



TOME 5

MESURE DES POLLUANTS RÉGLEMENTAIRES

Pourquoi mesurer les polluants ?

Nos cinq sens ne suffisent pas à évaluer si la qualité de l'air que l'on respire est satisfaisante ou non. En effet, d'une part de nombreux polluants sont inodores et imperceptibles même à des concentrations pouvant présenter un danger, d'autre part la perception d'une odeur agréable n'est pas indicative du caractère inoffensif ou non du composé en jeu. Il est donc nécessaire, en cas de doute portant sur la qualité de l'air intérieur (QAI), de réaliser une mesure objective des polluants présents pour les identifier et conserver – ou rétablir – un air sain.

Cette phase du dispositif de surveillance réglementaire comprend *a minima* un état des lieux qui s'appuie sur des résultats des mesures réalisées dans le cadre des campagnes complètes ou ponctuelles à chaque étape clé de la vie du bâtiment sur des polluants ciblés, afin de s'assurer que l'étape clé n'a pas nui à la QAI (par exemple en introduisant des sources de poussières ou de composés organiques volatils). Le recours à des mesures et des résultats normés permet d'objectiver la QAI à un instant donné, mais également d'évaluer l'efficacité des stratégies mises en œuvre pour l'améliorer le cas échéant.

Ce tome ne vise pas à dresser un panorama exhaustif des outils existants, mais à :

- répertorier et présenter les polluants pertinents (réglementés et mesurables) ;
- présenter une méthodologie générale de campagne permettant d'avoir des résultats représentatifs pour chaque polluant ;
- fournir des éléments d'interprétation des données recueillies ;
- indiquer des critères de sélection des laboratoires de mesures ou des appareils utilisés.

I. La mesure des polluants réglementaires

Quels polluants mesurer au titre de la surveillance réglementaire ?

Les polluants réglementés retenus dans le dispositif de surveillance de la QAI sont les suivants :

- le formaldéhyde, polluant fréquemment retrouvé dans l'air intérieur ;
- le benzène, polluant fréquemment retrouvé dans l'air extérieur et pouvant pénétrer dans le bâtiment, issu de combustions ;
- le dioxyde de carbone pour calculer l'indice de confinement (associé à la respiration humaine).

Pour autant, comme le montre le tableau des étapes-clé figurant au début du Tome 4, l'obligation de réaliser des campagnes de mesures ne vise pas systématiquement ces trois polluants. En effet, la nature de l'étape-clé à l'origine du déclenchement de l'obligation de réaliser les campagnes est associée soit à la mesure de l'ensemble de ces trois polluants (la campagne est alors dite complète), soit à la mesure de deux d'entre eux, soit à la mesure d'un seul d'entre eux (dans ces deux derniers cas, la campagne est dite partielle). Par exemple, en cas de livraison d'un bâtiment neuf, les trois polluants réglementaires (benzène, formaldéhyde, dioxyde de carbone) devront faire l'objet des mesures. À l'inverse, en cas de changement du revêtement de sol, seuls le formaldéhyde et le dioxyde de carbone devront obligatoirement être mesurés.

La première fiche de ce tome est consacrée à la mesure du benzène et du formaldéhyde.

Les informations sur la mesure du CO₂ sont disponibles dans **le guide d'application du CSTB pour la surveillance du confinement de l'air**.

De plus, les **paramètres de confort** (température et humidité relative) sont systématiquement mesurés en parallèle. En effet, d'une part, ils peuvent être nécessaires pour l'analyse des composés chimiques présents dans l'air intérieur, d'autre part ils sont intéressants par eux-mêmes pour comprendre les risques pesant sur la QAI : par exemple, un air humide et chaud en permanence, par exemple, facilite le développement des moisissures, ce qui en fait un signal d'alerte même si la moisissure elle-même n'est pas encore développée ou décelable.

À qui faire appel ?

Les mesures *in situ* et les prélèvements (incluant l'échantillonnage) ainsi que les analyses en laboratoire des polluants réglementés doivent être réalisés par **des organismes spécifiquement accrédités par le comité français d'accréditation (Cofrac)** (# ENVIRONNEMENT/ QUALITÉ DE L'AIR / [...] *Mesures de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public (LAB REF 30)*). Le document LAB REF 30 « *Exigences spécifiques pour l'accréditation des organismes procédant aux mesures de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public* » précise les exigences du Cofrac auprès de ces organismes.

Voici les liens utiles pour trouver localement les organismes accrédités Cofrac :

- **Pour les organismes de prélèvements :**

https://tools.cofrac.fr/fr/easysearch/resultats_advanced.php?list-53644424

- **Pour les laboratoires d'analyses :**

https://tools.cofrac.fr/fr/easysearch/resultats_advanced.php?list-98884173

Les résultats de la campagne de mesures sont adressés au CSTB par ces organismes accrédités par le Cofrac et mentionnés à l'article R. 221-31 du code de l'environnement. Cette transmission est effectuée dans un délai maximal de **deux mois après les derniers prélèvements pour l'analyse des polluants**.

Quelles prescriptions réglementaires pour la réalisation des mesures ?

La réalisation de mesures et prélèvements ciblés à partir des étapes clés d'un établissement permet d'identifier, sans en garantir l'exhaustivité, des situations pouvant dégrader la QAI. Les mesures sont réalisées ponctuellement dans la (les) pièce(s) potentiellement impactée(s) avec des approches conduisant à différents niveaux de fiabilité des résultats.

La campagne de surveillance doit être réalisée :

- **en présence des occupants** (par exemple les élèves) dans l'établissement ;
- **débuter** dans le mois suivant la fin de réalisation de l'étape clé.

Pour le CO₂, seule une mesure en continu en période de chauffe (si elle existe) est exigée, tandis que pour le benzène et le formaldéhyde, une série de prélèvements pendant la période de chauffe de l'établissement et une seconde série de prélèvements hors de la période de chauffe sont nécessaires, ces deux séries de prélèvement devant être espacées de 4 à 7 mois maximum.

Le plan d'échantillonnage et la méthodologie à suivre sont développés dans les fiches ci-dessous. Concernant la mesure du dioxyde de carbone, le guide d'application du CSTB **pour la surveillance du confinement de l'air**

précise dans le détail les modalités de cette mesure (choix des capteurs, paramétrages, échantillonnage, position des capteurs, réalisation de la mesure et interprétation des résultats).

Afin d'assurer la fiabilité et la pertinence des mesures qui seront réalisées, il est obligatoire de choisir un laboratoire accrédité Cofrac, de demander le protocole détaillé de prélèvement à suivre, et de respecter ce protocole lors de la réalisation de la campagne. **A noter que le choix des pièces de l'échantillonnage relève de la responsabilité de l'organisme qui prélève, agissant en qualité d'expert en la matière. En revanche, la réalisation d'une campagne de mesures lors d'une étape clé et donc la mise en place de l'échantillonnage par l'organisme sont, comme le reste de la réglementation, de la responsabilité du propriétaire ou à défaut de l'exploitant.**

Quand faire réaliser ces mesures?

