L'Act. Chim. (S) 1996,6, 29-34

Les sorbonnes de laboratoire. Essais et contrôles

Jean-Claude Cornu* *ingénieur,* **Michel Gaillardin**** *ingénieur sécurité*

Fume cupboards. Tests and checking
This article shows the different ways to check the fume cupboards functioning. It describes the methods and means both currently usable and in the process of development. It follows a previous article dedicated to general points.

Sorbonnes, essais, améliorations.
Fume cupboards, tests, improvements.

Un article précédemment publié dans cette revue [1] traitait d'informations générales sur les sorbonnes de laboratoire. Pour le compléter, celui-ci aborde le domaine du contrôle de leur fonctionnement. La situation pré-sente justifie un article sur ce sujet car l'avenir proche verra de grandes évolutions en matière de contrôle des sorbonnes. En effet, la révision des normes françaises et le démarrage des travaux de normalisation européenne sur les sorbonnes sont l'occasion de formaliser des procédures nouvelles relatives à l'organisation et la réalisation des essais applicables aux sorbonnes.

Le présent article décrit les méthodes et les moyens à mettre en œuvre. Il met l'accent sur ce qui est réalisable, sinon réalisé, avec les moyens actuels et les évolutions que l'on peut attendre des dispositions normatives futures.

Description des méthodes actuellement disponibles

L'examen visuel

La méthode de contrôle la plus simple est l'examen visuel de l'état de la sorbonne et de son environnement. Il devrait être fait journellement et naturellement avant et pendant les manipulations. L'examen peut par exemple consister à vérifier :

- si les éventuels écrans latéraux mobiles sont fermés en dehors des phases d'installation du matériel ;
- si l'indication du dispositif de contrôle du débit d'extraction (manomètre ou anémomètre) se situe dans la plage des valeurs acceptables ;
- si du matériel ou des produits chimiques inutiles sont restés dans la sorbonne ;
- si une ou des fentes d'aspiration du plénum ne sont pas obstruées ;
- si l'ouverture de l'écran frontal se situe dans les limites définies comme normales ;
- si les bouches de ventilation de compensation du laboratoire ne sont pas obturées ;
- si les portes et les fenêtres, en particulier celles susceptibles de créer des courants d'air sont fermées ;
- si la disposition temporaire d'objets dans le laboratoire ne va pas conduire le personnel à passer trop près de la sorbonne.

Cette liste est à compléter selon les cas mais, même si elle peut sembler longue, la procédure peut être effectuée en peu de temps, surtout si de bonnes habitudes de travail ont été prises et qu'ainsi les corrections nécessaires soient limitées.

La mesure de la dépression en sortie de sorbonne

La pression de l'air dans le conduit d'extraction d'une sorbonne est inférieure à la pression atmosphérique du laboratoire ; on dit alors que la sortie de la sorbonne est en dépression. Pour une sorbonne donnée, la dépression est sensiblement proportionnelle au carré de son débit de ventilation. Cette propriété peut donc être mise à profit pour repérer ce débit par la simple mesure de la dépression en un point de la sortie. Il suffit donc de brancher un manomètre qui mesure la différence de pression entre l'atmosphère du laboratoire et la sortie de la sorbonne et de noter son indication lorsque celle-ci est ventilée sous le débit voulu pour disposer d'un moyen permanent de repérage de la variation du débit d'air extrait (*figure 1*). Comme il est difficile, dans un système de géométrie aussi complexe

* INRS (Institut National de Recherche et de sécurité), service thermique-ventilation, Centre de Recherche et de Formation de Lorraine, BP 27, 54501 Vandœuvre Cedex. Tél. : 03.83.50.20.00. Fax : 03.83.50.21.84.

** Inserm (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale), Bureau de prévention des risques professionnels, 101, rue de Tolbiac, 75654 Paris Cedex 13. Tél. : 01 41.17.49.46. Fax : 01 41.17.49.50.

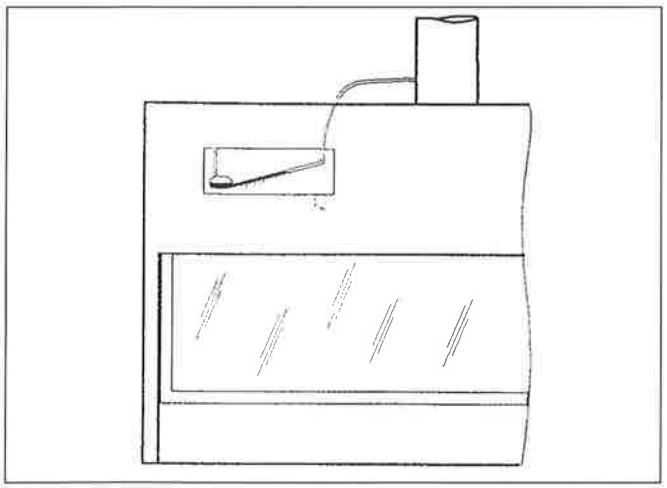

Figure 1 - **Manomètre de mesure de la dépression en sortie de sorbonne.**

qu'une sorbonne, de prévoir par le calcul la dépression correspondant à un débit donné, cette méthode n'a pas la prétention de donner sans étalonnage préalable le débit d'extraction. Elle permet cependant de noter les déviations par rapport à une situation de référence, ce qui est suffisant pour déclencher les corrections nécessitées par une perte de débit de la sorbonne.

