

Essai CFD avril 2013

FLUENT 12.0

Donnée d'entrer : $V = V_0 * (z/z_0)^\alpha$ Équation 01

Dont : V est la vitesse du vent d'entrer à l'hauteur de z, présume que la vitesse annuelle moyenne $V_0 = 3 \text{ m/s}$ à l'hauteur $z_0 = 10 \text{ m}$, et la longueur de rugosité de cette ville $\alpha = 0.4 \text{ m}$ (grande ville avec des tours)

Modèle de turbulence : $k - \epsilon$ réalisé

Champ du vent : une demi-sphère dont rayon $r = 300\text{-}350 \text{ m}$ (Figure 01, 02)

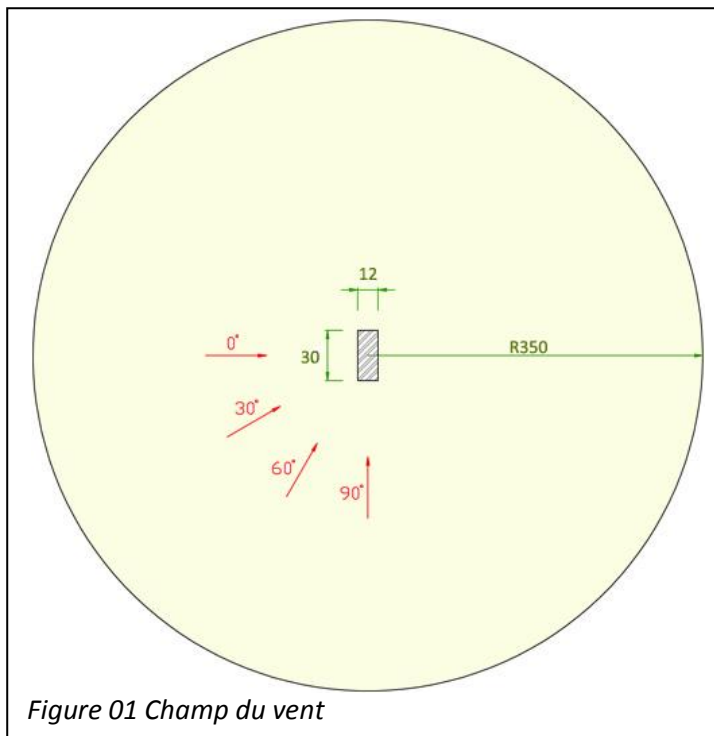


Figure 01 Champ du vent

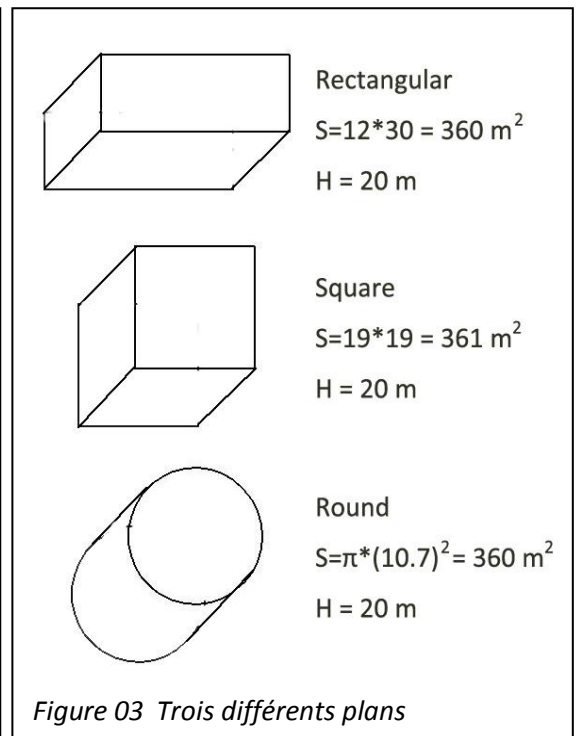


Figure 03 Trois différents plans

1. Comparaison entre les différents plans

Voir Figure 02, trois modèles avec différents plans (avec même superficie et même hauteur) sont testés.

