

Table des matières

Introduction	11
Dominique THOMAS	
Chapitre 1. Généralités sur les aérosols	15
Dominique THOMAS et Augustin CHARVET	
1.1. Caractéristiques du milieu gazeux	15
1.1.1. Libre parcours moyen	16
1.1.2. Nombre de Knudsen	17
1.2. Paramètres inertiels	18
1.2.1. Force de traînée	18
1.2.1.1. Domaine continu	20
1.2.1.2. Domaine intermédiaire	21
1.2.2. Dérive dans un champ de forces	23
1.2.2.1. Champ de pesanteur	24
1.2.2.2. Champ électrique	25
1.3. Paramètre diffusionnel	28
1.4. Diamètre équivalent	29
1.4.1. Diamètre équivalent en masse, d_M	29
1.4.2. Diamètre équivalent en volume, d_V	29
1.4.3. Diamètre de mobilité électrique, d_{me}	30
1.4.4. Diamètre de Stokes, d_{St}	30
1.4.5. Diamètre aérodynamique, d_{ae}	30
1.4.6. Relation entre ces différents diamètres	31
1.4.6.1. Relation entre le diamètre aérodynamique d_{ae} et le diamètre équivalent en volume d_V	31
1.4.6.2. Relation entre le diamètre de Stokes d_{St} et le diamètre équivalent en volume d_V	31

1.4.6.3. Relation entre le diamètre de mobilité électrique d_{me} et le diamètre équivalent en volume d_V	32
1.5. Particules nanostructurées	35
1.5.1. Particules quasi-fractales	36
1.5.1.1. Dimension fractale	36
1.5.1.2. Masse volumique effective	37
1.6. Bibliographie	39
Chapitre 2. Les médias fibreux	45
Jean-Christophe APPERT-COLLIN et Dominique THOMAS	
2.1. Généralités	45
2.2. Procédés de fabrication des médias non-tissés	46
2.2.1. Formation du voile	48
2.2.1.1. Voie sèche	48
2.2.1.2. Voie humide	48
2.2.1.3. Voie aérodynamique	48
2.2.1.4. Voie fondue	48
2.2.2. Consolidation de la nappe de fibres	49
2.2.2.1. Voie mécanique	49
2.2.2.2. Voie thermique	50
2.2.2.3. Voie chimique	50
2.2.3. Traitements spéciaux	50
2.2.4. Synthèse	50
2.3. Développement de fibres « performantes »	51
2.3.1. Fibre électret	51
2.3.2. Electrofilage	52
2.3.3. Fibres spéciales	52
2.4. Caractérisation des médias fibreux	53
2.4.1. Grammage	53
2.4.2. Epaisseur	53
2.4.3. Compacité	54
2.4.4. Diamètre des fibres	55
2.5. De la nappe au filtre	56
2.5.1. Appareil de protection respiratoire	56
2.5.2. Les filtres de ventilation	57
2.5.3. Les filtres admission air moteur	59
2.6. Bibliographie	59
Chapitre 3. Perte de charge initiale d'un média fibreux	61
Nathalie BARDIN-MONNIER et Dominique THOMAS	
3.1. Perte de charge d'un média fibreux plan	61
3.1.1. Modèles de $f(\alpha)$ fondés sur la nature de l'écoulement	63
3.1.1.1. Ecoulement parallèle aux fibres	64