La campagne de mesures débute dans le mois suivant la fin de la réalisation d'une étape clé (1 mois après la fin des travaux ou de la reconfiguration des locaux, ou, en l'absence d'occupants, dans le mois suivant le retour des premiers occupants), elle dure le temps nécessaire à la réalisation de cette campagne et doit être réalisée en occupation normale. En cas de livraison d'un bâtiment (neuf ou après une grosse réhabilitation), la fin de l'étape clé correspond ainsi au retour des occupants. Les prélèvements de formaldéhyde et de benzène sont alors à commencer dès que possible. Les 2 polluants sont à mesurer en même temps, l'un des prélèvements devant être réalisé en période de chauffe et l'autre prélèvement hors période de chauffe (dans l'ordre correspondant à la situation en fin de travaux). De plus, les 2 prélèvements doivent être espacés de 4 à 7 mois.

Les campagnes de mesures sont mises en place pour déterminer l'impact des étapes clés sur la QAI dans un établissement : elles sont à mettre en place juste après la fin de l'étape clé et non à échéances régulières. Il s'agit de s'assurer qu'au retour des occupants / à la fin de l'étape clé, il n'y ait pas de problème de QAI au regard des polluants investigués.

Concernant la mesure en continu du dioxyde de carbone permettant le calcul de l'indice ICONE, seule une série de mesures en période de chauffe est exigée, cette mesure devant être réalisée en occupation normale.

Quels seuils réglementaires ?

Les seuils réglementaires fixés dans le décret n° 2022-1690 du 27 décembre 2022 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public sont les suivants :

- **Formaldéhyde :**
 - **30 µg/m³** – valeur seuil au-delà de laquelle des investigations complémentaires sont exigées afin de limiter les sources de formaldéhyde et de revenir en dessous de ce seuil ;
 - **100 µg/m³** – valeur seuil au-delà de laquelle une information au préfet de département est exigée ;
- **Benzène : 10 µg/m³** – valeur seuil au-delà de laquelle des investigations complémentaires ainsi qu'une information au préfet de département sont exigées ;
- **CO₂ : indice de confinement de 5** – valeur seuil au-delà de laquelle des investigations complémentaires ainsi qu'une information au préfet de département sont exigées.

Quelle conduite à tenir en cas de dépassement d'un des seuils réglementaires ?

En cas de dépassement de ces seuils, les laboratoires accrédités ayant procédé aux prélèvements et analyses informent le préfet de département du lieu d'implantation de l'établissement.

Le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant de l'établissement concerné, engage à ses frais et dans un délai de **deux mois après réception des résultats d'analyse**, toute expertise nécessaire pour identifier les causes de présence de pollution dans l'établissement et fournir les éléments nécessaires au choix de mesures correctives pérennes et adaptées à la pollution. Une liste d'organismes accrédités est animée par le CSTB et disponible sur le site suivant : <https://surveillance.qai-erp.fr/reseau-de-laboratoires>. Ces organismes peuvent réaliser des investigations sur les causes des dépassements et apporter des recommandations. Le guide méthodologique relatif à la conduite de mesures de second niveau en cas de dépassement des valeurs limites du formaldéhyde et du benzène publié par l'Ineris, va être actualisé.

Si nécessaire, le préfet peut prescrire la réalisation de cette expertise, toujours aux frais du propriétaire ou, le cas échéant, de l'exploitant.

Rapport d'analyse

Un rapport d'analyse, élaboré sur la base des résultats fournis par le laboratoire d'analyse sera fourni par l'organisme accrédité Cofrac responsable de la réalisation de la campagne sur site au propriétaire de l'établissement dans un délai de 60 jours après les derniers prélèvements / mesures sur site (fin de campagne), sur la base des résultats fournis par le laboratoire d'analyse en cas de prélèvement du formaldéhyde et/ou du benzène. Ce rapport devra contenir *a minima* les informations suivantes :

- identification de l'établissement et son adresse ;
- la date des différents prélèvements et mesures effectués sur site ainsi que la date de réalisation du rapport ;
- les pièces sélectionnées et la justification de cet échantillon ;
- les polluants mesurés ;
- le logo du Cofrac ;
- pour chaque pièce ayant fait l'objet de prélèvements ou d'une mesure en continu :
 - les résultats obtenus à chaque période, comparés aux valeurs seuils réglementaires ;
 - pour le benzène, les concentrations mesurées en intérieur seront comparées aux concentrations mesurées en extérieur ;
 - pour le benzène et pour le formaldéhyde, les moyennes des concentrations mesurées à chacune des 2 périodes, comparée à la valeur guide réglementaire, qui est de :
 - 100 µg/m³ pour le formaldéhyde, pour une exposition de court terme ;
 - 2 µg/m³ pour le benzène, pour une exposition de long terme.

À noter que des informations complémentaires sont exigées par l'accréditation Cofrac.

Ce rapport est donc le rapport final de la campagne terminée. En cas de plusieurs séries de prélèvements (formaldéhyde, benzène), les obligations relatives à la rédaction d'un rapport intermédiaire sont liées à l'accréditation Cofrac et non au cadre réglementaire.

Ce rapport contiendra un bilan sous forme de tableau résumant les résultats obtenus par pièce par période et en moyenne pour les paramètres concernés, comparés aux valeurs seuils réglementaires et aux valeurs guides, de sorte que ce tableau récapitulatif puisse être aisément imprimé et affiché dans l'établissement par le propriétaire ou l'exploitant.

La seconde fiche de ce tome propose un modèle de ce bilan.

II. La mesure des polluants non réglementaires

Quels polluants complémentaires au-delà de la surveillance complémentaire ?

À noter qu'en complément des mesures obligatoires au titre de cette réglementation ciblant les trois polluants précités, la mesure d'autres polluants peut être recommandée. Ils sont issus de sources de pollution intérieures, du renouvellement d'air **inadéquat** des locaux ou liés à d'éventuels dysfonctionnements techniques du bâtiment :

- le monoxyde de carbone CO (si source de combustion dans le bâtiment) ;
- les composés organiques volatils totaux (COV_T) ;
- les composés organiques volatils spécifique : Toluène, Éthylbenzène, Trichloréthylène notamment ;
- les particules fines (PM₁₀ ou PM_{2,5}, c'est-à-dire respectivement les particules fines d'un diamètre inférieur à 10 µm ou 2,5 µm), etc.

Si le bâtiment est situé dans une zone où la qualité de l'air extérieur est sensible ou dégradée, à proximité d'un axe important de trafic routier par exemple, des polluants spécifiques peuvent être mesurés pour tracer cette source. Ces paramètres optionnels sont associés à une origine extérieure et à des valeurs de référence sanitaire, et ils permettent de connaître la situation du bâtiment par rapport à ces sources extérieures. Ces paramètres sont :

- le dioxyde d'azote (NO₂) ;
- les particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀) également.

D'autres polluants pourront être analysés, notamment si l'enquête préalable via les grilles d'autodiagnostic révèle d'autres sources potentielles de pollution.

En dehors des prélèvements obligatoires à réaliser lors des étapes clés, il est possible d'une part :

- de faire réaliser ou de réaliser des mesures de CO₂, de formaldéhyde ou de benzène complémentaires ;
- de faire réaliser ou de réaliser des mesures d'autres polluants pouvant être pertinents à suivre selon la localisation du bâtiment, son usage ou d'un contexte particulier (pollution extérieure exceptionnelle, travaux, aléas dans le bâtiment, plaintes, etc.). Par exemple, dans les communes à proximité de champs agricoles, la mesure de pesticides peut s'avérer utile, ou encore les particules fines en milieu urbain ou proche d'une voie à fort trafic, etc.