Bien entendu, le débit d'extraction n'est pas le seul paramètre gouvernant le confinement mais l'expérience montre que le système d'extraction d'une sorbonne peut être affecté de dysfonctionnements dont les origines sont parfois surprenantes et il est rassurant de pouvoir compter sur un organe de contrôle à indication continue, peu coûteux à l'achat et à l'installation. Lorsque le manomètre est couplé à une alarme il permet en outre de satisfaire aux exigences de la réglementation en matière de surveillance du fonctionnement des systèmes de captage des polluants [2]. Les sorbonnes actuelles sont rarement équipées de manomètres de mesure de la dépression ; leur généralisation apporterait sans aucun doute une contribution appréciable à la protection des opérateurs.

La visualisation par fumigène

Elle consiste à générer des bouffées de fumée aux endroits où l'on souhaite estimer la direction et la turbulence d'un écoulement d'air. Elle n'est certainement pas un moyen de mesure de la vitesse de l'air mais, avec un minimum d'expérience, elle permet de se faire une idée de l'intensité et de la régularité du déplacement de l'air. La technique consiste à chasser de l'air au moyen d'une poire à travers un tube contenant un produit chimique qui dégage de la fumée au contact de l'air. La fumée suit les mouvements de l'air et l'observation du déplacement et de la dispersion des bouffées renseigne sur la direction et la turbulence de l'écoulement (*figure 2*). Cette technique s'applique parfaitement à l'observation des mouvements de l'air au voisinage et dans l'ouverture des sorbonnes. L'observation de bouffées qui présentent une forte dispersion latérale ou qui se déplacent irrégulièrement (*figure 3a*) doit faire suspecter des turbulences préjudiciables au confinement. Cette méthode est également utile à l'estimation de l'intensité et de la direction des courants d'air qui peuvent être présents au voisinage des sorbonnes (*figure 3b*).

La fumée peut également être libérée massivement par des fumigènes à mèche dont l'allumage produit une grande quantité de fumée pendant plusieurs dizaines de secondes. Cette génération massive de fumée est particulièrement utile pour étudier l'écoulement interne de l'air dans les sorbonnes et repérer la présence éventuelle de zones où l'air stagnant provoquerait des risques de formation d'atmosphère explosive ou encore des fuites de polluants par l'ouverture en cas de levée rapide de l'écran. Cette méthode manque cependant de sensibilité car la fuite de fumée, même minime, par l'ouverture, est révélatrice d'un défaut de confinement important.

Les fumées produites par les produits chimiques de ces deux types de fumigènes sont très corrosives ou encrassantes (dégagement d'acide sulfurique ou dépôt de goudron). En conséquence, dès après le test, il est prudent de nettoyer les surfaces exposées. De même, le contact de la fumée avec les éléments délicats de capteurs de mesure doit être évité.

La fumée peut également être produite en continu par des générateurs qui chauffent de l'huile ou de l'eau contenant de l'éthylèneglycol et pulsent la vapeur sous un débit qui est ou non réglable selon les modèles.

La visualisation par fumigène semble être peu pratiquée actuellement. Pourtant, il s'agit du moyen de contrôle le plus accessible qui constitue, malgré ses insuffisances, un premier niveau de test capable de mettre en évidence les défauts d'écoulement les plus grossiers susceptibles de rester ignorés et de perdurer en l'absence de contrôles réguliers.

