

La Boutique Pro de la Qualité d'Air Intérieur
testoon
by Le site internet de la mesure



Guide de la mesure de la Qualité d'Air Intérieur

*Testoon vous propose ce guide pour vous aider
à réaliser des contrôles de Qualité d'Air Intérieur.*

www.testoon.com/qai

Table des matières

- Introduction : Enjeux et réglementation..... 3**
 - Règlementation 3
 - Exposition des travailleurs..... 3
 - Les ERP 4
 - Dans l’habitat 5
- Les marchés du contrôle de la QAI 5**
 - Contrôles réglementaires 5
 - Protection des travailleurs 5
 - Etablissements recevant du public..... 6
 - (Pré-)diagnostics volontaires..... 6
 - Etablissements recevant du public..... 6
 - Habitat/Tertiaire..... 6
- Méthodologie générale du contrôle de la QAI 7**
 - Préparation..... 7
 - Contrôles 7
 - Analyses et préconisations..... 7
- Composés Organiques Volatiles (COV) 8**
 - Formaldéhyde 8
 - Pré-diagnostic/ diagnostic volontaire 8
 - Diagnostic réglementaire 9
 - Recherche de source 10
 - Exposition des travailleurs..... 10
 - Choisir son matériel..... 11
 - Benzène 11
 - Pré-diagnostic/ diagnostic volontaire 12
 - Diagnostic réglementaire 12
 - Recherche de source 13
 - Exposition des travailleurs..... 13
 - COV totaux 13
- Microparticules 14**
 - Appareils de mesure..... 14
- Dioxyde de Carbone (CO2)..... 16**
 - Mesure du CO2..... 16
 - Mesure ponctuelle/ protection du travailleur 17
 - Suivi temps réel 18



Campagne de mesure avec enregistrement 19

Le Radon 20

 ERP et Tertiaire 20

 Habitat 20

Température et hygrométrie 21

 Appareils portatifs 21

 Enregistreurs 21

 Enregistreurs & transmetteurs temps réel sans-fil 21

 Transmetteurs temps réel sans-fil 22

 Analyseurs du microclimat 22

Contrôle de la ventilation 22

 Inspection visuelle 23

 Dans le cadre du Décret n° 2012 -14 du 05 Janvier 2012 23

 Inspection plus poussée 23

 Mesure des débits 24

 Mesure en bouche 24

 Mesure en gaine 26

Librairie 27



Introduction : Enjeux et réglementation

Nous passons de 70 à 90 % de notre temps (voire plus pour certaines populations sensibles comme les jeunes enfants et les personnes âgées) à l'intérieur de locaux divers (locaux d'habitation, de travail ou destinés à recevoir le public) et de moyens de transport, où nous sommes exposés à divers polluants, principalement par inhalation.

Pour des raisons d'efficacité énergétique, objectif de la nouvelle Réglementation Thermique 2012, les concepteurs de bâtiments cherchent à réduire au maximum le renouvellement d'air, par l'amélioration de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment et la réduction du débit des ventilations. Ceci entraîne un risque croissant de pollution de l'air intérieur.

A la différence de la pollution de l'air extérieur, plus médiatisée et faisant l'objet de nombreux contrôles, celle de l'air intérieur est restée relativement méconnue jusqu'à présent. Pourtant l'environnement intérieur offre une grande diversité de situations de pollution, avec de nombreux agents physiques (amiante, radon...) et contaminants chimiques (COV...) ou microbiologiques (moisissures...), liés aux bâtiments, aux équipements, à l'environnement extérieur immédiat et au comportement des occupants.

Règlementation

A ce jour il n'y a en France que peu de réglementations sur le sujet. La création de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) il y a dix ans a permis de lancer des enquêtes pour faire l'état des lieux de ce sujet.

Comme souvent, le droit du travail intègre plus rapidement les problématiques liées à la protection des personnes. Le législateur étend ensuite les contrôles aux Etablissements Recevant du Public (ERP), en commençant par les plus sensibles. Si la mise en œuvre de ces contrôles est concluante, on peut penser que des diagnostics seront demandés dans l'habitat. Quand et sous quelle forme ? Il est impossible de le savoir aujourd'hui.

Exposition des travailleurs

Le code du travail stipule dans son article [R4412-76](#), que pour les agents cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) dont des Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP) ont été établies ([articles R. 4412-149 ou R. 4412-150](#)), l'employeur doit faire procéder à des contrôles techniques au moins une fois par an et lors de tout changement potentiellement risqué. Ces contrôles doivent être réalisés par un organisme accrédité.

Pour le benzène par exemple la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle sur 8h ne doit pas dépasser 1ppm.

Concernant le formaldéhyde, en 2008 l'Afsset (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail) a recommandé :

- de fixer une valeur limite (8h) de 0,2 ppm (soit 0,25 mg/m³)
- de fixer une valeur limite court terme sur 15 min (VLCT) de 0,4 ppm (soit 0,5 mg/m³)



Les ERP

Entre décembre 2011 et janvier 2012, trois décrets sont venus préciser les contrôles obligatoires de la qualité d'air intérieur dans certains Etablissements Recevant du Public. Ces contrôles peuvent être suivis, en cas de dépassement des seuils, d'obligation de mise en conformité. Le nombre de types de bâtiment concernés est amené à s'accroître au cours des années qui viennent.

Décret 2011-1728 du 2 décembre 2011

Précise les obligations pour les propriétaires et exploitants d'ERP de faire procéder, tous les 7 ans et à leurs frais, par un organisme accrédité, à une évaluation des moyens d'aération des bâtiments et à des campagnes de mesure de polluants (benzène, formaldéhyde et CO₂) avec **obligation d'information des résultats** des évaluations.

Cette surveillance sera à renouveler dans un délai de 2 ans si pour un polluant mesuré, le résultat dépasse les valeurs fixées par le décret précédent. Le propriétaire ou l'exploitant de l'établissement devra financer l'identification des sources d'émission et justifier les actions correctives engagées.

En premier lieu, sont concernés les ERP fréquentés par les populations sensibles selon un calendrier:

- Avant le 1er janvier 2015 pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans et les écoles maternelles.
- Avant le 1er janvier 2018 pour les écoles élémentaires.
- Avant le 1er janvier 2020 pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du second degré.
- Avant le 1er janvier 2023 pour les autres établissements.

Pour les établissements ouverts au public après ces dates, la première surveillance périodique devra être effectuée au plus tard au 31 décembre de l'année civile suivant l'ouverture de l'établissement.

Décret n° 2012 -14 du 05 Janvier 2012

Relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuée au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public.

Ce décret applicable au 01/07/2012 concerne les ERP recevant des enfants de moins de six ans ou de loisirs ou d'enseignement. Il spécifie les modalités techniques de l'évaluation des moyens d'aération, des campagnes de mesure des polluants par le prélèvement et l'analyse du formaldéhyde et du benzène, et des mesures continues du CO₂.