À qui faire appel ?

L'approche la plus rigoureuse (et conseillée) est de faire réaliser des mesures sous accréditation Cofrac (prélèvement et analyse), dès que possible. Idéalement, ces polluants seront recherchés afin d'obtenir une photographie des concentrations représentative de l'ensemble de l'établissement sur une année d'occupation des polluants – sauf si la source de pollution est ponctuelle et limitée dans le temps : dans ce cas, une seule série de prélèvements peut suffire. Dans la première option, deux séries de prélèvements peuvent être réalisées en présence des occupants (par exemple les élèves) dans l'établissement, l'une en période de chauffe, et l'autre hors période de chauffe. Néanmoins, en fonction des compétences internes des services du maître d'ouvrage, il peut également être envisagé de réaliser des mesures / prélèvements en interne.

Ainsi, les prélèvements peuvent être effectués :

- par un organisme accrédité Cofrac et selon la norme ISO 17 025 (cas idéal et recommandé) ;
- par un organisme extérieur non accrédité Cofrac mais pouvant justifier d'une bonne expérience en matière de prélèvement et du respect de la norme de prélèvement (vérification possible via les précédents rapports d'analyses de l'organisme) ;
- par les services techniques/gestionnaires de l'établissement en suivant les protocoles édictés.

Quels seuils faut-il prendre en compte ?

Les concentrations obtenues à la suite des mesures devront ensuite être comparées aux valeurs de référence en air intérieur, c'est-à-dire les valeurs guides sanitaires d'air intérieur (VGAI) proposées par l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) ou les valeurs de gestion recommandées par le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) ou par d'autres instances sanitaires notamment l'Organisation mondiale de la Santé (OMS).

Quelle conduite à tenir en cas de dépassement(s) de ces seuils ?

En cas de dépassement des valeurs limites, des investigations complémentaires, en faisant réaliser une expertise, devront être menées pour identifier les causes et établir des préconisations permettant de mettre en œuvre des solutions les plus adaptées pour réduire ou éliminer le risque sanitaire.

La dernière fiche de ce tome est consacrée à la mesure de ces polluants complémentaires.

Fiche mesure du benzène et du formaldéhyde

Objectif

L'objectif de cette mesure est d'obtenir une photographie des concentrations du benzène et du formaldéhyde, représentative de l'ensemble de l'établissement sur une année d'occupation.

Quels polluants mesurer et pourquoi ?

Le benzène (abrégié BE) est la plus simple des molécules aromatiques. S'il était auparavant surtout émis par la pollution routière, des efforts sur la composition de l'essence ont fait baisser cette pollution spécifique. Il reste un bon marqueur des émissions automobiles et industrielles. Classé cancérigène au niveau international et européen, sa concentration réglementaire dans le cadre de la surveillance est limitée à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le formaldéhyde (abrégié en FA), ou méthanal, ou CHOH , est une petite molécule organique très volatile et très réactive. On la retrouve à la fois dans des substances naturelles et artificielles (notamment les matériaux de construction et de décoration). En effet, un grand nombre de molécules organiques plus complexes se dégradent et libèrent du formaldéhyde en présence de lumière. À ce titre, c'est un très bon marqueur de toute pollution aux composés organiques volatils, quels que soient ces composés. Le formaldéhyde a également été reconnu cancérigène au niveau international et européen, et ce classement a amené à réglementer son taux de concentration dans le cadre de cette surveillance. Ainsi, dès lors que ce taux excède 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans l'air intérieur, des investigations complémentaires doivent être menées par le propriétaire ou, le cas échéant, l'exploitant de l'établissement afin d'identifier la source de cette pollution. De plus, s'il dépasse la valeur de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le préfet du lieu d'implantation du département doit être informé de cette situation.

La mesure de ces deux substances polluantes, conformément au référentiel Cofrac (selon le référentiel LAB-REF 30), est nécessaire pour être en adéquation avec le dispositif réglementaire, spécifiquement le décret du 27 décembre 2022 modifiant le décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public, qui liste les polluants concernés et les concentrations nécessitant l'information du préfet du département.

Les paramètres de confort, tels que la température et l'humidité relative, sont systématiquement mesurés en parallèle – outre leur intérêt propre pour la compréhension des données, ils peuvent être nécessaires pour l'analyse des composés en laboratoire.

I. Mesure réglementaire du formaldéhyde et du benzène lors d'une étape clé

Par qui faire réaliser la mesure ?

Pour ces deux substances mesurées lors des étapes clés, les échantillons prélevés doivent être analysés dans un laboratoire accrédité par le comité français d'accréditation (Cofrac). Les prélèvements doivent être réalisés selon le référentiel LAB REF 30⁴¹ par un organisme externe également accrédité Cofrac, qui peut être différent ou non de l'organisme réalisant l'analyse. **La méthode de prélèvement reste inchangée.**

Voici les liens utiles pour trouver localement les organismes accrédités Cofrac :

- Pour les organismes de prélèvements :

https://tools.cofrac.fr/fr/easysearch/resultats_advanced.php?list-53644424

- Pour les laboratoires d'analyses :

https://tools.cofrac.fr/fr/easysearch/resultats_advanced.php?list-98884173

Quand mesure-t-on ces polluants ?

Pour le benzène et le formaldéhyde, lorsque leur mesure est requise par l'étape clé concernée, deux séries de prélèvements sont obligatoires : l'une en dehors de la période de chauffe, l'autre en période de chauffe, si elle existe. Ces 2 séries de prélèvements peuvent être espacées de 4 et 7 mois maximum, la première série devant avoir lieu dans un délai maximal de 1 mois après la fin de réalisation d'une étape clé.

Comment mesure-t-on ces polluants ?

Le guide propose, ici, les méthodes de prélèvement et d'analyse pour les polluants dits réglementaires ainsi que la définition d'une stratégie d'échantillonnage pour favoriser la représentativité des mesures et obtenir *in fine* des résultats les plus exploitables possible.

Les organismes accrédités selon le référentiel Cofrac (programme LAB-REF 30) se chargent de l'ensemble des mesures : la construction du plan d'échantillonnage des pièces étudiées, le prélèvement et l'analyse ainsi que le rendu des résultats. Cette accréditation permet de garantir une qualité de prestation sur l'intégralité de la chaîne de mesure :

- dimensionnement de la campagne de mesures, avec les points de mesure définis selon un plan d'échantillonnage permettant d'assurer une représentativité des résultats obtenus à la fois spatiale (à l'échelle de l'établissement) et temporelle ;
- sur les prélèvements et analyses réalisés selon les normes en vigueur applicables au domaine de l'air intérieur.

