

E.N.S.S.I.B
**ECOLE NATIONALE SUPERIEUR
DES SCIENCES DE L'INFORMATION
ET DES BIBLIOTHEQUES**

DPSSIB
**Diplôme Professionnel Supérieur en Sciences de l'Information et
des Bibliothèques**

Rapport de recherche bibliographique

Titre
Principaux procédés de filtration des gaz

**Préparé par
OSSMAN Abir**

**Sous la direction de
Pr.Michel OTTERBEIN et Mr.Gabriel SCHEHADEH**

Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
Département de Génie Energétique

1995

1995
DPS
BIB
3

E.N.S.S.I.B
ECOLE NATIONALE SUPERIEUR
DES SCIENCES DE L'INFORMATION
ET DES BIBLIOTHEQUES

DPSSIB
Diplôme Professionnel Supérieur en Sciences de l'Information et
des Bibliothèques

Rapport de recherche bibliographique



Titre
Principaux procédés de filtration des gaz

Préparé par
OSSMAN Abir

Sous la direction de
Pr. Michel OTTERBEIN et Mr. Gabriel SCHEHADEH

Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
Département de Génie Energétique

1995

1995
DPS
BIB
3

RESUME

Actuellement , des formes variées de media filtrants structurées ont été développées, et une nouvelle gamme techniques a été utilisée pour rigidifier les différents matériaux filtrants de manière à ce qu'ils gardent leurs surface lors du nettoyage.

Ces filtres se sont répandus dans les différentes industries telles que l'industrie pharmaceutique, semi-conducteur et l'industrie cimentière.

L'objet de la présente synthèse est à la fois la représentation des avantages dont dispose chaque filtre ainsi que son domaine d'application.

MOTS-CLES:(*)

Poussières ; Filtration ; Filtration air ; Dépoussiérage ; dépoussiéreur électrique ; Filtre air ; Salles blanches.

Abstract

Currently, varied forms of air filters were developed and a new scale of techniques were used to rigidify the different type of filters .

These filters are used in many industries as farmasotik, semi-conductor and the cement industry

The object of this synthetic work is a representation of the advantages of each filter and his application field.

KEY WORDS:(*)

Dust ; Filtration ; Air filtration ; Dust removal ; Electrostatic precipitator ; Air filter ; Clean room.

(*) Les mots-clés sont choisis du lexique PASCAL

TABLE DES MATIERES

RESUME	2
Abstract.....	2
INTRODUCTION.....	3
1 ère PARTIE : STRATEGIE DE RECHERCHE.....	4
1- RECHERCHE MANUELLE A DOC-INSA	4
1-1- Catalogue papier :.....	4
1-2- Catalogue informatisé :	4
1-3- Recherche des ouvrages :.....	5
2- RECHERCHE DES PERIODIQUES :.....	5
3- RECHERCHE SUR LES BASES DE DONNEES SUR SUPPORT CD-ROM :.....	5
4- RECHERCHE SUR LES BANQUES DE DONNEES EN LIGNE DE DIALOG :	6
CONCLUSION.....	9
2ème Partie: PROCEDES D'ILIMINATION DE POUSSIERES	10
ET LEURS DOMAINES D'APPLICATION.....	10
1- LES FILTRES A HAUTE EFFICACITE:.....	10
1-1 Les filtres HEPA (High Efficiency Particulate Air):	11
1-2 Les filtres ULPA(Ultra Low Particle Air):.....	11
2- LES FILTRES CERAMIQUES:	11
3-LES FILTRES CARTOUCHES:.....	12
3-1 Les cartouches consommables:	12
3-2 Les cartouches régénables (nettoyables):.....	12
4- LES FILTRES A LAMELLES FRITTEES:	13
5- LES SEPARATEURS CENTRIFUGES:.....	13
5-1 Cyclone classique.....	13
5-2-Element centifuges à passage axiale:.....	14
6- LES FILTRES A MANCHES:.....	14
7- SEPARATIONS ELECTROSTATIQUES:	15
7-1-Précipitateurs électrostatiques:	15

7-2-Les filtres électrostatiques:.....	16
8- LES FILTRES A JET PULSE:.....	16
9- LES FILTRES A GRANULE COMBINE:.....	17
10- LES FILTRES TAMBOURS:.....	17
11-LES LAVEURS VENTURIS:.....	17
12-LES DEPOUSSIEREURS A ANNEAUX A DECOLMATAGE MOYENNE PRESSION:.....	17
13-LES DEPOUSSIEREURS PAR VOIE HUMIDE:	17
EN GUISE DE CONCLUSION.....	19
BIBLIOGRAPHIE.....	20

INTRODUCTION

On classe les particules solides en catégories de taille décroissante, les plus petites dites insédimentables, car incapable de se déposer au sol sous l'effet de la gravitation, possédant *un diamètre inférieur à 0,1 micron*. Ce sont les plus dangereuses pour la santé humaine car elles sont susceptibles de pénétrer dans les alvéoles pulmonaires. Par ailleurs, elles contaminent les plus hautes couches atmosphériques et sont donc responsable d'une pollution globale.

Le problème des poussières est devenu une des préoccupations majeures qu'elles soient d'origine mécanique (broyage, concassage, transport de minéraux), ou d'origine chimique ou thermique (souvent submicronique), toutes ces poussières doivent faire l'objet de traitements appropriés selon différents procédés techniques en fonction d'autres critères industriels (encombrement, énergie consommée, simplicité, fiabilité, coût, etc.).

Récemment, des formes variées de média filtrants structurés ont été développé pour présenter une grande surface et donc conduire à des unités de filtration plus compacts.