En résumé (détails dans la suite du guide) :

- L'évaluation des moyens d'aération est réalisée dans toutes les pièces dans les bâtiments de dix pièces ou moins, ou sur un échantillon représentatif de plus de 50% des pièces dans le cas contraire mais au maximum vingt.
- Les prélèvements de benzène et de formaldéhyde doivent être faits sur deux périodes dont une en période de chauffage sur un échantillon représentatif de plus de 50% des pièces avec un maximum de huit.



- La mesure en continu du CO₂ est réalisée en période de chauffe et d'ouverture de l'établissement, sur une durée de 4,5 jours.

Décret 2011-1727 du 2 décembre 2011

Définit et fixe les niveaux de concentration de polluants dans l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène. Le décret définit les valeurs-guides suivantes:

- Formaldéhyde : une exposition de longue durée à 30 µg/m³ au 1er janvier 2015 et à 10 µg/m³ au 1er janvier 2023.
- Benzène : une exposition de longue durée à 5 µg/m³ au 1er janvier 2013 et à 2 µg/m³ au 1er janvier 2016.

Dans l'habitat

Il n'y a, à l'heure actuelle, aucune obligation de contrôle ni de seuils réglementaires pour les polluants de l'air intérieur dans l'habitat.

Cependant en 2007, l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (anses) a fixé comme valeur guide pour le formaldéhyde une exposition long terme (> 1 an) **inférieure à 10 µg/m³**.

De plus est apparue au 1^{er} janvier 2012 l'obligation de l'étiquetage des produits de construction et de décoration de leurs émissions en polluants volatils (A+, A, B et C) en 4 classes. Est ciblé ici en particulier le formaldéhyde, qui est le polluant le plus présent dans l'habitat.

Le contrôle de la concentration en formaldéhyde est donc la mesure de polluant chimique la plus importante dans l'habitat.

Les marchés du contrôle de la QAI

On peut scinder le marché du contrôle de la qualité d'air intérieur en deux : les contrôles réglementaires et les diagnostics non obligatoires.

Contrôles réglementaires

Ils nécessitent d'être certifiés, pour le prélèvement et/ou l'analyse. La certification est un processus long et difficile nécessitant à la fois des bonnes compétences techniques et une bonne gestion de la qualité.

D'un point de vue commercial, les clients sont soumis à obligation de contrôles et les contrôles sont normalisés, donc la différenciation se jouera en grande partie sur le carnet d'adresse et les prix proposés.

Protection des travailleurs

Les obligations de contrôle dans ce domaine existent déjà depuis quelques années, c'est donc un marché sur lequel de nombreux acteurs sont déjà présents. Pour réaliser les contrôles de Valeur



Limites d'Exposition Professionnelle, il faut être accrédité conformément à l'[article R4724-8 du Code du travail](#).

Les substances polluantes qui peuvent être contrôlées dans ce cadre sont très nombreuses, il est donc possible de se spécialiser sur quelques polluants.

Etablissements recevant du public

L'obligation de contrôle de la qualité de l'air dans les établissements recevant du public vient d'apparaître. Il s'agit donc d'un nouveau marché, avec un potentiel de croissance important sur les années à venir, car cette mesure va s'appliquer progressivement sur les différents types d'ERP. Le coût d'entrée sur le marché n'est cependant pas anodin car pour pouvoir réaliser ces contrôles il faut être accrédité conformément à l'[arrêté du 24 février 2012](#). Les sociétés déjà accréditées pour les VLEP auront donc sans doute plus de facilité à entrer sur ce marché.

Les éléments à contrôler sont assez restreints (benzène, formaldéhyde, CO2 et ventilation), on peut donc penser qu'il est cohérent de proposer une prestation complète aux responsables d'ERP.

(Pré-)diagnostics volontaires

Il y a également un marché pour des diagnostics de qualité d'air intérieur en dehors des contrôles réglementaires. Dans ce cadre, aucune accréditation n'est nécessaire. Une bonne connaissance des polluants (sources, impacts sur la santé) ainsi que du monde du bâtiment est cependant nécessaire.

Bien que ce soit un sujet dans l'air du temps, les clients n'étant pas obligés de faire réaliser des contrôles, c'est un marché à éduquer. Il faut communiquer sur l'intérêt de tels contrôles, en commençant par les cibles potentiellement les plus réceptives.

Etablissements recevant du public

Les contrôles désormais obligatoires dans certains ERP peuvent entraîner la publication des résultats en cas de défaut constaté, avec obligation de mise en conformité. Pour pouvoir gérer ces problèmes sereinement, un responsable d'établissement peut vouloir faire réaliser un pré-diagnostic non réglementaire, qui n'impose pas la publication des résultats. Cela lui permettra de se mettre en conformité avant le diagnostic réglementaire.

Habitat/Tertiaire

Sensibilisées par les pouvoirs publics, des associations ou par votre communication, certaines personnes souhaitent faire contrôler la qualité de leur air intérieur. Ils peuvent être particuliers, chefs d'entreprise ou services d'hygiène. La récente obligation d'étiquetage des produits de construction et de décoration de leurs émissions en polluants volatils a beaucoup sensibilisé le grand public sur les dangers du formaldéhyde notamment.

Les diagnostiqueurs immobiliers et conseillers en rénovation énergétique sont bien placés pour prendre une part importante de ce marché. En effet ils peuvent proposer cette prestation à leurs clients habituels. Certaines personnes, en particulier les personnes sensibles (parents, personnes âgées, asthmatiques, allergiques, etc.), seront intéressées par faire contrôler la pollution de l'air intérieur avant l'achat ou la location d'un bien, comme avant et après rénovation.



Méthodologie générale du contrôle de la QAI

Préparation

Une première visite du site est nécessaire pour préparer le contrôle. En discutant avec le client (besoins, gênes ressentis, odeurs, etc.) et en observant rapidement l'environnement (odeurs, moisissures, absence de ventilation, sources de pollution potentielles, etc.) on pourra identifier les points à contrôler.

Il faudra également s'accorder avec le client pour fixer une (ou plusieurs) dates de contrôle pendant laquelle l'occupation du bâtiment est représentative (période de chauffe, hors vacances, etc.).

Pour les grands bâtiments (tertiaire, ERP) une préparation sur plan peut aussi être nécessaire pour choisir le nombre et le lieu des points de contrôle. Il est aussi important pour ces bâtiments de se procurer les plans et documentations techniques des systèmes de ventilation.

Tout ceci permettra de préparer le matériel nécessaire aux mesures et contrôles.

Contrôles

Si la préparation a été bien faite, il est possible le jour du contrôle d'aller directement à l'essentiel.

Les méthodologies des différents contrôles et mesures sont décrites plus bas. On prendra bien soin de les respecter ainsi que les préconisations des fabricants des différents appareils utilisés.