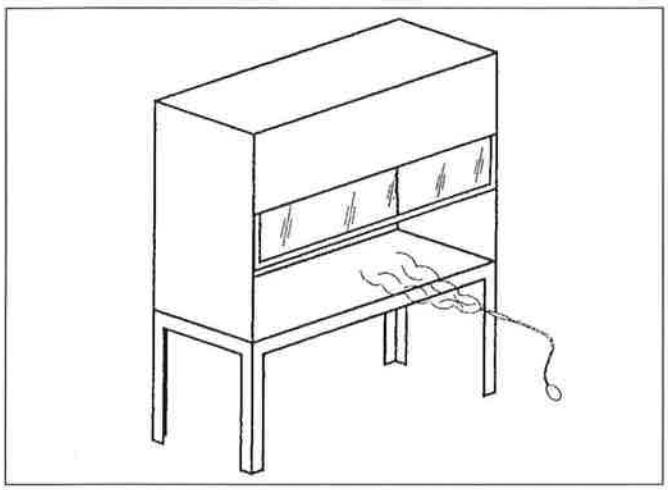

Figure 2 - **Visualisation d'un écoulement stable par fumigène.**

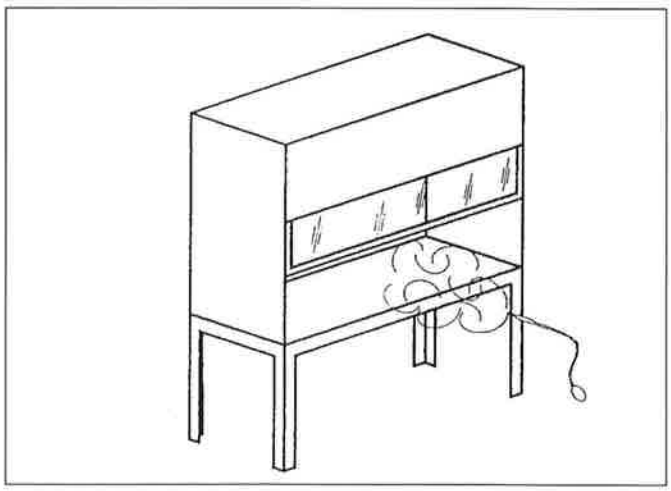

Figure 3a - **Visualisation d'un écoulement instable par fumigène.**

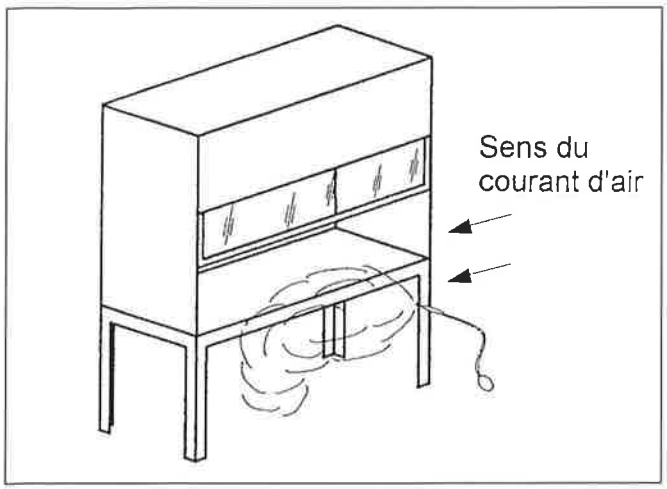

Figure 3b - **Visualisation de la présence d'un fort courant d'air par fumigène.**

La mesure des vitesses d'air

Les vitesses d'air se mesurent au moyen d'anémomètres mettant en œuvre des principes de mesure différents qui conditionnent leurs domaines d'emploi.

Les anémomètres les plus simples, à déflexion de palette ou « vélomètres », ont pour principe de fonctionnement la mesure de l'angle d'inclinaison d'une palette suspendue par l'une de ses extrémités et placée dans l'écoulement dont on veut mesurer la vitesse. La palette est d'autant plus déviée de sa position de repos que la vitesse d'air est élevée. Appliqués aux sorbonnes (*figure 4*), ces appareils sont peu coûteux (quelques centaines de francs) mais souffrent d'une précision médiocre et ne peuvent valablement servir que pour une estimation approximative de la vitesse de l'air.

Les anémomètres mécaniques, dits à moulinet ou à micro moulinet selon la taille du capteur (*figure 5*), ont pour principe de fonctionnement la mesure de la vitesse de rotation d'une roue à ailettes placée dans l'écoulement et entraînée par celui-ci.

Les anémomètres thermiques (*figure 6*) ont pour principe de fonctionnement la mesure de la puissance de chauffage nécessaire au maintien de la température d'un capteur chaud. Ce dernier est placé dans l'écoulement de l'air qui a tendance à le refroidir. Tous détails de réalisation étant résolus, la puissance de chauffage mesurée est proportionnelle à la vitesse de l'air qui baigne le capteur. Ils disposent pour la plupart de fonctions d'analyse des mesures (valeurs moyenne, minimale, maximale, écart type) utiles à l'estimation de la qualité de l'écoulement.

Dans leur application à la mesure de la vitesse d'air frontale des sorbonnes, tous les types d'anémomètres ne conviennent pas de la même façon.

Les anémomètres mécaniques présentent un seuil de démarrage (plus petite valeur mesurable) trop élevé pour les vitesses rencontrées. De plus, la longueur de leur capteur ne permet pas de repérer avec précision le plan dans lequel le mesurage est effectué.