Une gamme de techniques pour rigidifier les différents matériaux filtrants de telle sorte qu'ils gardent leur surface maximum même lors du nettoyage.

1 ère PARTIE : STRATEGIE DE RECHERCHE

L'élaboration de la présente recherche bibliographique s'est basée essentiellement sur trois sources d'informations différentes :

- les ressources de la bibliothèque de Doc INSA (Centre de documentation scientifique et technique de l'INSA de Lyon) ,
- la base de données PASCAL sur CD-ROM,
- les banques de données en ligne (serveur DIALOG)

1- RECHERCHE MANUELLE A DOC-INSA

La bibliothèque met à la disposition des usagers des catalogues divers.

1-1- Catalogue papier :

- alphabétique auteurs et titres,
- alphabétique matières,
- systématique selon la classification décimale universelle,
- un répertoire alphabétique de mots-clés donnant en regard l'indice de la classification décimale universelle (thésaurus).

Ces fichiers contiennent les références de tous les documents reçus à Doc-INSA avant 1989.

1-2- Catalogue informatisé :

Le système utilisé est le système LORIS qui est similaire à celui qu'on manipule à l'ENSSIB. Ce catalogue recense les documents (ouvrages, thèses, congrès) entrés dans le fonds documentaire depuis 1989 jusqu'à aujourd'hui. Quant à l'intégration des périodiques dans le catalogue informatisé est en cours de réalisation.

Etant donné que notre recherche est limitée dans le temps (de 1989 à 1994), nous avons donc utilisé le catalogue informatisé qui est déjà disponible et qui couvre les ouvrages, les thèses et les congrès. Cependant, nous avons été contraints d'utiliser le catalogue papier des périodiques.

1-3- Recherche des ouvrages :

Les critères de recherche : par sujet et par mots de titre

Les mots-clés utilisés : Filtration air, Filtre air, Dépoussiérage, Dépoussiéreur, Poussières.

La recherche avec ces mots-clés, nous a permis de constater qu'il n'existe pas d'ouvrages traitant du sujet. L'unique ouvrage obtenu fut grâce à l'utilisation du mot-clé filtration air.

2- RECHERCHE DES PERIODIQUES :

Tous les périodiques reçus dans les laboratoires de recherche de l'INSA sont également reçus au Doc INSA. Ils sont classés par ordre alphabétique du titre accompagnés d'une cote. Quant aux sommaires et les derniers numéros reçus, ils sont classés sur les présentoirs.

Le catalogue recense les titres de périodiques par domaine. Le domaine sous lequel nous avons cherché est l'ENVIRONNEMENT. Nous avons trouvé des articles qui traitent des problèmes de pollution, mais pas des solutions à ces derniers ou des procédés de filtration des gaz.

3- RECHERCHE SUR LES BASES DE DONNEES SUR SUPPORT CD-ROM :

Comme d'autres outils de recherche d'information, nous avons utilisé la base PASCAL sur CD-ROM.

Vu la nature du sujet (sujet scientifique), nous avons opté pour une recherche chronologique limitée qui couvre la période entre 1989 et 1994.

Les mots-clés utilisés sont : Filtration, Poussières, Air, Dépoussiéreur, Dépoussiérage, Particule, Dust, Dust removal.

Quant aux résultats obtenus, ils figurent ci-dessous :

Mots-clés	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Li=Filtration et Li=Air	41	42	32	33	30	32
Réponses pertinentes	2	4	4	5	7	4

Li=Filtration et Li=Dust	19	24	9	12	10	9
Réponses pertinentes	2	7	2	2	1	5
Li=filtration et Li=Poussières	12	4	3	1	3	1
Réponses pertinentes	2	2	1	0	2	1

Total des références pertinentes avant le dédoublement : 106
Total des références pertinentes après le dédoublement : 46

4- RECHERCHE SUR LES BANQUES DE DONNEES EN LIGNE DE DIALOG :

Le choix des banques de données était inspiré du répertoire des banques de données professionnelles; banques et services d'information en ligne. Paris : ADBS, 1993.

Ce répertoire contient plusieurs indexes : des banques de données par sujet, par producteur et par serveur.

Nous avons choisi : Environnement sur la base PASCAL comme base multidisciplinaire et ENVIROLINE comme base spécialisée.

4-1- Description des bases de données choisies :

* La base PASCAL :

Cette base est produite par l'Institut de l'Information Scientifique et Technique (INIST) et le Centre National de Recherche Scientifique (CNRS).

Domaines : Sciences exactes et appliquées (37%), sciences biologiques (27,5%), sciences médicales (23%), sciences de l'univers (12,5%).

Sources : Articles de périodiques français et étrangers analysés (93% des données enregistrées), rapports scientifiques, thèses, ouvrages, compte rendus de congrès.

Date de couverture : 1973 jusqu'à aujourd'hui.

Cette banque est interrogeable en français, anglais et espagnol.

** La banque ENVIROLINE :*

Cette banque est produite par R. R. BOUKER.

Domaine : Environnement (air, pollution, bruit, conditions atmosphériques, modification du climat).

Santé (alimentation, médicaments, contamination chimique et biologique, radioactivité).

Terre (ressources renouvelables et non-renouvelables, déchets, transports, faune et flore sauvage).

Nature : Références bibliographiques.

Sources : Périodiques, rapports de recherche, rapports techniques, rapports gouvernementaux, brevets, actes de congrès.