Analyses et préconisations

Les concentrations en polluants mesurées ainsi que les contrôles de ventilation doivent être comparés aux valeurs ou référentiels applicables au type de bâtiment. En cas de défaut constaté, il faut être capable de proposer des pistes d'améliorations qui, pour les contrôles réglementaires, revêtiront un caractère obligatoire.

La recherche des sources de pollution permettra de mieux cibler ces préconisations.

- La qualité de l'air intérieur est un sujet touchant directement à la santé des occupants. Les contrôles et préconisations doivent donc être faits avec sérieux.



Composés Organiques Volatiles (COV)

Ce sont des molécules composées de carbone et d'hydrogène. Fortement volatiles ils peuvent provoquer allergies, inflammations du système respiratoire et des yeux. Ils peuvent également être cancérigènes à de fortes concentrations.

Les deux principaux COV faisant l'objet d'une réglementation en air intérieur sont le formaldéhyde (CH_2O) et le benzène (C_6H_6), comme vu précédemment.

Formaldéhyde

Les sources principales de formaldéhyde en air intérieur sont les solvants que l'on retrouve notamment dans les produits d'entretien, les peintures ou les colles (ex. mobilier en aggloméré, contreplaqué, etc.). La fumée de cigarette est également source de formaldéhyde.

Polluant chimique le plus courant dans les bâtiments tertiaires ou d'habitation, le formaldéhyde est le premier à contrôler lors d'un diagnostic.

Pré-diagnostic/ diagnostic volontaire

Clientèle

Deux types de clients peuvent demander un diagnostic dans un cadre non-réglementaire :

- Responsable d'ERP soumis à l'obligation de contrôle (décret 2011-1728 du 2 décembre 2011) souhaitant s'assurer de la conformité de son établissement avant le diagnostic officiel qui, lui, impose la publication des résultats et peut entraîner l'obligation de mise en conformité.
- Responsable de site, d'entreprise ou particulier suspectant une pollution et/ou souhaitant protéger la santé des usagers, employés ou habitants.

Mesure

Deux méthodes de mesure sont possibles :

Laboratoire :

Un tube de prélèvement est placé pendant 4,5 jours dans chaque pièce à contrôler, généralement suspendu au plafond. Pendant cette période le tube se charge en polluants. Chaque échantillon est ensuite expédié à un laboratoire qui donnera une concentration moyenne du formaldéhyde dans l'air.

La réponse du laboratoire intervient rarement avant un délai de 2 à 3 semaines. Cette méthode n'est donc pas adaptée en cas d'urgence.

Exposition statique ou dynamique, puis lecture immédiate sur site :

La technologie ETHERA (brevet CEA/CNRS) permet de s'affranchir de l'envoi au laboratoire, par une lecture chromatographique des échantillons. Une exposition plus rapide (de quelques dizaines de minutes) est également possible.



- Exposition dynamique : Profil’Air® Dynamic :

Module d’exposition dynamique



Optimisation du flux

Module de pompage



Contrôle

Le badge d’exposition est soumis à un flux d’air étalonné provenant d’une pompe, permettant ainsi d’accélérer le processus de prélèvement. La durée d’exposition peut ainsi être ramenée à **quelques dizaines de minutes** (dépend de la concentration de formaldéhyde).

- Exposition statique : Profil’Air® Static :



Le badge d’exposition est placé dans un diffuseur d’ambiance, suspendu au plafond pendant 4,5 jours pour obtenir une valeur moyenne sur cette période. Ce mode d’exposition est identique au protocole du diagnostic réglementaire.

- Lecture chromatographique instantanée Profil’Air® :

Badge d’exposition (consommable)



Module de lecture optique



Le badge d’exposition (dynamique ou statique) est placé dans le module de lecture optique avant et après exposition, qui, associé au logiciel fourni donne instantanément la concentration en formaldéhyde de l’air.

Cette méthode permet d’obtenir un résultat vraiment fiable en quelques dizaines de minutes (ou quelques jours pour l’exposition statique), sans attendre des résultats d’analyse laboratoire !

Diagnostic réglementaire

Le décret 2011-1728 du 2 décembre 2011 précise que les organismes réalisant les prélèvements et les analyses réglementaires doivent chacun être accrédités COFRAC.



Le décret n° 2012 -14 du 05 janvier 2012 précise entre autre que le prélèvement doit être effectué sur une période de 4,5 jours et doit suivre la norme NF ISO 16000-4 avril 2006 (*Air intérieur, Partie 4 : Dosage du formaldéhyde-Méthode par échantillonnage diffusif*).

D’après ce même décret l’analyse des échantillons doit suivre cette même norme et doit être « réalisée par désorption chimique, suivie d’une analyse par chromatographie liquide haute performance couplée à un détecteur ultra-violet ».

A l’heure actuelle le diagnostic réglementaire doit donc être réalisé par prélèvement sur 4,5 jours et analyse des échantillons en laboratoire. Chaque étape étant réalisée par un organisme accrédité COFRAC.

Recherche de source

Si une pollution est constatée dans une pièce, il faut pouvoir identifier sa source pour cibler les actions de correction à mener. Seule solution du marché ne nécessitant pas le prélèvement d’échantillons (peintures, matériaux du mobilier, etc.) et l’envoi en laboratoire, la chambre Profil’Air® pour recherche d’émission permet d’identifier la source en 1h30.



Le badge d’exposition est placé dans la chambre d’exposition elle-même fixée sur la surface suspectée (peinture, mobilier, etc.). Au bout d’1h30 le badge est inséré dans le lecteur optique, qui, associé au logiciel, permet de savoir si la surface testée est source de formaldéhyde.

Exposition des travailleurs

Des Valeurs Limites d’Exposition règlementaires ont été fixées pour le formaldéhyde dans les activités susceptibles de présenter un risque d’exposition. Sur recommandation de l’Afsset, ces valeurs sont une Valeur limite Moyenne d’Exposition de 0,2ppm et une Valeur Limite d’exposition à Court Terme de 0,4ppm.

Pour mesurer la Valeur Limite d’Exposition court-terme, ETHERA a développé un système de prélèvement dynamique. Ce badge sera porté aux voisinages des voies respiratoires (sphère de 30 cm) de l’opérateur évoluant sur son poste de travail.



Le capteur du badge officiera comme un filtre sélectif et une éponge en vue de collecter le formaldéhyde présent dans l’air ambiant. A l’issue de cette exposition sur la durée du poste ou représentative des tâches, le capteur du badge sera inséré dans le lecteur optique en vue de l’expression de la concentration.



Choisir son matériel

Voici un comparatif des matériels et méthodes disponibles pour la mesure du formaldéhyde afin vous aider à faire votre choix. On veillera particulièrement à choisir un appareil qui fonctionne dans la gamme des concentrations recherchées.

