, comme les zones proches de portes et fenêtres, ainsi que les zones proches des sources de chaleur ou de ventilation. De même, il convient d'éviter les zones proches de sources spécifiques de pollution. Pour cela, le dispositif de prélèvement est placé au centre du local, ou tout du moins, à une distance d'au moins 50 cm des parois du local.

Un point de prélèvement supplémentaire à l'extérieur du bâtiment doit être réalisé pour déterminer les contributions extérieures. Il est préconisé de le réaliser en parallèle avec ceux effectués en intérieur durant la même période et avec la même méthodologie. Le point de prélèvement en extérieur sera choisi à proximité du bâtiment où les prélèvements intérieurs sont réalisés.

◆ REPRÉSENTATIVITÉ TEMPORELLE

Plusieurs études ont montré des différences significatives des concentrations de polluants en air intérieur, en période dite « froide » durant la période de chauffe du bâtiment et en période dite « chaude », comprise entre mai et fin septembre. Cette variabilité saisonnière devra être prise en compte lors de l'évaluation des données obtenues par rapport aux valeurs de référence.

◆ BLANCS ET RÉPLICATS

Chaque campagne de mesures sur site doit comprendre :

- un blanc de site (un au minimum) : un dispositif placé sur site durant la période de prélèvement et subissant le même traitement que les échantillons, excepté que l'air ne pénètre pas dans le dispositif.
- un blanc de lot (trois au minimum) : un dispositif conservé au laboratoire n'ayant subi aucun traitement (transport sur site, prélèvement) et qui appartient au même lot que les échantillons.

Les blancs de site et les blancs de lot sont ensuite analysés selon la même procédure que les dispositifs exposés.

Les résultats sont à invalider si :

- la concentration du paramètre mesuré dans le blanc de site dépasse la limite de quantification.
- la concentration moyenne du paramètre mesuré dans les blancs de lot dépasse le seuil acceptable.

La quantité moyenne mesurée dans les blancs de lot est soustraite de la quantité mesurée dans le dispositif de prélèvement pour déterminer la concentration finale exprimée.

Dans l'un des locaux investigués, 2 prélèvements sont placés en parallèle, à quelques centimètres de distance, en suivant la procédure de prélèvement décrite. L'écart entre ces répliqués ne devra pas excéder l'incertitude sur la mesure.

◆ MESURE DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'HYGROMÉTRIE

Elle sera réalisée en continu au cours des prélèvements afin de préciser leur impact sur les mesures des paramètres étudiés.

5. Comparaison aux valeurs de référence

Les concentrations des paramètres mesurés dans le bâtiment en exploitation sont comparées aux valeurs de référence présentées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Valeurs de référence pour les paramètres à mesurer dans un bâtiment en exploitation

Paramètre retenu	Valeurs de référence
<i>Courbe de dioxyde de carbone (CO₂)</i>	Absence de dépassement du seuil 1000 ppm (en période d'occupation) Référence : Règlement sanitaire départemental type
<i>Monoxyde de carbone (CO) si source</i>	10 mg/m ³ pour une exposition de 8 heures 30 mg/m ³ pour une exposition d'une heure 60 mg/m ³ pour une exposition de 30 mn 100 mg/m ³ pour une exposition de 15 mn Diagnostic de l'installation si concentration > 10 mg/m ³ pendant plus d'une minute Référence : Anses (2007)
<i>Indice de contamination particulaire</i>	Particules ≥ 0,5 µm : 35 200 000 particules/m ³ Particules ≥ 1 µm : 8 320 000 particules/m ³ Référence : norme NF EN ISO 14644-1 : 2016
<i>Flore bactérienne et fongique</i>	Spores fongiques revivifiables < 100 UFC.m ⁻³ pour les bâtiments climatisés Bactéries revivifiables < 1 000 UFC/m ³ pour les bâtiments climatisés et non climatisés Référence : norme XP X 43-401 : 1998
<i>COV majoritaires</i>	Référence : VGAI (Anses) ou VG (OMS) ou valeurs de la campagne Logements OQAI
<i>Formaldéhyde</i>	<ul style="list-style-type: none"> 100 µg/m³ : Valeur Repère pour l'Air Intérieur (VRAI), égale à la VGAI, estimée en mesure de 1 h à 4 h des concentrations intérieures pour prévenir des effets aigus et chroniques liés à une exposition au formaldéhyde dans les espaces clos d'habitation, locaux accueillant du public ou dans les espaces de travail sans pollution spécifique 30 µg/m³ : Valeur de gestion

