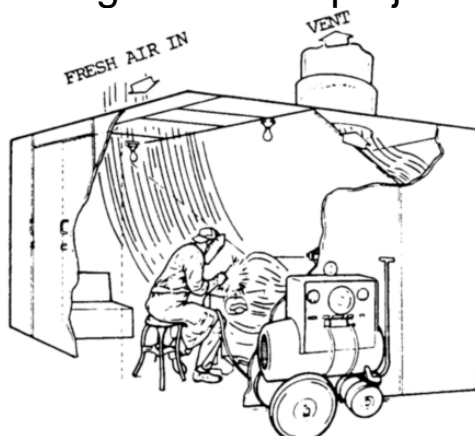


PLAN DE COURS  
M1103  
Introduction à la  
**Ventilation industrielle moderne**  
Pour hygiénistes, techniciens  
et ingénieurs de projets.



Deux jours (12 heures)  
Les 8 et 9 mars 2011

**Montréal**

Auberge Universel  
5 000 Sherbrooke Est  
Montréal, Québec, H1V 1A1  
Tel. : 514-253-3365 : 514-253-9958  
<http://auberge-universel.com>



***Beaulier Formation inc.***

410-7400 boul. Les Galeries d'Anjou  
Anjou, (Québec) H1M 3M2  
Tél. : 514 355-8001 Fax : 514-355-4159  
[www.beulierformation.qc.ca](http://www.beulierformation.qc.ca) [secretariat@beulierformation.qc.ca](mailto:secretariat@beulierformation.qc.ca)  
Agrément Emploi-Québec #54324

## CLIENTÈLE VISÉE

Tous ceux et celles qui, en usine ou dans le réseau de la santé et sécurité du travail ou encore comme consultants ont la responsabilité :

- ❖ De la santé et sécurité du travail en usine;
- ❖ Du contrôle des émissions de contaminants industriels à l'air ambiant;
- ❖ De conseiller les responsables dans les établissements industriels;
- ❖ De l'opération et maintenance des systèmes de ventilation industrielle;
- ❖ De coordonner les consultants et les installateurs en ventilation industrielle.

## OBJECTIFS

Le cours a pour objectif de rendre les participants capables:

- De décrire les principes généraux de la ventilation industrielle; De décrire l'utilisation de la ventilation pour la santé et sécurité des travailleurs; D'interpréter et appliquer les règlements pertinents à la ventilation en usine;
- D'évaluer les concepts mis en œuvre et de reconnaître les déficiences;
- De mesurer in situ l'efficacité de captage des hottes.

## PÉDAGOGIE

Un conférencier utilisant des acétates électroniques projetés, donnant des explications et dirigeant les discussions. La plus grande partie du cours est de nature pratique, appuyé par des images, des exemples et des anecdotes.

## NIVEAU DU COURS

Ce cours de niveau pratique pourra être suivi avec succès par ceux qui ont une formation scientifique ou technique ou encore une expérience pertinente en établissements.

## PROFESSEUR

### **BEAUDET, Maurice, ing.**

Ingénieur conseil et formateur spécialisé en ventilation industrielle, dépoussiérage et qualité de l'air depuis 1973.

Ingénieur principal chez Beaulier.

Expérience de 8 ans en enseignement au département de mécanique du bâtiment du Cégep Ahuntsic, deux sessions à l'École Polytechnique de Montréal et plusieurs dizaines de conférences et cours depuis par l'entremise de Beaulier Formation inc.



