



Marseille, le 24/03/04

DESS Prévention des Risques et Nuisances Technologiques

## Projet UE 05 - Facteurs d'ambiance

### Aération des locaux de travail

*BRUN Stéphanie & PEREZ Vanessa*



## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<b>2. PRINCIPES DE BASE DE LA VENTILATION</b>	<b>6</b>
2.1 Introduction	6
2.2 Le poste de travail [1]	6
2.3 La pollution [1]	6
2.3.1 La réglementation	6
2.3.2 Les risques	6
2.4 Le captage [1][2][3][4][5]	7
2.4.1 Définition de la ventilation locale	7
2.4.2 Définition de la ventilation générale	7
2.4.3 Quelle technique choisir ?	7
2.4.4 Efficacité de captage	7
2.5 Transport des polluants [1][2]	8
2.5.1 Conception du réseau de tuyauterie	8
2.5.2 Choix du ventilateur	8
2.6 Rejet [1][2][3][5]	9
2.7 Air de compensation [1][2][5]	9
2.7.1 Rôle de la compensation	9
2.7.2 Recommandations	10
2.8 Implantation du matériel [1]	10
<b>3. RÉGLEMENTATION GÉNÉRALE</b>	<b>11</b>
3.1 Introduction	11
3.2 Règles propres aux différents types de locaux	11
3.2.1 Locaux à pollution non spécifique	11
3.2.2 Locaux à pollution spécifique	11
3.3 Règles de conception communes à toutes les installations	12
3.3.1 Cahier des charges ([8], Cf. Annexe 2 § 9.2)	12
3.3.2 Caractéristiques des installations [7]	12
<b>4. RÉFÉRENTIELS ET NORMES</b>	<b>14</b>
4.1 Introduction	14
4.2 La notice d'instruction [1][2]	14
4.3 La consigne d'utilisation [1][2]	15
4.4 Le dossier d'installation [1][2]	16

<b>4.5</b>	<b>Les normes [10]</b>	<b>16</b>
<b>5.</b>	<b>MESURAGES ET CONTRÔLES</b>	<b>18</b>
<b>5.1</b>	<b>Généralités sur le contrôle des atmosphères de travail [10]</b>	<b>18</b>
<b>5.2</b>	<b>Documents permettant de suivre l'état des installations d'aération</b>	<b>18</b>
<b>5.3</b>	<b>Les contrôles périodiques des installations [1][11][2]</b>	<b>18</b>
5.3.1	Contrôle à réception de l'installation	18
5.3.2	Autocontrôle par le chef d'installation	18
5.3.3	Contrôles prescrits par l'inspecteur du travail	19
5.3.4	Techniques de contrôles [1]	20
5.3.5	Contrôle de l'atmosphère des lieux de travail - Valeurs limites	21
5.3.6	Registre de contrôle d'une installation de ventilation [1]	23
<b>6.</b>	<b>LA VENTILATION GÉNÉRALE</b>	<b>24</b>
<b>6.1</b>	<b>Les principes</b>	<b>24</b>
6.1.1	Définition de la ventilation générale [2]	24
6.1.2	Les principes de la ventilation générale [13][2][1]	24
6.1.3	Les conditions d'utilisation de la ventilation générale	25
<b>6.2</b>	<b>Les moyens [13][5]</b>	<b>25</b>
6.2.1	Ventilation naturelle	25
6.2.2	Ventilation mécanique	25
6.2.3	Ventilation par des ouvertures communiquant avec un local adjacent	26
6.2.4	Ventilation mixte par balayage d'un groupe de locaux communiquant	26
6.2.5	Comparaison des différents types de ventilation générale [13]	26
<b>6.3</b>	<b>Les applications</b>	<b>27</b>
6.3.1	Différents types d'installations permettant la ventilation	27
6.3.2	Récupération de chaleur	29
6.3.3	Exemple de la ventilation générale au Centre XXX	31
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>35</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCES</b>	<b>36</b>
<b>9.</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>37</b>
<b>9.1</b>	<b>Annexe 1 : Code du travail</b>	<b>37</b>
<b>9.2</b>	<b>Annexe 2 : Note technique du 5 novembre 1990</b>	<b>42</b>
<b>9.3</b>	<b>Annexe 3 : Normes sur la qualité de l'air des lieux de travail</b>	<b>47</b>

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION DE VENTILATION .....	14
TABLEAU 2 : CONTENU DU DOSSIER DE VALEURS DE RÉFÉRENCE .....	15
TABLEAU 3 : CONTENU DU DOSSIER D'INSTALLATION .....	16
TABLEAU 4 : FRÉQUENCE ET NATURE DES CONTRÔLES PÉRIODIQUES .....	19
TABLEAU 5 : POINTS DE MESURES ET CONTRÔLES .....	19
TABLEAU 6 : MÉTHODOLOGIE ET MOYENS À METTRE EN ŒUVRE SELON LE CONTRÔLE.....	21
TABLEAU 7 : DÉCRETS FIXANT LES VALEURS LIMITES POUR LES PRINCIPAUX POLLUANTS.....	23
TABLEAU 8 : DÉBIT MINIMAL D'AIR NEUF SUIVANT LE TYPE DE LOCAL, POLLUTION NON SPÉCIFIQUE .....	25
TABLEAU 9 : COMPARAISON DES DIFFÉRENTS TYPES DE VENTILATION GÉNÉRALE .....	26

## LISTE DES FIGURES

<a href="#">FIGURE 1 : PRINCIPE D'UNE INSTALLATION D'EXTRACTION D'AIR</a> .....	27
<a href="#">FIGURE 2 : PRINCIPE D'UNE INSTALLATION DE SOUFFLAGE D'AIR</a> .....	27
<a href="#">FIGURE 3 : PRINCIPE D'UNE INSTALLATION COUPLÉE SOUFFLAGE-EXTRACTION AVEC RÉCHAUFFAGE D'AIR</a> .....	28
<a href="#">FIGURE 4 : PRINCIPE D'UNE INSTALLATION COUPLÉE SOUFFLAGE-EXTRACTION AVEC RECYCLAGE D'AIR</a> .....	28
<a href="#">FIGURE 5 : PRINCIPE D'UN RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR À AIR REPRIS</a> .....	29
<a href="#">FIGURE 6 : PRINCIPE D'UN RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR À EAU GLYCOLÉE</a> .....	29
<a href="#">FIGURE 7 : PRINCIPE D'UN RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR À PLAQUES OU À TUYAUX</a> .....	30
<a href="#">FIGURE 8 : PRINCIPE D'UN RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR À RÉGÉNÉRATION</a> .....	31
<a href="#">FIGURE 9 : REZ DE CHAUSSÉE DU BÂTIMENT</a> .....	32
<a href="#">FIGURE 10 : SCHÉMA DE LA VENTILATION CLASSIQUE</a> .....	33

## **1. INTRODUCTION**

L'air que respire le travailleur est souvent chargé de poussières, de vapeurs et de fumées. Cette pollution ambiante peut avoir des conséquences néfastes sur sa santé, sur l'environnement et sur la production. Il est donc nécessaire de capter les polluants et de bien ventiler les locaux de travail (bureaux et ateliers).

Ce document a pour objet de faire une synthèse sur l'aération et l'assainissement des locaux de travail.

Il présente les principes de bases à prendre en compte avant l'installation d'un dispositif de ventilation, la réglementation en vigueur, les référentiels à tenir à jour et les normes à respecter, ainsi que les contrôles à effectuer dans le cadre de la mise en place d'un procédé d'aération des lieux de travail.

Ce document expose dans un second temps les principes et les moyens de ventilation générale dans le cadre des locaux à pollution non spécifique, où la pollution est liée à la seule présence humaine c'est à dire où il n'est émis aucune pollution spécifique.

## **2. PRINCIPES DE BASE DE LA VENTILATION**

### **2.1 Introduction**

D'après l'article R 232-5 du code du travail l'aération et la ventilation ont pour objet :

- « de maintenir un état de pureté de l'atmosphère propre à préserver la santé des travailleurs ».
- « d'éviter les élévations exagérées de température, les odeurs désagréables et les condensations ».

De nombreux facteurs techniques, économiques, énergétiques et humains interviennent dans la conception d'une installation de ventilation. En effet, le constructeur doit connaître parfaitement le poste de travail ou le local à traiter et les différentes techniques qui existent.

La partie qui suit présente les point importants de l'étude qui précède la mise en place d'un système de ventilation.

### **2.2 Le poste de travail [1]**

Avant de mettre en place un système de ventilation il faut s'assurer que l'on ne peut pas réduire la cause de pollution en modifiant simplement la conception de l'installation ou le procédé industriel. En effet, un traitement des causes directes d'émission de pollution est toujours préférable à un système d'aération.

Dans le cas de la mise en place d'un système de ventilation, **il est important de bien connaître le poste de travail, de façon à choisir une solution adaptée au problème tout en respectant les impératifs de production (pour les ateliers) et le confort du personnel (température, humidité de l'air, courants d'air pour les ateliers et les bureaux)**. Il s'agit de définir le travail effectué, la nature du polluant et son mode d'émission, l'étendue de la zone polluée.

### **2.3 La pollution [1]**

#### **2.3.1 La réglementation**

Les règles générales en matière d'aération, d'assainissement et de renouvellement d'air des locaux de travail sont fixées dans le code du travail section II « ambiance des lieux de travail » (cf annexe 1) présenté plus précisément dans le chapitre suivant.

Dans ces textes sont fixées des valeurs minimales de renouvellement d'air, des valeurs maximales d'exposition aux poussières notamment et des obligations concernant l'évacuation des polluants, l'utilisation du recyclage et l'entretien des installations.

#### **2.3.2 Les risques**

La dispersion des produits chimiques ou des matériaux de base dans l'atmosphère de travail peut conduire à des maladies d'origine professionnelle, à l'intoxication de personnes exposées si les produits sont toxiques ou nocifs, ou être à l'origine d'incendie ou d'explosion lorsqu'ils sont inflammables.

#### ***Rappels sur le risque d'intoxication :***

Les particules et les gaz ont un effet néfaste sur l'organisme si ils sont irritants, corrosifs, toxiques, allergisants, pathogènes, etc.

La réglementation française définit deux limites qu'il ne faut pas dépasser : les **Valeurs Limites d'Exposition** (VLE) et les **Valeurs Moyenne d'Exposition** (VME). La VLE est mesurée à un instant  $t$  et la VME sur une période donnée.

#### ***Rappels sur le risque d'explosivité :***

Une atmosphère est explosive lorsque le combustible (gaz, poussière, brouillard, liquide), le comburant (oxygène de l'air) et un apport d'énergie ou une température suffisante sont en présence.

Le domaine des concentrations explosives des gaz ou vapeurs inflammables est aussi borné par des limites : la **Limite Inférieure d'Explosivité** (LIE) et la **Limite Supérieure d'Explosivité** (LES). La LIE des gaz et vapeurs toxiques est toujours supérieure aux VME et VLE.

Plusieurs recommandations peuvent être faites pour limiter le risque d'explosivité : empêcher l'introduction de gaz ou de vapeurs inflammables en s'assurant de l'étanchéité des récipients, abaisser la concentration des gaz ou vapeurs inflammables grâce à la ventilation ou l'aération, empêcher la présence de matériaux portés à haute température dans une atmosphère explosive, etc.

**Un dispositif de ventilation, dont le but est d'envelopper au maximum la zone de production des polluants, permet de limiter ces risques d'intoxication et d'explosivité.** D'autres causes d'inconfort telles que des odeurs désagréables ou un taux d'humidité trop élevé sont aussi supprimées grâce à ce système.

## **2.4 Le captage [1][2][3][4][5]**

Il existe deux techniques de ventilation : la ventilation locale par aspiration à la source et la ventilation générale ou ventilation par dilution.

### **2.4.1 Définition de la ventilation locale**

Elle consiste à capter les polluants au plus près possible de leur source d'émission, avant qu'ils ne pénètrent dans la zone des voies respiratoires des travailleurs et ne soient dispersés dans toute l'atmosphère du local. Les polluants ne sont pas dilués mais évacués.

### **2.4.2 Définition de la ventilation générale**

Elle opère par dilution des polluants à l'aide d'un apport d'air neuf dans le local de travail de manière à diminuer les concentrations des substances toxiques pour les amener à des valeurs aussi faibles que possible. Elle permet donc de diminuer les concentrations, mais ne réduit pas la quantité totale de polluants libérés dans l'atelier. De ce fait on admet un niveau de pollution résiduelle dans le local de travail. Les concentrations résiduelles doivent être les plus faibles possibles et inférieures à la VME pour les polluants toxiques. La ventilation générale peut être assurée par ventilation mécanique, naturelle ou mixte.

### **2.4.3 Quelle technique choisir ?**

**Dans les locaux à pollution non spécifique la ventilation générale est suffisante. Par contre dans les locaux à pollution spécifique la ventilation locale par aspiration à la source doit être retenue en priorité, en particuliers lorsque les produits émis sont toxiques.** Si le recours à la ventilation locale est techniquement impossible, la ventilation générale sera étudiée. De plus, la ventilation générale ne peut être utilisée que si les polluants sont peu toxiques et émis à un débit très faible.

### **2.4.4 Efficacité de captage**

Selon l'article R 232-5-7 du code du travail l'efficacité des systèmes de captage doit être la plus élevée possible, afin de garantir une protection efficace des travailleurs et une diminution de la consommation d'énergie si le rejet se fait avec récupération d'énergie.

Les performances des meilleures installations de captage constituent une référence. D'ailleurs des normes sur les installations les plus courantes sont en préparation.

**L'efficacité requise de la ventilation mise en place est déterminée à partir de l'analyse détaillée du poste de travail et de l'environnement.** En général une efficacité moyenne de 95% est suffisante. Cependant lorsque les polluants sont très toxiques il est nécessaire d'avoir une efficacité de captage de 100% (ventilation locale). Pour être efficace la vitesse de captage doit être supérieure à 0,30 m/s dans la zone polluée la plus éloignée d'un orifice d'aspiration.

## **2.5 Transport des polluants [1][2]**

L'air pollué capté doit être évacué vers l'extérieur (par des tuyauteries et un ventilateur) après épuration dans certains cas.

### **2.5.1 Conception du réseau de tuyauterie**

Le dimensionnement des tuyauteries résulte d'un compromis entre les contraintes économiques (investissement) et les contraintes techniques (diamètres de tuyauterie disponibles, pertes de charge admissibles, vitesses minimales de transport) définies dans la réglementation.

D'autres paramètres peuvent intervenir comme les pentes des tuyauteries, les variations de débit dans le temps, l'humidité des poussières et de l'air, la présence de gaz corrosifs,...