Langue : Anglais

Date couverte : 1971

4-2- Stratégie de recherche dans PASCAL et les résultats obtenus :

S1 Filtration?.....	29762
S2 Poussières.....	5102
S3 S1 and S2.....	173
S4 PY>=1989.....	2779592
S5 S3 and S4.....	18
Références pertinentes.....	8

S1 Filtre?(w)air	
S2 Poussières?	
S3 S1 and S2.....	63
S4 PY>=1989.....	2779592
S5 S3 and S4.....	15
Références pertinentes.....	4

S1 Dépoussiérage/FD and Dust removal/ED	
S2 PY>=1989	
S3 S3 AND S2.....	109
S4 Poussières.....	17644
S5 S3 and S4.....	34
Références pertinentes.....	4

4-3- Les stratégies de recherche dans ENVIROLINE et les résultats obtenus :

S1 Dust.....	2800
S2 Filtration?.....	2939
S3 S1 and S2.....	87
S4 PY>=1989.....	64509

S5 S3 and S4.....14
Références pertinentes.....7

S1 Filter?.....3400
S2 Dust.....2800
S3 S1 and S2.....**317**
S4 PY>=1989.....64508
S5 S3 and S4.....**73**
Références pertinentes.....13

Total des références pertinentes avant le dédoublement : 38.

Total des références pertinentes après le dédoublement : 16.

CONCLUSION

L'élaboration de la présente recherche bibliographique a appréhendé deux problèmes. Le premier qui se résume en l'inefficacité de la recherche manuelle qui a été sans résultats, ce qui a engendré par conséquent une perte de temps considérable. Quant au second problème, et qui contrairement au premier est relatif à la recherche en ligne. En effet, l'interrogation des bases de données multidisciplinaires à été plus efficace que celle des bases de données spécialisées.

Malgré ces contraintes citées ci-dessus, le commanditaire a formulé son entière satisfaction en ce qui concerne la nature et le volume des références recueillies.

2ème Partie: PROCÉDES D'ÉLIMINATION DE POUSSIÈRES ET LEURS DOMAINES D'APPLICATION

1- LES FILTRES À HAUTE EFFICACITÉ:

Ces filtres sont utilisés dans les salles propres dans le double objectif de retenir les petites particules et de régulariser le flux d'air.

La disposition et l'espacement des filtres à haute efficacité, et également la vitesse d'air, ont un effet sur la concentration particulière et sur la formation de zones de turbulences et de flux dans lesquels s'accumulent et migrent les particules dans les salles propres .

Les filtres à haute efficacité sont généralement fabriqués de deux façons: traditionnelle ou mini-pli.

Les deux méthodes utilisent une grande surface de filtre en papier, assemblée de façon compacte et montée dans un cadre, de telle manière qu'aucune fuite d'air non filtré ne puisse se produire.

Des dispositions et des types particuliers de filtres **HEPA** (High Efficiency Particulate Air) ou **HLEPA**(Ultra Low Particulate Air) sont nécessaires aux salles propres conçus pour l'industrie pharmaceutique ou semi-conducteurs. Cette dernière utilise des filtres **ULPA** dans les zones de fabrication des composants d'un micron ou moins, alors que les filtres **HEPA** sont suffisants pour retenir les bactéries et les particules inertes susceptibles de poser problème à l'**industrie pharmaceutique**.
(REF. 12,27,52 et 61)

1-1 Les filtres HEPA (High Efficiency Particulate Air):

Ce filtre est défini par son efficacité de rétention et son débit d'air, il est classé en fonction de son efficacité de rétention des petites particules (**en générale > 0,3 micron**) dans l'air et son efficacité minimale est de **99,97%**, cette efficacité est atteinte lorsque la vitesse de l'air dans le media filtrant est de 3 à 5 pieds/minute(1,5 à 2,5 cm/s).

Les filtres HEPA standard mesurent 0,6x0,6x0,3 m et autorisent une vitesse d'air de 0,45m/s. Cette vitesse est importante car elle détermine le pouvoir de rétention du media filtrant et lorsqu'elle s'accroît ou décroît l'efficacité du filtre varie

Les filtres HEPA sont utilisés dans deux catégories de salles propres : les salles propres conventionnelles ou à flux unidirectionnel ou ultra-propres. (**REF.48 et 61**)

1-2 Les filtres ULPA(Ultra Low Particle Air):

Les filtres ULPA ont été créés pour répondre à un besoin de filtres plus performants que les filtres HEPA dans la texture du media filtrant qui est constitué de fibres plus petites et donc efficace.

En raison de la densité supérieure de papier, la perte de charge est légèrement plus importante pour la même quantité de media filtrant et donc le filtre ULPA a une résistance à l'air supérieure à un filtre HEPA.(REF.12 et 61)

2- LES FILTRES CERAMIQUES:

La filtration rigide en céramique est utilisée pour les gaz chauds et son efficacité était assurée par l'utilisation d'une membrane recouverte de silicium carbure (sic).

Les filtres céramiques se caractérisent par une stabilité mécanique et chimique et une longue durée de vie et une faible perte de charge et une des caractéristiques la plus remarquable est la résistance à la chaleur et à la corrosion.

Les filtres en céramique ont été testé aussi pour des poussières de charbon fin de gazéification et de carbonate de calcium.

La résistance du gâteau pour la poussière de charbon semblait indépendante de la vitesse faciale et proportionnelle à la charge superficielle, tandis que la pression pour détacher le gâteau est pratiquement indépendante de la charge.

Pour le carbonate de calcium, un élargissement de la distribution granulométrique a augmenté la résistance du gâteau, mais a réduit légèrement le stress de décollage.