# TABLE DES MATIÈRES

	<b>Acétate #</b>
<b>1. Introduction</b>	
1.1. Présentation des participants et du professeur	2
1.2. Les objectifs du cours	3
1.3. Les exclusions	4
1.4. La ventilation des établissements non industriels	5
1.5. Horaire du cours	6
1.6. Les unités	7
1.7. La loi et les règles de l'art	8
1.8. Classification de la ventilation industrielle	9
1.9. Exemple – Ventilation locale et générale	10
<b>2. La réglementation</b>	
2.1. Loi québécoise - le RSST et la ventilation	11
2.2. Article 101 – Obligation de ventiler	12
2.3. Article 107 – Ventilation locale	13
2.4. Article 107 - Conditions d'application	14
2.5. Exemple de l'Annexe I – Les contaminants	15, 16
2.6. Article 108 – La recirculation – Concept et restrictions	17, 18
2.7. Article 102 – Ventilation naturelle	19
2.8. Article 103 – Ventilation mécanique	20
2.9. Article 10 3 – Annexe III Table 1 – Débits imposés	21
2.10. Article 10 3 – Annexe III Table 1 – Interprétation	22
2.11. Article 41 – Valeurs d'exposition - Dilution	23
2.12. Application de 107 et 41, 103 – Comparaisons	24
2.13. Article 49 – Limite inférieure explosive	25
2.14. Explosivité des particules en suspension dans l'air	26
2.15. Exemples de particules explosives	27
2.16. Article 123 – Contrainte thermique	28
2.17. Article 123 – Graphe d'applications	29
2.18. Article 123 – La mesure de l'indice de contrainte	30
2.19. Intensité du travail	31
2.20. Résumé du RSST et la ventilation	32
<b>3. Ventilation générale naturelle</b>	
3.1. Généralités – Forces en jeu	32
3.2. Effet du vent – Localisation des ouvertures	33
3.3. Effet d'Archimède - Aluminerie	35
3.4. Effet d'Archimède – Exemple de visualisation	36
3.5. Effet de cheminée – Illustration	37
3.6. Effet d'Archimède – Calcul et exemple de calcul	38, 39, 40
3.7. Moteur thermique – Exemple du four	41, 42, 43
3.8. Moteur thermique – Calcul	44, 45



#### 4. Ventilation générale mécanique

4.1.	Critères de conception – Écoulement - déplacement	46
4.2.	Critères de conception – Pression	47
4.3.	Efficacité de la dilution – Concept	48
4.4.	Facteur de dilution K– ACGIH – Tableau des valeurs	49
4.5.	Efficacité de dilution E – Expérience Japon – Tableau de valeurs	50
4.6.	Critère de conception – Extracteurs au toit	51
4.7.	Débit de dilution – Calcul	52, 53
4.8.	Dilution – Équilibre – Concept	54
4.9.	Croissance de la concentration – Calcul	55, 56
4.10.	Décroissance de la concentration – Calcul	57, 58, 59
4.11.	Taux d'évaporation sur bassin ouvert – Calcul	60, 61
4.12.	Dilution – Protection explosion - Calcul	62, 63

#### 5. La diffusion en ventilation industrielle

5.1.	Exemple d'un atelier de confection	64
5.2.	Le diffuseur multi-jets commercial	65
5.3.	Le jet d'air – Critères de conception	66
5.4.	L'effet Coanda	67, 68
5.5.	Calcul du diffuseur multi-jets	69, 70, 71

#### 6. Ventilation locale

6.1.	Objectif de la ventilation locale	72
6.2.	Avantages	73
6.3.	Contaminants visés – Dimensions aérodynamiques	74
6.4.	Tableau de classification des contaminants	75
6.5.	Les poussières – Définition	76
6.6.	Les fumées – Définition	77
6.7.	Les brouillards – Définition	78
6.8.	Les vapeurs et les gaz – Définitions	79
6.9.	Sources ponctuelles vs diffuses	80
6.10.	Sources localisées	81
6.11.	Composantes d'un système de ventilation locale	82, 83
6.12.	Hottes – Les trois types	84
6.13.	Hottes enveloppante - Concept	85
6.14.	Vitesse de captage – Tableau de valeurs recommandées	86
6.15.	Hotte enceintes – Exemples	87
6.16.	Jets d'air dans hotte enveloppantes	88, 89
6.17.	Positions optimales du travailleur dans une enceinte	90, 91
6.18.	Hottes réceptrices	92
6.19.	Hottes réceptrices sur procédé chaud	93 à 97
6.20.	Hottes inductrices – Concept général	98
6.21.	Hottes inductrices - Exemples conceptuels	99, 100
6.22.	Hottes inductrices – Expérience de Della-Vale	101
6.23.	Hottes inductrices – Paramètres	102