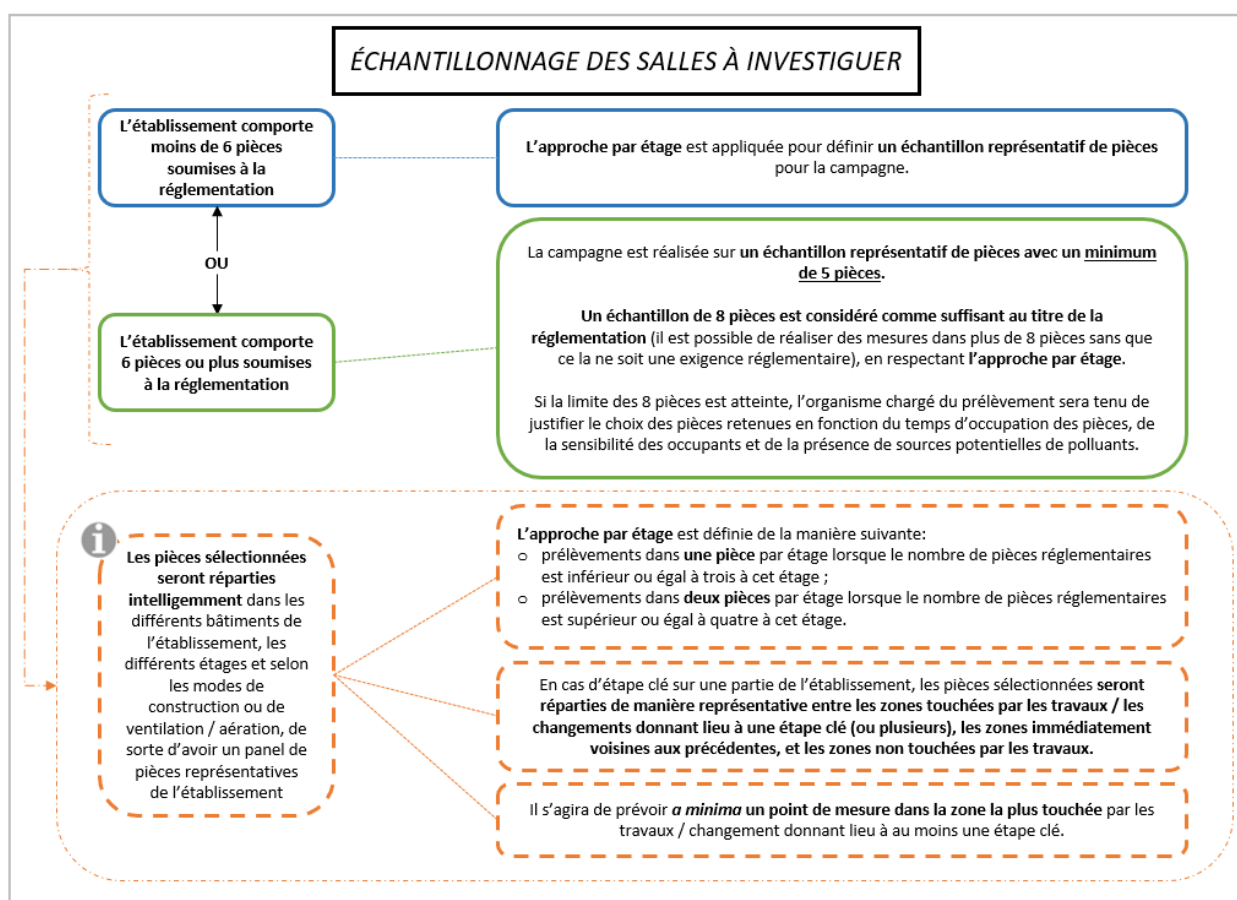
L'accréditation dont bénéficie un organisme permet également d'endosser un rôle de conseil sur l'interprétation des résultats associés. L'ensemble des organismes à même d'effectuer ce type de prestation est disponible sur le site du Cofrac.

⁴¹ Le guide LAB REF 30 est disponible ici : <https://tools.cofrac.fr/documentation/lab-ref-30>

Dès que les prélèvements auront été effectués dans des conditions réelles d'utilisation (ventilation, chauffage ou rafraîchissement doivent être en fonctionnement normal), les tubes seront ensuite envoyés au laboratoire qui analysera leur contenu. L'interprétation finale sera à la charge de l'équipe de gestion de l'établissement, sauf mention contraire dans le contrat. Elle pourra se faire accompagner dans la lecture du rapport et la mise en place d'actions correctives (le cas échéant) par l'équipe projet et/ou par le laboratoire.

Plan d'échantillonnage réglementaire et positionnement des tubes passifs :

Cet échantillon doit intégrer des **pièces (au sens de la réglementation) représentatives de l'ensemble de l'établissement, un établissement pouvant contenir plusieurs bâtiments. Il est construit de la manière suivante (le schéma a été modifié) :**



Ainsi, une zone d'intervention sera définie : elle correspond à l'ensemble du ou des bâtiments concernés par l'étape clé ou les étapes clés. La stratégie d'échantillonnage (la sélection des pièces) dans cette zone d'intervention est également décrite dans le guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air du CSTB et elle est schématisée ci-dessus. La même méthodologie sera à appliquer pour l'ensemble des polluants réglementaires, l'échantillon d'une campagne devant être identique du début à la fin de cette campagne.

Les pièces sélectionnées sont donc les mêmes lors des deux séries de prélèvement et sont communes à tous les polluants exigés par la campagne. Les mesures sont réalisées de manière concomitante pour tous les polluants concernés par une série de mesures.

Ce plan d'échantillonnage devra être justifié **par l'organisme en charge du prélèvement** dans le rapport d'analyse (prise en compte des critères encadrés en orange dans le schéma ci-dessus et précisés ci-dessous). Il dépend donc étroitement de la configuration des bâtiments et de leurs équipements, ainsi que des usages des bâtiments. Le nombre de prélèvements dépendra **du nombre de pièces constituant l'établissement ou, si l'étape clé ne s'applique que sur une partie des bâtiments de l'établissement, du nombre de pièces constituant les bâtiments concernés par l'étape clé** (dans ce cas, la campagne n'est à réaliser que sur le ou les bâtiments concerné.s par l'étape clé).

Ainsi, si l'établissement (ou les bâtiments concernés par l'étape clé) comporte 5 pièces maximum soumises à la réglementation, l'approche par étage (précisée ci-dessous) sera à appliquer directement.

Si l'établissement (ou les bâtiments concernés par l'étape clé) comportent 6 pièces ou plus soumises à la réglementation, l'approche par étage sera également à appliquer mais avec un minimum de 5 pièces dans l'échantillon, sachant que 8 pièces sont réputées suffisantes (il est possible d'en suivre plus si le maître d'ouvrage le souhaite mais une campagne portant sur un échantillon de 8 pièces suffit). Ainsi, selon la taille de l'établissement, il est possible que l'échantillon soit de 6 ou 7 pièces. Si la limite de 8 pièces est atteinte mais que l'approche par étage aurait amenée à une sélection d'un échantillon plus important, c'est à l'organisme accrédité chargé du prélèvement de prioriser les pièces à sélectionner en fonction, selon la réglementation, du temps d'occupation des pièces, de la sensibilité des occupants et de la présence de sources potentielles de polluants.

L'approche par étage suit la logique suivante :

- si le nombre de pièces réglementaire à l'étage considéré est inférieur ou égale à 3, l'échantillon devra intégrer 1 pièce de cet étage;
- si le nombre de pièces réglementaire à l'étage considéré est égal à 4 ou plus, l'échantillon devra intégrer 2 pièces de cet étage.

