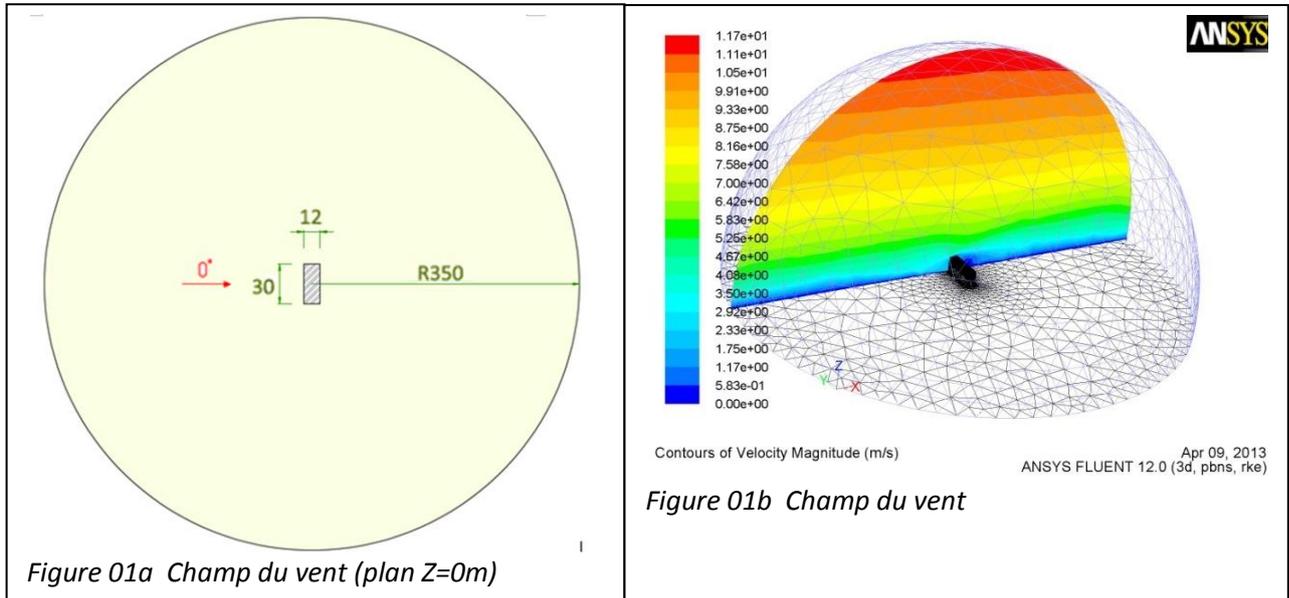


Evaluation de l'impact de résidu de convergence, taille de maillage, condition initiale et modèle de turbulence

Conditions de calcul



Logiciel : FLUENT 12.0

Méthode de solution : 3D équations régulières de Reynolds-averaged Navier-Stokes (RANS)

Modèle de turbulence : $k - \epsilon$ réalisé

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 α l'exposant déterminé par la catégorie de terrain (ici on prend $\alpha = 0.4$ pour les grandes villes avec des tours.)

Taille de domaine : demi-sphère d'un rayon de 350 m

Taille de l'obstacle : 12m*30m*20m (w*L*H)

Maillage :

Périmètre du cercle : 15m

Arrêts du bâtiment (quatre cas) : 0.6m, 0.3m, 0.15m, 0.05m

Cas spéciale (E) : l'unité des arrêts (tétraédrique) de la surface de terre et de la demi-sphère sont définit comme 5 m, alors que ceux du bâtiment est de 0.3 m.

10 couches d'inflation à partir de 0.1 m du sol avec un ratio de croissance de 1.2 ;

5 couches d'inflation des 5 surfaces du bâtiment avec un ratio de croissance de 1.2 (par défaut).