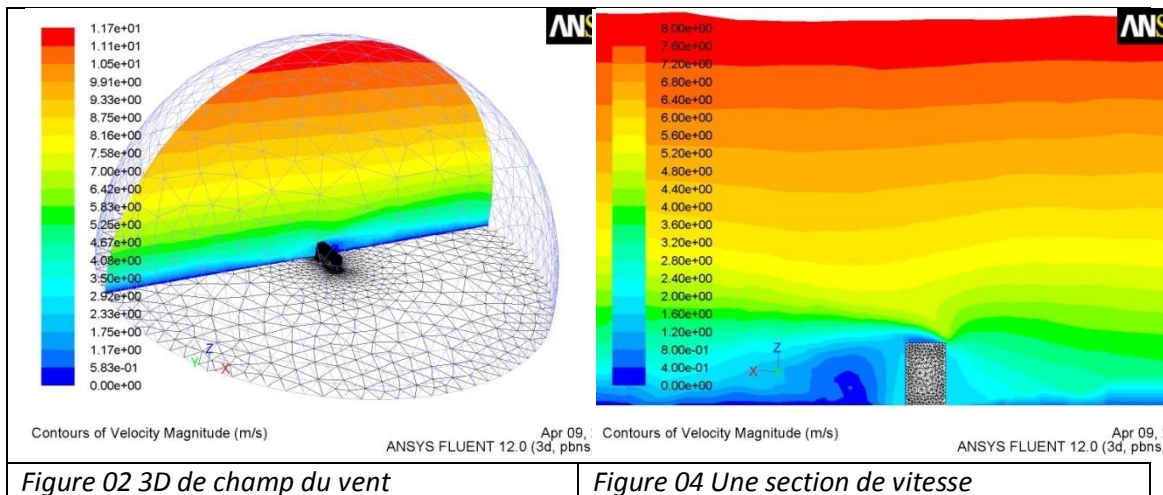


Figure 02 3D de champ du vent

Figure 04 Une section de vitesse

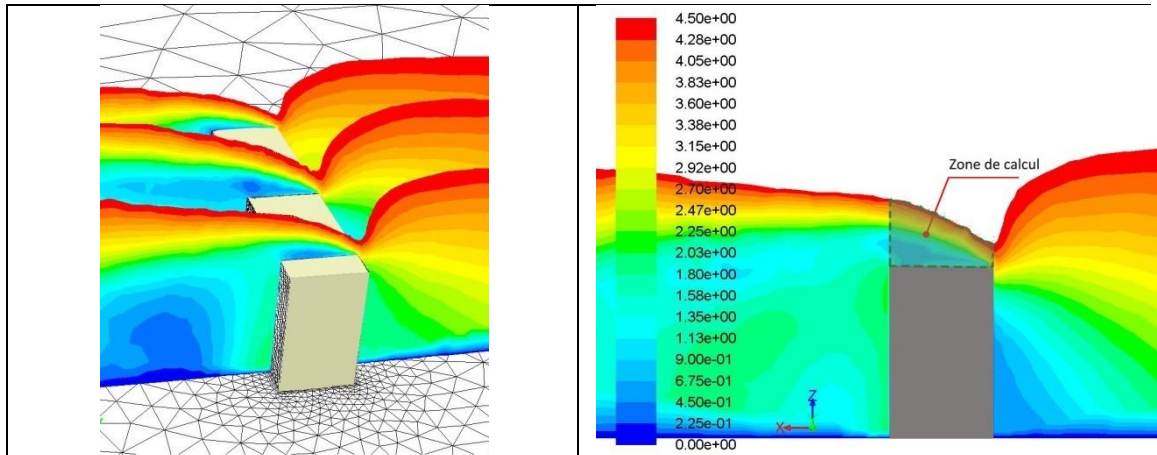


Figure 05 Plusieurs coupes pour une valeur moyenne

Figure 06 Zone de calcul

Pour mesurer le potentiel d'énergie éolienne, tout à bords on considère celui sur toit. Ayant vu la vitesse du vent augmente avec l'hauteur (Figure 04), l'hauteur moyenne H_t pour obtenir une telle vitesse V_t est considérée comme un indicateur de facilité de capture d'énergie éolienne sur toit. Ici on présume que $V_t = 4.5 \text{ m/s}$ et les superficies de zone moins de V_t dans chaque coupe sont calculées pour arriver une valeur moyenne (Figure 05, 06). (On calcule la superficie dans autoCAD avec la sortie des images de FLUENT.)

Tableau 1-1 Calculs de zone moins 4.5 m/s sur toit 01

		X=-6	X=-3	X=0	X=3	X=6	A.V	Vol.	Som.	Ho
Rect.	0°	88,2	129,9	174,9	207,3	234,4	167	2003,3	8885	4.11
	30°	91,2	114,9	146,5	162,3	168,9	137	1641,1		
	60°	57,1	74	84,3	79,7	72,2	73	881,5		
	90°	136,8	158,3	165,3	161,7	143,1	153	1836,5		
Carré		X=-9,5	X=-4,75	X=0	X=4,75	X=9,5			9492	4.38
	0°	36	75	106	122	130	94	1782,2		
	30°	55	71	85	89	90	78	1482		

Tableau 1-2 Calculs de zone moins 4.5 m/s sur toit 02¹

	X=-10	X=-8	X=-6	X=-4	X=-2	X=0	X=2	X=4	X=6	X=8	X=10	A.V	Pour 0.7	Vol.	Som.	Ho
Rond	10,0	27,7	45,5	61,2	77,6	89,2	94,6	96,7	93,1	77,3	43,2	65,10	11,97	1313,97	7884	3.65