(REF.2,11 et 23)

3-LES FILTRES CARTOUCHES:

Il existe deux types de filtres cartouches:

3-1 Les cartouches consommables:

Les plus couramment utilisées sont constituées par un enroulement de fils de textile naturel, synthétique ou artificiel donnant une vitesse de filtration contrôlée pour des particules de **0,5 à 10 μm** .

3-2 Les cartouches régénérables (nettoyables):

Sont du type métallique:

- Soit en métaux frittés, acier inoxydable, bronze, nickel avec une filtration de **3 à 40 μm**
- Soit en toiles métalliques classiques, à tissage croisé ou reps, supportée par une armature rigide perforée, pour une filtration de **5 à 20 μm** ,
- Soit agglomérées de pierre ou de céramique avec une filtration de **1 à 200 μm**

Les filtres perdus à cartouches et à fil bobiné se caractérisent par une capacité de rétention en solide et une longue durée de vie.

Ces filtres ont été soumis à des tests d'efficacité dynamiques standards en utilisant un système décrit dans l'**ISO4572**. Les résultats du test définissent l'efficacité du filtre en fonction du rapport des particules d'une taille donnée retenus par les filtres. (REF.15 et 6)

4- LES FILTRES A LAMELLES FRITTEES:

Une des nouveautés dans la construction et dans l'évolution des équipements de filtration était l'application d'utilisation des filtres à lamelles frittées dans l'industrie du ciment, de la chaux et du plâtre. (REF.1)

5- LES SEPARATEURS CENTRIFUGES:

5-1 Cyclone classique

Un cyclone classique est constitué par un corps cylindrique prolongé vers le bas par une partie conique raccordée à un dispositif d'évacuation de poussières.

La séparation de poussières s'effectue par un mouvement en spirale plat au cours duquel s'opère la séparation de poussières.

L'efficacité d'un cylindre sera d'autant plus grande que la particule limite sera plus petite. Par exemple, pour des **poussières de masse volumique 200 kg/m³**, les appareils centrifuges travaillent avec une perte de charge de 80 à 100 mm d'eau.

On considère comme captée, toute particule, qui sous l'effet de forces mises en jeu dans ce mouvement, ne peut franchir la surface d'un cylindre fictif de diamètre égal à celui du tube de sortie. Toute particule qui franchit cette surface est entraînée par les gaz vers la sortie, car la vitesse axiale est prépondérante dans cette zone.

On définit ainsi une particule limite qui, sous l'effet de diverses forces en présence, est en équilibre sur la surface du cylindre appelé cylindre de séparation.

Le mécanisme de séparation de particules a pour moteur la force centrifuge qui s'exerce sur la particule dans son mouvement de rotation. (REF.9)

5-2-Element centrifuges à passage axiale:

Les cellules axiales se comptent des tubes centraux de sortie de gaz d'un diamètre de celui du tube extérieur.

Un fonctionnement d'une telle cellule exige l'évaluation des poussières par fonction de la partie périphérique du flux gazeux.

On peut considérer comme captées toutes les particules qui, sous l'effet de la force centrifuge, parviennent à la paroi de la cellule avant que le flux gazeux pénètre dans le tube de sortie. La particule limite captée à 100% sera donc celle qui pénétrera dans la cellule le plus près de l'axe.

Le séparateur à double tube plongeur Huwinclon est utilisé sur les séparateurs à cyclones traditionnels dans l'industrie cimentière pour des diamètres allant jusqu'à 1800 mm.

Ce séparateur se caractérise d'une économie d'énergie et d'une longue durée de vie qui amortit ses frais d'installation.(REF.9et 21)

6- LES FILTRES A MANCHES:

Les filtres à poussières les plus couramment utilisés sont formés par des toiles filtrantes cousues de façon à réaliser des surfaces cylindriques; ils sont désignés habituellement sous le nom de filtres à manches. Ces filtres peuvent être à pression ou à vide, c'est -à -dire à l'air pulsé ou à air aspiré.

L'utilisation des filtres à manches est répandue dans l'industrie métallurgique pour la filtration des gaz solides.

L'efficacité des filtres à manches dépend essentiellement des dimensions et de la nature des poussières, pour des filtres réalisés en toiles textiles suffisamment serrées et convenablement précolmatées, on retient en général la totalité des poussières dont les dimensions sont supérieures à **5 μm** , l'efficacité diminue alors progressivement avec le diamètre moyen, pour devenir faible, lorsque ce diamètre est inférieur à **1 μm** . Dans le cas de la séparation de poussières difficiles à éliminer, on réalise parfois une double filtration par passage à travers de deux filtres disposés en série, une telle pratique ne permet qu'une légère amélioration.

Le filtre à manche se caractérise d'une faible perte de charge pour assurer la fonction séparation air/poussière, d'une efficacité sans perte de charge de tissu et d'une durée de vie accrue grâce à un décolmatage en douceur.

Le nettoyage des filtres à manches s'effectue par injection d'air comprimé pulsé dans la partie propre du filtre. **(REF.3,7,16et 41)**

7- SEPARATIONS ELECTROSTATIQUES:

7-1-Précipitateurs électrostatiques:

Ce système consiste à faire passer le gaz entre les électrodes auxquelles on applique pour une distance est de 3 à 4 cm ou de 30 000 à 100 000 volts si la distance est de 15 à 30 cm . Dans ces conditions, pour autant que la perte de charge du gaz soit de l'ordre de 10 mm d'eau, la totalité des particules possèdent un diamètre supérieur à **5 ou 10 μm** précipite sur le pôle positif, on arrive à séparer de plus petites particules ou des brouillards en opérant à de plus faibles vitesses.

La collection des particules dans un précipitateur électrostatique dépend des conditions des flux dans le canal de collection.