Simple précision

Procession sérial

Couplage de pression : Simple algorithme

Pressure interpolation : premier ordre

Discrétisation: premier ordre

Adaptation (le cas B2)

Pour préciser les résultats sur la région d'intéresse (la zone de 10 m dessus de toit), on fait l'adaptation dans FLUENT. Après les nouvelles cellules sont rajoutées, le calcul continue pour être convergé en nouveau. En effet, les valeurs (*facteurs sous-relaxation* au rubrique de *Control de Solution*) sont fait abaissées plusieurs fois pour converger et aussi plus vite (suivi le conseil de référence ¹). **? je comprends pas la conséquence.**

¹ http://www.mne.psu.edu/cimbala/Learning/Fluent/fluent_airfoil.htm

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, on considère le zone accessible pour installer les éoliens, voire 10m sur toit. Donc les différentes surfaces des rangées de vitesse sont calculées. Ici en vue de puissance générale, on décide les isolements plus de 4.5 m/s comme les zones profitables et accessibles. En vu de rôle de vitesse du vent dans la puissance de vent:

$$P = 0.5 * \rho * A * v^3 \dots\dots\dots\text{Équation 02}$$

(dont : ρ est la masse volumique de l'air, A est la surface que le vent a balayé et v sa vitesse.), on présume un indicateur $M = V_0 * v^3 \dots\dots\dots\text{Équation 03}$ pour évaluer la puissance générale d'énergie éolienne dans les zones intéressants (V_0 est le volumique de l'espace qui a le vent d'un certain isolement de vitesse).

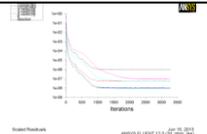
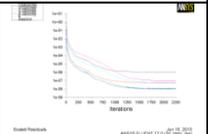
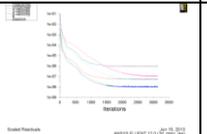
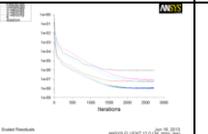
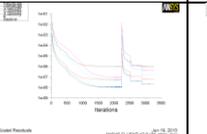
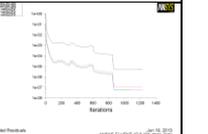
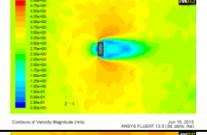
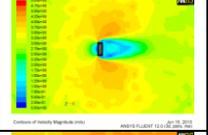
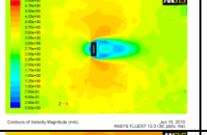
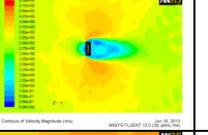
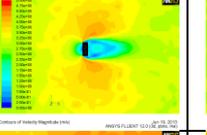
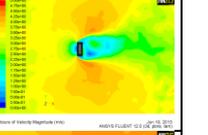
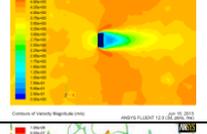
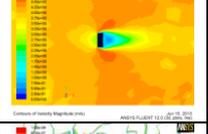
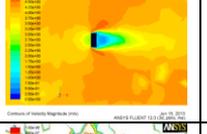
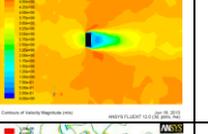
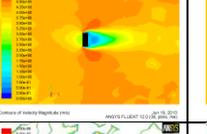
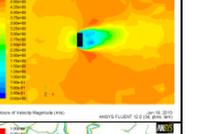
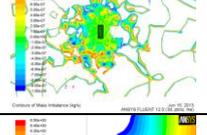
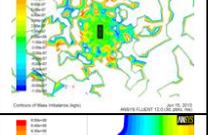
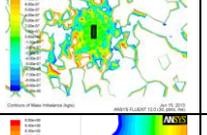
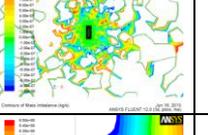
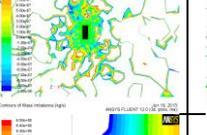
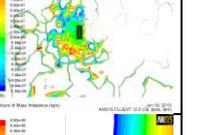
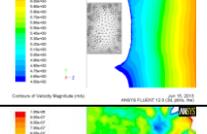
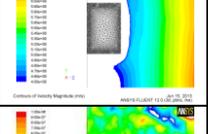
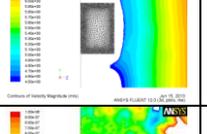
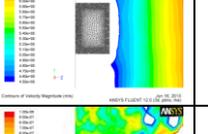
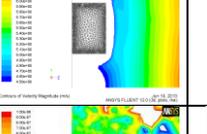
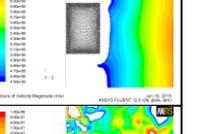
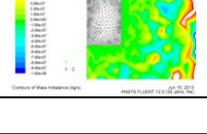
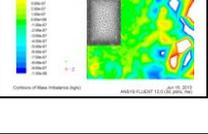
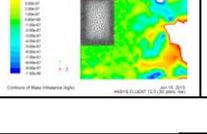
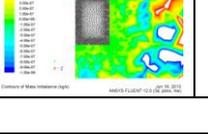
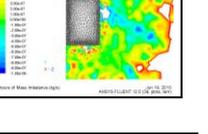
En cas de difficulté de trouver les valeurs exactes des volumes intéressants en FLUENT, plusieurs coupes verticales (2D) sont calculées pour arriver une valeur moyenne (Figure 03). Les images orthogonales des coupes sont exportées de FLUENT et importées dans logiciel AutoCAD, où les superficies des différents isolements de vitesses sont calculées à l'échelle réelle du bâtiment (Figure 04 et 05).