La conception du réseau se fait en plusieurs étapes :

- Choix des vitesses d'air.  
La vitesse d'air est choisie en fonction de la nature et des propriétés des polluants. Lorsque l'air évacué contient des poussières, la vitesse d'air doit être supérieure à une valeur minimale de façon à éviter la sédimentation des poussières.
- Prédimensionnement des éléments du réseau.  
Il existe deux types de pertes de charge : les pertes de charge par frottement et les pertes de charge singulières. Les premières sont liées à la vitesse d'écoulement et aux caractéristiques du matériau constitutif de la gaine de ventilation. Les secondes sont liées aux singularités du parcours (coudes, élargissements, filtres). Pour les réduire les gaines en plastique, en acier galvanisé ou en béton sont préférées aux gaines souples annelées. De plus, les changements de directions doivent être adoucis.
- Equilibrage du réseau.  
Pour obtenir les débits désirés dans chaque tronçon du réseau il faut calculer correctement les pertes de charge totales. L'équilibrage de l'installation est ensuite réalisé grâce à des registres ou des volets permettant d'ajuster les débits d'air.

Des dispositions particulières sont à prendre lorsque l'extraction concerne des gaz et vapeurs inflammables (montage réalisé pour qu'il n'y ait pas d'étincelles par choc accidentel) ou des poussières inflammables (conduits aussi courts que possible en matière conductrice et avec le minimum de coudes, vérification et nettoyage réguliers des conduits, ...).

### **2.5.2 Choix du ventilateur**

Le ventilateur fournit l'énergie nécessaire pour entretenir l'écoulement de l'air dans le circuit de ventilation. Il existe deux grandes catégories de ventilateurs :

- Les ventilateurs centrifuges sont bien adaptés au transport de l'air dans des réseaux longs et ramifiés. Ils fonctionnent à des débits moyens et des pressions importantes.
- Les ventilateurs hélicoïdes (ou axiaux) sont utilisés pour des réseaux relativement courts. Ils fonctionnent à des débits très importants et des pressions faibles.

Le débit délivré est fonction des caractéristiques du ventilateur et des pertes de charge du circuit. **Le ventilateur est donc choisi en fonction du débit souhaité, de la pression existante et de la perte de charge maximale pouvant exister dans l'installation.**

De plus, dans le cas d'extraction de gaz ou de vapeurs inflammables, le ventilateur ne doit pas être susceptible d'allumer un mélange inflammable et le moteur électrique doit être placé hors de l'atmosphère éventuellement inflammable.

S'il s'agit de poussières inflammables, le ventilateur doit être situé en air propre si possible donc après un séparateur poussière-air (filtre par exemple).

Enfin, il faut faire attention au bruit engendré par celui-ci. Le bruit émis ne doit pas dépasser 85 dBA. Le ventilateur est donc mis de préférence à l'extérieur du bâtiment et doit fonctionner au point de rendement maximum.

## **2.6 Rejet [1][2][3][5]**

Il faut mener une étude complète (calcul de la hauteur de cheminée, emplacement des sorties des gaines d'extraction selon la configuration du bâtiment et de son environnement). De plus, afin d'éviter de recycler une partie des polluants, l'air pollué doit être rejeté en dehors des zones de prise d'air neuf

**Le captage des polluants et la ventilation consomment beaucoup d'énergie. Afin d'optimiser la ventilation, le rejet de l'air pollué à l'extérieur du local peut s'accompagner de récupération d'énergie et/ou d'épuration de l'air.** L'épuration de l'air rejeté doit être réalisée dans le cas où le rejet sans traitement provoquerait des niveaux de pollution, aux environs du local, incompatibles avec la réglementation protégeant l'environnement des locaux industriels. Il est possible de récupérer une partie de la chaleur contenue dans le flux d'air de rejet soit en transférant à l'air neuf une partie de cette chaleur grâce à un échangeur, soit en recyclant une partie de cet air après traitement et épuration. L'air d'un local à pollution spécifique (polluants toxiques en particulier) ne peut être recyclé que s'il est efficacement épuré.

## **2.7 Air de compensation [1][2][5]**

Les extractions d'air pollué doivent être compensées en quantité égale par des apports d'air neuf. Le débit d'air introduit ne doit jamais être inférieur au minimum exigé par occupant (cf. §5).

### **2.7.1 Rôle de la compensation**

**La compensation peut être réalisée par les défauts d'étanchéité du bâtiment, par des grilles de ventilation ou par un ventilateur.**

L'introduction de l'air de compensation doit être étudiée de manière à :

- assurer l'efficacité des systèmes de ventilation ;
- éliminer les courants d'air provenant des ouvertures des portes et des fenêtres qui peuvent provoquer un inconfort thermique ou remettre en suspension des poussières déposées ;
- éviter que l'air provenant de zones adjacentes polluantes soit entraîné dans les zones propres ;
- assurer le fonctionnement des appareils à combustion et des cheminées.

Il faut noter que les locaux où se dégagent des produits toxiques ou asphyxiants sont maintenus en légère dépression pour éviter la dispersion des polluants à l'extérieur du local.

### **2.7.2 Recommandations**

Le système d'introduction d'air neuf ne doit pas apporter de bruit supplémentaire dans le local et l'air neuf doit être prélevé à l'abri de toute source de pollution. De plus, il est souhaitable de prévoir un dispositif de préchauffage de l'air pour assurer le confort thermique. Enfin, l'introduction mécanique de l'air est préférée à l'introduction naturelle car elle permet de traiter l'air préalablement (air propre et à température optimale) et de le distribuer aux endroits opportuns.

### **2.8 Implantation du matériel [1]**

**L'emplacement de l'installation de ventilation doit être judicieusement choisi afin de permettre un accès aisé du matériel et son entretien.** La solution idéale consiste à créer un local technique, isolé des ateliers et des bureaux, dans lequel est regroupé l'essentiel des installations de ventilation.

### **3. REGLEMENTATION GENERALE**

#### **3.1 Introduction**

Le code du travail ([6], cf. en annexe § 9.1) fixe la réglementation générale et préventive de la surveillance de l'aération et de l'assainissement des postes de travail. La réglementation concerne les locaux fermés où le personnel est appelé à séjourner.

Cette réglementation est basée sur :

- Le captage des polluants à la source, le contrôle des conditions de recyclage et le contrôle de la maintenance de l'ensemble de l'installation de ventilation ;
- La fixation de valeurs limites indicatives de l'atmosphère des lieux de travail .

L'article R232-5 impose deux objectifs aux dispositifs d'aération des locaux de travail :

- Maintenir à un état de pureté de l'atmosphère propre à préserver la santé des travailleurs;
- Eviter les gênes pour les travailleurs (élévations de températures, odeurs désagréables, condensations).

#### **3.2 Règles propres aux différents types de locaux**

Les locaux autres qu'habitation sont classés en 2 catégories (Art 63 du règlement sanitaire départemental type (1978)) :

- Locaux dits à « pollution non spécifique » dans lesquels la pollution est liée à la seule présence humaine, à l'exception des locaux sanitaires.
- Locaux dits à « pollution spécifique » : locaux sanitaires, locaux pouvant contenir des sources de micro-organismes potentiellement pathogènes et tous autres locaux où existent des émissions de produits nocifs ou gênants, sous forme de gaz, aérosols solides ou liquides, autres que ceux liés à la seule présence humaine.

##### **3.2.1 Locaux à pollution non spécifique**

Dans les locaux à pollution non spécifique (bureaux, salles de réunion, locaux de formation...), l'aération doit se faire :

- Soit par ventilation mécanique.
- Soit par ventilation naturelle permanente par des ouvrants (portes, fenêtres).

Ces deux types de ventilation sont détaillés dans le § 6 "La ventilation générale".

##### **3.2.2 Locaux à pollution spécifique**

Dès lors qu'un polluant est émis dans le local, celui-ci devient un local à pollution spécifique.

Dans ces locaux, l'installation doit permettre d'atteindre deux objectifs :

- Apporter de l'air neuf dans les mêmes conditions que celles prévues par la ventilation mécanique des locaux à pollution non spécifique.
- Respecter les valeurs limites admissibles de concentration de poussières, gaz, aérosols, liquides ou vapeurs pour préserver la santé et la sécurité des travailleurs.

La ventilation des locaux à pollution spécifique est détaillée dans le rapport sur « La ventilation spécifique » par Christian AUGIER et Laurent ZEMMA.

### **3.3 Règles de conception communes à toutes les installations**

Le maître d'ouvrage qui entreprend la conception de l'aménagement de bâtiments destinés à l'exercice d'une activité professionnelle doit respecter certaines règles pour satisfaire le code du travail [7].

#### **3.3.1 Cahier des charges ([8], Cf. Annexe 2 § 9.2)**

La réglementation a été conçue de manière à faciliter l'intégration des objectifs d'hygiène dès la conception des installations.

La réalisation d'une nouvelle installation conduit à la rédaction d'un cahier des charges par le maître d'ouvrage.

Ce cahier des charges peut imposer des objectifs en terme de concentration (valeurs limites réglementaires ou valeurs indicatives).

Le cahier des charges fixe également des objectifs en terme de moyens à mettre en œuvre (efficacité de captage, débit d'aspiration, débit d'air neuf, efficacité d'épuration...). Il devra également prévoir le contrôle à la réception de l'installation et la rédaction de la notice d'utilisation (Cf. § 4).

#### **3.3.2 Caractéristiques des installations [7]**

##### ***3.3.2.1 Filtration de l'air***

Pour les locaux à pollution non spécifique, le maître d'ouvrage doit :

- Prévoir un système de filtration de l'air neuf lorsque des particules solides sont susceptibles de polluer cet air et que l'introduction de l'air est faite par ventilation mécanique.
- Empêcher la pénétration d'air pollué en provenance de locaux à pollution spécifique.

La circulaire du 9 mai 1985 précise les conditions techniques de filtration de l'air.

##### ***3.3.2.2 Gène et inconfort***

Les installations de ventilation ne doivent pas provoquer, dans les zones de travail, de gêne résultant de la vitesse, de la température et de l'humidité de l'air, des bruits ou des vibrations.

Toutes les dispositions doivent être prises lors de l'installation des équipements de ventilation, captage ou recyclage pour permettre leur entretien régulier et les contrôles ultérieurs d'efficacité.

Les parois internes des circuits d'arrivée d'air ne doivent pas comporter de matériaux qui peuvent se désagréger ou se décomposer en émettant des poussières ou des substances dangereuses pour la santé des travailleurs (Code du travail, art R235-2-5).

La note technique du 5 novembre 1990 (Cf. en annexe 2 § 9.2) apporte des précisions sur la conception, la réception et le suivi des installations.

De plus les installations de ventilation doivent être compatibles avec les prescriptions relatives au désenfumage.

➤ Niveaux sonores [9]

Les installations de ventilation ne doivent pas entraîner d'augmentation significative des niveaux sonores des locaux.

En règle générale, le fonctionnement de la ventilation ne doit pas entraîner une augmentation du niveau moyen d'ambiance de plus de 2 dBA, à moins que le niveau sonore engendré par les installations de ventilation ne dépasse pas les 50 dBA. Ces niveaux sont mesurés à l'emplacement des postes de travail.

Pour les établissements d'enseignement, l'arrêté du 5 janvier 1995 fixe le niveau de pression acoustique normalisée  $L_{nat}$  engendré notamment par les ventilations mécaniques qui ne doit pas dépasser :

- 33 dBA pour les bibliothèques, CDI, locaux médicaux et salle de repos.
- 38 dBA dans les salles de cours.
- 43 dBA dans les autres locaux.

➤ Tabagisme [9]

La loi Evin du 10 janvier 1991 (n° 91-32) pose le principe de l'interdiction de fumer dans les lieux fermés et couverts affectés à l'ensemble des salariés ; cependant, le chef d'établissement a la possibilité de mettre des emplacements à disposition des fumeurs.

L'article 3 du décret n° 92-478 du 29 mai 1992 pris en application de la loi Evin impose pour ces zones fumeurs un volume de 7 m<sup>3</sup> par occupant en ventilation naturelle et un débit minimum de renouvellement d'air de 7 L/s par personne en ventilation mécanique.

## **4. REFERENTIELS ET NORMES**

### **4.1 Introduction**

Le chef d'établissement doit s'assurer que les caractéristiques de l'installation sont adaptées à l'activité du local et qu'elles permettent d'assurer la salubrité de l'air. De plus, il est responsable du maintien de l'ensemble des installations de ventilation en bon état de fonctionnement et doit assurer régulièrement le contrôle et l'entretien.

Trois documents servent de référentiels pour le maintien, l'entretien et le contrôle de l'installation de ventilation : la notice d'instructions réalisée par le maître d'ouvrage pour préparer la maintenance et la consigne d'utilisation établie par le chef d'établissement et qui est en quelque sorte un guide de maintenance. Ces deux documents sont rassemblés par ce dernier dans le dossier d'installation qu'il doit tenir à jour.

Le chef d'établissement peut s'aider des nombreuses normes qui existent pour rédiger son cahier des charges.

### **4.2 La notice d'instruction [1][2]**

Lors de la conception, de la construction ou de l'aménagement de bâtiments contenant des locaux fermés affectés au travail, le maître d'ouvrage doit installer des moyens d'aération et d'assainissement conformes aux réglementations en vigueur et adaptées aux activités prévues.

De plus, pour préparer la maintenance il doit décrire l'installation de ventilation et ses annexes dans une notice d'instructions qu'il transmet ensuite au chef d'établissement. Ce document doit contenir, d'après l'article R 235-2-8 du code du travail, toutes les informations permettant d'entretenir les installations dans les meilleures conditions, d'en contrôler l'efficacité et d'établir la consigne d'utilisation.

La notice indique notamment :

- les caractéristiques de l'installation de ventilation

	<b>Installations de ventilation mécanique</b>	<b>Système de captage</b>	<b>Système de recyclage</b>
<b>Informations permettant la conduite et l'entretien des installations</b>	Débit d'air neuf assuré pour chaque local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Débit</li> <li>• Pression</li> <li>• Efficacité minimale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efficacité d'épuration</li> <li>• Méthodes de contrôle de cette efficacité</li> </ul>
<b>Informations concernant les mesures à prendre en cas de panne</b>	Mesures permettant la remise en marche de la ventilation mécanique ou permettant d'établir une ventilation naturelle		Mesures permettant d'arrêter le recyclage

**Tableau 1 :Caractéristiques de l'installation de ventilation**

- les limites d'occupation des locaux

Le débit d'air choisi détermine l'effectif et la disposition des recyclages détermine l'emplacement des sources de pollution. Bien sûr, si le maître d'ouvrage connaît l'utilisation future des locaux, il doit adapter la ventilation pour qu'elle ne soit pas contraignante.