La structure du champ de flux est gouverné par les interactions entre la phase de gaz et celle de l'air ionique.

La masse de transfert dans un précipitateur électrostatique a été fait par l'équation de diffusion de convection de particule. ce modèle prend en compte les effets de mélange de turbulent sur le transport de particules par un fluide mécanique et par les forces électrostatiques.

Les filtres fibres sont utilisés en combinaison avec la précipitation électrostatique.
(REF.6,13,28,40et 64)

7-2-Les filtres électrostatiques:

L'emploi exclusif de la couronne négative dans les électrofiltres industriels est dû au fait qu'elle permet d'obtenir des tensions de claquage beaucoup plus élevées et parce que les zones conductrices de gaz à partir desquelles le claquage a lieu ont leur origine du côté positif du champ, or le champ est beaucoup plus intense sur l'électrode positive que sur la surface opposée à l'électrode positive que sur la surface opposé à l'électrode négative.

Une méthode basée sur l'effet couronne utilisé pour contrôler le rendement des filtres électrostatiques dans l'industrie cimentière. REF.(28,29,32 et 58)

8- LES FILTRES A JET PULSE:

Ce type de filtre a été utilisé comme collecteurs des poussières fines adhésives et cohésives.

L'analyse des problèmes de collection des poussières fines est effectuée à partir d'une application d'un filtre à jet pulsé pour un système pilote EBDS(Electron-Beam Dry Scrubbing),utilisé pour éliminer le SO_2 et le $NO(x)$ dans une centrale électrique..
(REF.42et45)

9- LES FILTRES A GRANULE COMBINE:

L'application de ces filtres est faite pour le captage de la poussière d'agglomération. (REF.24)

10- LES FILTRES TAMBOURS:

Dans un bâtiment industriel, un filtre à tambour est plus performant qu'un baghouse à cause de ces caractéristiques de fonctionnement qui prouvent sa performance et son coût. (REF.17)

11-LES LAVEURS VENTURIS:

Les laveurs venturis ont été développés pour la captation de poussières submicroniques, leur efficacité est traduite par un rendement supérieur à 99% pour des particules de l'ordre de **0,2 à 0,4Um**.

Ces laveurs venturis sont utilisés aussi dans l'industrie de fonderie. (REF.51)

12-LES DEPOUSSIÈREURS A ANNEAUX A DECOLMATAGE MOYENNE PRESSION:

Le dépeussièrege d'une sablerie en fonderie est faite à l'aide d'un dépeussièreur à anneaux à décolmatage moyenne pression. (REF.14°)

13-LES DEPOUSSIÈREURS PAR VOIE HUMIDE:

On utilise le plus souvent pour capter les poussières une phase liquide dispersée, obtenue généralement par pulvérisation d'eau ou d'un autre liquide de lavage.

Cette dispersion peut être obtenue de différentes manières:

- mise sous pression du liquide et détente dans un pulvérisateur,
- parfois, pour obtenir des gouttelettes plus fines, on combine dans le pulvérisateur une pression d'air et de liquide,
- la suspension de liquide peut également être obtenue par simple effet mécanique d'un courant d'air, comme dans certains venturimètres ou dans le laveur à suspension fluo-liquide,
- la pulvérisation peut enfin être obtenue par effet électrostatique.

On peut également utiliser la vitesse des gaz sur un plan d'eau immobile pour assurer la captation des poussières par effet d'impact (laveurs par barbotage), et utiliser ou non cette masse d'eau pour la décantation des poussières. **(REF.5 et 51)**