Les anémomètres à déflexion de palette ne sont pas de véritables appareils de mesure. Cependant, fixés en permanence dans l'ouverture et considérés comme de simples moyens de repérage de la vitesse d'air frontale, ils pourraient rendre de grands services à peu de frais.

Dans l'état actuel des techniques, les anémomètres thermiques sont donc les seuls adaptés aux mesures des vitesses d'air frontales des sorbonnes car leur gamme de mesure est

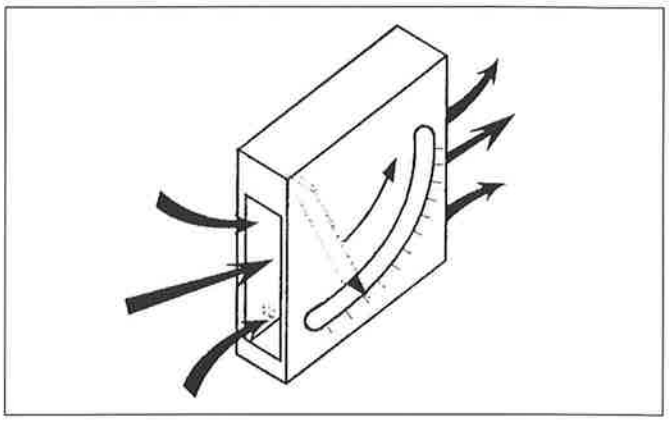

Figure 4 - **Vélomètre.**

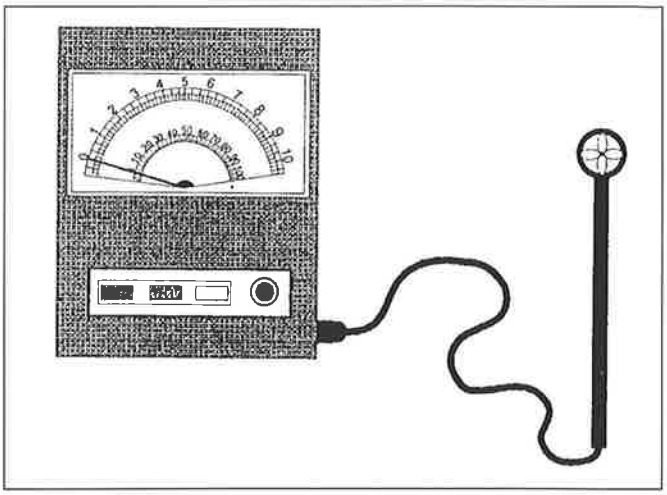

Figure 5 - **Anémomètre mécanique.**

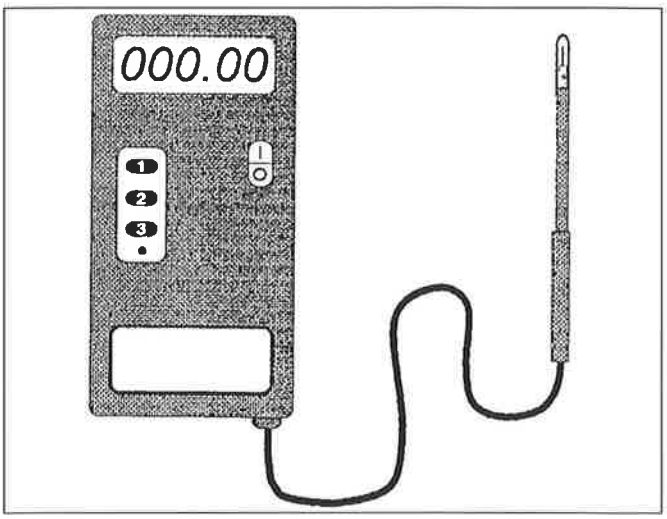

Figure 6 - **Anémomètre thermique.**

compatible avec les vitesses d'air à mesurer et leurs capteurs sont suffisamment petits pour être placés avec précision. Les anémomètres thermiques sont également précieux pour la mesure des courants d'air ambiants.

La vitesse d'air frontale se mesure dans le plan de l'ouverture de la sorbonne. Les dimensions de l'ouverture sont définies conventionnellement, par exemple hauteur 40 cm pour les écrans à mouvement vertical ou ouverture maximale pour les écrans à mouvement horizontal. Les normes françaises actuelles NF X 15-

