

Exercice 1 Ventilation naturelle sans conduit

On considère un bâtiment ventilé de manière naturelle (voir figure suivante). Le but de cet exercice est de déterminer le débit de ventilation au travers de l'ouverture située au RDC et caractérisée par les nœuds de pression P1 et P2. On suppose que toutes les autres ouvertures en façade sont fermées.

Hypothèses :

- on suppose que le vent est constant et égal à 4 m/s sur toute la hauteur de la façade
- la température extérieure est constante et égale à $\theta_0 = 10^\circ\text{C}$
- la température intérieure est constante et égale à $\theta_i = 20^\circ\text{C}$

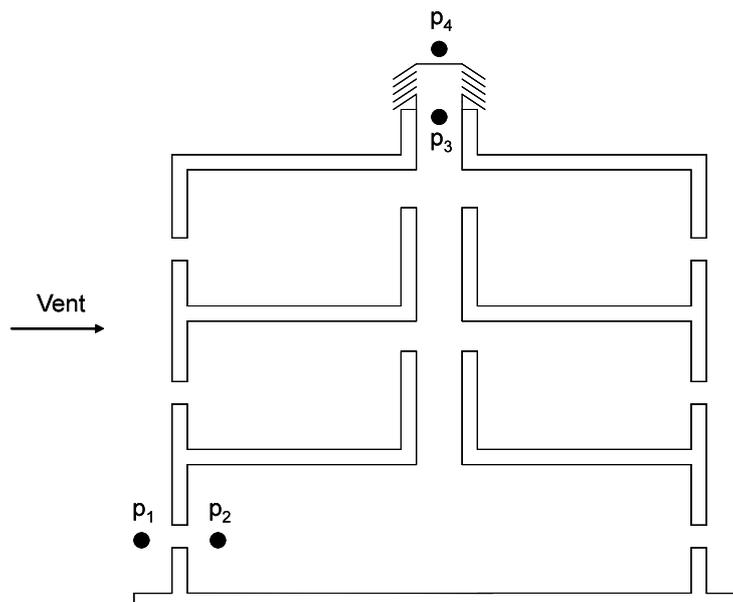
a) En supposant que l'air sort du bâtiment à la température intérieure déterminer l'écart de pression ΔP_t entre les nœuds P1 et P4 dû à la poussée thermique. On rappelle que $\Delta P_t = (\rho_0 - \rho_i) \cdot g \cdot \Delta z$

On donne : $\rho_0 = 1,247 \text{ kg/m}^3$, $\rho_i = 1,205 \text{ kg/m}^3$, $\Delta z = 10 \text{ m}$ et $g = 9,81$.

b) Le bâtiment étant soumis à un vent constant et homogène déterminer l'écart de pression ΔP_v entre les nœuds P1 et P4 dû aux effets du vent. On rappelle que la pression due au vent en un point de la façade est déterminée par : $P_v = C_p \cdot \rho_0 \cdot \frac{V^2}{2}$ avec C_p le coefficient de pression et V la vitesse du vent au point considéré.

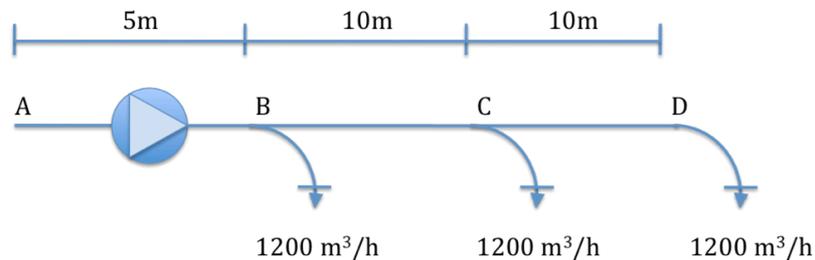
On donne : C_p à l'entrée : 0,5 ; C_p à l'extraction : -0,6 ; $V = 4 \text{ m/s}$.

c) En considérant que les deux ouvertures peuvent être caractérisées par la loi de comportement suivante $Q_v = C \cdot \sqrt{\Delta P}$ (avec $C=0,01 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Pa}^{0,5}$ pour l'entrée et $C=0,015 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Pa}^{0,5}$ pour l'extracteur) et que la totalité des forces motrices ($\Delta P_t + \Delta P_v$) est dissipée par les seules pertes de charges induites par les deux ouvertures, déterminer le débit traversant l'ouverture.



Exercice 2 Dimensionnement d'un réseau aéraulique

On se propose de dimensionner une gaine (cf. schéma ci-dessous) transportant un débit total de $3600 \text{ m}^3/\text{h}$, réparti également entre trois bouches. Ce réseau devra bien sur assurer les débits de soufflage souhaités.