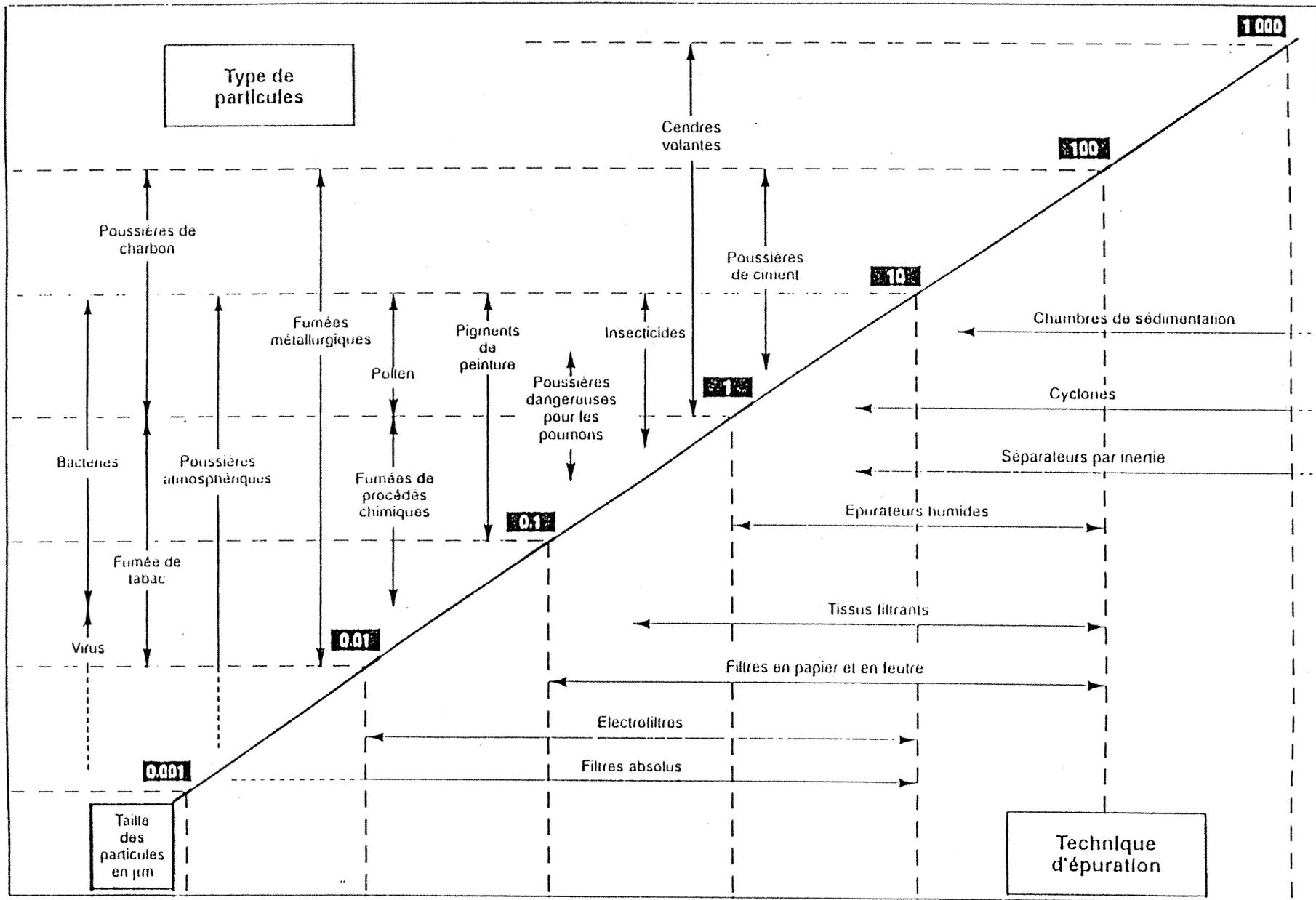
EN GUISE DE CONCLUSION

Le sujet traité est un sujet très pointu: Il touche un domaine assez nouveau lié à l'évolution technologique qui a connu notre ère actuelle. En effet les problèmes posés par les poussières ont poussé les ingénieurs de chercher des techniques d'épuration des gaz . Les objectifs de ces recherches sont d'ordre écologique et sanitaire car de nos jours la pollution atmosphérique cause énormément de problèmes essentiellement écologique. D'ou l'invention des filtres , des épurateurs, etc. afin d'éviter la pollution d'une façon générale .

On a jugé utile d'insérerà la fin de cette partie le tableau qui figure sur la page suivante et qui donne une aide aux chercheurs dans ce domaine : C'est un tableau récapitulatif du domaine d'application de quelques techniques d'épuration de gaz en fonction de la taille des particules à séparer.

C'est un tableau à double entrées avec une charnière graduée suivant la taille des particules en μm . sur l'axe horizontal, est indiquée la technique d'épuration, l'axe vertical porte les types des particules. le principe de recherche dans ce tableau consiste à identifier la nature ou le type de la poussière ou la particule. Une pojection sur la charnière nous permet de connaître la taille des particules et enfin une projection sur l'axe horizontal détermine la technique d'épuration qu'on doit adopter afin d'épurer le .

Exemple: pour filtrer les poussières de ciment qui ont ,suivant le tableau, une taille comprise entre **3 et 100 μm** on doit appliquer comme technique d'épuration les épurateurs humides qui sont considérés comme un technique idéale pour séparer ce type de poussière. par contre les séparateurs par inertie et les cyclones ne peuvent épurer que les particules de poussières de ciment de taille comprise entre **8 et 100 μm** malgré que cette poussière contient des particules inférieures à **8 μm** .



Domaine d'application de quelques techniques d'épuration de gaz en fonction de la taille des particules à séparer

BIBLIOGRAPHIE

Les références retenues dans cette bibliographie
sont rédigées selon la norme Z44-005

- (1) **ADLHOCH, H. J.** . Fortschritte bei der konstruktion und bewertung von filteranlagen. ZKG International, vol. 46, n° 5, p. 256-260.
- (2) **ALCOCK, J. R. ; RILLEEY, F.L.** . An investigation of dust particule found in a ceramic processing environment. Journal of the european ceramic society, vol. 6, n° 6, 1990, p. 339-350.
- (3) **BAERT, J; BREL, HH.** . Un atout supplementaire pour l'utilisation des filtres à manches dans l'industrie métallurgique. Fils, Tubes, Bandes, Profilés, n° 143, 1991, p. 22-23.
- (4) **BOIS, C.** . Les différentes technologies des étages de filtration à déshuilage d'air comprimé. Energie fluide, l'air industriel, n°dec., n° H.S., 1991, p. 114-115.
- (5) **BOOTH-JONES, P.A.** . Filtration of underground ventilation air by wet dustserubbing. inst mining metallurgy/engineers, 1984, p. 209 (9).
- (6) **BRUER, H. ; DANIEL, S.** . Untersuchug der staubabscheidung in einer kombination von faser-und elektrofilter. Forschung in ingeneicurw, vol.60, n° 1-2, 1994, p. 1-22.
- (7) **CHAMBERS, A. J. ; HELSTROOM, R.** . Analysis of the notion of mecanically shaken filter bags. Filtration and separation, 1993, p. 151-159.
- (8) **CHEN, CC. ; RUUSKANEN, J. ; PILACINSKI, W. ; etc.** . Filter and leak pnanetration characteristics of a dust and mist filtering facepiece. American industrial hygiene association journal, vol. 51, n° 12, 1990, p. 632-639.
- (9) **COKES, A. K.** . Undersand cyclone design. CHemical engineering, 1993, p. 51-55.