	Gamme de mesure*	Ecart / à la méthode de référence DNP	Délai entre le prélèvement et le résultat	Coût par analyse	Interférences avec d'autres polluants
Tubes détecteurs	30ppb à 1ppm	+/-10 à 30% (incertitude de lecture)	immédiat	5 à 10 €	- aldéhydes - cétones
Appareils électroniques	10ppb à 10ppm	+/-10 à 25%	immédiat	-	- acétones
Profil'Air de ETHERA	1ppb à 2ppm	+/-10%	immédiat	45 à 60€	aucun
Analyse en laboratoire	à partir de 0.5ppb	méthode de référence	2 à 3 semaines	Env. 80€	- composés carbonyliques - ozone

* Pour rappel : 1ppm = 1000ppb et pour le formaldéhyde, 1ppm = 1.25 mg/m³. En QAI il est essentiel de pouvoir mesurer **en dessous de 10µg/m³ = 8ppb** de formaldéhyde.

Benzène

La source principale de benzène dans l'air intérieur vient ... de l'extérieur, plus précisément des gaz d'échappement automobiles. Il est donc surtout présent dans les bâtiments proches des voies de circulation importantes.

Le benzène est classé comme substance cancérogène de type 1 (la plus élevée).



Pré-diagnostic/ diagnostic volontaire

Clientèle

Comme pour le formaldéhyde, deux types de clients peuvent demander un diagnostic dans un cadre non-réglementaire :

- Responsable d'ERP soumis à l'obligation de contrôle (*décret 2011-1728 du 2 décembre 2011*) souhaitant s'assurer de la conformité de son établissement avant le diagnostic officiel qui, lui, impose la publication des résultats et peut entraîner l'obligation de mise en conformité.
- Responsable de site, d'entreprise ou particulier suspectant une pollution et/ou souhaitant protéger la santé des usagers, employés ou habitants.

Mesure

Une seule méthode de mesure est actuellement possible :

Laboratoire :

La procédure de prélèvement est identique au formaldéhyde. Un tube de prélèvement est placé pendant 4,5 jours dans chaque pièce à contrôler, généralement suspendu au plafond. Pendant cette période le tube se charge en polluants. Chaque échantillon est ensuite expédié à un laboratoire qui donnera une concentration moyenne du formaldéhyde dans l'air.

La réponse du laboratoire intervient rarement avant un délai de 2 à 3 semaines.

Diagnostic réglementaire

Le *décret 2011-1728 du 2 décembre 2011* précise que les organismes réalisant les prélèvements et les analyses règlementaires doivent chacun être accrédités COFRAC.

Le *décret n° 2012 -14 du 05 Janvier 2012* précise entre autre que le prélèvement doit être effectué sur une période de 4,5 jours et doit suivre 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*). A noter que pour le benzène un prélèvement est aussi nécessaire à l'extérieur du bâtiment, car c'est une pollution d'origine extérieure.

D'après ce même décret l'analyse des échantillons doit suivre cette même norme et doit être « réalisée par désorption thermique, suivie d'une analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à une détection par ionisation de flamme ou spectrométrie de masse ».

A l'heure actuelle le diagnostic réglementaire doit donc être réalisé par prélèvement sur 4,5 jours et analyse des échantillons en laboratoire. Chaque étape étant réalisée par un organisme accrédité COFRAC.



Recherche de source

Une pollution au benzène est quasi systématiquement d'origine extérieure. Il convient donc pour résoudre un problème de pollution au benzène d'améliorer la ventilation et de déplacer les entrées des bouches d'insufflation si celles-ci se situent près des voies de circulation.

Exposition des travailleurs

Une VLEP réglementaire a été fixée pour le benzène dans les activités susceptibles de présenter un risque d'exposition. Sa concentration dans l'atmosphère des lieux de travail ne doit pas dépasser 1ppm (3,25 mg/m³) sur une période de 8h. Le contrôle de cette concentration doit être fait annuellement par un organisme accrédité.

Le mesurage individuel nécessite le port d'une pompe de prélèvement ou le port de badge placé dans la zone respiratoire. Les supports sont ensuite analysés en laboratoire.

COV totaux

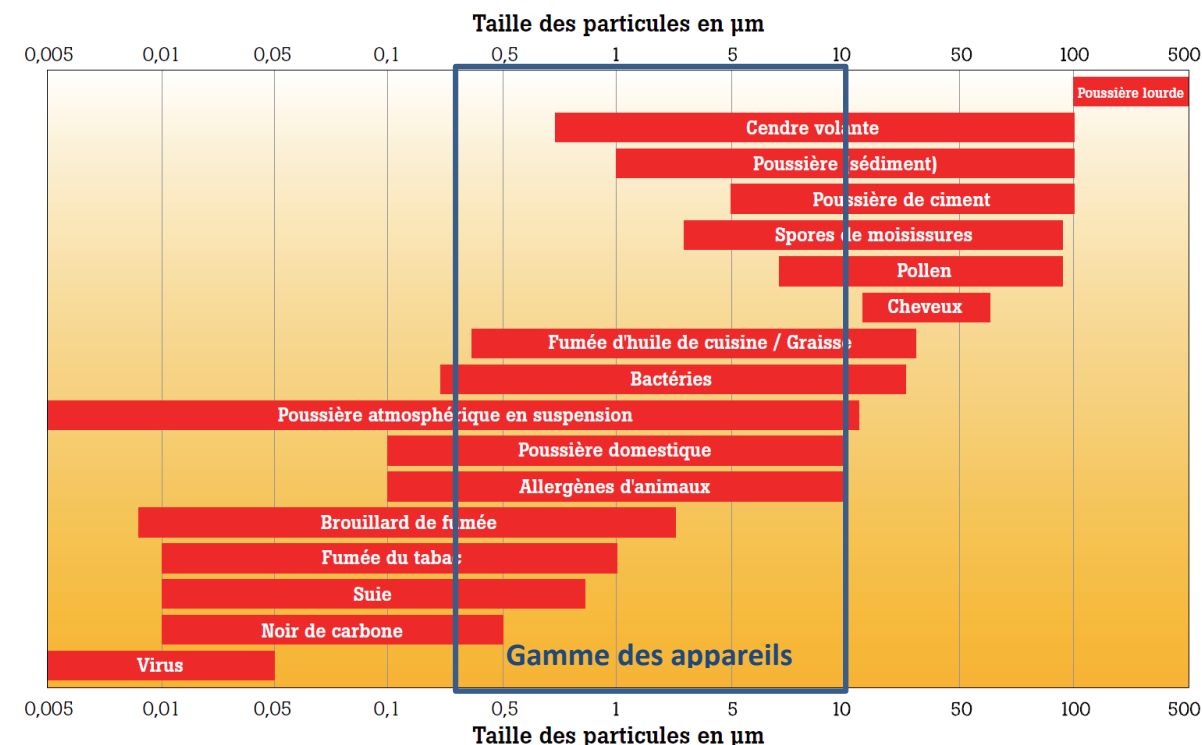
Il est également possible de mesurer la concentration en COV totaux (concentration totale de tous les Composés Organiques Volatiles présents dans l'air testé). Dans des locaux à pollution spécifique cela peut être un bon indicateur de la concentration en un COV particulier s'il y a peu de risque de présence d'autres COV.