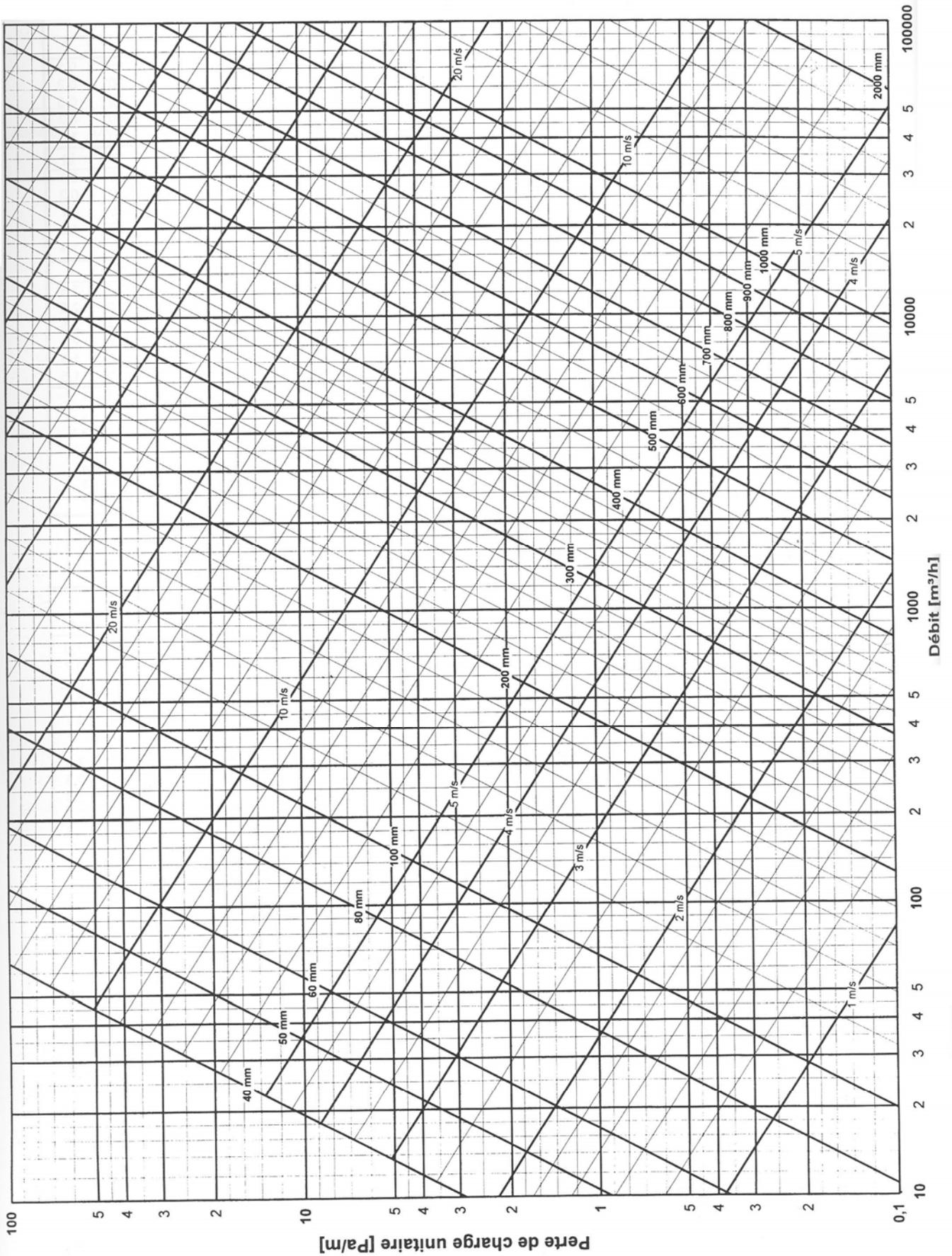


a) Méthode du choix de la vitesse

- Dimensionner la gaine en conservant une vitesse moyenne de 5 m/s sur toute la longueur.
- Déterminer les pertes de charges linéaires de chaque tronçon
- Déterminer les pertes de charges singulières aux points B et C (changement de diamètre)
- Déterminer les pertes de charge totale dans l'installation
- Equilibrer le réseau