Dans tous les cas, si l'étape clé ne concerne qu'une partie de l'établissement (une partie de bâtiment par exemple), les pièces sélectionnées devront être réparties de manière représentative dans les zones les plus touchées par l'étape clé, les zones voisines et les zones peu ou pas touchées par l'étape clé, tout en ayant *a minima* un point dans la zone la plus touchée par l'étape clé. Enfin, les pièces sélectionnées seront à répartir dans les différents bâtiments de l'établissement concernés par l'étape clé, les différents étages puis selon les différents modes constructifs et/ou de ventilation afin que le panel soit représentatif de la qualité de l'air intérieur de l'établissement.

Le guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats (actualisation à venir), publié par l'Ineris, détaille **les représentations spatiale et temporelle des points de mesure** dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs. Voici ses principaux conseils :

- **Représentation spatiale :**

La localisation des points de mesure doit respecter les préconisations des protocoles de surveillance du formaldéhyde et du benzène. Le point de prélèvement doit être représentatif de l'exposition moyenne, c'est-

à-dire à 1,50 m à 2 m du sol ou au-dessus de la hauteur des voies respiratoires d'une personne debout. Il doit être éloigné, autant que possible, des courants d'air, des zones proches des portes et fenêtres, des sources de chaleur ou de rayonnements solaires et des sources d'émissions (si mesure du formaldéhyde : panneaux de particules bruts non revêtus de mélamine par exemple), et placé, si possible, à plus de 1 m des parois de la pièce. Le dispositif de mesure est placé, si possible, au centre de la pièce, ou tout du moins à une distance d'au moins 1 m des parois de la pièce (murs et plafonds). Il conviendra également, dans la mesure du possible, de placer le dispositif de façon à ce qu'il se trouve hors de portée des occupants.

À noter que la mesure du formaldéhyde n'est pas requise dans les pièces équipées de baies ouvertes de façon permanente ou munies de châssis à lames pivotantes ne comportant pas de joints d'étanchéité. Ces pièces ne seront donc pas à sélectionner dans l'échantillon.

En cas de mesure du benzène, il est exigé de réaliser un prélèvement à l'extérieur de l'ERP durant chaque série de prélèvements de manière à pouvoir distinguer la contamination de l'air intérieur par l'environnement extérieur (circulation automobile notamment).

- **Représentation temporelle :**

Les mesures sont à réaliser en échantillonnant de manière continue durant 4,5 jours du lundi au vendredi, pendant une période d'ouverture de l'établissement et en période normale d'occupation, afin d'être représentatif de l'exposition des occupants pendant une semaine. Deux séries de prélèvements de surveillance devront être réalisées en présence des enfants dans l'établissement : une série pendant la période de chauffage de l'établissement et une série hors de la période de chauffage. **La durée de 4,5 jours a été pensée pour que les prélèvements soient réalisables sur une semaine du lundi matin au vendredi après-midi. Ainsi, la pose des capteurs et un début des mesures à 8h le lundi matin avec un relevé des tubes et une fin de mesure dans l'après-midi du vendredi est compatible avec cette durée indicative. La durée de la campagne de mesure ne doit pas être inférieure à 4 jours.**

Cas particuliers : en fonction des situations ciblées (formaldéhyde, benzène) dans la grille d'aide aux bonnes pratiques :

- *Cas d'une source extérieure, non contiguë au bâtiment* : dans ce cas, la stratégie d'échantillonnage proposée dans le guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats (actualisation à venir) peut convenir, en la ciblant sur la substance visée (formaldéhyde et/ou benzène). Si un point de mesure est réalisé en extérieur pour le formaldéhyde, les recommandations données pour le benzène sont applicables.
- *Cas d'une source extérieure, contiguë au bâtiment* : par exemple, cas de stockages d'hydrocarbures ou de machine à moteur thermique en sous-sol. La stratégie d'échantillonnage temporel du guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats (actualisation à venir) reste applicable. En termes d'échantillonnage spatial, il convient d'investiguer, *a minima*, les salles mitoyennes (au même étage et aux niveaux adjacents) du local où sont entreposés les hydrocarbures.

Comment interpréter les mesures ?

Les concentrations obtenues suite aux mesures devront ensuite être comparées aux valeurs limites définies dans le décret du 27 décembre 2022 modifiant le décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public.

En cas de dépassement des valeurs limites fixées pour les polluants issus la réglementation, une liste d'organismes ayant la capacité de réaliser des investigations sur les causes des dépassements et d'apporter des recommandations est à votre disposition via le lien suivant : <https://surveillance.qai-erp.fr/reseau-de-laboratoires>.

Le tableau ci-dessous résume les polluants, leurs origines, leurs valeurs limites, et les actions correctives à mettre en place en cas de dépassements de ces valeurs :

Polluant	Sources	Valeur limite	Actions correctives
Formaldéhyde	Matériaux de construction et de décoration, panneaux de particules, peintures, produits phytosanitaires...	30 µg/m ³	Interdiction devapoter ou d'introduire des parfums d'ambiance ou encens Choix de matériaux peu émissifs (A+ si possible, voire A) Surventiler avant l'arrivée du public Vérification de la ventilation Mobilier à déballer et à nettoyer avant la mise en place
Benzène	Combustion, fumées	10 µg/m ³	Vérification de l'interdiction de fumer Vérification de la ventilation : adéquation du système, de son dimensionnement, de sa maintenance préventive et corrective, notamment pour les éléments filtrants. Éviter le stockage d'hydrocarbures contigu aux pièces recevant du public

Le guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats (actualisation à venir), publié par l'Ineris, est disponible si vous souhaitez réaliser des investigations préliminaires par vous-même. Celui-ci a pour objectif de fournir des éléments utiles à la conduite de mesures de second niveau en cas de dépassement des valeurs limites, notamment en termes de recherche de sources des substances incriminées. **La mise à jour du guide édité par l'Ineris étant en cours, en cas d'incohérence avec ce guide d'accompagnement ou avec celui édité par le CSTB, ce guide d'accompagnement et celui du CSTB prévalent.**

II. Mesure complémentaire du formaldéhyde et du benzène, hors étape clé

Par qui faire réaliser la mesure ?

Il est fortement recommandé, même en dehors des étapes clés et pour réaliser des mesures de contrôles ponctuels par tubes passifs, de faire appel à un organisme accrédité Cofrac d'une part pour le prélèvement et d'autre part pour l'analyse des prélèvements de formaldéhyde et de benzène pour garantir la fiabilité des résultats. Il peut s'agir de deux organismes différents pour le prélèvement et l'analyse.

Cependant, il est également possible de faire appel à des organismes non accrédités Cofrac pour le prélèvement. Il est toutefois conseillé de s'assurer de l'expérience de celui-ci et du respect du protocole de prélèvement.

Il est également possible de réaliser des prélèvements par utilisation directe par l'équipe de gestion (services techniques/gestionnaires de l'établissement) de kits de mesures indicatives disponibles sur le marché et en suivant les protocoles édictés, notamment ceux de l'Ineris et CSTB, ce qui permet de faire des mesures complémentaires si nécessaire, en dehors des étapes clés.