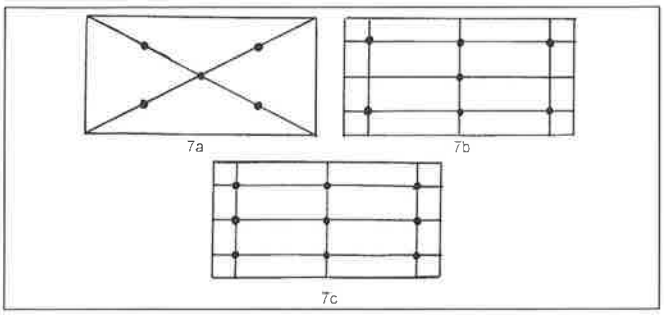

Figure 7 - **Disposition des points de mesure de la vitesse d'air frontale.**

203 et 15-206 [3, 4], en vigueur jusqu'à présent, spécifaient que la vitesse d'air frontale soit mesurée en cinq points répartis sur les diagonales de l'ouverture (*figure 7a*). Pour sa part, l'Inserm ajoutait deux points de mesure, un à proximité du visage de l'utilisateur et un en face de l'emplacement du matériel (*figure 7b*). La norme française XP X 15-203 [5] récemment parue et qui annule et remplace les normes [3, 4], impose une mesure en neuf points (*figure 7c*). Le capteur de l'anémomètre doit être maintenu fermement au point de mesure et hors de la zone du sillage éventuellement créé par la présence de la personne qui effectue la mesure (*figure 8*).

Actuellement, les moyens de contrôle du fonctionnement des sorbonnes se répartissent, dans un ordre de complexité croissante entre :
- l'examen visuel ;
- la mesure de la dépression en sortie de sorbonne ;
- la visualisation de l'écoulement par fumigène ;
- la mesure de la vitesse de l'air dans l'ouverture (ou en ambiance pour l'évaluation de l'intensité des courants d'air).

Aucun d'eux ne donne d'indication directe de l'efficacité du confinement. Cependant, la généralisation de leur usage permettrait avec des moyens limités d'identifier les sorbonnes, vraisemblablement plus nombreuses qu'on ne l'imagine, qui présentent des défauts de fonctionnement grossiers et durables.

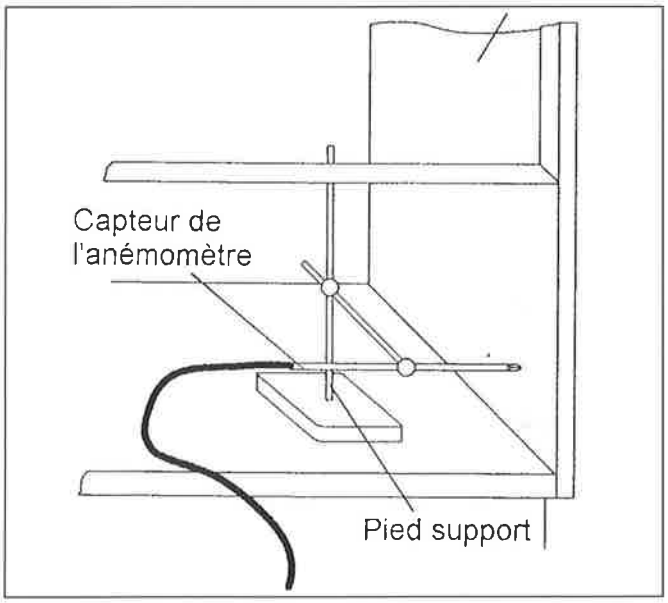

Figure 8 - **Mesure de la vitesse d'air frontale.**

La mesure directe du confinement

Les méthodes de mesure directe du confinement sont nombreuses mais récentes et, de ce fait, encore peu utilisées. Toutes sont fondées sur le principe du traçage gazeux (*figure 9*) qui consiste à générer dans un ou des endroits spécifiés du volume de travail de la sorbonne un gaz traceur sous un débit connu. Le gaz traceur simule un polluant gazeux réel sans en présenter les inconvénients tant du point de vue de la toxicité que de la difficulté de la mesure. L'atmosphère est prélevée en un ou plusieurs endroits du poste de travail de l'opérateur ou dans le plan de l'ouverture de la sorbonne. Le résultat de l'essai s'exprime par la concentration du gaz traceur mesurée dans l'atmosphère prélevée.

Ce type de mesure présente l'intérêt fondamental d'exprimer la qualité de la sorbonne par une grandeur en rapport avec un objectif, le confinement, et non pas avec un moyen, la vitesse d'air frontale. Un autre avantage de cette méthode est de donner la possibilité de suivre l'évolution temporelle des fuites de gaz traceur, de localiser les zones de l'ouverture où les fuites se produisent et ainsi d'identifier leurs causes.

La diffusion encore confidentielle des méthodes de mesure du confinement et des appareillages nécessaires à leur mise en œuvre a deux causes principales :
- l'absence de demande résultant des lacunes de la norme française actuelle et du manque d'information des utilisateurs quant à l'intérêt de la mesure du confinement ;
- l'absence d'offre de services de la part des organismes spécialisés en métrologie consécutive au caractère encore expérimental des méthodes et à la lourdeur des investissements nécessaires.