6.24.	Hottes inductrices – Relations entre les paramètres	103, 104
6.25.	Hottes inductrices – Critères de conception - grande et proche	105, 106
6.26.	Hottes inductrices – Valeurs des vitesses de captage	107
6.27.	Hottes inductrices – Modèles mathématiques empiriques	108, 109
6.28.	Hottes inductrices – Exemple de calcul	110

## 7. Hotte avec rideaux d'air

7.1.	Concept général	111
7.2.	Critères de conception – sans et avec effet Coanda	112, 113
7.3.	Exemple de calcul	114

## 8. Courants d'air

8.1.	L'effet des courants d'air sur l'efficacité des hottes	115 à 118
------	--------------------------------------------------------	-----------

## 9. Règles de conception

9.1.	Règles de conception des hottes	119 à 123
------	---------------------------------	-----------

## 10. Les conduits du réseau

10.1.	Distribution d'air – Équilibrage	124
10.2.	Routage optimao	125
10.3.	Matériaux	126
10.4.	Géométrie de section	127
10.5.	Pression de conception	128
10.6.	Vitesse de transport des contaminants	129
10.7.	Vitesse – Dimensionnement - Exemple de calcul	130

## 11. Les épurateurs

11.1.	Quand faut-il épurer ?	131
11.2.	Les principaux types et leur application	132
11.3.	La chambre de sédimentation	133
11.4.	Le cyclone	134
11.5.	Le dépoussiéreur (à couche filtrante sèche)	135 à 142
11.6.	Précipitation électrostatique	143, 144
11.7.	Le séparateur à voie humide	145
11.8.	L'absorbeur	146
11.9.	L'adsorbeur	147 à 149
11.10.	L'incinérateur	150 à 154

## 12. La dispersion atmosphérique

12.1.	Généralités	155
12.2.	Règlements et critères	156
12.3.	Les vortex causés par le vent sur le bâtiment	157
12.4.	L'évolution du panache par vent critique	158
12.5.	La concentration au sol du panache	159
12.6.	Problématique du cône de dilution	160
12.7.	Hauteur de la cheminée – Projection verticale du panache	161



12.8.	Exemple de calcul	162
<b>13. Les ventilateurs</b>		
13.1.	Familles de ventilateurs	163
<b>14. Les ventilateurs axiaux</b>		
14.1.	Ventilateurs axiaux	164 à 167
<b>15. Les ventilateurs centrifuges</b>		
15.1.	Nomenclature	168
15.2.	Courbes types	169
15.3.	Classes de robustesse	170
15.4.	Pales aérodynamiques	171
15.5.	Pales courbées vers l'arrière	172
15.6.	Pales penchées vers l'arrière	173
15.7.	Pales inclinées à bords radiaux	174
15.8.	Pales radiales	175
15.9.	Pales courbées vers l'avant (cage écureuil)	176
<b>16. Sélection et dimensionnement des ventilateur</b>		
16.1.	Ventilateurs – Arborescence de sélection	177
16.2.	Dimensionnement – Critères	178
<b>17. Perte de charge du réseau</b>		
17.1.	Définition des grandeurs de base	179
17.2.	Évolution des grandeurs dans un réseau	180
17.3.	Méthodes de calculs	181 à 188
17.4.	Une incongruité Nord-Américaine - La "fan static pressure"	189
<b>18. Ventilateurs centrifuges – applications</b>		
18.1.	Le dimensionnement - Catalogues et courbes	190 à 192
18.2.	Le pompage	193
18.3.	Effet de la température de l'air	194, 195
18.4.	Construction anti étincelante	196
18.5.	Les montages (Arrangements)	197
18.6.	Position du moteur	198
18.7.	Position du ventilateur dans le réseau	199
18.8.	Lois des ventilateurs	200 à 206
18.9.	Calcul du diamètre des poulies	207
18.10.	Exemple de sélection et dimensionnement	208 à 220
<b>19. L'effet d'insertion</b>		
19.1.	Introduction - description	221 à 225
19.2.	Solutions – Tenir compte lors de la sélection du ventilateur	226
19.3.	Solutions – L'éviter par de bons raccordements	227
19.4.	Solutions – L'éviter par une boîte d'entrée	228