- les valeurs de référence

Locaux à pollution non spécifique	Locaux à pollution spécifique	Système de recyclage
<ul style="list-style-type: none"> <li>• débit minimal d'air neuf</li> <li>• débit minimal d'air neuf par local</li> <li>• pressions statiques ou vitesses d'air en des points caractéristiques associées à des débits</li> <li>• caractéristiques des filtres</li> <li>• classes d'efficacité des filtres</li> <li>• perte de charge initiale et minimale admise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les polluants représentatifs de la pollution ambiante</li> <li>• débit d'air extrait par chaque système de captage ainsi que les pressions ou vitesses d'air</li> <li>• efficacité de captage minimale des systèmes d'aspiration</li> <li>• caractéristiques des systèmes de surveillance mis en œuvre</li> <li>• caractéristiques des moyens de contrôle de ces systèmes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• débit d'air neuf introduit dans les locaux</li> <li>• efficacité minimale des systèmes d'épuration</li> <li>• concentration en poussières sans effet spécifique ou autres polluants en différents points caractéristiques</li> <li>• système de surveillance mis en œuvre</li> <li>• moyens de contrôle de ces systèmes</li> </ul>

**Tableau 2 : Contenu du dossier de valeurs de référence**

#### **4.3 La consigne d'utilisation [1][2]**

C'est un document propre à chaque établissement où sont enregistrées toutes les opérations qui concernent l'installation de ventilation. La consigne d'utilisation, prescrite par l'article R 232-5-9 du code du travail, comporte :

- un dossier de maintenance où sont mentionnés :
  - les dates et les résultats des contrôles périodiques, des opérations de nettoyage, de maintenance et d'entretien ;
  - les aménagements et réglages apportés aux installations concernées par la notice d'instruction ;
- les informations permettant la conduite et l'entretien de la ventilation.

La plupart de ces informations sont données par le maître d'ouvrage dans la notice d'instructions. Le chef d'établissement ajoute les données qui dépendent de l'activité exercée :

- les mesures et délais d'évacuation des locaux en cas de panne du système de ventilation ;
- les mesures permettant l'arrêt de la production des polluants en cas de panne du système de captage ou de recyclage ;
- les mesures de sauvegarde et d'évacuation si l'arrêt de la production des polluants n'est pas possible immédiatement.

Il s'agit donc d'un registre de résultats et d'observations provenant des vérifications et des contrôles. La consigne d'utilisation doit permettre de suivre les performances de la ventilation et peut mettre en évidence des écarts par rapport aux valeurs de référence.

Le chef d'établissement indique dans ce document les dispositions prises pour la ventilation et fixe les mesures à prendre en cas de panne. Il tient compte des informations fournies par le maître d'ouvrage dans la notice d'instructions. Si celle-ci ne lui a pas été transmise il doit quand même réaliser la consigne d'utilisation. Avant d'être diffusée, elle est soumise à l'avis du médecin du travail, du CHSCT (Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail) ou des délégués du personnel.

#### **4.4 Le dossier d'installation [1][2]**

Le chef d'établissement est responsable du maintien des installations de ventilation en bon état de marche et il doit les contrôler régulièrement. Pour cela il doit établir le dossier d'installation dans un délai d'un mois après la mise en service de la ventilation. Il contient toutes les informations dont il a besoin et toutes les interventions effectuées sur l'installation de ventilation.

Le contenu du dossier d'installation, qui permet le suivi et le contrôle de l'installation, est décrit dans le tableau suivant :

<b>Installations nouvelles ou ayant subi des modifications notables</b>	<b>Autres installations</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une notice d'instructions réalisée par le maître d'ouvrage en application de l'article R 235-2-8 du code du travail. Elle comporte des valeurs de référence établies au plus tard un mois après la première mise en service et une sélection de points de contrôle représentatifs.</li> <li>• Une consigne d'utilisation (guide de maintenance) prévue par l'article R 232-5-9 du code du travail.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des valeurs de référence (le cas échéant) établies soit à l'initiative du chef d'établissement, soit lors de contrôles prescrits par l'inspecteur du travail.</li> <li>• Une consigne d'utilisation (guide de maintenance) prévue par l'article R 232-5-9 du code du travail.</li> </ul>

**Tableau 3 : Contenu du dossier d'installation**

Le dossier d'installation doit être tenu à la disposition de l'inspecteur du travail, des agents des services prévention des organismes de Sécurité Sociale compétents et des membres du CHSCT.

#### **4.5 Les normes [10]**

Il existe une multitude de normes fixant des valeurs de référence, définissant et décrivant des méthodes de contrôle par exemple. Ces normes ont pour objet d'aider le maître d'ouvrage et le chef d'installation dans toutes leurs démarches.

- Normes sur la qualité de l'air, sur l'air des lieux de travail et sur l'atmosphère des lieux de travail.

L'ensemble de ces normes relatives à la surveillance des atmosphères des lieux de travail ont été élaborées par la commission AFNOR X 43 C. Elles ont été réunies, ainsi que les textes réglementaires qui s'y réfèrent, dans un recueil publié par l'AFNOR. Ce recueil s'intitule : « Air des lieux de travail », volumes 1, 2 et 3. Recueils « Normes et réglementations » mis à jour au 30 juin 1999. (cf. Annexe 3, § 9.3).

- Normes pour les ambiances thermiques modérées.

La norme ISO 7730 et la norme française X35-203 indiquent des valeurs acceptables.

- Normes pour les méthodes de mesure et les ambiances chaudes.  
On peut se référer aux normes ISO 7726 et 7243 et aux normes françaises X 35-201, X 35-202 et X 35-204.

## **5. MESURAGES ET CONTROLES**

### **5.1 Généralités sur le contrôle des atmosphères de travail [10]**

La surveillance des atmosphères de travail doit être prise en compte **dès la conception des bâtiments** comme précisés dans les circulaires du 19 juillet 1982 et du 14 mai 1985 :

*"C'est à l'occasion de la conception des installations nouvelles ou de modifications importantes des installations existantes que les progrès les plus sensibles doivent être obtenus. Il faut alors étudier les installations de telle sorte que les concentrations atmosphériques soient aussi basses que le permettent les techniques existantes. [...] L'employeur se fixe que [...] les limites soient toujours respectées au cours de la vie de l'installation."* (Circ du 19 juil 82, BO TR 82/38)

*"Il convient de souligner la nécessité d'intégrer, au stade de la conception des installations, l'impératif de prévention du risque cancérigène."* (Circ du 14 mai 85, JO du 6 juin 85).

Lors de la vie de l'installation des contrôles périodiques doivent être effectués, soit à l'initiative propre du chef d'établissement, soit sur prescription de l'inspecteur du travail.

### **5.2 Documents permettant de suivre l'état des installations d'aération**

Pour suivre l'état des installations on dispose de trois documents : le dossier d'installation, la Notice d'instructions, et la Consigne d'utilisation.

Ces trois documents ont été présentés dans la partie "référentiels et normes" § 4.

### **5.3 Les contrôles périodiques des installations [1][11][2]**

Les contrôles d'une installation en cours de fonctionnement permettent de vérifier le bon état des différents éléments de l'installation et éventuellement de mettre en évidence les variations de paramètres indiquant la nécessité d'effectuer des opérations d'entretien ou de réparations.

#### **5.3.1 Contrôle à réception de l'installation**

Le contrôle de l'installation dès sa mise en route permet de comparer ses performances réelles avec celles prévues à la conception (consignées dans le cahier des charges et la notice d'instructions préparée par le maître d'ouvrage).

Ces caractéristiques (mesurées et calculées) sont consignées dans le dossier d'installation : ceci permet aux cours des contrôles ultérieurs de se positionner par rapport aux valeurs de références (inscrites dans la notice d'instructions) pour s'assurer du bon fonctionnement de l'installation.

Le Tableau 2 § 4.2 récapitule le contenu du dossier des valeurs de référence.

#### **5.3.2 Autocontrôle par le chef d'installation**

Le chef d'installation est tenu de maintenir l'ensemble des installations d'aération et d'assainissement en bon état de fonctionnement et d'en assurer régulièrement le contrôle.

Il indique dans la consigne d'utilisation les dispositions prises pour la ventilation et fixe les mesures à prendre en cas de panne des installations. Cette consigne établie en tenant compte des indications du maître d'ouvrage, est soumise à l'avis du médecin du travail, des membres du CHSCT ou à défaut des délégués du personnel (Code du travail, art. R535-5-9).

La fréquence et la nature des contrôles périodiques sont précisées ci-dessous (Arrêté du 8 oct. 87) :

<b>Locaux à pollution non spécifique</b>	<b>Locaux à pollution spécifique</b>
<p><i>Tous les ans :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Débit global minimal d'air neuf</li> <li>➤ Examen de l'état des éléments de l'installation</li> <li>➤ Conformité des filtres de rechange à la fourniture initiale</li> <li>➤ Dimensions, perte de charge des filtres</li> <li>➤ Examen de l'état des systèmes de traitement de l'air</li> <li>➤ Pressions statiques et vitesses d'air</li> </ul>	<p><i>Tous les ans :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Débit global d'air extrait</li> <li>➤ Pressions statiques et vitesses d'air</li> <li>➤ Examen de l'état de tous les éléments de l'installation</li> </ul> <p><i>Tous les six mois (s'il y a recyclage) :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Concentration en poussières dans les gaines de recyclage ou à leur sortie dans un écoulement canalisé</li> <li>➤ Contrôle de tous les systèmes de surveillance</li> </ul>

**Tableau 4 : Fréquence et nature des contrôles périodiques**

Les résultats des contrôles périodiques et des opérations d'entretien et de nettoyage doivent être consignés dans le dossier de maintenance.

### 5.3.3 Contrôles prescrits par l'inspecteur du travail

L'inspecteur du travail peut prescrire au chef d'installation de faire procéder aux contrôles et mesures permettant de vérifier le respect des dispositions des art. R232-5-3 à R232-5-9 du Code du Travail par une personne ou un organisme agréé. L'inspecteur précise alors les locaux, les installations et les postes de travail concernés par ce contrôle.

Les points de mesures et contrôles sont résumés dans le tableau ci-dessous :

<b>Locaux à pollution non spécifique aérés par ventilation mécanique ou naturelle permanente :</b>	<b>Locaux à pollution spécifique :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> mesure du débit d'air des installations de ventilation (dont débit d'air neuf)</li> <li><input type="checkbox"/> situation des prises d'air neuf</li> <li><input type="checkbox"/> contrôle des filtres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> mesure du débit d'air des installations de ventilation (notamment débit d'air neuf)</li> <li><input type="checkbox"/> situation des prises d'air neuf</li> <li><input type="checkbox"/> mesure de l'efficacité de captage</li> <li><input type="checkbox"/> s'il y a recyclage de l'air : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ mesure de l'efficacité d'épuration</li> <li>➤ contrôle des filtres ou des dépoussiéreurs, des épurateurs et systèmes de surveillance</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> mesure de la concentration en poussières totales et alvéolaires</li> </ul>

**Tableau 5 : Points de mesures et contrôles**

Il existe également des points de mesures complémentaires :

- la mesure des pressions statiques ou des vitesses d'air aux points caractéristiques de l'installation selon les conditions des contrôles périodiques définis par l'arrêté du 8 oct. 1987.
- la mesure de concentration des polluants faisant l'objet de valeurs limites réglementaires.

L'arrêté du 9 oct. 1987 et son annexe précisent le type de mesures à effectuer et les méthodes et techniques de contrôle.

Le chef d'établissement choisit la personne ou l'organisme chargé d'effectuer ces contrôles sur une liste dressée par le ministre chargé du travail et par le ministre chargé de l'agriculture. Il doit justifier qu'il a saisi l'organisme agréé dans les 15 jours suivant la date de demande de vérification et transmet à l'inspecteur du travail les résultats qui lui sont communiqués dans les 10 jours qui suivent cette communication (Code du travail, art. R232-5-10). L'étendue et les modalités d'intervention de l'inspecteur du travail sont détaillées dans l'arrêté du 9 oct. 1987, JO du 22 oct. 1987.

#### 5.3.4 Techniques de contrôles [1]

Les techniques de contrôle peuvent être qualitative ou quantitative et varient selon si le contrôle est effectué à réception de l'installation ou en cours de fonctionnement.

A la réception, les techniques se doivent d'être précises car ces résultats sont comparés aux valeurs théoriques prévues lors de la conception.

En cours de fonctionnement, les techniques de mesures doivent être facile à mettre en œuvre, et mettre en évidence les variations éventuelles des paramètres significatifs mesurés à la réception de l'installation.

Le tableau ci-dessous précise selon le contrôle à effectuer, la méthodologie et les moyens à mettre en œuvre:

	<b>Contrôles à effectuer</b> <b>Points de mesures</b>	<b>Méthodologie</b>	<b>Appareillage</b>
<b>Contrôles quantitatifs</b>	Débit d'aspiration	Détermination du champ de vitesse dans les conduites	Tubes de Pitot (NF X 10-112)  Anémomètre
		-Détermination du champs de vitesse aux bouches d'aspiration	Anémomètre
		-Technique de traçage	Selon gaz traceur
	Vitesse de captage ABC	Mesure directe par anémomètre	Anémomètre
	Concentration en poussières en sortie de gaine de recyclage	Méthode pondérale ou comptage direct	Appareil de prélèvement  Appareil de mesure directe

	Variation du débit d'aspiration DEFIJKL	Variation de la pression statique	Prise de pression statique et manomètre
	Paramètres de fonctions du ventilateur	-vitesse de rotation -puissance consommée	Tachymètre Ampèremètre
	Efficacité de captage	Technique de traçage	Appareil de mesure selon le type de traceur utilisé
<b>Contrôles qualitatifs</b>	Efficacité, courants d'air	Observation par fumigènes	Fumigène

**Tableau 6 : Méthodologie et moyens à mettre en œuvre selon le contrôle**

### 5.3.5 Contrôle de l'atmosphère des lieux de travail - Valeurs limites

#### 5.3.5.1 Valeurs limites à caractère indicatif [10]

- Valeurs limites indicatives européennes

Les valeurs limites de caractère indicatif dont les États membres de la Communauté européenne doivent tenir compte afin d'assurer le respect de la directive 98/24/CE du 7 avril 1998 relative à la protection des travailleurs contre les risques liés à une exposition à des agents chimiques pendant le travail sont énumérées en annexe des directives du 29 mai 1991 et du 8 juin 2000 (Dir. 91/322/CE de la Commission 29 mai 1991 : JOCE no L 177, 5 juill. 1991) (Dir. 2000/39CE de la Commission 8 juin 2000 : JOCE no L 142, 16 juin 2000).

- Valeurs limites indicatives (Circ. 19 juill. 1982)

(Circ. 19 juill. 1982 : BO TR no 82/38)

Cette circulaire a proposé des valeurs indicatives des concentrations admissibles dans l'atmosphère des locaux de travail pour un certain nombre de substances dangereuses, applicables en France.

Les valeurs admises ne représentent qu'un objectif minimal. A long terme il conviendra de tendre vers les limites généralement reconnues comme souhaitables pour la population dans son ensemble lorsqu'il en existe.

Les valeurs figurant dans le tableau s'expriment en termes de concentrations dans l'atmosphère et la seule voie de pénétration envisagée est la voie respiratoire (cependant, les risques de pénétration percutanée sont signalés).