Ici considérant en même temps la précision et l'efficacité, dans le zone de 10 m sur toit, on calcule séparément deux groupes de vitesse : 4.5 – 4.8 m/s et 4.8 – 5.0 m/s avec les valeurs moyennes (4.65 m/s et 4.9 m/s).

Tableau01 Comparaison les impacts de résidu de convergence

Modèle	D0	D1	D2	D3	D4	E
maille	0.05m	0.05m	0.05m	0.05m	0.05m	0.3m plan fin
Résidu de continuité	4.45*1e-4	4.42*1e-5	1*1e-5	1*1e-6	(9.18±0.25)*1e-7	(1.05±0.01)*1e-6
Nb. d'iter	100	345	667	1569	2700	1500
Nb. cellules	746649	746649	746649	746649	746649	1003279
Schéma des résidus						
Coupe Z=10m vitesse						
Coupe Z=20m vitesse						
Coupe Z=20m résidu						
Coupe X=0m Vitesse						
Coupe X=0m résidu						

Tableau02 Comparaison des modèles de différentes tailles de maillage et l'impact d'adaptation et modèle laminaire

Modèle	A	B1	C	D4	B2	B3
maille	0.6m	0.3m	0.15m	0.05m	0.3m adaptée	0.3m laminaire
Résidu de continuité	$(9.1 \pm 0.1) * 1e-7$	$(1.01 \pm 0.02) * 1e-6$	$(9.00 \pm 0.2) * 1e-7$	$(8.50 \pm 0.3) * 1e-7$	$(8.95 \pm 0.1) * 1e-7$	$(4.5 \pm 0.1) * 1e-6$
Nb. d'iter	3000	2250	3150	2000	3280	1230
Nb. cellules	226219	470514	628020	746649	802293	547295
Schéma des résidus						
Coupe Z=10m vitesse						
Coupe Z=20m vitesse						
Coupe Z=20m résidu						
Coupe X=0m Vitesse						
Coupe X=0m résidu						

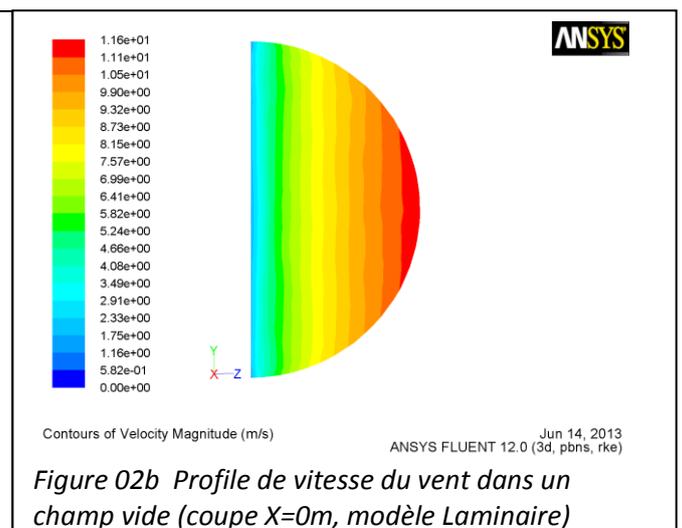
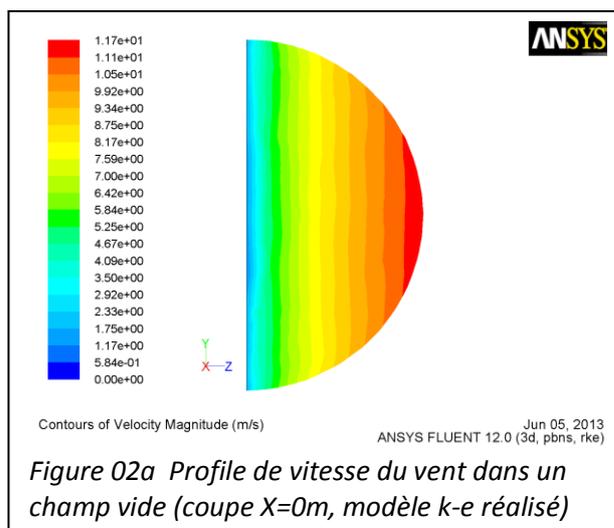