Enfin, certaines stations environnementales permettent désormais la mesure du formaldéhyde en dynamique mais pour certaines d'entre elles, des consommables restent nécessaires. Cela permet d'avoir une lecture directe des données (ou quasi directe) et surtout une lecture de la dynamique de l'émission du polluant, ce que ne permet pas un prélèvement sur tube passif. L'interprétation de cette dynamique permet généralement de distinguer les émissions liées au bâti et aux meubles (concentration en polluants qui augmente plutôt la nuit, lorsque la ventilation est réduite) et celles liées à l'occupation humaine (qui augmente le jour et qui est corrélée à la présence humaine). De plus ces stations constituées de micro-capteurs sont réutilisables et déplaçables. Attention cependant, elles doivent être régulièrement contrôlées / étalonnées afin de garantir une bonne cohérence des résultats et les données fournies restent indicatives.

Comment mesure-t-on ces polluants ?

En cas de prélèvement en autonomie par l'équipe de gestion par tubes passifs, comme dans le cas d'une mesure à réaliser au titre de la réglementation, il est fortement recommandé de réaliser un plan d'échantillonnage et de respecter le positionnement temporel et spatial dans chacune des pièces investiguées afin que les mesures soient interprétables. Le plan d'échantillonnage permettra à l'équipe de gestion (services techniques/gestionnaires de l'établissement) de connaître le nombre de tubes à commander. La liste des kits conformes au cahier des charges est disponible via le lien suivant : <https://surveillance.qai-erp.fr/reseau-de-laboratoires>.

Modèle de bilan relatif aux résultats de la surveillance de la qualité de l'air intérieur

Ce modèle de bilan est proposé sous forme de tableau. Toutefois, la réglementation laisse libre la forme que ce bilan peut prendre, à conditions d'y inclure les informations exigées par la réglementation et précisées en début de Tome 5 (elles sont reprises dans le modèle ci-après) :

Bilan des prélèvements réalisés dans l'établissement à l'occasion de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur

Logo COFRAC en prélèvements

Informations générales

Etablissement :	
Adresse de l'établissement :	
Type d'établissement :	
Maître d'ouvrage :	
Entreprise ayant réalisé les prélèvements	

Echantillon choisi

Nombre de pièces	
Justification de l'échantillon	

Prélèvements - série n°1

Date des prélèvements	
Polluants intégrés à la série de prélèvements	

Résultats

	Pièce n°1	Pièce n°2	Pièce n°3	Pièce n°4	Pièce n°5	Pièce n°6	Pièce n°7	Pièce n°8
Nom de la pièce								
Localisation de la pièce								

Formaldéhyde

	Pièce n°1	Pièce n°2	Pièce n°3	Pièce n°4	Pièce n°5	Pièce n°6	Pièce n°7	Pièce n°8
Résultats obtenus <i>in situ</i> pour le formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
Valeur seuil réglementaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	30 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							

Benzène

	Pièce n°1	Pièce n°2	Pièce n°3	Pièce n°4	Pièce n°5	Pièce n°6	Pièce n°7	Pièce n°8
Résultats obtenus <i>in situ</i> pour le benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
Valeur seuil réglementaire du benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							
Résultats obtenus dans l'air extérieur pour le benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								

Dioxyde de carbone

	Pièce n°1	Pièce n°2	Pièce n°3	Pièce n°4	Pièce n°5	Pièce n°6	Pièce n°7	Pièce n°8
Résultats obtenus <i>in situ</i> pour le CO_2 : indice ICONE								
Valeur seuil réglementaire de l'indice ICONE	5							

Prélèvements - série n°2

Date des prélèvements	
Polluants intégrés à la série de prélèvements	

Résultats

	Pièce n°1	Pièce n°2	Pièce n°3	Pièce n°4	Pièce n°5	Pièce n°6	Pièce n°7	Pièce n°8
Nom de la pièce								
Localisation de la pièce								

Formaldéhyde

	Pièce n°1	Pièce n°2	Pièce n°3	Pièce n°4	Pièce n°5	Pièce n°6	Pièce n°7	Pièce n°8
Résultats obtenus <i>in situ</i> pour le formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
Valeur seuil réglementaire du formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	30 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							

Benzène

	Pièce n°1	Pièce n°2	Pièce n°3	Pièce n°4	Pièce n°5	Pièce n°6	Pièce n°7	Pièce n°8
Résultats obtenus <i>in situ</i> pour le benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
Valeur seuil réglementaire du benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							
Résultats obtenus dans l'air extérieur pour le benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								

Moyenne des concentrations des 2 séries de prélèvement

Formaldéhyde

	Pièce n°1	Pièce n°2	Pièce n°3	Pièce n°4	Pièce n°5	Pièce n°6	Pièce n°7	Pièce n°8
Moyenne <i>in situ</i> pour le formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
Valeur guide de l'air intérieur du formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	100 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							

Benzène

	Pièce n°1	Pièce n°2	Pièce n°3	Pièce n°4	Pièce n°5	Pièce n°6	Pièce n°7	Pièce n°8
Moyenne <i>in situ</i> pour le benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
Valeur guide de l'air intérieur du benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							

Fiche mesure de polluants complémentaires non réglementés

Objectif :

L'objectif est d'obtenir une photographie des concentrations, représentative de l'ensemble de l'établissement, des polluants non réglementaires à chaque étape clé de la vie d'un ERP et avant la réintégration des élèves afin de voir si les travaux engagés n'ont pas occasionné une dégradation de la qualité de l'air.

Bien que ces polluants ne soient pas concernés par un décret et ne soient donc pas à mesurer obligatoirement, ils sont à la fois susceptibles d'être présents à l'issue d'une phase de travaux, ont un impact significatif sur la santé, et leur mesure se fait de plus en plus en routine au fur et à mesure qu'elle devient accessible, tant techniquement que financièrement.

Quel(s) polluant(s) mesurer ?

Les polluants retenus pour les mesures à chaque étape clé de la vie du bâtiment sont :

- **le monoxyde de carbone** (si source de combustion dans le bâtiment) :
 - ce gaz inodore, issu d'une combustion incomplète dans un local insuffisamment ventilé, peut être mortel même à une concentration relativement faible. Il est responsable d'une centaine de décès par an en France, dont 80 % en logement.
- **la somme des composés organiques volatils totaux (COV_T)** :
 - ces composés d'origines très diverses sont indicateurs d'une source de pollution persistante qu'il faudrait identifier. La seule indication d'une concentration en COV_T n'est pas suffisante pour évaluer le danger éventuel, les composés en question peuvent être inoffensifs, mais une valeur élevée nécessite des analyses plus poussées pour identifier la cause.
- **les composés organiques volatils spécifiques** : toluène, éthylbenzène, trichloréthylène, notamment :
 - le toluène est un solvant courant, l'éthylbenzène est indicateur d'une pollution routière, le trichloréthylène a un usage similaire au tétrachloroéthylène (utilisé auparavant comme solvant en nettoyage à sec) en étant plus toxique. Tous ces composés sont toxiques, cancérigènes, et pour certains reprotoxiques et/ou neurotoxiques.
- **l'indice de contamination fongique** :
 - première étape d'une surveillance biologique de l'air, cet indice proposé par le CSTB repose sur la mesure de composés organiques volatils spécifique d'origine microbienne (émis par des bactéries ou moisissures). Les moisissures étant susceptibles de causer ou aggraver les problèmes respiratoires chez l'homme (allergies, rhinites, asthme...), leur surveillance est un réel enjeu de santé.
- **les particules fines** : PM_{2,5} et PM₁₀ :
 - les particules fines (« *Particulate Matter* », qui a donné PM) sont, toutes catégories confondues, toxiques. En raison de leur taille, les PM_{2,5} et le PM₁₀ (particules de moins de 2,5 µm ou moins de 10 µm de diamètre) pénètrent au fond des alvéoles pulmonaires, et augmentent le risque de cancer, de maladies cardiaques et de maladies métaboliques comme le diabète. Les PM_{2,5} seraient responsables de plus de 40 000 morts prématurés par an en France.