Pour cela on utilise généralement un détecteur à technologie PID, qui peut selon les modèles mesurer de 1ppb à 2000ppm. Ces appareils sont faits pour mesurer les COV totaux mais ne permettent pas d'identifier un Composé en particulier.



Microparticules

Les particules dans l'air peuvent être de natures très différentes. Elles sont souvent le signe d'une mauvaise ventilation ou d'une pollution spécifique. Quand on soupçonne un type de pollution, on peut la confirmer ou non grâce à la mesure de concentration dans l'air de certaines tailles de particules :



Source : **FLUKE**

Pour pouvoir interpréter les mesures de concentration en particules, il est donc important de bien connaître l'environnement de la mesure. Il est également conseillé de faire une mesure en extérieur pour pouvoir localiser la source de pollution (ou une mauvaise ventilation).

Appareils de mesure

Les compteurs de particules sont capables de mesurer et différencier les concentrations en particules de certaines tailles.

Plusieurs paramètres vont différencier les appareils, notamment :

La taille des particules mesurables

Les compteurs ont un nombre de voies défini, qui correspond à un nombre de tailles de particules identifiables.

Le mode de comptage



C'est la façon d'afficher la mesure. Le mode Concentration donne un nombre de particules par unité de volume. Le mode Comptage brut donne un nombre de particules au cours d'une période d'échantillonnage.

Efficacité du comptage

C'est la probabilité que le compteur détecte une particule d'une certaine taille.

Voici une sélection de compteurs de particules :



P311
Airy Technology

- **3 voies** : 0.3/0.5 µm; 0.5/1.0/2.0/2.5 µm; 5.0 µm
- **Efficacité du comptage**: 50% à 0.3 µm; 100% pour les particules > 0.45 µm
- Mode **Concentration** et **Comptage brut**



P311
Airy Technology

- **6 voies** : 0.3/0.5/0.7/1.0/2.0/2.5/3.0/5.0/10.0 µm au choix
- **Efficacité du comptage**: 50% à 0.3 µm; 100% pour les particules > 0.45 µm
- Mode **Concentration** et **Comptage brut**
- Température et hygrométrie en option



985
Fluke

- **6 voies** : 0,3 µm, 0,5 µm, 1 µm, 2 µm, 5 µm, 10 µm
- **Efficacité du comptage**: 50% à 0.3 µm; 100% pour les particules > 0.45 µm
- Mode **Concentration** et **Comptage brut**
- Température et hygrométrie en standard



Dioxyde de Carbone (CO2)

En dehors de certains cas de très forte concentration due à des fuites de CO2 industrielles, les concentrations en CO2 dans l'air intérieur ne sont pas toxiques en elles-mêmes.

Souvent produit par la respiration humaine, le CO2 en air intérieur est un très bon indicateur de l'efficacité de la ventilation. Une concentration importante de CO2 est le signe d'un confinement trop important, et donc d'une mauvaise qualité d'air (pollution ou raréfaction de l'oxygène).

Il n'existe pas en France de seuils règlementaires sur la concentration de CO2 dans le milieu professionnel, bien que la ventilation doive être dimensionnée pour limiter cette concentration à 1000ppm. Dans les pays où il existe des Valeurs Limites d'Exposition Professionnelles, la valeur sur 8h est souvent de 5000ppm.

Pour les ERP, le *Décret 2011-1727 du 2 décembre 2011*, définit un indice de confinement basé sur la concentration en CO2 :

« L'indice de confinement est calculé à partir d'une mesure en continu de la concentration de dioxyde de carbone dans l'air, exprimée en parties par million (ppm), avec un pas de temps d'enregistrement de dix minutes.

La mesure en continu s'effectue pendant les seules périodes au cours desquelles le nombre d'élèves ou d'enfants effectivement présents dans la pièce est supérieur à 0,5 fois l'effectif théorique de la salle de classe ou d'activité et inférieur à 1,5 fois l'effectif théorique de la pièce. Les concentrations de dioxyde de carbone correspondant aux périodes retenues sont ensuite séparées en trois classes en fonction du nombre de valeurs inférieures à 1 000 ppm, comprises entre 1 000 et 1 700 ppm et supérieures à 1 700 ppm.

L'indice de confinement est alors calculé suivant la formule :

$$I = \left(\frac{2,5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

f₁ : proportion de valeurs comprises entre 1000 et 1700 ppm

f₂ : proportion de valeurs supérieures à 1700 ppm

L'indice de confinement est arrondi au nombre entier le plus proche. »

Une valeur égale à 5 impose de prévenir le préfet de département et de mener des investigations supplémentaires.

Mesure du CO2

A l'heure actuelle la quasi-totalité des capteurs de CO2 sont des capteurs infrarouges non dispersifs (NDIR) qui ciblent les longueurs d'ondes filtrées par le CO2. Les capteurs électrochimiques sont jugés par beaucoup obsolètes et trop coûteux (maintenance importante et durée de vie trop courte).

Plusieurs méthodologies de mesure sont possibles.



Mesure ponctuelle/ protection du travailleur

Si on ne dispose pas du temps nécessaire pour faire une campagne de mesure ou que l'on suspecte une concentration permanente en CO2 trop importante, on peut réaliser une mesure ponctuelle. Une telle valeur est cependant difficile à exploiter car la concentration en CO2 peut varier avec la présence de personnes, l'ouverture de portes ou fenêtres, etc.



CHT
KIMO

- Mesure ponctuelle **CO2, température et hygrométrie**
- CO2 : **0-5000 ppm**



CO250
EXTECH

- **Mesure et enregistre** température, hygrométrie et CO2
- CO2 : **0-5000 ppm**
- Alarme sonore programmable

Dans le cas de la protection du travailleur en zone à pollution spécifique, il existe des détecteurs avec alarme sonore, visuelle et vibrante programmable :