	<p>provisoire, sur un pas de temps d'une semaine au regard des difficultés techniques et du coût de réalisation des mesures, afin de garantir le respect de la VRAI/VGAI de manière répétée et continue sur la journée.</p> <p>Référence : Haut Conseil de la Santé Publique (2019)</p>
<i>Dioxyde d'azote (NO₂)</i>	<p>20 µg/m³</p> <p>Référence Anses (2013)</p>
Benzène	<p>2 µg.m⁻³ (valeur cible)</p> <p>Au-delà de cette valeur cible de qualité d'air, il est nécessaire d'identifier les sources intérieures en cause afin d'engager si possible des actions appropriées de réduction des émissions (notamment, dans l'habitat, les sources de combustion et le tabagisme) ou, à défaut, d'instaurer des procédures de ventilation des locaux de nature à diminuer les niveaux intérieurs. Une évaluation de la contribution extérieure peut aussi être à réaliser.</p> <p>10 µg.m⁻³ : valeur d'action rapide au-delà de laquelle les sources en cause doivent être rapidement identifiées et neutralisées dans le but de ramener les teneurs intérieures en dessous de la valeur cible.</p> <p>Référence : Haut Conseil de la Santé Publique (2010)</p>
<i>Particules (PM_{2,5})</i>	<p>18 µg/m³ en 2018 (valeur cible) 10 µg/m³ en 2025 (valeur cible)</p> <p>50 µg/m³ (valeur d'action rapide) Les actions correctives mises en oeuvre viseront à identifier les sources et à abaisser le niveau de concentration des particules dans les bâtiments concernés jusqu'à une concentration inférieure à 10 µg/m³.</p> <p>Référence : Haut Conseil de la santé publique (2013)</p>



ANNEXE

1- Questionnaire « Renseignements préliminaires aux mesures »

DATE

CODE DU SITE

Un questionnaire pour l'ensemble du site étudié

A remplir par l'opérateur chargé des prélèvements sous la responsabilité de l'exploitant du bâtiment

1. Environnement extérieur à proximité (rayon de 500 m) ?

1.1. Présence d'une route BR3 ou BR4 à proximité (trafic régulier et permanent en journée) ?

OUI NON

1.2. Présence d'une zone industrielle (rayon de 1 km) ou d'une autre source de pollution extérieure ?

OUI NON

1.3. Construction sur un site pollué réhabilité ?

OUI NON

1.4 Construction sur une zone avec présence de radon ?

OUI

NON

1.5 Commentaires

2. Description générale du site

2.1. Année de construction/rénovation

2.2. Nombre de blocs homogènes²

Pour chaque bloc homogène

a. Nombre d'étages

b. Nombre de locaux

c. Énergie de chauffage

Gaz

Fioul

Électrique

Bois

Autre

d. Type de ventilation

Simple flux, double flux, double flux récupération, double flux thermodynamique, ventilation naturelle,

e. Présence d'un système de climatisation, si oui lequel :

2.6. Type d'ouvrants de fenêtres ?

² On entend par bloc homogène un bâtiment ou partie de bâtiment présentant des propriétés de construction similaires (revêtements, vitrages, circuit de ventilation ou de climatisation, perméabilité à l'air, exposition à la pollution extérieure etc.). L'identification des blocs homogènes est sous la responsabilité de l'exploitant du bâtiment.