Dans le cas d'un risque de passage transcutané ou de pénétration indirecte, il peut être utile de s'appuyer sur d'autres critères pour apprécier l'exposition des salariés, notamment les indicateurs biologiques d'exposition.

Les concentrations figurant au tableau sont des valeurs limites d'exposition (VLE) ou des valeurs limites moyennes d'exposition (VME).

La VME est la valeur admise pour la moyenne dans le temps des concentrations auxquelles un travailleur est effectivement exposé au cours d'un poste de huit heures.

La VLE, compte tenu des moyens de prélèvement ou de mesure, n'est pas obligatoirement la valeur maximale d'une concentration instantanée, mais la durée sur laquelle cette concentration est mesurée ne saurait dépasser quinze minutes.

Le choix d'une valeur limite s'effectue à partir de la relation « dose-effet », relation souvent difficile à établir avec précision. En effet, les éléments dont on dispose reposent au mieux sur des données biologiques et épidémiologiques humaines, mais on ne possède souvent que quelques données expérimentales sur l'animal.

La valeur limite d'exposition représente la concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps déterminé sans risque d'altération pour sa santé. En fait, c'est un des modes d'expression d'une dose seuil.

- Valeurs limites indicatives (cancers d'origine professionnelle : Circ. 14 mai 1985)

A l'image des prescriptions générales introduites par la circulaire du 19 juillet 1982, celle du 14 mai 1985 propose en annexe des valeurs limites d'exposition des travailleurs aux substances ou procédés cancérogènes en vue de la prévention des cancers d'origine professionnelle. Ces dispositions doivent être complétées à une surveillance médicale spéciale (Circ. 14 mai 1985 : JO, 6 juin 1985).

### ***5.3.5.2 Valeurs limites d'origine réglementaire [10]***

Plusieurs décrets sont intervenus pour fixer :

- ❑ **des valeurs limites d'exposition professionnelle pour certaines substances précisées** : celles-ci sont de type réglementaire, leur respect est obligatoire. L'inspecteur du travail peut demander leur vérification dans le cadre d'une mise en demeure ;
- ❑ **les modalités du contrôle de l'exposition** : le contrôle d'atmosphère doit être réalisé par un organisme agréé par le ministère du Travail et de l'Agriculture, ou peut être éventuellement réalisé par l'entreprise elle-même si elle bénéficie d'une autorisation d'autocontrôle (sauf pour l'amiante) (C. trav., art. R. 231-55 à R. 231-55-2) (D. no 96-98, 7 févr. 1996 : JO, 8 févr. 1996). En ce qui concerne l'amiante et la silice cristalline, les organismes procédant aux mesures doivent être accrédités par le COFRAC pour pouvoir obtenir l'agrément du ministère du Travail, et participer aux circuits d'intercomparaison organisé par l'INRS (Arr. 20 août 1996 mod.: JO, 10 sept. 1996) ;
- ❑ **les mesures de prévention technique collective ou individuelle** ;
- ❑ **l'obligation de formation et d'information** ;
- ❑ **les conditions d'exercice de la surveillance médicale spéciale.**

Certains de ces décrets transposent des directives européennes. C'est le cas pour le plomb, le chlorure de vinyle monomère et l'amiante.

Des valeurs limites contraignantes ont été fixées par des directives européennes pour le benzène et les poussières de bois durs, mais elles ne sont pas encore transposées en droit français

Ces directives européennes prévoient les mesures de prévention à mettre en œuvre, ainsi que des valeurs limites d'exposition professionnelle pour les agents ou substances concernées. Les États de l'Union européenne doivent faire respecter ces valeurs limites. Ces directives étant prises dans le cadre de l'ex-article 118 A du traité de l'Union européenne (désormais art. 138), elles déterminent des objectifs minimum de prévention. Les États de l'Union sont donc libres d'imposer des valeurs limites plus sévères. Ainsi, on remarquera que, si les textes français de transposition suivent d'assez près les directives en ce qui concerne le plomb et le chlorure de vinyle monomère (mêmes valeurs limites notamment), ce n'est pas le cas pour l'amiante (la réglementation française est nettement plus contraignante).

En ce qui concerne le benzène, une valeur limite européenne a été fixée dans le cadre d'une première modification de la directive 90/394/CEE du 28 juin 1990, relative à la protection des travailleurs contre les risques cancérigènes (annexe III), non encore transposée en droit français (date limite de transposition 27 juin 2000). Elle sera de 3 puis de 1 ppm et donc plus contraignante que la valeur française actuelle.

Une deuxième modification de cette directive du 29 avril 1999 reprend les valeurs limites pour le chlorure de vinyle monomère, et fixe une valeur limite d'exposition professionnelle à 5 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières de bois « durs ». (Les procédés qui exposent à l'inhalation des poussières de bois « durs » sont désormais classés cancérigènes pour l'homme). Ces dispositions devront être transposées en droit français avant le 29 avril 2003 (Dir. 90/394/CEE du Conseil 28 juin 1990 : JOCE no L 196, 26 juill. 1990)

Le tableau ci-après les récapitule :

Agents ou substances visés	Décrets correspondants
Amiante	(D. no 96-98, 7 févr. 1996, mod. : JO, 8 févr. 1996)
Chlorure de vinyle	(D. no 80-203, 12 mars 1980 : JO, 16 mars 1980)
Poussières	(D. no 84-1093, 7 déc. 1984, cod. C. trav., art. R. 232-5 à R. 232-5-14 )
Benzène	(D. no 86-269, 13 févr. 1986 : JO, 27 févr. 1986)
Plomb	(D. no 88-120, 1er févr. 1988 : JO, 5 févr. 1988)
Gaz de fumigation	(D. no 88-448, 26 avr. 1988 : JO, 27 avr. 1988)
Silice cristalline	(D. no 97-331, 10 avr. 1997 : JO, 12 avr. 1997)

**Tableau 7 : Décrets fixant les valeurs limites pour les principaux polluants.**

### 5.3.6 Registre de contrôle d'une installation de ventilation [1]

Toutes les données concernant le vie de l'installation doivent être consignées dans le dossier d'installation. Toute personne qui contrôle l'installation doit y trouver :

- les plans de l'installation avec les points de mesures ;
- les calculs théoriques fournis par l'installateur ;
- les valeurs de référence, mesurées lors de la réception : débit d'air, vitesse d'air (captage, transport...), pressions ;
- les valeurs mesurées lors des contrôles en fonctionnement ;
- le calendrier de maintenance ;
- les modifications de l'installation réalisées.

## **6. LA VENTILATION GENERALE**

### **6.1 Les principes**

#### **6.1.1 Définition de la ventilation générale [2]**

La ventilation générale opère par dilution des polluants à l'aide d'un apport d'air neuf dans le local de travail en quantité suffisante pour amener les concentrations des substances toxiques en dessous de la valeur limite d'exposition.

L'aération par ventilation générale est utilisée dans les locaux à pollution non spécifique, c'est-à-dire dans lesquels la pollution est liée à la seule présence humaine (bureaux, salles de réunion), excepté les locaux sanitaires.

#### **6.1.2 Les principes de la ventilation générale [13][2][1]**

La conception d'une installation de ventilation générale est encore à l'heure actuelle une opération difficile, qui fait appel à une large part d'intuition. On peut toutefois énoncer quelques principes à respecter :

- S'assurer au préalable que le recours à la ventilation locale est bien techniquement impossible ;
- Compenser les sorties d'air par des entrées d'air correspondantes ;
- Positionner correctement les ouvertures d'entrée et de sortie d'air de façon à tendre vers un écoulement général des zones propres vers les zones polluées, à éviter les zones de fluide mort, à éviter que les travailleurs soient placés entre les sources et l'extraction et utiliser les mouvements naturels des polluants, à éviter que l'air pollué en provenance des locaux à pollution spécifique ne pénètre dans la pièce ;
- Rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrée d'air neuf ;
- Utiliser de préférence une introduction et une sortie d'air mécaniques, ce qui permet de filtrer l'air neuf introduit quand il existe un risque de pollution de cet air par des particules solides et de préchauffer l'air avant de l'introduire dans le local;
- Eviter les courants d'air et les sensations d'inconfort thermique. Les installations de ventilation doivent assurer le renouvellement de l'air en tous points des locaux, mais ne doivent pas provoquer dans les zones de travail de gêne résultant notamment de la vitesse, de la température et de l'humidité de l'air ;
- S'assurer que l'installation n'entraîne pas une augmentation significative des niveaux sonores résultants des activités envisagées dans ces locaux ;
- Prendre les dispositions nécessaires lors de la mise en place de la ventilation pour permettre un entretien régulier et des contrôles ultérieurs efficaces ;
- Utiliser pour les parois internes des circuits d'arrivée d'air des matériaux qui ne se désagrègent pas ou ne se décomposent pas en émettant des poussières ou des substances dangereuses pour la santé des travailleurs.

Une attention particulière doit être portée à la ventilation lors d'un incendie dans le local de travail. En effet, pour limiter la propagation des produits de combustion et favoriser leur extraction les techniques de compartimentage et de désenfumage sont mises en œuvre (cf. rapport sur le Risque incendie de Line Pommé et Arnaud Petton). Il est important d'arrêter la ventilation générale avant de mettre en service le désenfumage. De plus, dans tout local où l'on procède à de la ventilation mécanique il est indispensable de concevoir des ouvertures en haut des locaux pour éviter l'accumulation des gaz chauds et des fumées [12].

### 6.1.3 Les conditions d'utilisation de la ventilation générale

Il est préférable de limiter l'application de la ventilation générale :

- En tant que complément à la ventilation locale ;
- Lorsque les polluants sont peu toxiques et émis avec un faible débit ;
- Lorsque le recours à la ventilation locale est techniquement impossible.

## 6.2 Les moyens [13][5]

Il existe différents moyens d'aération des locaux de travail à pollution non spécifique :

### 6.2.1 Ventilation naturelle

L'aération se fait exclusivement par des ouvrants extérieurs (ouverture de fenêtres, ou autres ouvertures donnant directement sur l'extérieur).

Ce mode d'aération est autorisé dans le cas des locaux formant une réserve d'air telle que le volume par occupant est d'au moins :

- 15 m<sup>3</sup> pour les bureaux ou les locaux à travail physique léger ;
- 24 m<sup>3</sup> pour les autres locaux.

Ce type de ventilation est fortement dépendant des conditions météorologiques (vent, écarts de températures) : en période chaude, l'ouverture des fenêtres permet de compenser le ralentissement du tirage naturel ; en période froide, le volume de réserve d'air et les infiltrations par les joints de menuiseries extérieures peuvent d'assurer une qualité d'air suffisante, cependant l'ouverture des ouvrants extérieurs doit être assurée pendant les interruptions de travail.

### 6.2.2 Ventilation mécanique

L'aération est réalisée par des dispositifs de ventilation mécanique ; ces dispositifs permettent d'assurer en permanence des débits d'air neuf minimal par occupant tels que présentés dans le tableau ci-dessous (cf. Art R 232-5-3) :

désignation des locaux	débit minimal d'air neuf par occupant m <sup>3</sup> /h
bureaux, locaux sans travail physique	25
locaux de restauration, de vente, de réunion	30
ateliers et locaux à travail physique léger	45
autres ateliers et locaux	60

**Tableau 8 : Débit minimal d'air neuf suivant le type de local, pollution non spécifique**

Les débits minimaux d'air neuf s'appliquent à de l'air pris directement à l'extérieur, sans transiter par d'autre locaux. Cet air neuf peut être mélangé à de l'air recyclé sans que cela puisse réduire les débits d'air neufs prescrits.

Les installations de ventilation mécaniques peuvent être arrêtées en cas d'inoccupation des locaux, mais doivent être mises en marche avant toute occupation.

### 6.2.3 Ventilation par des ouvertures communiquant avec un local adjacent

Ce mode de ventilation n'est autorisé que pour les locaux servant à la circulation des personnes ou à des occupations épisodiques ; les deux locaux doivent être également à pollution non spécifique.

### 6.2.4 Ventilation mixte par balayage d'un groupe de locaux communiquant

L'air neuf introduit à la périphérie d'un groupe de locaux est entraîné au travers des locaux adjacents à l'aide d'une extraction mécanique équipant l'un de ces locaux.

### 6.2.5 Comparaison des différents types de ventilation générale [13]

<div style="text-align: center;">Système de ventilation</div> <div style="text-align: center;">Caractéristiques principales</div>	Ventilation naturelle	Ventilation mixte : entrée naturelle, sortie mécanique	Ventilation mixte entrée mécanique, sortie naturelle	Ventilation mécanique
Domaine d'application	Utilisation des forces convectives existantes : atelier haut et étroit	Utilisation courantes pour des bâtiments relativement bas	Utilisation des forces convectives existantes	Utilisation générale
Possibilité de contrôle de la distribution spatiale de l'air introduit	Non	Non	Oui	Oui
Possibilité de contrôle de la qualité de l'air introduit	Non	Non	Oui	Oui
Possibilité de contrôle de la pression à l'intérieur du bâtiment (surpression ou dépression)	Non (dépression)	Non (dépression)	Effet thermique : oui (dépression surpression)  sans effet thermique : non (surpression)	Oui (surpression, dépression)
Possibilité de récupération de la chaleur de l'air extrait	Non	Oui	Non	Oui
Indépendance vis à vis du vent :				
- entrées d'air	Non	Non	Oui	Oui
- sorties d'air	Non	Oui	Non	Oui
Problèmes particuliers	Courants d'air (inconfort)	Courants d'air (inconfort)		Solution onéreuse pour les gros débits

**Tableau 9 : Comparaison des différents types de ventilation générale**

## 6.3 Les applications

### 6.3.1 Différents types d'installations permettant la ventilation

#### 6.3.1.1 Extraction d'air

L'air est aspiré de la pièce avec un ventilateur et est rejeté à l'extérieur. Les installations d'extraction sont utilisées pour les locaux dont l'air est fortement pollué par des odeurs, l'humidité, des gaz, des vapeurs ou des températures élevées, tels que les cuisines, les salles de bains, les toilettes, les vestiaires, les locaux de transformateurs ou d'accumulateurs, les parkings, les salles d'archives, etc.

Deux solutions sont possibles pour les installations d'extraction dans les grands bâtiments :

- Ventilateurs d'extraction individuels avec registre commandés par l'interrupteur d'éclairage ou séparément, avec temporisation de déclenchement par relais à action différée.
- Ventilateur central d'extraction pour grands bâtiments avec beaucoup d'endroits d'extraction comme par exemple les hôtels. Chaque local est pourvu d'un registre temporisé à la fermeture et commandé par l'interrupteur d'éclairage. Les registres peuvent être aussi commandés par des horloges de commutation.