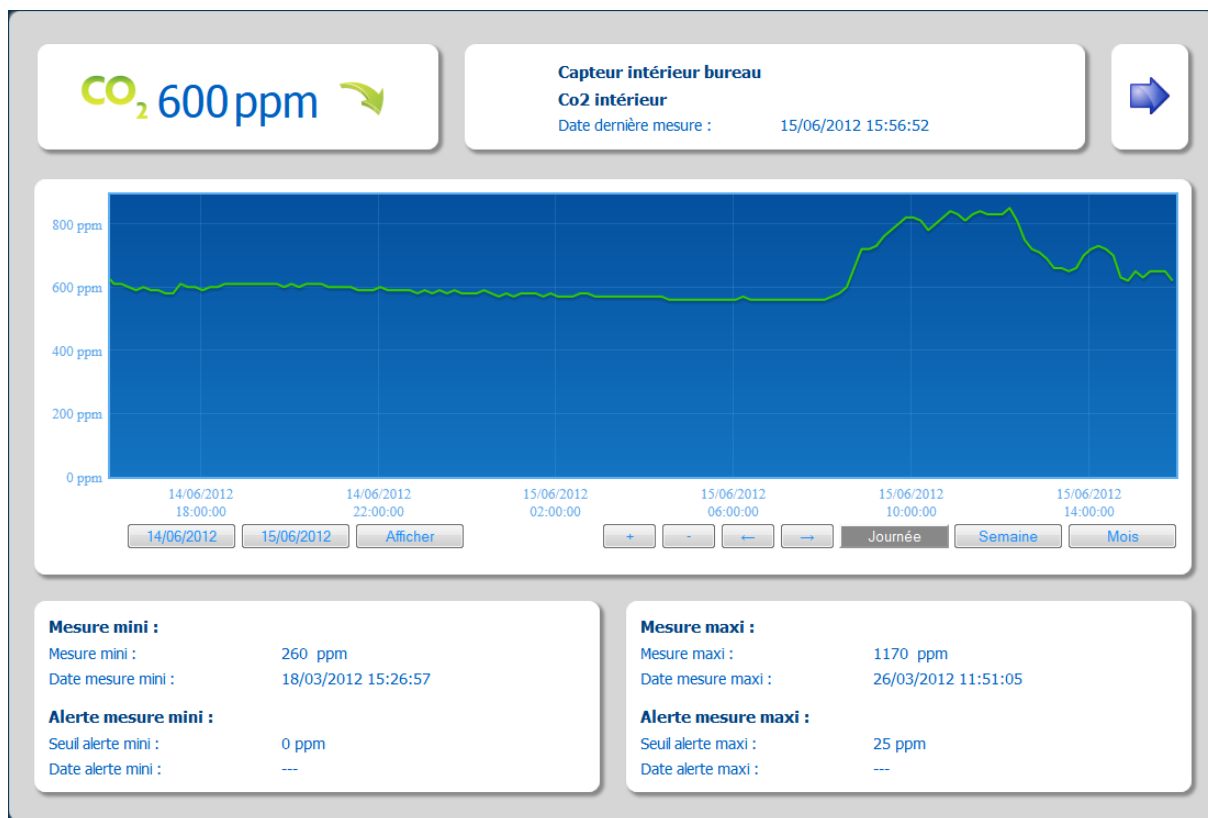
GasAlertMicro51R
BW Technologies

- Détecteur **cinq gaz** au choix dont **CO2 : 0-5000ppm**
- Pour la **sécurité du travailleur**
- 4 seuils d'alarmes programmables
- Alarme **sonore, visuelle et vibrante**



Suivi temps réel

Dans certains locaux, notamment les bureaux, il est intéressant de suivre et d'afficher en temps réel le taux de CO2. Cela peut permettre de mieux gérer la ventilation ou, à défaut, d'inciter les utilisateurs à aérer la pièce. Ces systèmes permettent souvent d'archiver les mesures, permettant ensuite de les analyser.



Exemple de suivi du CO2 avec le système [AVIP](#)

Parmi les appareils pour le suivi du CO2 on trouvera :



CDL 210
Wöhler

- Affiche et enregistre CO2, température et hygrométrie
- Alarme visuelle, sonore et sortie relais
- 0 à 9 999ppm



AVIPTRCO2
testoon

- Capteur CO2, température et hygrométrie
- Communique sans fil avec l'[AVIP](#), système de suivi de bâtiments (consommations, ouvrants, confort, etc.)
- 0 à 2 000ppm



Campagne de mesure avec enregistrement



Pour pouvoir estimer convenablement l'efficacité de la ventilation avec les concentrations en CO₂, il est préférable de mener une campagne sur plusieurs jours, représentatifs de l'activité du bâtiment. On pourra ainsi lier la teneur en CO₂ à l'activité de la pièce, et limiter les erreurs dues à des variations aléatoires (ouvertures de portes ou fenêtres, taux d'occupation ponctuel non représentatif, etc.).

Dans le cadre d'une mesure réglementaire uniquement (il faut être accrédité), Le *Décret 2011-1727 du 2 décembre 2011*, définit des exigences sur l'appareil de mesure du CO₂ :

« La mesure en continu du dioxyde de carbone pour l'évaluation du confinement de l'air est réalisée avec un appareil fonctionnant sur le principe de la spectrométrie d'absorption infrarouge non dispersif, répondant aux caractéristiques suivantes :

- 1°** *Domaine de mesure minimum : 0 à 5 000 ppm ;*
- 2°** *Incertitude à 20°C et 1 013 mbar $\leq \pm (50 \text{ ppm} + 3 \% \text{ de la valeur lue})$;*
- 3°** *Résolution $\leq 1 \text{ ppm}$;*
- 4°** *Temps de réponse $t_{63} \leq 200 \text{ secondes}$;*
- 5°** *Fréquence de mesurage : 1 point toutes les dix minutes ;*
- 6°** *Capacité d'enregistrement des données couvrant un minimum de huit jours sur un pas de temps de dix minutes. »*

Ce sont ces critères, plus l'autonomie/l'alimentation secteur, qui vont définir le choix d'un appareil pour une campagne de mesure de CO₂ avec enregistrement.

		
	<i>Profil'Air Station (ETHERA)</i>	<i>KTHCO2 (KIMO)</i>
Conforme aux exigences techniques du Décret 2011-1727 du 2 décembre 2011	Oui	Oui
Communication au PC	Sans fil (vers plusieurs enregistreurs en même temps)	Filaire (un seul à la fois)
Chambre d'étalonnage	En supplément, possibilité d'étalonner 5 appareils en même temps	Intégrée au boîtier de l'appareil (un seul appareil à la fois)
Autonomie	>1 an (en fonction du paramétrage)	>1 an (en fonction du paramétrage)



Le Radon

Le radon est un gaz radioactif issu de la dégradation de l'uranium et du radium. Présent dans la croûte terrestre, on le retrouve également à la surface, en particulier dans les zones granitiques. Ce gaz peut pénétrer par le sol et s'accumuler dans les bâtiments mal ventilés.

ERP et Tertiaire

Il existe actuellement un seuil réglementaire de 400 Bq/m³ pour certains ERP (Code de la Santé Publique, [art. L1333-10](#)) et dans les bureaux (Code du Travail, [art. R4457-6](#)) dans les 31 départements classés « prioritaires radon ». Les contrôles doivent être réalisés tous les ans par un organisme agréé. En cas de dépassement de ce seuil, le responsable de l'établissement est tenu de « *mettre en œuvre les actions nécessaires pour réduire l'exposition aussi bas que raisonnablement possible* ».

Ces contrôles réglementaires doivent être réalisés suivant la norme **AFNOR NF M60-771** « *Énergie nucléaire - Mesure de la radioactivité dans l'environnement-Air - Le radon 222 dans les bâtiments : Méthodologies appliquées au dépistage et aux investigations complémentaires* »

L'outil de mesure du radon le plus utilisé dans le cadre réglementaire est un film dosimètre LR115 qui enregistre les particules alpha émises par le radon sur toute la durée d'exposition. Cette durée doit être d'au moins 2 mois.