La norme française [5] introduit la mesure du confinement en décrivant une méthode d'essai et en fixant les exigences correspondantes. Il en est de même des travaux de normalisation européenne qui aboutiront à la rédaction d'une norme qui définira les méthodes de contrôle et de mesure du confinement des sorbonnes. L'évolution des normes et la fixation d'une méthode unique, reconnue et stabilisée auront vraisemblablement pour effet de débloquer la situation en suscitant des demandes d'essais

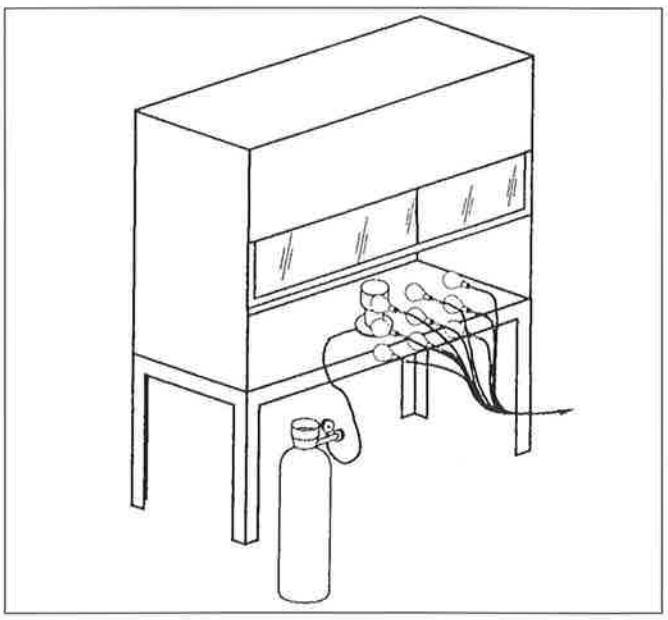

Figure 9 - **Principe de la mesure du confinement.**

et en levant les réticences des spécialistes quant à leur équipement en matériel d'essai.

En attendant cette évolution, l'attention du lecteur doit être attirée sur certaines propositions faites par des organismes qui appliquent aux sorbonnes la méthode de mesure de l'efficacité de captage définie par la norme NF X 43-260 d'octobre 1987 « Qualité de l'air - Air des locaux de travail - Mesurage de l'efficacité de captage et contrôle différentiel d'un système d'assainissement ». De part son manque relatif de sensibilité, cette méthode ne s'applique pas aux sorbonnes de qualité courante et les résultats obtenus sont sans valeur.

Les causes possibles de la mauvaise efficacité des sorbonnes

L'examen visuel des sorbonnes et les contrôles qui leur sont appliqués peuvent mettre en évidence certains défauts qu'il convient de corriger après en avoir identifié les causes. Le *tableau I* regroupe les défauts les plus fréquemment rencontrés, leurs causes les plus probables et les actions correctives à entreprendre.

Commentaires

Le rôle de la butée éclipsable est de délimiter la hauteur maximale de l'ouverture lors des phases de production des polluants. Cette hauteur doit être choisie pour respecter à la fois l'ergonomie et la vitesse d'air frontale souhaitée. La butée doit pouvoir être dépassée par une manœuvre volontaire de l'opérateur, par exemple pour lui permettre d'installer du matériel dans la sorbonne. A défaut de butée, la pose d'un repère qui indique la position de l'écran au delà de laquelle la vitesse d'air frontale est insuffisante, peut être utile bien que son efficacité repose sur la vigilance et la discipline de l'opérateur.

Les écrans à trois faces simultanément ouvrantes devraient être systématiquement améliorés par la pose d'écrans latéraux fixes.

La résistance à l'écoulement du conduit d'extraction de la sorbonne peut être réduite en remplaçant les éventuels tronçons souples par des tronçons rigides.

Les entrées d'air dans le conduit d'extraction sont responsables de la réduction du débit utile au confinement de la sorbonne.

Les courants d'air issus des bouches de soufflage, s'ils ne peuvent être réduits, peuvent cependant être déviés de façon à ne pas frapper directement la face avant de la sorbonne.

L'évolution prévisible de la stratégie des essais

Actuellement les essais et les contrôles auxquels les sorbonnes sont soumises sont laissés à l'initiative des exploitants. Il en découle une réelle disparité dans les conditions de protection des opérateurs. Notons toutefois que la réglementation [2] impose que les dispositifs de captage des polluants, dont les sorbonnes font partie, fassent l'objet de mesures visant à estimer leur efficacité lors de leur mise en service et soient suivies de contrôles périodiques. On doit constater que les textes réglementaires sont peu suivis dans leur application aux laboratoires, le manque actuel de méthode de mesure du confinement n'étant certainement pas étranger à cet état de fait.