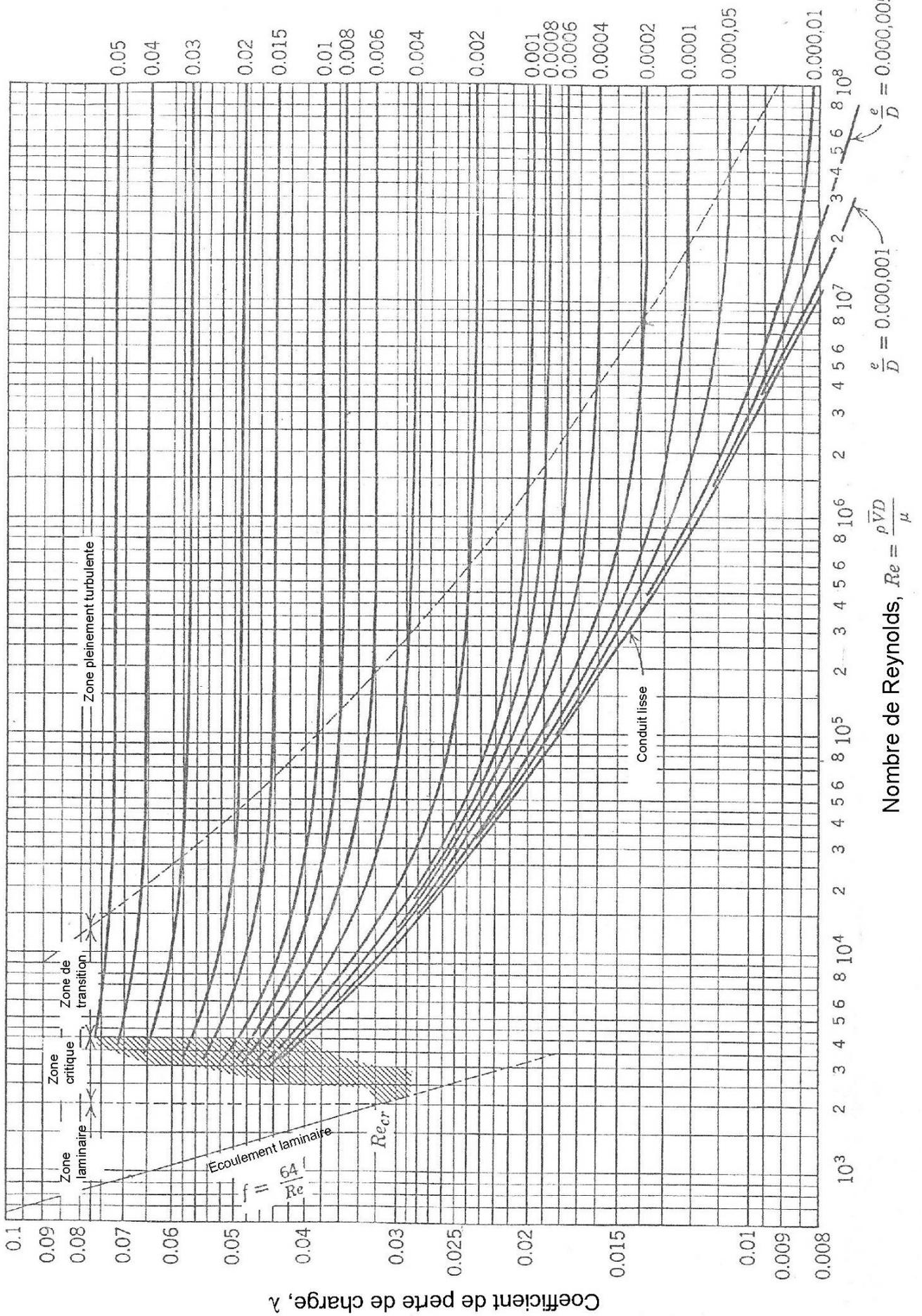
b) Méthode du choix de la perte de charge

- Cette méthode est la plus utilisée pour dimensionner les réseaux aérauliques. Son principe consiste à conserver la même perte de charge linéaire pour l'ensemble du réseau.
- Déterminer la perte de charge linéaire dans le tronçon principal pour une vitesse de 5 m/s
 - Dimensionner les autres tronçons
 - Déterminer les pertes de charges
 - Equilibrer le réseau



Annexe 1 : Diagramme des pertes de charge pour l'air dans les conduits métalliques circulaires pour une température de 20 °C.