- (10) **DENYER, D.** . Effective blastcleaning pay attentio to the basics. Modern Casting, vol. 84, n° 2, 1994, p. 28-30.
- (11) **DURST, M.** . Erfahrungen mit keramischen filterelementen bei der heissgasfiltration. Brennstoff-Waerme-Kraft, vol. 42, n° 10, 1990, pp. 610-614.
- (12) **EL JARDI, A. ; CAPRON, R.** . Maîtrise et contrôle de l'empoussièremment au laboratoire. Sécurité, vol. 1, n° 5, 1993, p. 20-32.
- (13) **EYRAUD, C.** . Gas cleaning by wet electrostatic precipitation : new prospects. Filtration and Separation, vol. 30, n° 7, 1993, p. 637-639.
- (14) **FRANCE, M.** . Dépoussiérage d'une sablerie en fonderie à l'aide d'un dépoussiéreur à anneaux à decolmatage moyenne pression. Homme et fonderie, 1989, p.23-25.
- (15) **GRAFE, T. ; KELLEY, G.** . Baghouse and cartridge dust collectors : a comparaison. American Ceramic Society Bulletin, vol. 72, n° 9, 1993, p. 69-73.
- (16) **HANLY, J. ; PETCHONKA, JJ.** . Equipment selection for solid gas separation. Chemical Engineering, vol. 100, n° 7, 1993, p. 83-91.
- (17) **HARRINGTON, K.** . Fibrous particle filtration : for fibrous particle filtration, a drum filter is often better than the baghouse. Heating piping and air conditioning, vol. 65, 1993, p. 85-88.
- (18) **JAROSZCZYK, T. ; WAKE, J. ; CONNOR, M.J.** . Factors affecting the performance of engine air filters. Journal of engineering for gas turbines and powers, 1993, p. 693-699.
- (19) **KANAOKA, c. ; HIRAGI, E.** . Pressure drop of air filter with dust load. Journal of aerosol science, vol. 21, n° 1, 1990, p. 127-137.
- (20) **KEDDEMAN, E. ; OOSTERHUIJS, E.** . Tests to reduce sinter plant emmissions at hoogovens yumuidenats. Cahiers d'informations techniques de la revue de métallurgie, 1993, p. 127-133.
- (21) **KEUSCHNIGG, J.** . Ergebnisse mit einem hurriclon-flihkraftabscheider bei der entstaubung einer walzenschusselmuhle. ZKG International, vol. 46, n° 12, 1993, p. 775-777.
- (22) **KOCH, D. ; CHEUNG, W. ; SEVILLE, JPK. ; etc.** . Effect of dust properties on gas cleaning using rigid ceramic filters. Filtration an Separation, vol. 29, n° 4, 1992, p. 337-341.

- (23) **KRAMES, J. ; BUTTER, H.** . The cyclone scrubber : A high efficiency wet separator. Chemical engineering and technology, vol. 17, n° 2, 1994, p. 76-80.
- (24) **KUKLINSKIJ, VV. ; KARMAZIN, AG.** . Captage de la poussière d'agglomération dans un filtre à granulé combiné. Himiceskaja Technologija (Kiev, 1971), n° 4, 1989, p.92-94.
- (25) **LEGER, JJ.** . La filtration de l'air comprimé. Energie fluide, l'air industriel, n° dec. , n° H.S. , 1991, p. 104-109.
- (26) **LEHTIMAKI, Matti ; HEINONEN, Kimmo.** Reality of electret filters. Build Environ, Jul 4-8, 1993, p.353.
- (27) **LEMITRE, Nathalie ; RENOUX, André (dir).** Optimisation de la filtration en relation avec la quantité de l'air fourni à des salles à empoussièremment contrôlé. FRA, 1991, 148 p.
- (28) **LOFFLER, F.** . Abscheidung von feinstaub aus gasen. Chemieingenieurtchnik, vol. 60, n° 6, 1988, p. 443-452.
- (29) **MALCHER, JR.** . Filtration resistance of eletrically charged dust. Filtration and Separation, vol. 26, n° 3, 1989, p. 184-197.
- (30) **MESEROLE, Frank B.** . Contrling trace species in the utility industry. EPRIi manag Hozard air pollut : state of the art, Nov. 4-6, 1991, p.371.
- (31) **MICHAEL, K.** . Umvelttechnik ein unternehmensbereich im ILK dresden. Luft-und Kaeltechnik, 1990, p.186-187.
- (32) **MILLER, J. ; HINDERER, A. ; SCHWAB, AJ.** . Gepulste elektrofilter ZUR verbenerung der staubabscheidung. KPK-PEF, vol. 116, 1993, 82 p. .
- (33) **MONTGOMERY, D.** . Comparaison of ASHRAE dust spot and fractional aerosol efficiencies of air filters. Tappi Journal, 1994, p. 240-244.
- (34) **MURMANN, H.** . Prufverfahren luftfilterung. Tab. Technik am Bau, n° 12, 1989, p. 955-958.
- (35) **OTTNEY, TC.** Particle management for HVAC systems. ASHRAE Journal, vol. 35, n°7, 1993, p.26-34.
- (36) **PARFEL, Mark R.** . Comparaison of a wipe and a vaccum. Collection method for the determination of lead in mesidentiel dusts. Environ Res, vol. 65, n° 2, May 1994, p. 291 (11).

(37) **PULLEY, R.A. ; WALTERS, J. K.** . The collection of dust particle by falling water droplets : separation processes. Engineering research and design, vol. 70, n° A4, 1992, p. 354-360.

(38) **RAULT, J.Y.** . Contamination aéroporté : comprendre le rôle de la filtration de l'air. Revue pratique du froid et du conditionnement de l'air, n° 788, 1994, p. 22-26.