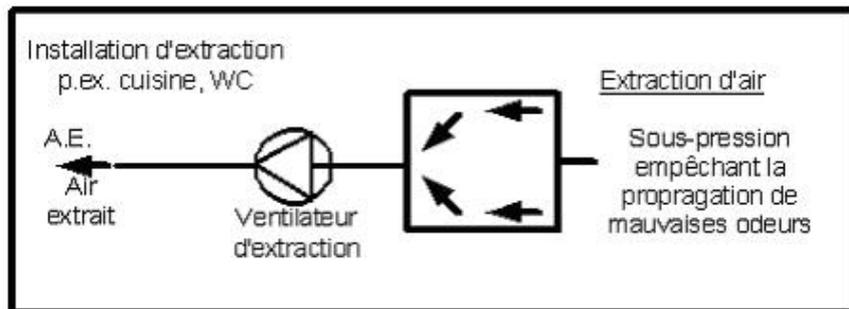


Figure 1 : Principe d'une installation d'extraction d'air

#### 6.3.1.2 Soufflage

Un ventilateur aspire l'air de l'extérieur et le conduit dans le local à aérer. L'air peut être filtré et / ou chauffé au cours de cette opération. Il y a surpression dans le local. L'air excédentaire s'échappe par des ouvertures spéciales, portes ou fenêtres.

Sont ainsi ventilés les locaux dont l'air n'est pas fortement chargé : les bureaux, les locaux d'expositions et ceux de la technique en salle blanche.

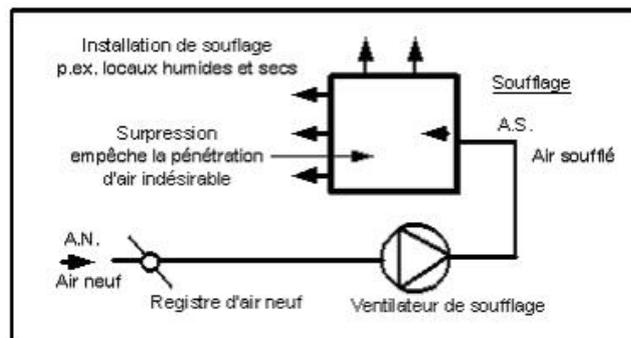


Figure 2 : Principe d'une installation de soufflage d'air

### 6.3.1.3 Extraction d'air et soufflage

L'air est transporté dans le local par un ventilateur de soufflage et évacué du local par un ventilateur d'évacuation.

L'installation peut être conçue comme installation à surpression, à sous-pression ou à pression égale.

Les installations d'air soufflé et d'air extrait évitent les inconvénients que présentent les installations à soufflage : par exemple apparition de courants d'air, aspiration d'air non désirée ou échappement de l'air aux endroits où il n'est pas désiré.

La mise en place d'un filtre à air dans l'installation d'air soufflé permet de nettoyer l'air.

Si une batterie chaude est également installée, la température de l'air soufflé est alors contrôlée et réglée par une installation de régulation automatique.

Les installations de soufflage et d'extraction sont utilisées dans les salles de toute nature : restaurants, halls, cuisines de collectivités, bureaux, etc.

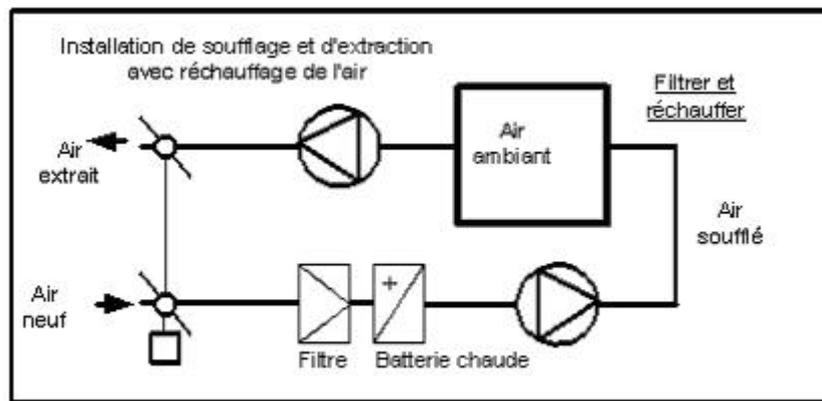


Figure 3 : Principe d'une installation couplée soufflage-extraction avec réchauffage d'air

### 6.3.1.4 Installation de soufflage et d'extraction d'air avec air repris

Une installation d'aération avec 100% d'air extérieur n'est pas toujours nécessaire. Dans les salles de conférence, les piscines, les bureaux, une partie de l'air extrait est mélangée à l'air extérieur et reconduite dans le local.

Le taux d'air extérieur peut être réglé de manière fixe ou être définie par une régulation de température, d'humidité ou de qualité d'air.

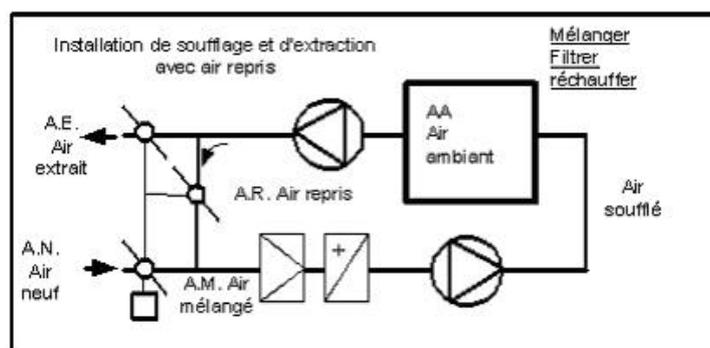


Figure 4 : Principe d'une installation couplée soufflage-extraction avec recyclage d'air

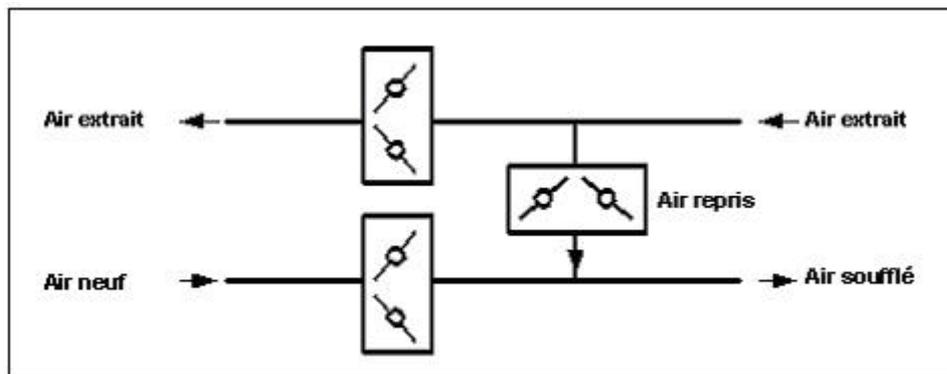
### 6.3.2 Récupération de chaleur

La récupération de chaleur a pour objectif d'économiser l'énergie et par conséquent les coûts de fonctionnement. L'utilisation d'un tel système contribue à long terme à la réduction des frais d'investissement pour la production de chaleur et de froid.

#### Système d'air repris.

Il ne s'agit pas à vrai dire d'un système de récupération de chaleur mais plutôt d'un type d'installation, utilisé couramment dans le passé. Sa grande efficacité devrait permettre de toujours l'employer si cela est justifié du point de vue de la sécurité et de la qualité de l'air.

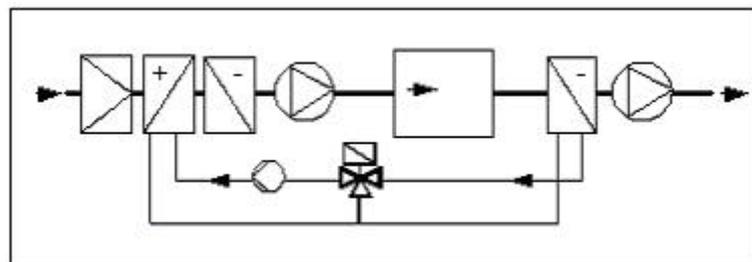
Dans de nombreux cas la charge frigorifique est déterminante en été pour fixer le débit d'air soufflé. De l'air repris est mélangé à l'air extérieur afin d'économiser l'énergie utilisée pour le refroidissement ou le chauffage de l'air extérieur. Le taux d'air extérieur varie, selon l'état de l'air extérieur, entre le taux minimal nécessaire à l'utilisateur et le taux maximal en demi-saison lorsque le refroidissement s'effectue avec l'air extérieur.



**Figure 5 : Principe d'un récupérateur de chaleur à air repris**

#### Système à eau glycolée.

Un récupérateur de chaleur installé dans la gaine d'air extrait enlève à l'air la chaleur à l'aide d'un mélange d'eau glycolée, qui, dans un circuit fermé, transfère par un deuxième échangeur la chaleur à l'air extérieur froid.



**Figure 6 : Principe d'un récupérateur de chaleur à eau glycolée**

#### *Avantages :*

- bonne possibilité d'intégration dans les installations existantes puisqu'il n'y a pas d'obligation de placer l'installation d'air soufflé et celle d'air rejeté côte à côte ;
- aucune transmission de particules et de germes ;

- bien réglable.

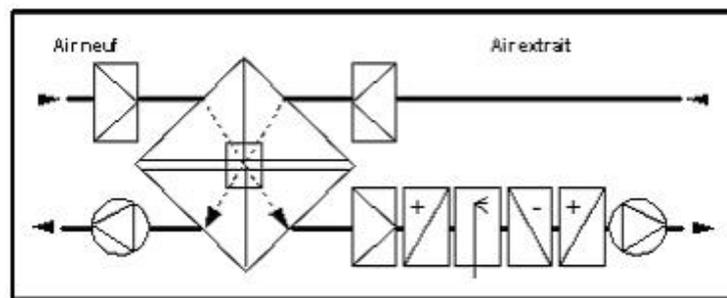
*Inconvénients:*

- fluide caloporteur et pompe nécessaires ;
- coefficient de récupération de chaleur relativement faible ;
- pratiquement aucune récupération de chaleur en été.

Ce type de récupération ne devrait être appliqué que si pour des raisons de construction un échange de chaleur direct air-air n'est pas réalisable ou n'est pas rentable.

Récupérateur de chaleur à plaques ou à tuyaux

L'air extrait et l'air extérieur sont amenés l'un à l'autre par des plaques ou des tuyaux fixes en métal ou en verre. C'est là que s'effectue l'échange de chaleur.



**Figure 7 : Principe d'un récupérateur de chaleur à plaques ou à tuyaux**

*Avantages :*

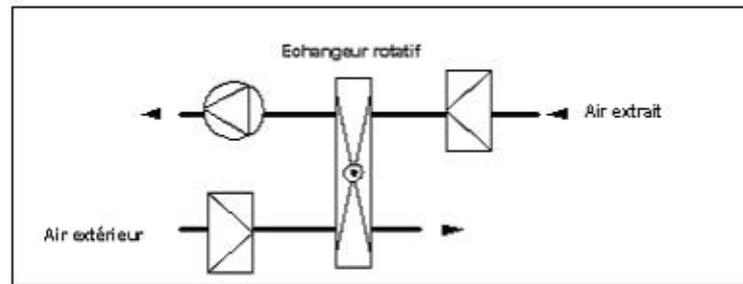
- pas de parties mobiles, donc avantageux ;
- aucune transmission de particules et de germes ;
- non corrosif pour les surfaces de récupérateurs de chaleur en verre.

*Inconvénients :*

- les installations d'air soufflée et d'air extrait doivent être placées côte à côte ;
- faible récupération en été ;
- encombrement assez important.

Récupérateur à régénération

Une roue alvéolée de l'accumulateur en rotation lente est traversée dans un sens par de l'air extrait et dans l'autre sens par de l'air extérieur. En fonction du type d'accumulateur, seule la chaleur ou l'humidité est récupérée. Une zone de nettoyage sert à éviter un mélange direct d'air.



**Figure 8 : Principe d'un récupérateur de chaleur à régénération**

### Systèmes de récupération et rendements

#### *Récupération de chaleur avec surfaces d'échange*

On les appelle aussi les récupérateurs de chaleur ; ils transmettent principalement de la chaleur sensible, également de la chaleur latente lors de condensation. Les systèmes et les rendements sont :

- Récupérateur à plaques ;
- Récupérateur à tuyaux jusqu'à 60 % ;
- Système à eau glycolée jusqu'à 45 % ;
- Récupérateur à régénération jusqu'à 70 %.

#### *Récupération de chaleur avec accumulateur*

On les appelle aussi les récupérateurs de chaleur à régénération ; ils transmettent la chaleur sensible et latente, cette dernière avant tout lorsque l'humidité est aussi récupérée. Le rendement s'élève jusqu'à 75%.

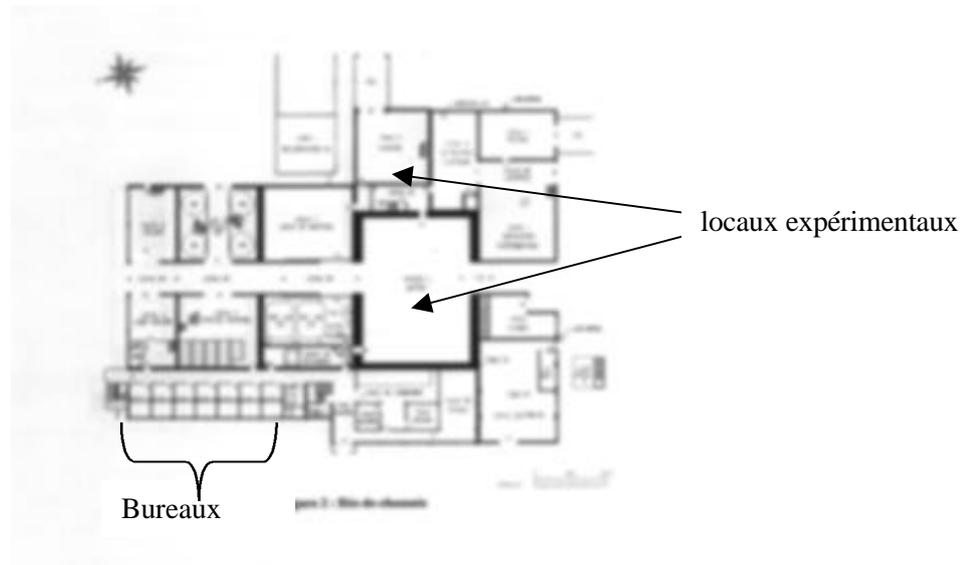
### **6.3.3 Exemple de la ventilation générale au Centre XXX**

De façon générale, sur le Centre XXX, la ventilation générale des locaux non "exposés" (bureaux, salles de réunions) est réalisée de façon naturelle par des ouvrants extérieurs (portes ou fenêtres).

Néanmoins certains locaux se trouvant à proximité de locaux où il existe une ventilation spécifique du fait de l'existence de polluants sont munis d'un système de ventilation générale assurant notamment une cascade de dépression garantissant le confinement des locaux "pollués" vis à vis des locaux "non pollués".