Tableau 3 Calculs des superficies des groupes de vitesse sur toit de 10m à l'entré du vent de 0°

			X=-5,1	X=-3,4	X=-1,7	X=0	X=1,7	X=3,4	X=5,1	S	M/L
A	Maille 0,6	4.5-4.8 m/s	231	80	32	38	43	44	44	73,14	7354
		4.8-5.0 m/s	0	120	138	110	81	61	43	79,00	9294
		T	231	200	170	148	124	105	87	152,14	16648
B1	Maille 0,3	4.5-4.8 m/s	240	97	30	36	40	47	47	76,71	7713
		4.8-5.0 m/s	0	108	148	119	95	71	52	84,71	9967
		T	240	205	178	155	135	118	99	161,43	17680
C	Maille 0,15	4.5-4.8 m/s	235	171	40	42	42	50	51	90,14	9063
		4.8-5.0 m/s	0	32	133	109	87	60	42	66,14	7782
		T	235	203	173	151	129	110	93	156,29	16845
D4	Maille 0,05	4.5-4.8 m/s	228	200	151	74	67	66	63	121,29	12195
		4.8-5.0 m/s	0	0	23	74	62	43	29	33,00	3882
		T	228	200	174	148	129	109	92	154,29	16077
D3	Maille 0,05 1*1e-6	4.5-4.8 m/s	230	200	150	73	67	66	63	121,29	12195
		4.8-5.0 m/s	0	0	23	75	61	43	30	33,14	3899
		T	230	200	173	148	128	109	93	154,43	16094
D2	Maille 0,05 1*1e-5	4.5-4.8 m/s	229	199	136	71	65	64	61	117,86	11850
		4.8-5.0 m/s	0	0	36	77	62	43	29	35,29	4151
		T	229	199	172	148	127	107	90	153,14	16001
D1	Maille 0,05 4.42*1e-5	4.5-4.8 m/s	186	12	14	20	22	30	38	46,00	4625
		4.8-5.0 m/s	60	205	179	155	134	112	89	133,43	15698
		T	246	217	193	175	156	142	127	179,43	20323
E	Maille 0,3 Plan fin	4.5-4.8 m/s	224	194	128	92	81	77	73	124,14	12482
		4.8-5.0 m/s	0	0	38	49	38	25	15	23,57	2773
		T	224	194	166	141	119	102	88	147,71	15255
B2	Maille 0,3 Adapté	4.5-4.8 m/s	232	97	22	24	30	35	39	68,43	6880
		4.8-5.0 m/s	10	115	165	142	118	95	74	102,71	12084
		T	242	212	187	166	148	130	113	171,14	18964
B3	Maille 0,3 Laminaire	4.5-4.8 m/s	73	178	156	81	62	52	49	93,00	9351
		4.8-5.0 m/s	0	0	0	52	52	43	32	25,57	3008
		T	73	178	156	133	114	95	81	118,57	12359

Note :