	Y=-10	Y=-8	Y=-6	Y=-4	Y=-2	Y=0	Y=2	Y=4	Y=6	Y=8	Y=10					
Rond	23,3	49,8	68,1	78,8	86,8	90,0	88,4	82,8	71,6	52,2	24,6	65,13	10,78	1313,32	7880	3.65

Note: A.V. est la superficie moyenne (m^2);

Vol. est la volume d'espace (m^3);

Som. est la somme de Vol. en 6 directions entre 180°;

Ho est l'hauteur moyenne.

D'après l'expérience on peut voir (Tableau 1-1, 1-2), entre ces trois modèles (avec même superficie de plan, même hauteur, même entrée du vent):

- Le cylindre a plus de potentiel sur toit à une hauteur donnée (sa somme de volume d'espace moins de 4.5 m/s est plus petite et l'hauteur moyenne d'obtenir 4.5 m/s est 3.65 m), puis la barre rectangulaire et enfin le cylindre carré.
- Selon équation 01 on trouve que à l'hauteur de $z = 24.38 \text{ m}$ la vitesse normale $V = 3 * (24.38/10)^{0.4} = 4.26 \text{ m/s}$, alors même pour les cylindre carré le vent sur toit est augmenté (6%).

¹ Plus complexes et variées des surfaces de coupes, le cylindre est fait des tranches plus fines pour préciser les résultats, et la partie de bout de 0.7 est aussi considérée.

En vue de rendement à l'impact de l'orientation du vent d'entrée :

- Pour la barre rectangulaire, la meilleure orientation est 60° (sa superficie moyenne est la plus petite: 73 m²), le pire est de 0° et 90°, alors que 30° est un peu mieux (Tableau 1-3);
- Pour le cylindre carré, l'angle oblique est aussi mieux que perpendiculaire.