*Exemple d'un bâtiment Iyyy XXX où il existe des dispositifs d'expérimentation et des bureaux.*

Le bâtiment présenté ici est le siège d'expérimentations et possède donc un réseau de ventilation spécifique mais il renferme également des bureaux de travail où la ventilation est assurée par une ventilation générale. Le plan ci-dessous présente le rez de chaussée de ce bâtiment :



**Figure 9 : Rez de chaussée du bâtiment**

La ventilation générale de ce bâtiment est en phase de remise en état. Le cahier des charges rédigé pour sa remise en état précise que l'installation possède :

- ❑ un panneau synoptique de suivi du réseau ;
- ❑ des indicateurs et des suivis de grandeurs physiques comme la température ;
- ❑ un réseau d'ensemble constitué d'actionneurs, registres, vannes, clapets, ventilateurs, laveurs et pompes associées, servomoteurs et distributeurs associés...

La ventilation générale est ici couplée à la ventilation expérimentale selon le schéma ci-dessous :

**Figure 10 : Schéma de la ventilation classique**

Le cahier des charges demande au maître d'ouvrage de respecter les principes énoncés aux paragraphes § 3.3, et § 4 et § 5 :

- ❑ une procédure d'utilisation de l'installation;
- ❑ un test de fonctionnement pour divers régimes de fonctionnement;
- ❑ un relevé des valeurs en test de fonctionnement et comparaison aux valeurs à atteindre;
- ❑ l'établissement d'un dossier de valeurs de référence du réseau de ventilation.

Tous ces documents sont bien conformes aux exigences réglementaires en matière de conception et de réception d'une installation d'aération des locaux de travail.

L'ensemble des informations présentées ci-dessus sont tirées du document « cahier des charges fonctionnel pour la remise en état générale de la ventilation classique du bâtiment XXX », fourni très aimablement par l'Iyyy, que nous ne pouvons reproduire en annexe par souci de confidentialité.

## **7. CONCLUSION**

Ce document constitue une synthèse, que nous avons essayé de rendre la plus exhaustive possible, sur l'aération des locaux de travail : les impératifs réglementaires à respecter, la conduite de l'installation et le cas particulier de la ventilation générale.

Cette dernière, qui assure la pureté de l'air, peut être couplée à des dispositifs comme la climatisation ou le chauffage pour améliorer d'autres paramètres (température, humidité) de confort dans les locaux de travail.

Ce couplage permet également d'optimiser les coûts d'investissements, préoccupation majeure du maître d'œuvre. C'est cette solution qui est à envisager dans les lieux communs comme les salles de réunions, les amphithéâtres ou les hôpitaux.

## **8. REFERENCES**

- [1] INRS, « Guide pratique de ventilation n° 0 : Principes généraux de ventilation », ED 695, Paris, 1986.
- [2] INRS, « Aide mémoire juridique TJ 5 : Aération et assainissement des locaux de travail », mise à jour Juillet 2000, Paris, 2000.
- [3] INRS, « Conception des lieux de travail - Obligation des maîtres d'ouvrages », ED 773, Paris, 2001.
- [4] INRS, « Conception des lieux de travail - Démarches, méthodes et connaissances techniques », ED 718, Paris, 2000.
- [5] INRS, « Guide pratique de ventilation n°1 : l'assainissement de l'air des locaux de travail », ED 657, Paris, 1993.
- [6] Code du Travail : Articles R 235-5 à R232-5-14 : aération et assainissement.
- [7] Code du Travail : Articles R 235-2-4 à R 235-2-8 (ex R 235-6 à 10) : obligations du maître d'ouvrage.
- [8] Note technique du 5 novembre 1990 relative à l'aération et à l'assainissement des ambiances de travail, non parue au JO.
- [9] Claude VENET, CSTB, « Aération, ventilation : point réglementaire », CSTB magazine, Janvier - Février 2001.
- [10] Les Editions Législatives, Code permanent "Sécurité et Conditions de Travail", dossier « Surveillance des atmosphères de travail », mise à jour 2002.
- [11] INRS, « Aération et assainissement des ambiances de travail - Réglementation générale », ED 720, Paris, 1991.
- [12] INRS, « Incendie et lieux de travail », ED 789, Paris, 1999.
- [13] INRS, « La ventilation. Ventilation et assainissement de l'air des locaux de travail », n° spécial / Janvier - Février 1983, Paris, 1983.

**Des informations complémentaires sont disponibles sur les sites Internet suivants :**

- <http://www.inrs.fr/>
- <http://www.ineris.fr/>
- <http://www.cram-sudest.fr/>
- <http://www.sante-securite-paca.org/>
- <http://www.cstb.fr/>
- <http://www.legifrance.gouv.fr/>

## **9. ANNEXES**

### **9.1 Annexe 1 : Code du travail**

#### SECTION II

##### Ambiances des lieux de travail

##### Sous-section 1 - Aération, Assainissement

( Décret no 84-1093 du 7-12-84 modifié par décret no 87-809 du 1-10-87)

**Art. R. 232-5** .- Dans les locaux fermés où le personnel est appelé à séjourner, l'air doit être renouvelé de façon à :

- 1o Maintenir un état de pureté de l'atmosphère propre à préserver la santé des travailleurs ;
- 2o Éviter les élévations exagérées de température, les odeurs désagréables et les condensations.

Les règles applicables à l'aération, à la ventilation et à l'assainissement des locaux mentionnés au premier alinéa ci-dessus sont fixées, suivant la nature et les caractères de ces locaux, aux articles R. 232-5-1 à R. 232-5-11.

**Art. R. 232-5-1** .- Pour l'application de la présente sous-section, les termes mentionnés ci-dessous ont les significations suivantes :

*Air neuf* : air pris à l'air libre hors des sources de pollution.

*Air recyclé* : air pris et réintroduit dans un local ou un groupe de locaux.

Toutefois, l'air pris hors des points de captage de polluants et réintroduit dans le même local après conditionnement thermique n'est pas considéré comme de l'air recyclé.

*Locaux à pollution non spécifique* : locaux dans lesquels la pollution est liée à la seule présence humaine, à l'exception des locaux sanitaires.

*Locaux à pollution spécifique* : locaux dans lesquels des substances dangereuses ou gênantes sont émises sous forme de gaz, vapeurs, aérosols solides ou liquides autres que celles qui sont liées à la seule présence humaine, locaux pouvant contenir des sources de micro-organismes potentiellement pathogènes et locaux sanitaires.

*Ventilation mécanique* : ventilation assurée par une installation mécanique.

*Ventilation naturelle permanente* : ventilation assurée naturellement par le vent ou par l'écart de température entre l'extérieur et l'intérieur.

*Poussières* : est considérée comme « poussière » toute particule solide dont le diamètre aérodynamique est au plus égal à 100 micromètres ou dont la vitesse limite de chute, dans les conditions normales de température, est au plus égale à 0,25 mètre par seconde. Les poussières ainsi définies sont appelées « poussières totales ».

Toute poussière susceptible d'atteindre les alvéoles pulmonaires est considérée comme « poussière alvéolaire ».

Le « diamètre aérodynamique » d'une poussière est le diamètre d'une sphère de densité égale à l'unité ayant la même vitesse de chute dans les mêmes conditions de température et d'humidité relative.

**Art. R. 232-5-2** .- Dans les locaux à pollution non spécifique, l'aération doit avoir lieu soit par ventilation mécanique, soit par ventilation naturelle permanente. Dans ce dernier cas, les locaux doivent comporter des ouvrants donnant directement sur l'extérieur et dont les dispositifs de commande sont accessibles aux occupants.

L'aération exclusive par ouverture de fenêtres ou autres ouvrants donnant directement sur l'extérieur est autorisée lorsque le volume par occupant est égal ou supérieur à :

- a) 15 mètres cubes pour les bureaux ainsi que pour les locaux où est effectué un travail physique léger ;
- b) 24 mètres cubes pour les autres locaux.

Les locaux réservés à la circulation et les locaux qui ne sont occupés que de manière épisodique peuvent être ventilés par l'intermédiaire des locaux adjacents à pollution non spécifique sur lesquels ils ouvrent.

**Art. R. 232-5-3** .- Dans les locaux à pollution non spécifique, lorsque l'aération est assurée par des dispositifs de ventilation, le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant est fixé dans le tableau ci-après :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air neuf par occupant (en m <sup>3</sup> /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

**Art. R. 232-5-4** .- L'air envoyé après recyclage dans les locaux à pollution non spécifique doit être filtré.

L'air recyclé n'est pas pris en compte pour le calcul du débit minimal d'air neuf prévu dans le tableau figurant à l'article R. 232-5-3.

En cas de panne du système d'épuration ou de filtration, le recyclage doit être arrêté.

L'air pollué d'un local à pollution spécifique ne doit pas être envoyé après recyclage dans un local à pollution non spécifique.

**Art. R. 232-5-5** .- Dans les locaux à pollution spécifique, les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par une personne, évaluées sur une période de huit heures, ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 milligrammes par mètre cube d'air.

Des prescriptions particulières prises en application du 2o de l'article L. 231-2 déterminent le cas échéant :

- 1o D'autres limites que celles qui sont fixées au premier alinéa ci-dessus pour certaines variétés de poussières ;

2o Des valeurs limites pour des substances telles que certains gaz, aérosols liquides ou vapeurs et pour des paramètres climatiques.

**Art. R. 232-5-6 .-** Pour chaque local à pollution spécifique, la ventilation doit être réalisée et son débit déterminé en fonction de la nature et de la quantité des polluants ainsi que, le cas échéant, de la quantité de chaleur à évacuer, sans que le débit minimal d'air neuf puisse être inférieur aux valeurs fixées à l'article R. 232-5-3.

Lorsque l'air provient de locaux à pollution non spécifique, il doit être tenu compte du nombre total d'occupants des locaux desservis pour déterminer le débit minimal d'entrée d'air neuf.

**Art. R. 232-5-7 .-** Les émissions sous forme de gaz, vapeurs, aérosols de particules solides ou liquides, de substances insalubres, gênantes ou dangereuses pour la santé des travailleurs doivent être supprimées lorsque les techniques de production le permettent.

Dans le cas contraire, elles doivent être captées au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission et aussi efficacement que possible, notamment en tenant compte de la nature, des caractéristiques et du débit des polluants ainsi que des mouvements de l'air.

Toutefois, s'il n'est techniquement pas possible de capter à leur source la totalité des polluants, les polluants résiduels doivent être évacués par la ventilation générale du local.

Les installations de captage et de ventilation doivent être réalisées de telle sorte que les concentrations dans l'atmosphère ne soient dangereuses en aucun point pour la santé et la sécurité des travailleurs et qu'elles restent inférieures aux valeurs limites fixées à l'article R. 232-5-5.

Les dispositifs d'entrée d'air compensant les volumes extraits doivent être conçus et disposés de façon à ne pas réduire l'efficacité des systèmes de captage.

Un dispositif d'avertissement automatique doit signaler toute défaillance des installations de captage qui n'est pas directement décelable par les occupants des locaux.

**Art. R. 232-5-8 .-** L'air provenant d'un local à pollution spécifique ne peut être recyclé que s'il est efficacement épuré. Il ne peut être envoyé après recyclage dans d'autres locaux que si la pollution de tous les locaux concernés est de même nature. En cas de recyclage, les concentrations de poussières et substances dans l'atmosphère du local doivent demeurer inférieures aux limites définies à l'article R. 232-5-5.

Les prescriptions particulières mentionnées à l'article R. 232-5-5 interdisent ou limitent, le cas échéant, l'utilisation du recyclage pour certaines catégories de substances ou catégories de locaux.

Les conditions du recyclage sont portées à la connaissance du médecin du travail, des membres du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail ou, à défaut, des délégués du personnel.

Les personnes mentionnées à l'alinéa précédent sont, en outre, consultées sur toute nouvelle installation ou toute modification des conditions de recyclage.

Les installations de recyclage doivent comporter un système de surveillance permettant de déceler les défauts des dispositifs d'épuration. En cas de défaut, les mesures nécessaires sont prises par l'employeur pour maintenir le respect des valeurs limites définies à l'article R. 232-5-5, le cas échéant, en arrêtant le recyclage.

**Art. R. 232-5-9 .-** Le chef d'établissement doit maintenir l'ensemble des installations mentionnées dans la présente sous-section en bon état de fonctionnement et en assurer régulièrement le contrôle.

Le chef d'établissement indique dans une consigne d'utilisation les dispositions prises pour la ventilation et fixe les mesures à prendre en cas de panne des installations.

Cette consigne, établie en tenant compte, s'il y a lieu, des indications de la notice d'instructions fournie par le maître d'ouvrage conformément à l'article R. 235-2-8, est soumise à l'avis du médecin du travail, des membres du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail ou, à défaut, des délégués du personnel.

**Art. R. 232-5-10** .- L'inspecteur du travail peut prescrire au chef d'établissement de faire procéder par une personne ou un organisme agréé aux contrôles et aux mesures permettant de vérifier le respect des dispositions des articles R. 232-5-3 à R. 232-5-9.

Le chef d'établissement choisit la personne ou l'organisme agréé sur une liste dressée par le ministre chargé du travail et par le ministre chargé de l'agriculture.

Le chef d'établissement justifie qu'il a saisi l'organisme agréé dans les quinze jours suivant la date de demande de vérification et transmet à l'inspecteur du travail les résultats qui lui sont communiqués dans les dix jours qui suivent cette communication.

**Art. R. 232-5-11** .- Des arrêtés conjoints du ministre chargé du travail et du ministre chargé de l'agriculture, pris après avis du Conseil supérieur de la prévention des risques professionnels et de la Commission nationale d'hygiène et de sécurité du travail en agriculture, fixent :

- a) Les conditions et modalités d'agrément des organismes mentionnés à l'article R. 232-5-10 ;
- b) Les méthodes de mesure de concentration, de débit, d'efficacité de captage, de filtration et d'épuration;
- c) La nature et la fréquence du contrôle des installations mentionnées au premier alinéa de l'article R. 232-5-9.

( D. no 2001-532, 20 juin 2001) Le silence gardé pendant plus de quatre mois sur une demande d'agrément vaut décision de rejet.

**Art. R. 232-5-12** .- Dans les puits, conduites de gaz, carneaux, conduits de fumée, cuves, réservoirs, citernes, fosses, galeries et dans les lieux où il n'est pas possible d'assurer de manière permanente le respect des dispositions de la présente sous-section, les travaux ne doivent être entrepris qu'après vérification de l'absence de risque pour l'hygiène et la sécurité des travailleurs et, le cas échéant, après assainissement de l'atmosphère et vidange du contenu.

Pendant l'exécution des travaux la ventilation doit être réalisée, selon le cas suivant les prescriptions définies à l'article R. 232-5-3 ou à l'article R. 232-5-6, de manière à maintenir la salubrité de l'atmosphère et à en assurer un balayage permanent, sans préjudice des dispositions du décret no 65-48 du 8 janvier 1965.

