



**OFPPT**

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle  
et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

## FROID ET GÉNIE THERMIQUE

RÉSUMÉ THÉORIQUE

&

GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

Module n°

*AÉRAULIQUE*

Spécialité :

*THERMIQUE INDUSTRIELLE*

Niveau :

*TECHNICIEN SPÉCIALISÉ*

DECEMBRE 2004





**ISTA.ma**  
**Un portail au service**  
**de la formation professionnelle**

### **Le Portail <http://www.ista.ma>**

Que vous soyez étudiants, stagiaires, professionnels de terrain, formateurs, ou que vous soyez tout simplement intéressé(e) par les questions relatives aux formations professionnelles, aux métiers, <http://www.ista.ma> vous propose un contenu mis à jour en permanence et richement illustré avec un suivi quotidien de l'actualité, et une variété de ressources documentaires, de supports de formation, et de documents en ligne ( supports de cours, mémoires, exposés, rapports de stage ... ) .

Le site propose aussi une multitude de conseils et des renseignements très utiles sur tout ce qui concerne la recherche d'un emploi ou d'un stage : offres d'emploi, offres de stage, comment rédiger sa lettre de motivation, comment faire son CV, comment se préparer à l'entretien d'embauche, etc.

Les forums <http://forum.ista.ma> sont mis à votre disposition, pour faire part de vos expériences, réagir à l'actualité, poser des questionnements, susciter des réponses. N'hésitez pas à interagir avec tout ceci et à apporter votre pierre à l'édifice.

### **Notre Concept**

Le portail <http://www.ista.ma> est basé sur un concept de gratuité intégrale du contenu & un modèle collaboratif qui favorise la culture d'échange et le sens du partage entre les membres de la communauté ista.

### **Notre Mission**

Diffusion du savoir & capitalisation des expériences.

### **Notre Devise**

Partageons notre savoir

### **Notre Ambition**

Devenir la plate-forme leader dans le domaine de la Formation Professionnelle.

### **Notre Défi**

Convaincre de plus en plus de personnes pour rejoindre notre communauté et accepter de partager leur savoir avec les autres membres.

### **Web Project Manager**

- Badr FERRASSI : <http://www.ferrassi.com>

- contactez : [admin@ista.ma](mailto:admin@ista.ma)

## REMERCIEMENTS

*La DRIF remercie les personnes qui ont participé ou permis l'élaboration de ce Module de formation.*

**Pour la supervision :**

*M. GHRAIRI Rachid*  
*Thermique*

*Directeur du CDC Froid et Génie*

*M. BOUJNANE Mohamed*

*Chef du pôle Froid et Génie Thermique*

**Pour l'élaboration**

*M. BESSE Jacques*

*Formateur au G.E.F.En*

**Pour la validation :**

*Les utilisateurs de ce document sont invités à  
communiquer à la DRIF toutes les remarques et  
suggestions afin de les prendre en considération pour  
l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.*

**MR. SAID SLAOUI**  
**DRIF**

Document supervisé par le G.E.F.En

**Les matériaux**

Les réseaux de distributions d'air sont réalisées :

- couramment en tôle d'acier galvanisée
- en panneau de laine de verre rigide recouvert d'aluminium
- en tôle d'acier inoxydable
- en matériau de maçonnerie (plâtre, ciment...).

Les conduits rectangulaires sont des conduits rigides et sont obtenus par pliage.

Ils sont assemblés par des cornières et contre cadres.

Les conduits circulaires sont obtenus par agrafage de tôle pour les conduits rigides.

Pour raccorder les diffuseurs d'air, les conduits circulaires peuvent être flexibles.

Ils sont assemblés par emboîtement ou par des raccords.

Les fixations sont des vis auto perçantes ou des rivets.

**Les accessoires**

On installera :

- des trappes de visite pour l'inspection et le nettoyage du réseau
- des joints ou des bandes adhésives pour l'étanchéité du réseau
- des manchettes souples pour le raccordement du caisson du ventilateur
- des clapets coupe- feu pour respecter le degré coupe feu de la paroi traversée.

On pourra isoler thermiquement les conduits en utilisant de la laine de verre.

L'isolation limite les pertes thermiques des conduits ainsi que la condensation sur les parois des conduits transportant l'air froid.

On isolera les conduits transportant l'air neuf à l'intérieur des locaux.

Pour limiter la propagation du son à l'intérieur des conduits, on pourra poser un calorifuge interne au conduit.

**Dimensionnement des conduits**

Les critères de choix des conduits

Pour des sections identiques, les conduits rectangulaires s'intègrent plus facilement que les conduits circulaires dans un espace limité.

On choisira de préférence des conduits rectangulaires et circulaires de dimensions standards

Diamètres des conduits circulaires série recommandée												
63	80	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250

La section du conduit dépend :

- du débit d'air
- de la vitesse maximale recommandée pour limiter le bruit dans les réseaux.

$$S[m^2] = \frac{q_v[m^3/s]}{V[m/s]}$$

On déduira les dimensions du conduit rectangulaire ou circulaire.