3.1.1.2. Ecoulement perpendiculaire aux fibres	64
3.1.1.3. Ecoulement à travers un arrangement aléatoire de fibres	65
3.1.2. Comparaison modèles/expériences	66
3.1.3. Comparaison modèles/simulation	68
3.1.4. Incidence de l'hétérogénéité des médias fibreux sur la perte de charge	71
3.2. Perte de charge d'un média fibreux plissé	74
3.2.1. Modèles expérimentaux	76
3.2.2. Modèles numériques	78
3.2.2.1. Modélisation de Raber	78
3.2.2.2. Modélisation de Yu et Goulding	79
3.2.2.3. Modélisation de Chen	80
3.2.2.4. Modélisation de Rebai	82
3.2.2.5. Modélisation de Fotovati	83
3.2.3. Cas des plis déformables	83
3.3. Bibliographie	85
Chapitre 4. Efficacité initiale d'un média fibreux	89
Dominique THOMAS	
4.1. Généralités	89
4.2. Estimation de l'efficacité	91
4.3. Efficacité unitaire de collecte	94
4.3.1. Etude de l'écoulement autour d'une fibre et d'un ensemble de fibres	95
4.3.2. Efficacité unitaire de collecte par diffusion	98
4.3.3. Efficacité unitaire de collecte par interception	100
4.3.4. Efficacité unitaire de collecte par impaction	103
4.3.5. Efficacité unitaire de collecte par effet électrostatique	107
4.3.6. Rebond des particules	110
4.3.6.1. Cas des nanoparticules	110
4.3.6.2. Cas des particules microniques	112
4.4. Efficacité globale d'un filtre à fibres	112
4.4.1. Comparaison modèles/expériences	112
4.4.2. Estimation de la MPPS et efficacité unitaire minimale	117
4.4.3. Incidence de l'hétérogénéité des médias sur l'efficacité	118
4.4.3.1. Mauvaise répartition du débit liée à l'hétérogénéité des médias	118
4.4.3.2. Incidence des fuites sur l'efficacité de collecte	121
4.5. Conclusion	123
4.6. Bibliographie	124

Chapitre 5. Filtration des aérosols solides 129

Dominique THOMAS

5.1. Généralités	129
5.2. Filtration en profondeur	132
5.2.1. Perte de charge	132
5.2.1.1. Modèle de Juda et Chrosciel	132
5.2.1.2. Extension du modèle de Davies	133
5.2.1.3. Modèle de Bergman	133
5.2.1.4. Modèle de Letourneau	134
5.2.1.5. Modèle de Kanaoka et Hiragi	136
5.2.2. Efficacité	137
5.3. Zone de transition entre la filtration en profondeur et en surface	138
5.4. Filtration en surface	141
5.4.1. Structure du dépôt	141
5.4.2. Compacité du dépôt	143
5.4.3. Perte de charge d'un dépôt de particules	147
5.5. Réduction de surface	150
5.6. Modèles complets	151
5.6.1. Modèle de Thomas	151
5.6.2. Modèle de Bourrous	154
5.7. Influence de l'humidité de l'air	156
5.7.1. Cas des particules hygroscopiques	157
5.7.2. Cas des particules non-hygroscopiques	158
5.8. Bibliographie	160

Chapitre 6. Filtration des aérosols liquides 165

Augustin CHARVET et Dominique THOMAS

6.1. Généralités	165
6.2. Colmatage par des aérosols liquides	166
6.2.1. Devenir d'un aérosol liquide dans un filtre	166
6.2.1.1. Evaporation d'un aérosol collecté dans un média filtrant	167
6.2.1.2. Drainage	168
6.2.1.3. Réentraînement	169
6.2.2. Etapes de la filtration d'un aérosol liquide	171
6.2.2.1. Etape 1 : dépôt en surface sous forme de gouttes	171
6.2.2.2. Etape 2 : coalescence et réduction de surface de collecte	172
6.2.2.3. Etape 3 : formation de ponts et de films liquides	172
6.2.2.4. Etape 4 : établissement d'un régime stationnaire	173
6.2.3. Influence des conditions opératoires	173
6.3. Modélisation du colmatage	175
6.3.1. Modélisation de l'efficacité d'un filtre en cours de colmatage	175
6.3.1.1. Modèles globaux d'efficacité	175

6.3.1.2. Modèle d'efficacité des grandes phases de colmatage	178
6.3.1.3. Modèle d'évolution temporelle de l'efficacité au cours du colmatage	179
6.3.2. Modélisation de la perte de charge d'un filtre en cours de colmatage	180
6.3.2.1. Estimation de la perte de charge finale	180
6.3.2.2. Estimation de l'évolution temporelle de la perte de charge .	181
6.4. Cas des mélanges binaires (aérosols liquides et solides)	182
6.5. Conclusion	185
6.6. Bibliographie	186
Annexe. Adhésion des particules	191
Dominique THOMAS	
Nomenclature	205
Index	213