En outre, Tableau 1-2 montre que les résultats en tranche de l'axe X et de l'axe Y sont semblables, et Tableau 1-3 aussi montre les résultats semblables, qui à certain niveau prouve la précision de calcul en méthode de tranche.

En effet, les différences entre les quatre essais d'une même barre sous les conditions identiques, sont plutôt à cause de l'instabilité de modèle de turbulence, la précision de résidu.

Tableau 1-3 Quatre essais d'une même barre (12m*30m*20m)

		X=-6	X=-3	X=0	X=3	X=6	A.V	Vol.	Som.	Ha		
Rect. 01	0°	102	121	169	201	214	161	1936,8	9528	4.41		
	30°	133	120	150	167	179	150	1797,6				
	60°	70	76	80	84	80	78	936				
	90°	171	179	184	179	172	177	2124				
Rect. 02	0°	85,4	96,4	133,5	163,3	182,7	133	1587,12	8087	3.74		
	30°	87,8	116,6	144,1	162,2	170,6	136	1635,12				
	60°	51,1	73	77,8	69,2	57,5	66	788,64				
	90°	118,1	145,6	153,4	148,9	122,4	138	1652,16				
Rect. 03	0°	88,2	129,9	174,9	207,3	234,4	167	2003,3	8885	4.11		
	30°	91,2	114,9	146,5	162,3	168,9	137	1641,1				
	60°	57,1	74	84,3	79,7	72,2	73	881,5				
	90°	136,8	158,3	165,3	161,7	143,1	153	1836,5				
		Y=-15	Y=-10	Y=-5	Y=0	Y=5	Y=10	Y=15	A.V	Vol.		
Rect. 04	0°	56,9	65,0	70,0	74,9	71,7	65,9	53,9	65	1964	9062	4.20
	30°	22,7	35,4	47,8	58,0	66,6	74,7	83,8	56	1667		
	60°	19,7	31,0	30,0	25,7	28,0	37,6	51,4	32	957		
	90°	20,2	43,9	59,2	71,6	77,7	78,9	79,9	62	1849		

2. Comparaison entre les différentes longueurs

Ici les barres avec différentes longueurs sont choisies pour évaluer l'impact de longueur.

Les résultats de Tableau 2-1 montrent que :

- pour une barre de Largeur*Longueur*H=12m* 15m*20m, la potentiel en unité de surface de l'énergie éolienne sur toit en générale diminue avec l'augmentation de longueur (l'hauteur moyenne d'obtenir 4.5 m/s augmente). Pour l'étape suivante, deux longueurs (65m, 80m) seront testées pour arriver un diagramme plus précis.
- En vue de vitesse maximale à l'hauteur de 20 m (niveau de toit), elle augmente en générale avec la croissance de la longueur de barre, grâce à l'effet d'accumulation. Si les résultats sont valides, l'anormalité entre les longueurs de 15 m et 30 m est intéressante et sera l'objet d'un prochain essai lié du rapport de taille de forme. (Figure 2-1)