(39) **REMIL, J.** . Procédés de réduction des émissions de particules par les installations fixes. Revue générale de thermique, 1990, p. 53-63.

(40) **RIEHLE, C.** . Zutmessung und beseheibung des korngrossen-abhangigen stofftranspoetes in elektrofilter staub. Reinhaltung der luft, vol. 53, n° 10, 1993, p.383-388.

(41) **ROMELOT, P. ; LE LOUER, P. ; JONETTE, P. ; etc.** . Dépoussiérage par filtration à manches des fumées de cuisson de l'agglomération de minerai de fer. Revue de métallurgie, 1991, p. 969-977.

(42) **ROTHWELL, E.** . Changing patterns in dust filtration research. Filtration and Separation, vol. 26, n°1, 1989, p.36-41.

(43) **ROUCHER, RF. ; OKEKE, OO.** . High-gradient magnetic filtration of paramagnetic dust using woven wire matrix. Aerosol Science and Technology, vol. 12, n° 2, 1990, p. 300-311.

(44) **RURST, M.** . Erfahrungen mit keramischen filterelementen bei der heissgas filtration. Brennstoff-waerme-kraft, vol. 42, n° 10, 1990, p. 610-614.

(45) **SCHMIDT, E. ; LOEFFLER, F.** . Collection of fine adhesive and cohesive dusts with pulse-jet fabrics filters. Chemical Engineering of Technology, vol. 13, n° 6, 1990, p. 402-410.

(46) **SCHULZ, K. ; DURST, M.** . Advantages of an integrated system for hot gas filtration using rigid ceramic. Filtration and Separation, vol. 91, n° 1, 1994, p.25-28.

(47) **SIEVERT, J. ; LOFFLERS, F.** . Fabric cleaning in pulse-jet filters. Chemical engineering and processing, vol. 26, n° 2, 1989, p.179-183.

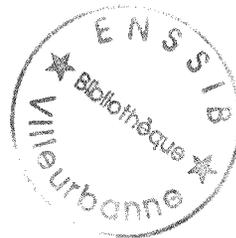
(48) **SINGH, TH.** . Introduction to HEPA filtration systems. Tappi journal, vol. 73, n° 8, 1990, p.123-125.

(49) **SMITH, TW.** . New developments in high-efficiency particulate air filtration. American Ceramic Society Bulletin, vol. 72, n° 12, 1993, p.79-84.

- (50) **STINSON, JA. ; MEYERS, MN ; JAROSZCZYK, T. ; etc.** . Temporal changes in oil and air filter performance due to dust deposition. *Filtration and Separation*, vol. 26, n° 5, 1989, p. 368-371.
- (51) **SUTTON, LR. ; BICKNELL, D.** . Wet scrubbers in the foudry industry. *Foundry management and technology*, vol. 121, n° 11, 1993, p.30-33.
- (52) **SZWEDA, R.** . Filtration in the semiconductor industry. *Filtration and Separation*, vol. 29, n° 1, 1992, p. 18-21.
- (53) *Techniques de mesure des poussières en continu. Ciments, Bétons, Plâtre, Chaux*, n° 803, 1993, p. 207-211.
- (54) **TAILLET, Joseph.** *Etude d'un séparateur de poussières. Paris : Agence Française pour la maîtrise de l'Energie*, 1990, 111 p. (Rapport)
- (55) **TURKSON, A.** . Comparaison of performance characteristics of P84 composite fabrics and other fabrics in dust collectors. *Filtration and Separation*, vol.1 , n° 1, 1990, p.20-21.
- (56) **ULFVARSON, Ulf ; BERGSTROM, Bjorn ; EKHOLM, Ulla.** Temporary effects on lung function in welders engaged in cored wire. *Occup Hygiene*, vol.1, n° 2, 1994, p.119 (8).
- (57) **UNICLIMA.** *Dépoussiérage épuration gas : guide des techniques françaises.* p. 53-57.
- (58) **VINER, AS. ; GREINER, GP. ; HOVIS, LS.** . Advanced electrostatic stimulation of fabric filtration : performance and economics. *JAPCA*, vol. 38, n° 12, 1988, p.1573-1582.
- (59) **WAKE, D. ; BROWN, RC.** . Measurements of the filtration efficiency of nuisance dust respirators against respirators against respirable and non-respirable aerosols. *Annalsof Occupatioal Hygiene*, vol. 32, n° 3, 1988, p.295-315.
- (60) **WAKE, D. ; GRAY, R.** . Assessment of the filtration efficiencyof vaccum cleaners used against cotton dust. *The Annals of Occupational Hygiene*, vol. 36, n° 1, 1992, p.35-46.
- (61) **WHYTE, W.** . *Les salles propres : maîtriser la contamination, pourquoi ? Comment ?* . Pyc éd ., 1993, p.157-176.
- (62) **WILLIAMS, C. J.** . Testing the performance of spool-wound cartaidge filters. *Filtration and Separation*, vol. 29, n° 2, 1992, p. 162-168.

(63) **ZHAO, Zhibin ; ZHANG, Guoquan.** . Investigations of the collection efficiency of an electrostatic precipitation with turbulent effects. *Aerosol Science and Technology*, vol. 20, n° 2, p.169-176.

(64) **ZHING-MING, Zha ; TARDOS, GI. ; PFEFFER, R.** . Separation of airborne dust in electrostatically enhanced fibrous filters. *Chemical Engineering Communications*, vol. 108, 1991, p. 307-332.



BIBLIOTHEQUE DE L'ENSSIB



966956D