Tableau I - **Causes et remèdes pour les principaux défauts rencontrés.**

Vitesse d'air frontale trop faible

- Si le débit d'extraction est suffisant : écran trop ouvert.
  Limiter l'ouverture de l'écran. Au besoin, poser une butée éclipsable.
- Écran à trois faces simultanément ouvrantes.
  Poser des écrans latéraux fixes pour réduire simultanément la surface de l'ouverture et l'effet des courants d'air dans le volume de travail
- Si le débit d'extraction est insuffisant.
  Augmenter le débit d'extraction par changement du ventilateur ou par réduction de la résistance du conduit.
  Étancher le conduit.
  Favoriser la compensation du débit d'air extrait.
  Désencombrer le volume de travail.

Vitesse d'air frontale irrégulière

- Plénum mal conçu.
  Améliorer le plénum (cette action est plutôt du ressort du fabricant).
- Courants d'air dans le laboratoire.
  Voir ci-dessous.

Courants d'air dans le laboratoire

- Si les courants d'air sont créés par la ventilation du laboratoire.
  Limiter la vitesse de soufflage des bouches de ventilation sans réduire leur débit.
  Fermer les portes et/ou les fenêtres.
  Déplacer la sorbonne.
- Si les courants d'air sont créés par le passage des personnes.
  Déplacer la sorbonne ou modifier la disposition des voies de passage.

Recyclage des polluants par l'extérieur

- Dilution insuffisante des rejets dans l'atmosphère.
  Rejeter les polluants à grande vitesse par une cheminée haute, éloignée des entrées d'air de compensation.

La norme française [5] et la future norme européenne abordent les aspects des essais des sorbonnes en différenciant les moyens et les objectifs selon qu'ils s'adresseront à des sorbonnes aux stades de leur sortie d'usine (essais de type), de leur mise en service (essais de réception) ou de leur exploitation (contrôles périodiques). Par conséquent, il est prévisible de voir se développer une stratégie dont les détails d'application restent à définir mais ne devraient pas être très éloignés des principes qui suivent.

Les essais de type (détermination de l'efficacité nominale)

Ils seront effectués au moment du lancement d'un nouveau modèle de sorbonne sur un exemplaire qui, considéré comme représentatif de l'ensemble de la série, sera soumis à des essais portant sur un certain nombre de caractéristiques. Le confinement sera estimé au moyen d'une méthode de mesure par traçage gazeux. La sorbonne sera placée dans une salle dont la disposition et le système de ventilation offriront les conditions d'installation idéales ; les résultats de l'essai seront ainsi représentatifs de la qualité nominale des sorbonnes du type essayé. Cet essai sera effectué sous la responsabilité du fabricant et les

résultats seront intégrés aux documents commerciaux afin que l'utilisateur puisse faire son choix par comparaison des résultats obtenus sur les sorbonnes en concurrence. L'intérêt principal de l'essai de type sera de préciser les conditions de fonctionnement (en particulier le débit d'extraction) qui auront permis d'atteindre la qualité mesurée. Les valeurs des paramètres du fonctionnement pourront alors servir de référence pour l'installateur.

Effectués sur un exemplaire de chaque type, les essais pourront être complets et, par conséquent, coûteux sans que le prix de l'essai ramené à l'unité soit prohibitif.

Les essais de réception (détermination de l'efficacité initiale)

Étant donné que le confinement d'une sorbonne dépend pour une large part des conditions de son installation, les essais de type ne peuvent suffire pour estimer la qualité du confinement d'une sorbonne installée dans son laboratoire. Par ailleurs, la réglementation en matière d'aération et d'assainissement de l'air des locaux de travail [2] impose que tous les dispositifs de ventilation fassent l'objet de contrôles et de mesures lors de leur réception ; les sorbonnes ne font pas exception à la règle. Les essais de réception seront effectués par l'installateur ou sous sa responsabilité par une société spécialisée. Ils donneront suite à un rapport.

Comme l'essai de réception sera à effectuer sur chaque sorbonne neuve, son coût devra être inférieur à celui de l'essai de type et ne seront à vérifier que les caractéristiques dépendantes des conditions d'installation, parmi lesquelles figure le confinement. L'essai de réception a pour but de :

– vérifier si l'ensemble sorbonne et installation répond bien aux spécifications demandées par l'acheteur ;

– dresser l'état de qualité initial de la sorbonne pour effectuer les améliorations nécessaires et pour estimer les dérives futures (la grandeur de référence étant la vitesse d'air frontale initiale) ;

– constituer le dossier des valeurs de référence imposé par la réglementation.