Habitat

Il n'existe pour l'instant aucun seuil réglementaire dans l'habitat, cependant une proposition de loi a été déposée le 21 février 2012 l'Assemblée Nationale visant à « *définir des valeurs maximales et conduire une politique de maîtrise du risque* ». Ce texte suggère de mettre en place un dépistage obligatoire du radon pour tous les logements neufs ainsi que sur l'existant dans les 31 départements à risque. Ceci représente un parc de plus de 6 millions de logements !

Hors mesure réglementaire il est possible d'utiliser des dosimètres électroniques ne nécessitant aucun consommables. Ils sont capables de donner des mesures de concentration sur long terme (depuis le début de la mesure) et court terme (sur 7 jours).



RAMON 2.2
testoon

- concentration moyenne de Radon (en Bq/m³) sur une longue période
- concentration moyenne sur les 7 derniers jours pour suivre son évolution dans le temps



AVIPRadon
testoon

- concentration moyenne de Radon (en Bq/m³) sur une longue période
- concentration moyenne sur les 7 derniers jours
- Communique sans fil avec l'[AVIP](#), **système de suivi de bâtiments** (consommations, ouvrants, confort, etc.)



Température et hygrométrie

Un air trop chaud et humide est propice à la prolifération bactérienne. La mesure de l'humidité relative de l'air est donc l'une des premières étapes quand on suspecte une pollution bactérienne.

De plus la température et l'hygrométrie jouent un rôle important dans le confort des occupants. Un air trop sec peut entraîner des irritations des yeux ou des voies respiratoires, ainsi qu'une augmentation du niveau d'électricité statique.

Il est communément admis que la zone de confort intérieur est entre 35 et 60% d'humidité relative et entre 19 et 21°C.

Du simple contrôle de la température et de l'hygrométrie ambiante à des mesures très poussées de paramètres de confort en médecine du travail, en passant par le transmetteur temps réel pour piloter la ventilation, il existe de nombreux types d'appareils.

Appareils portatifs

Ex : **HRA** de KIMO



- **Mesure ponctuelle** température et hygrométrie
- Température : -40 à +70°C
- Hygrométrie : 5 à 95% HR
- Fonction point de rosée
- Fonction min/max

Enregistreurs

Ex : **KH60** de KIMO



- Température : -20 à +70°C
- Hygrométrie : 5 à 95% HR
- Autonomie 5 ans
- 16 000 points de mesure, intervalle de 1s à 24h
- Avec ou sans afficheur

Enregistreurs & transmetteurs temps réel sans-fil

Ex : **LOG20** de newsteo



- Température : -40 à +70°C
- Hygrométrie : 0 à 100% HR
- Autonomie 2 ans
- 32 000 points de mesure, intervalle de 1s à 4h





Transmetteurs temps réel sans-fil

Ex : **AVIPTHrint** de testoon

- Température : -40 à +120°C
- Hygrométrie : 0 à 100% HR
- Autonomie 8 ans
- Intervalle de mesure : 10min
- Communique sans fil avec **l'AVIP, système de suivi de bâtiments** (consommations, ouvrants, confort, etc.)



Analyseurs du microclimat

Ex : **HD 32.1** de Delta OHM

- Température ambiante, à globe, de rayonnement, de bulbe humide, d'asymétrie radiante, etc.
- Hygrométrie
- Vitesse d'air omnidirectionnelle
- Eclairage lumineux
- CO, CO2
- Calcul de nombreux indices de confort : WBGT, SWp, Ep, PHS, WCI, etc.

Contrôle de la ventilation

La ventilation est un élément fondamental d'une bonne qualité d'air intérieur. Une mesure de qualité d'air n'a pas de sens si le bon fonctionnement de la ventilation n'est pas également contrôlé.

Dans certains bâtiments (tertiaire, ERP, logement collectif), il est possible d'obtenir auprès du propriétaire ou du responsable technique de la documentation technique sur le système de ventilation installé, les plans, etc. Cela permet de préparer la visite en identifiant les points à contrôler.

Une méthodologie pour le contrôle des installations de ventilation est décrite dans la norme **NF EN 12599** : « *Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisation installées* »

Le guide pratique DIAGVENT « Diagnostic des Installations de Ventilation dans les Bâtiments Résidentiels et Tertiaires » publié par le CETIAT, présente également une méthodologie complète en trois niveaux, du plus simple au plus complet. Disponible sur le site du [CETIAT](http://www.cetiat.com).



Inspection visuelle

Cette inspection consiste à vérifier qu'il y a une installation de ventilation et que celle-ci est correctement installée.

Pour connaître les bonnes pratiques en termes d'installation des systèmes de ventilation, vous pouvez consulter le Document Technique Unifié **DTU 68.2** : *Exécution des installations de ventilation mécanique.*

Dans le cadre du Décret n° 2012 -14 du 05 Janvier 2012

Il décrit succinctement les points de contrôle :

« L'évaluation des moyens d'aération comporte pour chaque pièce examinée :

- 1° Un constat de la présence ou non d'ouvrants donnant sur l'extérieur;
- 2° Une vérification de la facilité d'accès aux ouvrants donnant sur l'extérieur et de leur manœuvrabilité;
- 3° Un examen visuel des bouches ou grilles d'aération existantes. »

Inspection plus poussée

Très succincte, la vérification décrite ci-dessus mérite d'être complétée par divers contrôles.

On vérifiera notamment :

Les bouches

- la présence des bouches d'insufflation ou d'extraction dans les pièces où elles sont indispensables,
- qu'elles sont bien raccordées au conduit

Les conduits

- les conduits souples accessibles ne sont pas écrasés ou percés
- les conduits accessibles sont bien raccordés au réseau et au ventilateur

Le ventilateur

- il fonctionne
- le rejet est raccordé sur l'extérieur
- pas de coude brusque ou de réduction trop importante en sortie du ventilateur

Les entrées d'air

- logement : au moins une entrée d'air dans le séjour et les chambres
- absence d'entrée d'air parasite

Détalonnage

- Détalonnage des portes conforme au DTU



Mesure des débits

Le contrôle des débits de ventilation permet de s'assurer que l'air est suffisamment renouvelé dans tout le bâtiment.