**Art. R. 232-5-13** .- Si l'exécution des mesures de protection collective prévues aux articles R. 232-5 à R. 232-5-12 est reconnue impossible, des équipements de protection individuelle doivent être mis à la disposition du personnel.

Ces équipements doivent être choisis et adaptés en fonction de la nature des travaux à effectuer et doivent présenter des caractéristiques d'efficacité compatibles avec la nature du risque auquel les travailleurs sont exposés. Ils ne doivent pas les gêner dans leur travail ni, autant qu'il est possible, réduire leur champ visuel.

Le chef d'établissement doit prendre les mesures nécessaires pour que ces équipements soient effectivement utilisés, pour qu'ils soient maintenus en bon état de fonctionnement et désinfectés avant d'être attribués à un nouveau titulaire.

**Art. R. 232-5-14** .- L'atmosphère des locaux affectés au travail et de leurs dépendances doit être tenue constamment à l'abri de toute émanation provenant d'égouts, fosses, puisards, fosses d'aisances ou de toute autre source d'infection.

Dans les établissements qui déversent les eaux résiduaires ou de lavage dans un égout public ou privé, toute communication entre l'égout et l'établissement doit être munie d'un intercepteur hydraulique. Cet intercepteur hydraulique doit être fréquemment nettoyé, et sa garde d'eau doit être assurée en permanence.

## **Sous-section 2 - Aération, assainissement**

### **( Décret no 84-1094 du 7-12-84)**

**Art. R. 235-2-4 (ex R. 235-6)** .- Le maître d'ouvrage doit, dans la limite de sa responsabilité, concevoir et réaliser les bâtiments et leurs aménagements de façon que les locaux fermés où le personnel est appelé à séjourner satisfassent aux dispositions des articles R. 232-1 à R. 232-1-8.

**Art. R. 235-2-5 (ex R. 235-7)** .- Les installations de ventilation doivent assurer le renouvellement de l'air en tous points des locaux. Ces installations ne doivent pas provoquer, dans les zones de travail, de gêne résultant notamment de la vitesse, de la température et de l'humidité de l'air, des bruits et des vibrations ; en particulier ces installations ne doivent pas entraîner d'augmentation significative des niveaux sonores résultant des activités envisagées dans les locaux.

Toutes dispositions doivent être prises lors de l'installation des équipements de ventilation, de captage ou de recyclage pour permettre leur entretien régulier et les contrôles ultérieurs d'efficacité.

Les parois internes des circuits d'arrivée d'air ne doivent pas comporter de matériaux qui peuvent se désagréger ou se décomposer en émettant des poussières ou des substances dangereuses pour la santé des travailleurs.

**Art. R. 235-2-6 (ex R. 235-8)** .- Dans les locaux à pollution non spécifique définis à l'article R. 232-1-1, le maître d'ouvrage doit :

1o Prévoir un système de filtration de l'air neuf lorsqu'il existe un risque de pollution de cet air par des particules solides et que son introduction est mécanique ;

2o Prendre les mesures nécessaires pour que ne pénètre pas l'air pollué en provenance des locaux à pollution spécifique définis à l'article R. 232-1-1 précité.

**Art. R. 235-2-7 (ex R. 235-9)** .- Le maître d'ouvrage doit prévoir dans les locaux sanitaires un débit d'air au moins égal à celui fixé dans le tableau ci-dessous.

Désignation des locaux	Débit minimal d'air introduit (en m <sup>3</sup> /h et par local)
Cabinet d'aisances isolé <sup>***</sup>	30
Salle de bains ou de douches isolée <sup>***</sup>	45
Salle de bains ou de douches <sup>***</sup> commune avec un cabinet d'aisances	60
Bains, douches et cabinets d'aisances groupés	30 + 15 N*
Lavabos groupés	10 + 5 N*
N* : nombre d'équipements dans le local. *** : pour un cabinet d'aisances, une salle de bains ou de douches avec ou sans cabinet d'aisances, le débit minimal d'air introduit peut être limité à 15 mètres cubes par heure si ce local n'est pas à usage collectif.	

**Art. R. 235-2-8 (ex R. 235-10)** .- Le maître d'ouvrage précise, dans une notice d'instructions qu'il transmet au chef d'établissement, les dispositions prises pour la ventilation et l'assainissement des locaux, et les informations permettant au chef d'établissement d'entretenir les installations, d'en contrôler l'efficacité et d'établir la consigne d'utilisation prescrite aux deuxième et troisième alinéas de l'article R. 232-5-9 (R. 232-1-9).

## **9.2 Annexe 2 : Note technique du 5 novembre 1990**

### **Note Technique du 5 novembre 1990**

**Objet : relative à l'aération et à l'assainissement des ambiances de travail**

**(min. trav., non parue au JO)**

Les contrôles de la qualité de l'air d'un local prescriptibles par l'inspecteur du travail ne sont possibles que pour les polluants pour lesquels des valeurs limites réglementaires existent, à savoir : les poussières, les fibres d'amiante, le plomb, le benzène, le chlorure de vinyle, les gaz de fumigation (acide cyanhydrique, bromométhane, phosphore d'hydrogène). L'arrêté du 9 octobre 1987 ne permet pas à l'inspecteur du travail une mise en demeure pour le contrôle direct des valeurs admises indicatives des concentrations des polluants publiées par circulaire du ministère du travail. C'est précisément parce que ces valeurs ne sont pas réglementaires qu'il n'a pas été possible d'en prescrire la mesure directe.

En tout état de cause, et sauf dépassement caractérisé qui peut donner lieu à une mise en demeure au titre de l'article L. 231-5, comme l'ont précisé les circulaires du 19 juillet 1982 relative aux valeurs admises pour les concentrations de certaines substances dangereuses dans l'atmosphère des lieux de travail et du 14 mai 1985 relative à la prévention des cancers d'origine professionnelle, un dépassement des valeurs indicatives ne pourra être qu'indirectement sanctionné par le seul constat des insuffisances de l'installation de ventilation et en particulier d'un captage à la source insuffisant ou inexistant.

#### *Conception, réception et suivi des installations*

Les dispositions de la réglementation relatives à l'aération et à l'assainissement des locaux donnent des possibilités nouvelles et efficaces d'intervention à l'inspecteur du travail. Ces dispositions concernent principalement :

- la conception des installations ;

- leur réception ;
- le suivi du bon fonctionnement des installations.

Leur application conduit à une approche plus analytique que les contrôles globaux d'ambiance.

La nouvelle réglementation a été notamment conçue pour faciliter l'intégration des objectifs d'hygiène dès la conception des installations et pour s'assurer du maintien des performances de celles-ci dans le temps sur la base de contrôles aérauliques simplifiés.

La réalisation d'une nouvelle installation conduit ainsi logiquement aux étapes suivantes :

- La rédaction d'un cahier des charges par le maître d'ouvrage ou son maître d'œuvre en fonction de la destination de l'installation. Ce cahier des charges peut imposer des objectifs en termes de concentrations (valeurs limites réglementaires ou valeurs indicatives). Cependant, cette disposition n'est pas toujours utilisable au niveau d'un cahier des charges lorsque, comme c'est souvent le cas, il existe déjà d'autres sources de pollution dans l'atelier. Par ailleurs, le choix des moyens à mettre en œuvre ne peut être quelconque. Il convient, en particulier, de privilégier le captage à la source au plus près de l'émission des polluants. Il est également recommandé de privilégier des solutions techniques éprouvées et reconnues, favorisant ainsi une réelle action préventive. Dans ces conditions, le cahier des charges fixera également des objectifs en termes de moyens à mettre en œuvre (efficacité de captage, débit d'aspiration, débit d'air neuf, efficacité d'épuration...). Les objectifs seront définis sur la base des dispositions réglementaires, des règles de l'art et des recommandations publiées.

Enfin, le cahier des charges devra prévoir le contrôle à la réception de l'installation et la rédaction de la notice d'instruction.

- La réception de l'installation, après sa réalisation, est une étape importante. Elle permet d'une part de s'assurer que la fourniture est conforme aux spécifications fixées et d'autre part de fixer les valeurs des grandeurs de référence de l'installation (pression statiques, débits, concentrations dans les conduits de recyclage...). Les grandeurs caractéristiques du système sont dites de référence lorsque l'on est assuré que les concentrations en polluants mesurées parallèlement en ambiance sont inférieures aux valeurs limites ou indicatives de concentration. Il s'agit d'étalonner les grandeurs aérauliques sur la base des mesures de concentrations afin de simplifier les contrôles ultérieurs. Les grandeurs aérauliques recommandées et reconnues peuvent également servir utilement de référence. Celles indiquées dans les guides pratiques de ventilation édités par l'INRS ou celles de publications dûment validées et justifiées scientifiquement peuvent être utilisées.

- Le contrôle régulier des performances de l'installation sur la base du suivi des grandeurs de référence est essentiel car les performances d'un système de ventilation diminuent très rapidement si l'entretien n'est pas assuré ou mal assuré ou par suite d'aléas.

L'intérêt majeur des contrôles réalisés sur l'installation est qu'ils permettent une analyse détaillée des dysfonctionnements éventuels. Aussi, les mesures correctives sont-elles beaucoup plus faciles à mettre en évidence et à vérifier.

Un autre intérêt des contrôles aérauliques simplifiés est leur plus grande facilité de mise en œuvre au niveau de l'entreprise et leur moindre coût par rapport à des contrôles d'ambiances souvent complexes.

- Le dossier d'installation, enfin, permet de suivre les différentes phases de conception, réalisation et suivi de l'installation. L'établissement de ce dossier est réalisé par le chef d'établissement à partir de la notice d'instruction et sur la base de l'autocontrôle. L'inspecteur du travail peut prescrire de faire procéder, par une personne ou un organisme agréé, aux contrôles et mesures permettant de vérifier le respect des dispositions du Code du travail. A ce titre, son intervention peut viser soit la vérification des contrôles détaillés réalisés par le chef d'établissement pour une installation déterminée, soit la

vérification globale d'une situation sur la base des contrôles d'ambiances (limités aux valeurs réglementaires). La première démarche permet une analyse du dysfonctionnement éventuel d'une installation et facilite l'adoption de mesures préventives ou correctives précises.

Dans le cas des installations existantes, les procédures et contrôles sont réduits compte tenu du coût qu'aurait entraîné la vérification détaillée de toutes les installations. Les contrôles prescrits permettent de s'assurer qu'il n'y a pas de dérive dans les performances d'une installation. Il est cependant recommandé au chef d'établissement, chaque fois que c'est possible, d'établir un dossier de valeurs de référence et, notamment, d'étalonner les grandeurs aérauliques par la vérification des concentrations en ambiance. Les contrôles prescrits par l'inspecteur du travail peuvent également s'inscrire dans cette optique et servir également à établir ou à compléter le dossier de référence de l'installation.

Lorsque l'installation et le type d'émission de polluants correspondent à des situations type où des grandeurs aérauliques recommandées et reconnues ont été établies (notamment dans des normes ou des publications de l'INRS), ces grandeurs peuvent directement être utilisées comme valeurs de références.

Ainsi, toute l'expérience et le savoir faire accumulés grâce à des études ayant permis de valider des critères de référence (par exemple débits d'aspiration minimaux) peuvent être utilisés dans les meilleures conditions de coût et d'efficacité.

La conception d'une installation d'assainissement de l'air requiert notamment pour les installations complexes une étude détaillée faisant appel à l'expérience et aux données disponibles. Les caractéristiques des éléments d'une installation (captage, épuration, système de recyclage/rejet, ventilation générale complémentaire) sont déterminées sur la base de cette étude. Ces caractéristiques sont interdépendantes. Dans ces conditions, il est difficile de proposer des recommandations générales valables quelle que soit la situation rencontrée. Cependant, de façon à faciliter ce type de démarche analytique, on a indiqué dans les deux paragraphes qui suivent, quelques données susceptibles de permettre de traiter de façon satisfaisante des situations courantes rencontrées dans les locaux à pollution spécifique.

#### *Captage des polluants*

Les émissions sous forme de gaz, vapeurs, aérosols de particules solides ou liquides, de substances insalubres, gênantes ou dangereuses pour la santé des travailleurs doivent être captées au fur et à mesure de leur production et aussi efficacement que possible. Comme la ventilation générale n'intervient que lorsqu'il n'est pas techniquement possible de capter à leur source la totalité des polluants, toutes dispositions doivent être prises pour que l'efficacité des systèmes de captage soit la plus élevée possible. Ce principe découlant de l'article R. 232-5-7 du Code du travail permet d'ailleurs non seulement une protection efficace des travailleurs, mais également une moindre consommation en énergie.

Les performances des meilleures installations de captage existantes constituent une référence technique ; les caractéristiques de ces installations, lorsqu'elles sont connues, peuvent être utilisées comme base de nouvelles réalisations. Des normes sont en préparation visant à fournir des informations détaillées pour quelques types courants de machines.

D'une façon plus systématique, l'analyse détaillée du poste de travail et de l'environnement permet de spécifier les caractéristiques requises des installations de captage. Les efficacités de captage moyennes et minimales dépendent notamment de la nature, des caractéristiques et du débit des polluants ainsi que des mouvements de l'air. L'étude complète permet d'établir les efficacités requises dans chaque situation.

A titre indicatif, une efficacité moyenne supérieure à 95 % et une efficacité minimale (1) supérieure à 85 % devraient permettre de traiter de façon satisfaisante un assez grand nombre de situation. Cependant, dès que les conditions d'émission sont plus sévères (polluants très toxiques, débit d'émission du polluant important), ces efficacités peuvent se révéler insuffisantes. Il convient alors de réexaminer la faisabilité technique d'un captage total de la source d'émission conduisant à une efficacité de captage de

100 % . Chaque fois que c'est techniquement possible, l'encoffrement total doit d'ailleurs être privilégié en première analyse du problème à traiter. L'élimination des courants d'air permet également très souvent d'augmenter l'efficacité de captage d'un système de ventilation de façon très importante. A contrario, en cas de difficulté technique démontrée et pour des situations à faible risque, des efficacités plus faibles peuvent être envisagées sous réserve de validation. Cette validation devrait être systématiquement réalisée dans les nouvelles installations par mesures des polluants en des points caractéristiques de la pollution des ateliers.

Les dispositions réglementaires mettent l'accent sur l'efficacité de captage et favorisent ainsi le recours à ce moyen de prévention. Il y a lieu, à cet égard, de rappeler que la non-existence d'un système de captage ne saurait entraver l'action de l'inspecteur du travail. Bien au contraire, il convient, en conformité avec l'article R. 232-5-7, d'imposer la mise en place d'un tel système puis de faire procéder à son évaluation. La conception inadéquate du système de captage, lorsque par exemple la tête du salarié se trouve sur la trajectoire des polluants, est également sanctionnable au titre du même article, sauf si les polluants ne sont absolument pas dangereux ou peu gênants.