La sorbonne ayant été achetée sur la base de son efficacité nominale déterminée par l'essai de type, la méthode d'essai de réception devra être semblable à celle de l'essai de type si l'on veut comparer les efficacités nominale et initiale.

L'essai de réception devra être complété par un essai effectué par la méthode d'essai qui servira aux contrôles périodiques.

Enfin et logiquement, la mesure du confinement s'appliquera également aux sorbonnes en exploitation dont les conditions d'installation auront été modifiées de façon significative. Par exemple, lorsqu'une sorbonne sera déplacée dans le même laboratoire ou dans un autre ou lorsque le laboratoire recevra des dispositifs de captage des polluants supplémentaires.

Les contrôles périodiques (détermination de l'efficacité courante)

L'efficacité initiale de la sorbonne, évaluée par l'essai de réception, il conviendra ensuite et pour toute la durée de l'exploitation de la sorbonne, de vérifier la conservation des qualités initiales.

Les contrôles périodiques devront rester légers si l'on veut qu'ils soient effectivement réalisés. De même, la périodicité des contrôles devra être adaptée à la situation après avoir acquis une certaine expérience.

Effectués sous la responsabilité du chef d'entreprise et selon la nature des travaux, les contrôles seront confiés à l'utilisateur ou à un service spécialisé de l'entreprise ou d'une société extérieure.

En ce qui concerne le confinement, la méthode par traçage gazeux est trop lourde pour être supportable, tout au moins dans l'état actuel des techniques. La mesure de la vitesse d'air frontale devra donc servir de base et les résultats seront comparés à ceux obtenus lors de l'essai de réception. Les conditions de fonctionnement étant identiques, si la vitesse d'air frontale a évolué, généralement dans le sens d'une réduction, la cause de la dérive doit être identifiée et les corrections appliquées.

Outre les mesures proprement dites, les contrôles périodiques devront être l'occasion de procéder à des opérations de maintenance telles que le nettoyage de la sorbonne et son inspection, en particulier celle de ses organes de sécurité.

Conclusion

Ces deux articles, le premier orienté vers la présentation du matériel et de ses installations associées, et celui-ci consacré au contrôle des sorbonnes, ont tenté de dresser un état de la situation en partant de ce que l'on sait actuellement pour aboutir à ce qui est prévisible à moyen terme. Du fait de notre retard actuel sur nos voisins européens en matière de normalisation, la mise en application de la nouvelle norme française et la future norme européenne nécessiteront, vraisemblablement, un changement profond dans les attitudes et la pratique. Jusqu'à présent et sauf exceptions, l'opinion couramment partagée dans les laboratoires est que la mise en place des sorbonnes constitue la solution définitive aux problèmes d'exposition aux produits chimiques et que leur fonctionnement correct va de soi. Rien n'est moins sûr et nos expériences personnelles ainsi que l'abondance de la littérature étrangère sur le sujet en sont une preuve. Si les sorbonnes ne sont pas en elles-mêmes des matériels très compliqués à concevoir et fabriquer, leur installation et leur utilisation doivent obéir à certaines règles qu'il vaut mieux ne pas négliger sous peine de devoir supporter des défauts d'efficacité d'autant plus graves qu'ils peuvent rester longtemps ignorés en raison de l'insuffisance des contrôles actuellement pratiqués.

Ces deux articles n'ont pas la prétention d'apporter un éclairage complet sur le sujet. Au contraire, leur objectif se limite à donner au lecteur un ensemble d'informations accessibles lui permettant d'adopter une attitude critique vis-à-vis du matériel et de ses habitudes de travail. L'aider à poser son problème dans les bons termes à ses interlocuteurs (vendeurs, installateurs en ventilation, préventeurs), lui faire prendre conscience de l'utilité du contrôle des sorbonnes, le préparer à recevoir les nouvelles obligations introduites par l'évolution prévisible de la normalisation et de la réglementation, telles ont été les préoccupations uniques et constantes des auteurs.

Références

[1] Cornu J.-C, Gaillardin M., Les sorbonnes de laboratoire. Considérations générales, Paris, *L'Actualité Chimique*, **1996**, 5, p. 13-19.

[2] *Aération et assainissement des ambiances de travail. Réglementation générale. Textes et commentaires*, Paris, INRS, **1991**, ED 720, 82 p.

[3] NF X 15-203, *Installations de laboratoire. Sorbonnes. Généralités. Classification. Dimensions. Spécifications*, Paris–La Défense, Afnor,**1987**, 8 p.

[4] NF X 15-206, *Installations de laboratoire. Sorbonnes. Méthodes d'essais*, Paris-La Défense, Afnor, **1987**, 6 p.

[5] XP X 15-203, *Équipement de protection collective. Sorbonnes de laboratoire. Généralités, classification, spécifications et méthodes d'essais*, Paris-La Défense, Afnor, **1996**, 34 p