Pour rappel, si le projet est situé dans une zone où l'air extérieur est dégradé, notamment en raison de la proximité d'un axe de trafic routier par exemple, d'autres polluants peuvent être intégrés à la campagne. Ces paramètres, également optionnels, sont associés à une origine extérieure et à des valeurs de référence sanitaire et permettent de connaître la situation du bâtiment par rapport à ces sources extérieures. Ces paramètres sont :

- le dioxyde d'azote (NO₂), qui est un irritant respiratoire ;
- les particules fines PM_{2,5} et PM₁₀, dont l'exposition est toxique à long terme.

Ils ont été sélectionnés car les méthodes de prélèvement et d'analyse, les stratégies d'échantillonnage et les valeurs de référence sanitaires sont, soit documentées, soit cadrées par des protocoles, normes et certifications.

Les paramètres de confort (température et humidité relative) sont à systématiquement mesurer en parallèle, afin de permettre l'analyse en laboratoire et l'interprétation des données recueillies.

D'autres polluants pourront venir compléter cette liste notamment, si l'enquête préalable via les grilles d'autodiagnostic révèle d'autres sources potentielles de pollution.

Par qui faire réaliser la mesure ?

Il existe plusieurs options possibles pour la réalisation des mesures des polluants listés dans cette fiche. Dans tous les cas, il est fortement recommandé de faire prélever puis analyser les échantillons par un organisme accrédité par le Cofrac (ENVIRONNEMENT / QUALITÉ DE L'AIR / Analyse physico-chimiques *Essais d'évaluation de la qualité de l'air intérieur (HP ENV)*) pour les mesures hors cadre de la réglementation) ou équivalent pour garantir la qualité de leur résultat (fortement recommandé). Cependant, les prélèvements pourront être effectués :

- par recours à un prestataire en charge des prélèvements et analyse, qui pourra être choisi selon différents critères :
 - signes de qualité reconnus comme l'accréditation Cofrac (ou équivalent au sein de l'UE), l'ISO 17 025, à privilégier ;
 - qualification OPQIBI 0908 « Diagnostic qualité de l'air » ;
 - indépendance contractuelle ;
 - références en matière de campagne de mesures.
- par utilisation directe par l'équipe de gestion (services techniques/gestionnaires de l'établissement) de différentes techniques de mesures disponibles, selon les polluants, sur le marché et en suivant les protocoles édictés (notamment les normes *ad hoc*).

Comment mesure-t-on ces polluants ?

Le guide propose ici les méthodes de prélèvement et d'analyse pour ces différents polluants ainsi que la définition d'une stratégie d'échantillonnage pour favoriser la représentativité des mesures et obtenir *in fine* des résultats les plus exploitables possible :

Mesures réalisées par un prestataire :

Dans ce cadre, les organismes choisis se chargent généralement de l'ensemble de la chaîne de mesures :

- le dimensionnement de la campagne de mesures, avec les points de mesure définis selon un plan d'échantillonnage permettant d'assurer une représentativité des résultats obtenus à la fois spatiale (à l'échelle de l'établissement) et temporelle ;
- sur les prélèvements et analyses réalisés selon les normes en vigueur applicables au domaine de l'air intérieur ;
- le rendu des résultats avec un rôle de conseil sur l'interprétation des résultats.

Mesures par l'équipe de gestion (dans le cas d'automesure) avec des systèmes de mesures passifs :

Les polluants qui pourront être mesurés avec des échantillonneurs passifs sont les suivants :

- la somme des composés organiques volatils totaux (COV_T) ;
- les composés organiques volatils spécifique : toluène, éthylbenzène, trichloréthylène ;
- le NO₂.

Dans ce cadre, il est fortement conseillé d'établir un plan d'échantillonnage par l'équipe de gestion (services techniques/gestionnaires de l'établissement) afin de connaître le nombre de tubes passifs de mesures à commander auprès d'un fournisseur. Dans un deuxième temps, l'équipe de gestion devra choisir un prestataire qualifié pour la fourniture de supports et l'analyse de certains polluants pour garantir des mesures de qualité. Dès que les prélèvements auront été effectués dans des conditions réelles d'utilisation, les capteurs seront ensuite envoyés au laboratoire qui analysera le contenu des tubes. L'interprétation sera dans ce cas à la charge de l'équipe de gestion. Elle pourra se faire accompagner dans la lecture du rapport et la mise en place d'actions correctives (le cas échéant) par l'équipe du laboratoire. Les échantillonneurs passifs permettent d'avoir comme résultat une moyenne intégrée sur plusieurs jours et la concentration obtenue peut être comparée à la valeur de référence sanitaire.

Mesures par l'équipe de gestion (dans le cas d'automesure) avec des systèmes de mesures actifs :

Les polluants qui pourront être mesurés avec des appareils de mesure en continu sont les suivants :

- les PM_{2,5} et PM₁₀ ;
- le NO₂ ;
- le monoxyde de carbone.

Ces appareils de mesure en continu permettent d'avoir une connaissance de la dynamique des concentrations de polluants. Pour avoir une bonne analyse, il faut nécessairement réaliser des mesures pendant une durée minimale de 7 jours pour pouvoir comparer les concentrations à des valeurs limites. Attention cependant, la durée de mesure est différente en fonction du mode de mesure utilisé.

Cependant ce type de mesures représente un surcoût important par rapport aux échantillonneurs passifs. Il est fortement conseillé de choisir un prestataire pour ce type de mesures.

Il est proposé de mesurer le monoxyde de carbone sur un pas de temps très court (mesure court terme). Cette mesure se fait à proximité de la source grâce à un capteur équivalent à ceux mesurant le CO₂. Attention, en cas de suspicion de présence de monoxyde de carbone, un détecteur de CO sur la personne réalisant les prélèvements est nécessaire afin de garantir sa propre sécurité (gaz asphyxiant). L'appel à un professionnel qualifié est indispensable. À savoir que la valeur de 10 mg/m³, obtenue sur un pas de temps de plus d'une minute, indique l'existence d'une source qu'il convient de maîtriser et correspond, en cas de dépassement, à un niveau d'intervention : il faut procéder à un diagnostic de l'installation et mettre en œuvre des mesures correctives.

Mesures par l'équipe de gestion (dans le cas d'automesure) avec des systèmes de capteurs connectés :

Une dernière approche consiste à réaliser un monitoring en continu à l'aide de capteurs spécifiques et connectés, mais aussi de capteurs embarqués par partage de données qui permettent une remontée des données en temps réel. Les polluants qui peuvent être mesurés par ce type d'appareils sont le CO₂, COV_T, PM₁, PM_{2.5} et PM₁₀ et le NO₂.