**VITESSES MAXIMALES RECOMMANDEES DANS LES CONDUITS DE  
DISTRIBUTION D'AIR**

Types d'installation	Installation basse pression						Installation haute pression	
Application	Habitations		Bureaux		Commerces		Inducteurs	
	Théâtres		Hôpitaux		Restaurants		Double gainé	
	Salles de		Bâtiments		Industries		Longues	
	Vitesses dans les conduits en m/s							
	Norma	Maxi	Norma	Maxi	Norma	Maxi	Norma	Maxi
Conduit principal	4	6	6	8	7,5	11	12 - 18	30
Conduit montant	3,5	5,5	5	7	6,5	10	11 - 16	25
Conduit de distribution	3	5	4	6,5	5	9	10 - 15	22

**Calcul des pertes de charge**  
***Pertes de charge linéaires***

Conduits métalliques lisses circulaires (diamètres normalisés)  
La perte de charge unitaire "j" est donnée par un diagramme, en fonction du débit et selon le diamètre du conduit.

Conduits métalliques lisses de section rectangulaire  
On détermine au préalable le diamètre équivalent à la section rectangulaire  
a x b :

$$\phi_{eq} = 1,265 \cdot \left( \frac{a^3 \cdot b^3}{a+b} \right)^{0,2}$$

La perte de charge recherchée est celle du conduit circulaire de diamètre  $\Phi_{eq}$  pour le débit prévu.

Autres types de conduits

On déterminera les pertes de charge conformément aux caractéristiques du matériau fournies par le fabricant.

**Pertes de charge singulières**

Les pertes de charge singulières, en aéraulique, ne peuvent absolument pas être négligées, ni même estimées facilement par un quelconque ratio. Leur calcul doit donc être mené avec un soin particulier.

**Pertes de charge des pièces de raccordement**

Ces pertes de charge sont habituellement calculées à l'aide du coefficient " " (zêta).

Chaque singularité se voit affecter un coefficient, la perte de charge se calcule alors par

$$PdC = \zeta \times \rho \times \frac{\rho v^2}{2} \text{ en [Pa]}$$

La masse volumique de l'air à 20 °C est de l'ordre de 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

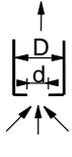
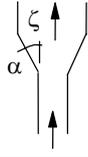
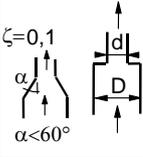
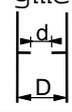
Les valeurs des coefficients sont rassemblées dans des documents spécialisés. Ces documents doivent préciser en cas d'ambiguïté, le mode de détermination de la vitesse v à appliquer à la formule de calcul de la perte de charge.

**Autres pertes de charge singulières**

Pour déterminer les pertes de charge des éléments tels que filtres, batteries, volets, ..., on se reportera aux catalogues des constructeurs.

Les pertes de charge varient comme le carré du débit (ou de la vitesse).

Gaines à section circulaire (diamètre=D)											
	R/ 0,5 0,75 1,0	0,9 0,45 0,35		R/ 0,5 0,75 1,0	1,3 0,8 0,5		R/ 0,5 0,75 1,0	1,1 0,6 0,4		15° 30° 45°	0,1 0,2 0,5
	15° 30° 45°	0,1 0,3 0,5		R/ 0,5 0,75 1,0	2 1,3 0,9 0,8		R/ 0,5 0,75 1,0	2 1,2 0,6 0,4		15° 30° 45°	0,1 0,3 0,7
	15° 30° 45°	1,4 1,4		0° 15° 30° 45°	0,9 0,5 0,3		R/ 0,2 0,5 0,8	0,2 0,1 0,05		d/ 0,1 0,2 0,4	2,5 2,5 2,5

	0,1 0,2 0,4	1,0 0,9 0,7		5° 10° 15° 30°	0,15 0,25 0,4		0,1 0,2 0,4	0,6 0,5 0,4	diaphragme 	1,0 0,9 0,8 0,7 0,6	0,1 1,2 5,8
---	-------------------	-------------------	---	-------------------------	---------------------	---	-------------------	-------------------	---	---------------------------------	-------------------

Gaines à section rectangulaire (b=largeur ; a= hauteur)											
	b/a	0,25	0,5	1,0	4,0		C/a	0,25	0,5		R/a
	0	1,3	1,5	1,5	1,4		0,5	0,4	0,5		0,2
	0,5	1,3	1,1	1,0	1,0		0,75	0,25	0,3		0,4
	0,75	0,6	0,5	0,4	0,4		1,0	0,2	0,2		0,6
	15°	0,1	$\zeta_1 = 0$		2	R/a	2	$\zeta_2$		2	
	30°	0,3	15°	0,1	0,5	0,1	0,5	1,0	15°	0,1	
	45°	0,7	30°	0,3	0,75	0,3	0,75	0,5	30°	0,3	
			45°	0,5	1,0	0,5	1,0	0,25	45°	0,7	
$\zeta = 0,15$ $\alpha < 14^\circ$	$\zeta = 1,3$		$\zeta$		15°	0,5	$\zeta = 1,4$		$\zeta = 1$		
	$\zeta = 0,7$				30°	0,3	$\zeta = 1,4$		$\zeta = 1$		
					45°	0,3	$\zeta = 1,4$		$\zeta = 1$		
					60°	0,5	$\zeta = 1,4$		$\zeta = 1$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				30°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
$\zeta = 0,1$ $\alpha < 60^\circ$	$\zeta$		$\zeta$		5°	0,15	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				10°	0,25	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		
	$\zeta$				15°	0,4	$\zeta = 0,1$		$\zeta$		

Tableau 9.5 - Tables de coefficients dzeta ( ) - Source COSTIC / SOFICA

Perte de charge des conduits métalliques circulaires normalisées