Tableau 2-1 Calculs de zone moins 4.5 m/s sur toit

L	°	X										A.V	Vol.	Som	Ha	Vm	V			
		-6	-3	0	3	6														
L=15m	0°					29,8	44,2	60,0	71,9	76,0				56,38	676,6	3551	3.29	4,76	4,62	
	30°					31,4	41,5	51,3	53,6	52,7				46,10	553,2			4,57		
	60°					29,6	34,8	45,7	55,6	60,8				45,30	543,6			4,54		
	90°					53,7	59,1	62,0	58,3	50,7				56,76	681,1			4,73		
L=30m						X=-6	X=-3	X=0	X=3	X=6						8885	4.11		4,59	
	0°					88,2	129,9	174,9	207,3	234,4				166,94	2003,3			4,60		
	30°					91,2	114,9	146,5	162,3	168,9				136,76	1641,1			4,53		
	60°					57,1	74	84,3	79,7	72,2				73,46	881,5			4,62		
L=50m						X=-6	X=-3	X=0	X=3	X=6						18442	5.12		4,73	
	0°	Y=-25	Y=-20	Y=-15	Y=-10	Y=-5	Y=0	Y=5	Y=10	Y=15	Y=20	Y=25			55,2			2759		5,09
	30°	43,6	53,4	57,4	59,0	63,3	62,2	61,0	57,8	55,9	51,2	42,2			58,7			2934		4,75
	60°	16,3	32,8	44,6	54,9	62,2	67,9	66,9	69,7	73,2	74,1	83,0			52,0			2601		4,67
L=65m						X=-6	X=-3	X=0	X=3	X=6					23754	5.08		4,82		
	0°					197,6	273,9	378,0	467,2	516,0							366,5		4398	4,81
	30°					180,4	263,4	348,9	411,4	440,6							328,9		3947	4,88
	60°					187,0	227,6	264,7	260,3	251,5							238,2		2858	4,84
L=80m						X=-6	X=-3	X=0	X=3	X=6					29742	5.16		4,88		
	0°					244,4	340,6	475,2	583,0	635,7							455,8		5469	4,83
	30°					217,8	312,3	427,5	511,2	550,1							403,8		4845	5,05
	60°					288,2	336,6	374,1	337,4	297,0							326,7		3920	4,88
L=100m						X=-6	X=-3	X=0	X=3	X=6					42962	5.97		4,92		
	0°					306,0	451,2	610,0	746,4	823,4							587,4		7049	4,94
	30°					315,4	449,5	587,4	673,5	731,9							551,5		6618	5,12
	60°					529,5	540,6	597,4	602,2	588,7							571,6		6860	4,88
	90°					734,6	769,0	744,2	765,6	718,4					746,3	8956	4,57			

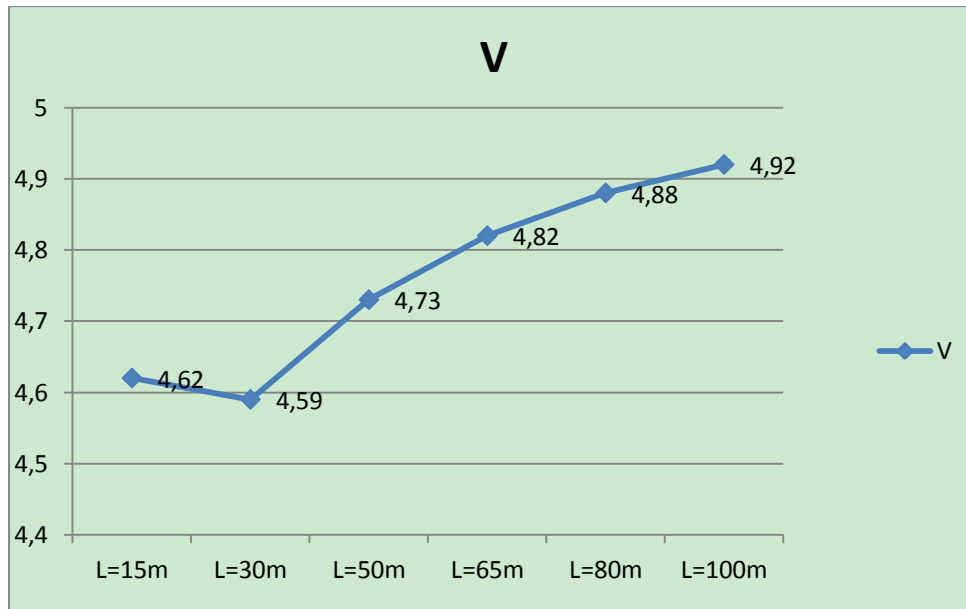


Figure 2-1 La vitesse maximale moyenne à 20 m avec les cas de différentes longueurs de barre