Rugosité relative, ϵ/D

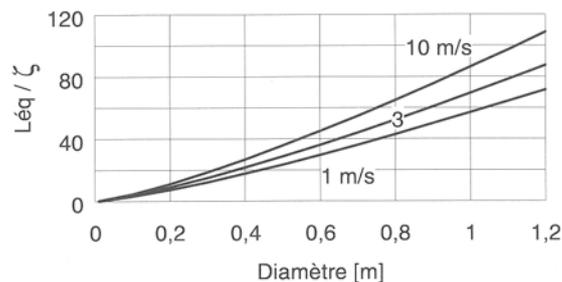


Annexe 2 : Diagramme de Moody

Conduits à section rectangulaire (b = largeur ; a = hauteur)														
	b/a	0,25	0,5	1,0	4,0		C/a	0,25	0,5		S2/S1	ζ		
	R/a	0,25	0,5	1,0	4,0		R/a	0,25	0,5		0,1	1,0		
	0	1,3	1,5	1,5	1,4		0,5	0,4	0,5		0,2	0,7		
	0,5	1,3	1,1	1,0	1,0		0,75	0,25	0,3		0,4	0,4		
	0,75	0,6	0,5	0,4	0,4		1,0	0,2	0,2		0,6	0,2		
1,0	0,4	0,3	0,25	0,2	2,0	0,1	0,1	0,8	0,1					
1,5	0,2	0,15	0,1	0,1										
	α	ζ_2		α	ζ		R/D	ζ_2		S1	S2	ζ		
	15°	0,1		15°	0,1		0,5	1,0		0,0	2,5			
	30°	0,3		30°	0,3		0,75	0,5		0,2	2,5			
	45°	0,5		45°	0,7		1,0	0,25		0,4	2,3			
	60°	0,7		60°	1,0		1,5	0,15		0,6	2,0			
90°	1,3		90°	1,4	2,0	0,1	0,8	1,6						
	15°	0,1		15°	0,5		Voir coudes				ζ	ζ		
	30°	0,3		30°	0,3								0,1	0,6
	45°	0,7		45°	0,3								0,2	0,45
	60°	1,0		60°	0,5								0,4	0,3
	90°	1,4		90°	0,7								0,6	0,2
	α	$\zeta = 1,3$	α	ζ		R/a	ζ	diaphragme		1	0			
	$\alpha < 14^\circ$	$\zeta = 0,7$	5°	0,15		0,2	1,0	0,9	0,1					
			10°	0,25		0,4	0,8	0,8						
			15°	0,4		0,6	0,9	0,7	1					
			30°	0,8		0,6	0,9	0,6	2					
		45°	0,9	0,5	1,1	0,5	3							
		60°	1,0	0,2	1,2	0,4	8							

Conduits à section circulaire (diamètre = D)												
	R/D	ζ		R/D	ζ		R/D	ζ		α	ζ	
	0,5	0,9		0,5	1,3		0,5	1,1		15°	0,1	
	0,75	0,45		0,75	0,8		0,75	0,6		30°	0,2	
	1,0	0,35		1,0	0,5		1,0	0,4		45°	0,5	
	1,5	0,25		1,5	0,3		1,5	0,25		60°	0,7	
2,0	0,2	2,0	0,25	2,0	0,2	2,0	0,2	90°	1,3			
	α	ζ_2		R/D	ζ_2		R/D	ζ_2		α	ζ_2	
	15°	0,1		0,5	1,3		0,5	1,2		15°	0,1	
	30°	0,3		0,75	0,9		0,75	0,6		30°	0,3	
	45°	0,5		1,0	0,8		1,0	0,4		45°	0,7	
	60°	0,7		1,5	0,6		1,5	0,25		60°	1,0	
90°	1,3	2,0	0,5	2,0	0,2	2,0	0,2	90°	1,4			
	$\zeta = 1,4$	$\zeta = 0,9$		α	ζ		R/D	ζ		d/D	ζ	
	$\zeta = 1,4$	$\zeta = 0,5$		0°	0,9		0,2	0,2		0,1	2,5	
				15°	0,5		0,5	0,1		0,2	2,5	
				30°	0,3		0,8	0,05		0,4	2,5	
				45°	0,3		0,6	0,25		0,6	2,3	
		60°	0,4	0,4	0,8	0,2	1,9					
		90°	0,5	0,2	0,9	0,2	1,5					
	d/D	ζ		α	ζ		d/D	ζ	diaphragme		d/D	ζ
	0,1	1,0		5°	0,15		0,1	0,6	1	0		
	0,2	0,9		10°	0,25		0,2	0,5	0,9	0,1		
	0,4	0,7		15°	0,4		0,4	0,4	0,8	1		
	0,6	0,4		30°	0,8		0,6	0,3	0,7	5		
0,8	0,2	45°	0,9	0,8	0,2	0,6	8					
		90°	1,0	0,2	0,8	0,2	0,6					

Annexe 3 : Tables de coefficients zeta (ζ).



Annexe 4 : Rapport L_{eq} / ζ pour une perte de charge singulière.