**20. L'inconfort thermique industriel**

20.1.	Mesure de l'inconfort thermique – MOSHER	229
20.2.	Stratégies de réduction	220, 233

**21. Le confort thermique non industriel**

21.1.	Le confort et l'équilibre thermique	234
21.2.	Les intrants du confort humain	235
21.3.	Les causes de l'inconfort	236
21.4.	La turbulence de l'air – Définition	237
21.5.	Le courant d'air – Expérience Française	238
21.6.	La chasse aux courants d'air	239 à 246
21.7.	La variation de la température des surfaces environnantes	247
21.8.	La variation de la température de l'air ambiant	248, 249

**22. Entretien et maintenance**

22.1.	Nettoyage des conduits	250
-------	------------------------	-----

**HORAIRE****Jour 1**

07 h 45	Distribution du matériel (Café, jus, viennoiseries)
08 h 00	Introduction
10 h 00	Pause (Café et jus)
10 h 30	Cours
<b>11 h 45</b>	<b>Dîner</b>
13 h 15	Cours
14 h 30	Pause (café, jus)
15 h 00	Cours
16 h 30	Ajournement

**Jour 2**

07 h 45	Café, jule, viennoiseries)
08 h 00	Cours
10 h 00	Pause (Café et jus)
10 h 30	Cours
<b>11 h 45</b>	<b>Dîner</b>
13 h 15	Cours
14 h 30	Pause (café, jus)
15 h 00	Cours
16 h 00	Évaluation du cours
16 h 30	Fin du cours



## **MATÉRIEL FOURNI PAR BEAULIER FORMATION INC.**

Notes de cours dans un cahier boudiné, en français, reproduisant toutes les images, les graphiques, les tableaux comparatifs, les exemples de calculs, les listes de critères, etc., utilisés par le professeur.

Les annexes dans un deuxième cahier boudiné.

## **MATÉRIEL FOURNI PAR LE PARTICIPANT**

Les participants devront avoir avec eux: crayons, effaces, règles, etc., nécessaires pour prendre des notes et une calculatrice.

## **CERTIFICAT DE PARTICIPATION**

Beaulier Formation émettra aux participants présents, à la fin du cours, un certificat de participation énonçant le sujet et le nombre d'heures suivies qui donne droit théoriquement à 1 crédit de formation continue par 10 heures de cours.

## **LOI - FORMATION DE LA MAIN-D'ŒUVRE**

Beaulier Formation inc. est agréé par Emploi-Québec #54324 et émet le formulaire du Conseil du trésor du Québec CO-1029.8.33 ATTESTATION DE PARTICIPATION À UNE ACTIVITÉ DE FORMATION qui certifie que les frais encourus pour la formation sont admissibles selon la loi de la formation de la main-d'œuvre.

## **FRAIS DE SÉJOUR**

Les frais de gîte, de couvert et de transport sont aux frais du participant.

## **TENU DU COURS**

À la date de fermeture, si la participation est insuffisante, le cours sera annulé et les montants reçus seront remboursés.

## **PAIEMENT ET REMBOURSEMENT**

Les frais de cours sont payables au plus tard, lors de l'inscription le premier matin.

Vous pourrez annuler sans frais votre inscription jusqu'à cinq jours ouvrables avant le début du cours, après cette date limite, des frais de 50\$ vous seront retenus ou facturés selon le cas. Ceux qui n'ont pas annulé et ne se présentent pas, seront facturés le plein montant. Pour ce faire vous appelez au Secrétariat de Beaulier formation au 514-355-8001 ou par courriel à [secretariat@beaulierformation.qc.ca](mailto:secretariat@beaulierformation.qc.ca)

## **RÉSERVATIONS ET INSCRIPTIONS**

L'inscription et le paiement peuvent être faits en ligne à [www.spg.qc.ca/activites.aspx](http://www.spg.qc.ca/activites.aspx) ou bien par fax à 514-355-4159 ou par courriel à [secretariat@beaulierformation.qc.ca](mailto:secretariat@beaulierformation.qc.ca)  
Les réservations sont prises sur la base du premier arrivé, premier servi.