Pour choisir les analyseurs adaptés aux besoins définis, il conviendra de se référer à leurs spécifications. L'utilisation des analyseurs en continu nécessite une vérification métrologique *a maxima annuel* (étalonnage) selon les recommandations du constructeur. L'utilisation 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 mesures dynamiques peuvent être préconisées pour affiner l'analyse en apportant des informations complémentaires sur la pollution sur certains polluants, même s'il y a encore peu de recul sur ces appareils. Il convient également d'être vigilant sur les phénomènes d'interférence avec d'autres substances chimiques volatiles.

Certains analyseurs permettent une remontée des données en temps réel avec des alertes, lors de dépassements de seuil, qui pourront être transmises aux gestionnaires des établissements, permettant ainsi d'identifier les situations de confinement, de prévenir les usagers ou intégrer des commandes de ventilation.

Cas particuliers : en fonction des situations ciblées dans le guide des étapes clés du bâtiment :

- *Cas d'une source extérieure, non contiguë au bâtiment* : dans ce cas, la stratégie d'échantillonnage proposée dans le guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats (actualisation à venir) peut convenir, en la ciblant sur la substance visée (COV_T, Toluène, NO₂, particules). Si un point de mesure est réalisé en extérieur pour ces polluants, les recommandations données pour le benzène sont applicables.
- *Cas d'une source extérieure, contiguë au bâtiment* : par exemple, cas de stockages d'hydrocarbures ou de machine à moteur thermique en sous-sol. La stratégie d'échantillonnage temporel du guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats (actualisation à venir) reste applicable. En termes d'échantillonnage spatial, il convient, d'investiguer, *a minima*, les salles mitoyennes (au même étage et aux niveaux adjacents) du « local source ».

Plan d'échantillonnage

Dans le cas où une équipe de gestion a choisi de réaliser les prélèvements elle-même, il faudra mettre en place un plan d'échantillonnage avant de réaliser les mesures, **qui pourra être le même que celui précisé dans le cadre réglementaire, sans que cela ne soit une obligation – ces mesures étant optionnelles**. Ce plan dépend étroitement de la configuration des bâtiments et de leurs équipements, ainsi que des usages des bâtiments. Une autre possibilité est de travailler l'échantillonnage directement par nombre de blocs homogènes. 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 alors sous la responsabilité de l'exploitant du bâtiment.

Le *guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats* (actualisation à venir) détaille **les représentations spatiales et temporelles** dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs. Voici ses principaux conseils :

Représentation spatiale

Concernant la localisation du point de mesure, ils doivent respecter les préconisations des protocoles de surveillance du formaldéhyde et du benzène. Le point de prélèvement doit être représentatif de l'exposition moyenne, c'est-à-dire à 1,50 m à 2 m du sol ou au-dessus de la hauteur des voies respiratoires d'une personne debout. Il doit être éloigné, autant que possible, des courants d'air, des zones proches des portes et fenêtres, des sources de chaleur ou de rayonnements solaires et des sources d'émissions (si mesure d'aldéhydes : panneaux de particules bruts non revêtus de mélamine par exemple), et placé à plus de 50 cm des parois de la pièce (1 m dans la réglementation). Le dispositif de mesure est placé, si possible, au centre de la pièce, ou tout du moins à une distance d'au moins 1 mètre des parois de la pièce (plafond compris). Il conviendra également, dans la mesure du possible, de placer le dispositif hors de portée des enfants/élèves.

Concernant la somme des COV_T et le toluène, il est recommandé de réaliser une mesure à l'extérieur de l'ERP de manière à pouvoir distinguer la contamination de l'air intérieur par l'environnement extérieur (circulation automobile notamment).

Représentation temporelle

Les mesures sont à réaliser en échantillonnant de manière continue du lundi matin au vendredi en fin de journée, afin d'être représentatif de l'exposition des occupants pendant une semaine scolaire. Une campagne de surveillance devra être réalisée avant la présence des enfants dans l'école.

Enfin pour mesurer dans une situation représentative, le système de ventilation, s'il existe, doit être dans des conditions normales de fonctionnement pendant toute la durée des mesures. Il est essentiel de s'assurer, en cas de travaux, que les travaux de finition et de nettoyage de fin chantier soient terminés, d'assurer une surventilation, si possible, du bâtiment pendant 7 jours avec un changement des filtres à la fin de la phase de surventilation et avant les mesures de QAI et s'assurer au bon fonctionnement du système de ventilation en conditions normales d'usage aux différents réglages prévus (occupation, inoccupation...).

Dans le cas d'un renouvellement complet du mobilier dans une pièce de vie / d'activités (dans l'immédiat ou dans les 7 mois à venir), les mesures devront être réalisées dans la pièce ou le mobilier a été renouvelé, en conditions normales (ou représentatives) d'occupation des locaux (activités, pratiques d'aération...).

Dans le cas d'une rénovation (peinture, revêtement de sol...) dans une pièce de vie / d'activités, les mesures devront être réalisées dans la pièce ou la rénovation a eu lieu, avant réintégration des élèves mais dans des conditions représentatives de l'occupation des locaux (à venir ou ≤ 7 mois).

D'autres enjeux de mesure peuvent exister pour lesquels une stratégie d'échantillonnage spécifique devra être élaborée afin de répondre à la question posée.

Comment interpréter les mesures ?

Après la campagne de mesures, les résultats de concentration en polluants déterminés dans le bâtiment doivent être analysés et comparés en regard des valeurs de référence sanitaires, c'est-à-dire les valeurs de gestion recommandées par le Haut Conseil de la santé publique ou les valeurs guides sanitaires d'air intérieur (VGAI) proposées par l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses), ou par défaut, les valeurs d'autres instances sanitaires telles que l'Organisation mondiale de la santé. Ces valeurs sont définies dans une des fiches proposées en Tome 7.

Cette analyse et comparaison est effectuée point de mesure par point de mesure :

- dans le cas où toutes les valeurs de référence sont respectées en tous points de mesures, il n'y a aucun risque sanitaire dans le bâtiment ;
- dans le cas où, en un point de mesures, la valeur de référence est dépassée pour un (ou plusieurs) polluant(s), il conviendra de voir si des circonstances extérieures documentées, survenues pendant la période de mesures ont pu entraîner ce(s) dépassement(s). Si aucune interférence gênant les prélèvements a eu lieu, il conviendra alors de comparer les résultats :
 - dans un premier temps, pour les polluants essentiellement d'origine extérieure, s'il n'a pas été identifié de source intérieure, on s'assurera que le niveau de contamination à l'intérieur reste inférieur à celui qui est mesuré à l'extérieur ;
 - dans un second temps, si la provenance extérieure est éliminée, des investigations complémentaires, en réalisant une expertise approfondie, devront être menées pour identifier les causes et établir des préconisations permettant de mettre en œuvre des solutions les plus adaptées pour réduire ou éliminer le risque sanitaire. Une liste d'organismes animé par le CSTB et ayant la capacité de réaliser des investigations sur les causes des dépassements et d'apporter des recommandations est à votre disposition.

La mesure des polluants, telle que le préconise ce guide, est une photographie de la QAI à un moment donné qui montre l'efficacité des stratégies mises en œuvre. 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.

Les concentrations obtenues suite aux mesures devront ensuite être comparées aux valeurs guides définies par l'Anses et/ou l'HCSP pour des données moyennées sur les deux séries de prélèvements (période de chauffe et hors période de chauffe).