### *Recyclage de l'air*

Le rejet de l'air capté et épuré, en conformité avec les normes relatives à l'environnement, doit être envisagé en première analyse. Le recyclage de l'air ne peut être retenu que s'il permet d'assurer à la fois un niveau équivalent en qualité de l'air ambiant et en fiabilité de l'installation à celui du rejet .

L'air d'un local à pollution spécifique ne peut donc être recyclé que s'il est efficacement épuré . Des dispositions sont prévues pour s'assurer du bon choix des systèmes d'épuration et du maintien de leurs performances dans le temps.

Le choix des systèmes d'épuration proprement dits repose notamment sur :

- la connaissance des caractéristiques de tous les polluants émis ;
- la connaissance de l'efficacité des systèmes de dépoussiérage, filtration ou épuration ;
- l'existence de systèmes de contrôle de la qualité de l'air recyclé dans les locaux (par exemple : dispositif de contrôle de la concentration en polluants dans les conduits de recyclage, dispositif de contrôle de bon fonctionnement des épurateurs et dépoussiéreurs).

L'étude détaillée de l'installation permet de fixer les performances de ces systèmes.

Le maintien de ces performances dans le temps est contrôlé grâce à la mesure des concentrations de polluants dans l'air insufflé, lors de la mise en route, puis tous les six mois. Les concentrations de référence dans les conduits de recyclage sont celles permettant de maintenir les concentrations en polluant dans l'atelier en dessous des valeurs limites ou indicatives d'exposition. Dans le cas de nouvelles installations, ces différentes concentrations en polluants doivent être mesurées lors de la mise en route de l'installation. Il est également recommandé de réaliser ces mesures dans le cas des installations existantes. A titre indicatif, des concentrations dans les conduits de recyclage inférieures au cinquième des valeurs limites d'exposition ou des valeurs indicatives devraient permettre de traiter de façon satisfaisante un assez grand nombre de situations lorsque, par ailleurs, les systèmes de captage implantés sont efficaces. Mais une étude technique particulière et des mesures en ambiance sont toujours recommandées car de nombreux paramètres interviennent dans la fixation de cette valeur de concentration de référence (polluants non captés, débit et efficacité de la ventilation générale).

Enfin, il faut rappeler que, sauf cas particulier des locaux à empoussièremement contrôlé, l'arrêt du recyclage hors période de chauffage ou de climatisation est impératif.

### *Rapport de contrôle d'installation*

Le rapport de contrôle de l'installation doit faire apparaître les informations mentionnées à l'article 4 de l'arrêté du 9 octobre 1987. Les mesures et contrôles réalisés sont comparés avec les données du dossier de valeurs de référence. Les valeurs de référence fixent les caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'installation qui garantissent le respect de l'application des spécifications réglementaires et permettent les contrôles ultérieurs par comparaison. Elles sont établies :

- pour les installations nouvelles ou ayant subi des modifications notables, au plus tard un mois après la mise en route de l'installation ;
- pour les installations anciennes, soit lors de contrôles à l'initiative du chef d'établissement, soit lors de contrôles prescrits par l'inspecteur du travail.

Les valeurs de référence résultent donc, en premier lieu, des comparaisons entre les valeurs de concentrations mesurées en ambiance jugées acceptables et les mesures des grandeurs aérauliques correspondantes des installations. Mais les valeurs de référence peuvent également prendre pour base les performances des meilleures installations existantes dès lors que l'on se trouve dans une situation identique, et que ces performances ont fait l'objet de recommandations de critères aérauliques validés.

Les organismes de contrôle ont par ailleurs été invités à faire état de suggestions d'amélioration élaborées sur la base des mesures et contrôles réalisés. Ces recommandations n'engagent pas l'inspecteur du travail qui peut, après examen technique avec les partenaires concernés, mettre en demeure l'entreprise de procéder aux améliorations qu'il considère comme techniquement justifiées.

#### *Procédure de mise en demeure selon l'arrêté du 9 octobre 1987*

Il appartient à l'inspecteur du travail de déterminer, en fonction de la situation rencontrée, les conditions d'application de la mise en demeure prévue par les textes réglementaires. A titre indicatif, quelques éléments méthodologiques résultant de l'expérience acquise sont présentés ci-dessous.

Le principe de la mise en demeure ayant été décidé, il est recommandé de procéder à une concertation visant à préciser la portée et le contenu technique des mesures et contrôles à réaliser . A cet effet, il est conseillé de provoquer l'organisation d'une réunion regroupant l'entreprise, l'organisme agréé susceptible d'intervenir et l'inspecteur du travail. Il est également souhaitable d'associer le représentant du service prévention de la caisse régionale d'assurance maladie et, le cas échéant, la société chargée par l'entreprise de la maintenance et des transformations des installations afin que tous les éléments techniques soient réunis dans le cadre d'une analyse globale du problème à résoudre. De cette réunion devrait ressortir une stratégie pour résoudre ce problème et notamment une liste des contrôles et mesures à réaliser . Il est rappelé que l'inspecteur du travail doit préciser dans sa demande les locaux, les installations, les postes de travail concernés et, le cas échéant, les phases de production.

Il n'est pas souhaitable de demander le contrôle systématique de toutes les grandeurs sans que cette disposition soit techniquement fondée. Il peut, au contraire, être plus approprié de traiter le problème en plusieurs phases afin notamment d'éliminer les points les plus critiques puis de réaliser un dossier de valeurs de référence validé par des mesures de concentrations acceptables. Il y a lieu de signaler à cet égard qu'un rapport de contrôle clair, bien réalisé et reposant sur des mesures judicieusement choisies, est souvent plus utile qu'un rapport complexe surtout s'il repose sur des mesures de qualité moyenne.

Dans le cas des installations nouvelles, une concertation entre les différentes parties mentionnées ci-dessus devrait permettre d'établir un cahier des charges conforme aux dispositions des textes réglementaires.

### **9.3 Annexe 3 : Normes sur la qualité de l'air des lieux de travail**

L'ensemble des normes citées ci-dessous, relatives à la surveillance des atmosphères des lieux de travail, ont été élaborées par la Commission AFNOR X 43 C ; elles ont été réunies, ainsi que les textes réglementaires qui s'y réfèrent, sous forme d'un recueil publié par l'AFNOR : « Air des lieux de travail » Volumes 1, 2 et 3. Recueils « Normes et réglementations », mis à jour au 30 juin 1999.

**NF X 43-001** : qualité de l'air - vocabulaire (EQV ISO 4225).

**NF X 43-026** : qualité de l'air - air ambiant détermination du plomb dans les aérosols -spectrométrie d'absorption atomique.

**NF X 43-027** : qualité de l'air - air ambiant - détermination du plomb dans les aérosols - spectrométrie de fluorescence X.

**NF EN 12341** : qualité de l'air - détermination de la fraction MP 10 de matière particulaire en suspension - méthode de référence et procédure d'essai in situ pour démontrer l'équivalence à la référence de méthodes de mesurage (indice de classement : X 43-049).

**NF X 43-050** : Détermination de la concentration en fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission (méthode indirecte) (Norme citée dans l'arrêté du 7 février 1996).

**NF ISO 7708** : qualité de l'air - définition des fractions de taille des particules pour l'échantillonnage lié aux problèmes de santé (NF X 43-100).

**X 43-243** : air des lieux de travail - dosage par spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier de la silice cristalline - échantillonnage par dispositif à coupelle tournante ou sur membrane.

**X 43-244** : air des lieux de travail - éléments de terminologie en hygiène du travail - l'exposition, son évaluation, les valeurs limites.

**NF EN 12919** : atmosphères des lieux de travail - pompes pour l'échantillonnage individuel des agents chimiques d'un débit volumique supérieur à 5 l/min. - exigences et méthodes d'essai (indice de classement : X 43-245).

**NF EN 45544-1** : atmosphères des lieux de travail - appareillage électrique utilisé pour la détection directe des vapeurs et gaz toxiques et le mesurage direct de leur concentration - partie 1 : exigences générales et méthodes d'essai (indice de classement : X 43-246-1).

**NF EN 45544-2** : atmosphères des lieux de travail - appareillage électrique utilisé pour la détection directe des vapeurs et gaz toxiques et le mesurage direct de leur concentration - partie 2 : exigences de performance pour les appareillages utilisés pour le mesurage des concentrations de l'ordre des valeurs limites (indice de classement : X 43-246-2).

**NF EN 45544-3** : atmosphères des lieux de travail - appareillage électrique utilisé pour la détection directe des vapeurs et gaz toxiques et le mesurage direct de leur concentration - partie 3 : exigences de performance pour les appareillages utilisés pour le mesurage des concentrations très supérieures aux valeurs limites (indice de classement : X 43-246-3).

**NF EN 45544-4** : atmosphères des lieux de travail - appareillage électrique utilisé pour la détection directe des vapeurs et gaz toxiques et le mesurage direct de leur concentration - partie 4 : guide de sélection, d'installation, d'utilisation et d'entretien (indice de classement : X 43-246-4).

**NF X 43-251** : qualité de l'air - atmosphères des lieux de travail - détermination de la concentration des hydrocarbures aromatiques monocycliques en phase vapeur.

**NF X 43-252** : qualité de l'air - air des lieux de travail - échantillonnage et analyse de polluants gazeux sur charbon actif - prélèvement par pompage.

**NF X 43-253** : qualité de l'air - air des lieux de travail - dosage de l'oxyde d'éthylène.

**NF ISO 8760** : air des lieux de travail - détermination de la concentration en masse du monoxyde de carbone - méthode utilisant les tubes détecteurs pour échantillonnage rapide à lecture directe (X 43-254).

**NF ISO 8761** : air des lieux de travail - détermination de la concentration en masse de dioxyde d'azote - méthode utilisant les tubes détecteurs pour échantillonnage rapide à lecture directe (X 43-255).

**NF X 43-256** : qualité de l'air - air des lieux de travail - prélèvement et dosage du plomb dans les aérosols.

**NF X 43-257** : qualité de l'air - air des lieux de travail - prélèvement individuel de la fraction inspirable de la pollution particulaire.

**NF X 43-258** : qualité de l'air - air des lieux de travail - échantillonnage et analyse de polluants gazeux sur gel de silice - prélèvement par pompage.

**NF X 43-259** : qualité de l'air - air des lieux de travail - prélèvement individuel à poste fixe de la fraction alvéolaire de la pollution particulaire - méthode de séparation par cyclone 10 MM.

**NF X 43-260** : qualité de l'air - air des lieux de travail - mesurage de l'efficacité de captage et contrôle différentiel d'un système d'assainissement.

**NF X 43-261** : qualité de l'air - air des lieux de travail - prélèvement à poste fixe et mesurage de la pollution particulaire totale.

**NF X 43-262** : qualité de l'air - air des lieux de travail - détermination gravimétrique du dépôt alvéolaire de la pollution particulaire - méthode de la coupelle rotative.

**X 43-263** : qualité de l'air - air des lieux de travail - prélèvement et dosage des isocyanates monomères.

**NF X 43-264** : qualité de l'air - air des lieux de travail - détermination de la teneur en formaldéhyde.

**NF ISO 15202-1** : air des lieux de travail - détermination des métaux et des métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif - partie 1 : échantillonnage (indice de classement : X 43-265-1).

**X 43-269** : qualité de l'air - air des lieux de travail - détermination de la concentration en nombre de fibres par microscopie optique et contraste de phase - méthode du filtre à membrane (amiante) : norme citée dans l'arrêté du 14 mai 1996.

**NF ISO 8762** : qualité de l'air - air des lieux de travail - détermination du chlorure de vinyle - méthode par tubes à charbon actif (chromatographie en phase gazeuse) (X 43-270).

**X 43-271** : qualité de l'air - air des lieux de travail - prélèvement et dosage d'aérosols basiques.

**NF X 43-273** : qualité de l'air - air des lieux de travail - détermination du bromure de méthyle - prélèvement par pompage sur charbon actif traité.

**X 43-275** : qualité de l'air - air des lieux de travail - dosage par spectrométrie d'absorption atomique (flamme) d'éléments présents dans les particules d'aérosols.

**NF EN 481** : atmosphères des lieux de travail - définition des fractions de taille pour le mesurage des particules en suspension dans l'air (indice de classement : X 43-276).

**NF EN 482** : atmosphères des lieux de travail - exigences générales concernant les performances des procédures de mesurage des agents chimiques (indice de classement : X 43-277).

**NF EN 838** : atmosphères des lieux de travail - échantillonneurs par diffusion pour la détermination des gaz et vapeurs - prescriptions et méthodes d'essai (indice de classement : X 43-278).

**NF EN 689** : atmosphères des lieux de travail - conseils pour l'évaluation de l'exposition aux agents chimiques aux fins de comparaison avec des valeurs limites et stratégie de mesurage (indice de classement : X 43-279).

**X 43-280** : air des lieux de travail - Échantillonnage passif de gaz et vapeurs.

**X 43-281** : qualité de l'air - air des lieux de travail - prélèvement et dosage par chromatographie ionique d'acides inorganiques et de leurs sels.

**NF EN 1232** : air des lieux de travail - pompes pour l'échantillonnage individuel des agents chimiques - exigences et méthodes d'essai (indice de classement : X 43282).

**NF EN 1231** : air des lieux de travail - systèmes de mesurage par tube détecteur à court terme - exigences et méthodes d'essai (indice de classement : X 43285).

**X 43-290** : qualité de l'air - air des lieux de travail - prélèvement et dosage de mélanges de vapeurs d'hydrocarbures de C6 à C12.

**NF X 43-293** : qualité de l'air - air des lieux de travail - prélèvement et dosage de diarsenic et de composés particulaires de l'arsenic.

**NF X 43-294** : air des lieux de travail - échantillonnage et analyse des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

**NF X 43-295** : air des lieux de travail - détermination par rayons X de la concentration de dépôt alvéolaire de silice cristalline - échantillonnage par dispositif à coupelle rotative.

**NF X 43-296** : air des lieux de travail - détermination par rayons X de la fraction conventionnelle alvéolaire de la silice cristalline - échantillonnage sur membrane filtrante.

**X 43-297** : air des lieux de travail - échantillonnage et dosage des polyisocyanates de diisocyanates d'héxaméthylène : biuret ou isocyanurate de l'HDI.

**X 43298** : air des lieux de travail - conseils pour la conduite d'une intervention en vue de l'évaluation de l'exposition professionnelle au risque chimique sur les lieux de travail par échantillonnage de l'air.

**X 43299** : air des lieux de travail : évaluation de la concentration massique des particules d'un aérosol, à l'aide d'un compteur optique de particules.

**X 43-308** : qualité de l'air - émission de sources fixes - détermination de la concentration en mercure (Hg) - méthode manuelle.

**X 43401** : qualité de l'air - audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels - bâtiments à usage de bureaux et locaux similaires.