ANNEXE

2- Questionnaire « Accompagnement de la mesure »

DATE début mesure

CODE DU SITE

DATE fin mesure :

Un questionnaire par pièce investiguée (sans activités humaines)

A remplir conjointement par l'opérateur chargé des prélèvements sous la responsabilité de l'exploitant du bâtiment

1. Description succincte du local investigué

Date de travaux éventuels dans le local

Type de revêtement au sol

- Moquette
- Parquet
- Carrelage
- Sol plastique
- Autre

1.1.1.2. Mode de fixation du revêtement de sol

Collé : OUI NON

Type de revêtement des parois

- Papier-peint
- Toile de verre + peinture
- Peinture seule
- Bois (lambris)
- Plafonds suspendus
- Autre

Mobilier : ancienneté dans le local

Type et nature du mobilier

- Aggloméré/contreplaqué
- Massif
- Plastique
- Métal

Les entrées d'air sont-elles dégagées ?

OUI NON Pas d'entrées d'air

Nature des éléments de distribution de chaleur

- Radiateurs/convecteurs
- Sol et plafond
- Climatiseur

Un système de ventilation spécifique est-il présent dans le local et si oui, de quel type ?

Simple flux, double flux, double flux récupération, double flux thermodynamique, ventilation naturelle,

2. Vérification bâti

2.1. Évènement notable?



OUI NON
Si oui, descriptif rapide

3. Activité précédant les prélèvements

3.1. La pièce a-t-elle été nettoyée ?
OUI NON

Si oui, avec quels produits et à quelle date ?

3.2. La pièce a-t-elle été aérée ou ventilée ?
OUI NON

Si oui, quelle durée et à quelles dates ?

3.3. Y a-t-il eu un évènement inhabituel durant le prélèvement (dans les locaux ou à l'extérieur à proximité (feu, groupe électrogène mis en marche, etc.) ?

OUI NON

Si oui, descriptif rapide

4. Température et hygrométrie au cours des mesures :



R

EMERCIEMENTS

Ce document a été rédigé par un sous-groupe de travail « Protocole QAI exploitation » du projet « Le bâtiment durable pour tous », animé par le Docteur Fabien SQUINAZI, membre d'honneur de l'Alliance HQE-GBC, ancien Directeur du Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris. Il a fait l'objet d'un appel à commentaires auprès de tous les membres de l'Alliance HQE-GBC.

Ont contribué à la rédaction de ce document :

Denis Bonin,
Manon Capitan,
Emilie Dalibert, Service Parisien de Santé Environnementale
Valérie Delbart,
Juliette Larbre, Service Parisien de Santé Environnementale
Violaine Ohl-Gasteau, UNICLIMA,
Jean-Charles Ponelle, OFIS - SEURECA,
Vincent Ricard, Tera Environnement,
Rémy Saudino,
Gérard Sellam
Nathalie Sément, Alliance HQE-GBC
Lucile Berliat Camara, Cerqual,
Souad Bouallala, Ademe,
Suzanne Déoux, Médiéco,
Christophe Gérard, Certivéa,
Frédéric Hammel, Ethera,
Natacha Kinadjian Caplat,
Ludovic Marchini, Vinci Construction France,
Olivier Pétrique,
Hanitriniala Ravelomanantsoa, Service Parisien de santé environnementale,
Christèle Wojewodka

L'Alliance HQE-GBC est l'association des professionnels pour un cadre de vie durable. Par les démarches volontaires qu'elle suscite en France et à l'international, l'Alliance HQE-GBC agit dans l'intérêt général pour anticiper, innover, améliorer les connaissances, diffuser les bonnes pratiques et représenter le secteur des bâtiments, aménagements et infrastructures durables.

L'Alliance HQE-GBC est le membre français du World GBC. Reconnue d'utilité publique, elle est à l'écoute de toutes les parties prenantes. L'Alliance HQE-GBC privilégie le travail collaboratif en réseau pour démultiplier son action et favoriser les échanges de proximité avec les acteurs.