Dans les logements, les débits minimaux de ventilation sont définis par [l'arrêté du 24 mars 1982, modifié le 28 octobre 1983](#) :

Type logement	Total mini (m ³ /h)	Cuisine mini (m ³ /h)	Cuisine pointe (m ³ /h)	Bain (m ³ /h)	Autre Salle d'eau (m ³ /h)	WC (m ³ /h)	
						unique	multiple
T1	35	20	75	15	15	15	15
T2	60	30	90	15	15	15	15
T3	75	45	105	30	15	15	15
T4	90	45	120	30	15	30	15
T5	105	45	135	30	15	30	15
T6	120	45	135	30	15	30	15
T7	135	45	135	30	15	30	15

Source : Guide DIAGVENT du CETIAT

Dans les ERP et en tertiaire, la *Règlementation Sanitaire Départementale Type* (RSDT) ainsi que le code du travail fixent les débits minimums :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air neuf par occupant (en m ³ par heure)
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

Source : Guide DIAGVENT du CETIAT

Mesure en bouche

Avec cônes de débit

Le principe consiste à concentrer le flux dans un cône étalonné et à mesurer la vitesse de l'air en un ou plusieurs points précis de ce cône. Chaque cône est caractérisé par un coefficient,



souvent « K », permettant de calculer le débit le traversant à partir de cette mesure de vitesse d'air.

Certains anémomètre permettent de régler ce « k », et d'autres ont une « bibliothèque » de cônes leur permettant d'afficher le débit.

Les anémomètres utilisés avec des cônes de débit peuvent être :

- **à hélice** : captent tout le flux et sont facilement positionnables sur le cône



LVA + K25
KIMO

- Débit, vitesse d'air et température
- 10 à 300 m³/h
- 0.25 à 35 m/s
- Cône 200x200mm

- **à fil chaud** : nécessitent un positionnement plus précis mais peuvent aussi être utilisés en mesure en gaine



VTA + K35
KIMO

- Débit, vitesse d'air et température
- 10 à 400 m³/h
- 0.15 à 30 m/s
- Cône 200x200mm

- **à tube de Pitot** : sont généralement fixés sur les cônes (principalement utilisés sur des ballomètres)



Ballomètre DBM610
KIMO

- Débit et température
- 40 à 3500 m³/h
- Hotte de 610x610 à 1020x1020 mm



Avec tube cristal (mesure de pression différentielle)

Cette méthode consiste à mesurer la différence de pression d'un côté à l'autre de la bouche (entre l'intérieur du conduit et la pièce). Pour cela on glisse un tube de pression, dit « tube cristal », dans le conduit à travers la bouche et on place le second à côté de la sortie de bouche (pas directement dans le flux). Ces deux tubes sont connectés sur un manomètre différentiel qui mesure la différence de pression.

- Sur les bouches fixes ou auto-réglables on peut, à partir des données constructeur de la bouche, calculer le débit correspondant à la pression mesurée.
- Sur les bouches hygro-réglables en revanche, il n'y a pas de débit « conforme ». On s'assure simplement que la pression mesurée est dans la plage de fonctionnement annoncée par le constructeur.



DC410
Wöhler

- Manomètre différentiel
- Conforme NF EN 12599
- Calcul du débit en bouche via la pression
- Fonction enregistreur
- Nombreuses fonctions (test à 4Pa, U-mètre, vitesse d'air, etc.) pouvant nécessiter des accessoires en option

Mesure en gaine

Lorsqu'on y a accès, il est possible de mesurer les débits directement dans les gaines, notamment pour mesurer le débit global de l'installation ou pour s'assurer de la bonne répartition du flux entre différentes parties du réseau.

Pour cela on insère un anémomètre directement dans la gaine, le plus loin possible de toute discontinuité du réseau (coudes, réductions, etc.). Il faut donc un anémomètre fin, généralement à fil chaud ou à tube de Pitot. En connaissant la section de la gaine on peut calculer le débit à partir de la vitesse de l'air.

Cependant, si l'on cherche une certaine précision, une mesure en un seul point ne suffit pas car le profil de la vitesse de l'air dans la gaine n'est pas uniforme : l'air est freiné sur les bords. Une mesure en un seul point peut facilement aboutir à une erreur de mesure de 30 à 40%.

Dans son **Annexe D**, la norme **NF EN 12599** décrit la géographie des points de mesure nécessaires, en conduits circulaires ou rectangulaires, pour pouvoir moyenner la vitesse de l'air et ainsi obtenir une mesure fiable du débit avec une mesure en gaine.



On trouvera ici une sélection d'appareils permettant la mesure débit en gaine :



VTA
KIMO

- Anémomètre à fil chaud
- vitesse d'air et température
- 0.15 à 30 m/s



DC410 Flow kit
Wöhler

- Manomètre différentiel
- Vitesse d'air via tube de Pitot
- Conforme NF EN 12599
- Calcul du débit en bouche via la pression
- Calcul du débit en gaine via tube de Pitot
- Moyenne des vitesses d'air pour **calcul précis du débit par mesure en gaine**
- Fonction enregistreur
- Nombreuses fonctions (test à 4Pa, U-mètre, etc.)

Librairie

Voici une sélection d'ouvrages sur le sujet :



Qualité d'Air, Qualité de Vie

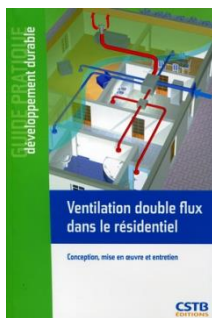
10 ans après sa création, l'OQAI rend sa copie : la qualité de l'air dans les intérieurs est très variable, selon des facteurs de risques de mieux en mieux connus.

Auteur(s) : Collectif CSTB, Séverine Kirchner

Editeur : CSTB

Date de parution : 22/09/2011





Ventilation Double Flux dans le Résidentiel

Actuellement sans équivalent en France, ce guide du CSTB présente toutes les informations à connaître pour la mise en place d'une ventilation double flux dans une habitation.

Auteur(s) : Anne-Marie Bernard
Editeur : CSTB
Date de parution : 10/02/2011

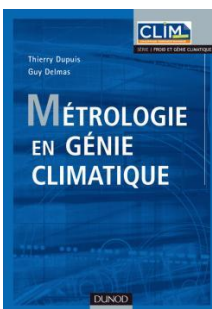
La pollution de l'air intérieur



L'ouvrage présente une vue d'ensemble et une synthèse de tous les aspects à prendre en compte pour lutter contre la dégradation de l'air intérieur : données fondamentales sur les polluants (caractéristiques, sources, émission, mesures), moyens de lutte, réglementation, prévention.

Auteur(s) : Louise Schriver-Mazzuoli
Editeur : Dunot
Date de parution : 2009

Métrologie en génie climatique

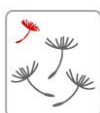


Cet ouvrage a pour but de créer un lien entre, d'une part, les différents types de mesures à réaliser dans le domaine du génie climatique et, d'autre part, les méthodes normalisées et les règles de l'art existantes en précisant les moyens de mesures idoines à mettre en œuvre.

Auteur(s) : Thierry Dupuis, Guy Delmas
Editeur : Dunot
Date de parution : 2009

La Boutique Pro de la Qualité d'Air Intérieur

testoon
by Le site internet de la mesure



*La Boutique Pro de la Qualité
d'Air Intérieur*
testoon
by Le site internet de la mesure

SAS Testoon – Tél. : 01 71 16 17 00 – Fax : 01 71 16 17 03
contact@testoon.com – www.testoon.com