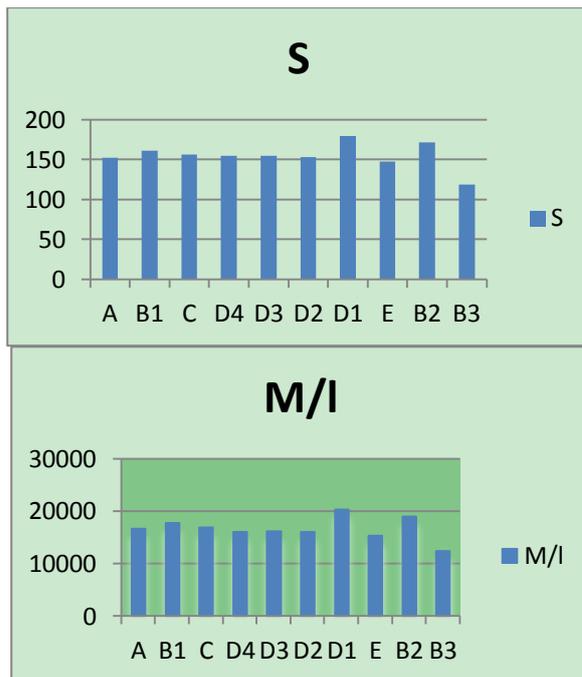
S : la superficie moyenne de sept coupes ;

$\frac{M}{L} = \frac{V_0 * v^3}{L} = A * v^3 = P / (0.5 * \rho)$, c'est-à-dire, on peut comparer la puissance P en traversant M/L

L : longueur de bâtiment : 12 m

T : total des valeurs

unité : superficie (m²), M/L (m⁵*s⁻³).



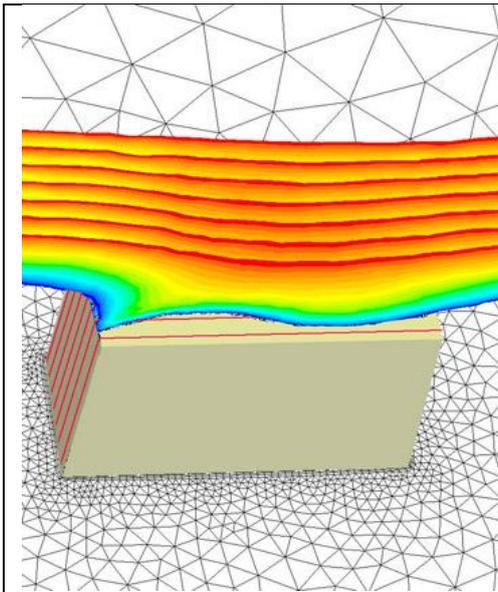


Figure 03 Plusieurs coupes pour une valeur moyenne

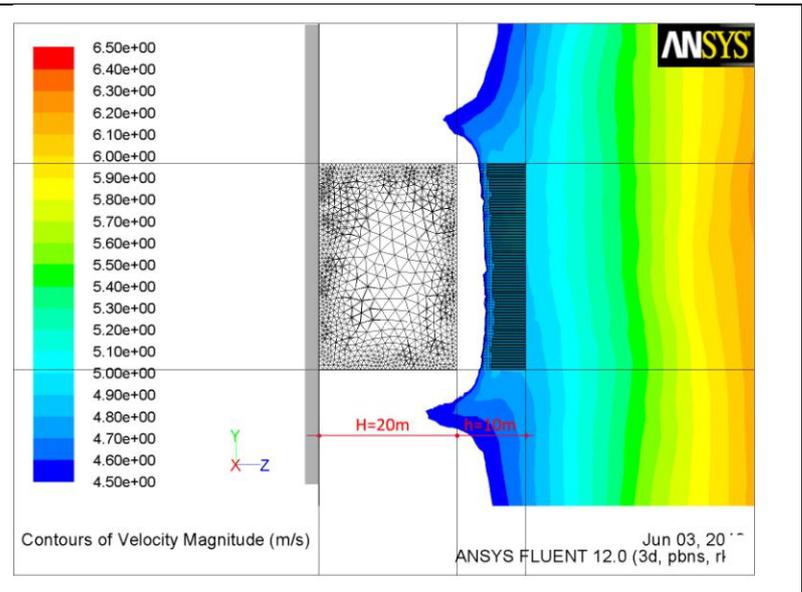


Figure 04 Surface de calcul où la vitesse passe plus de 4.5 m/s dans la zone définie sur toit (d'une hauteur de 10 m).

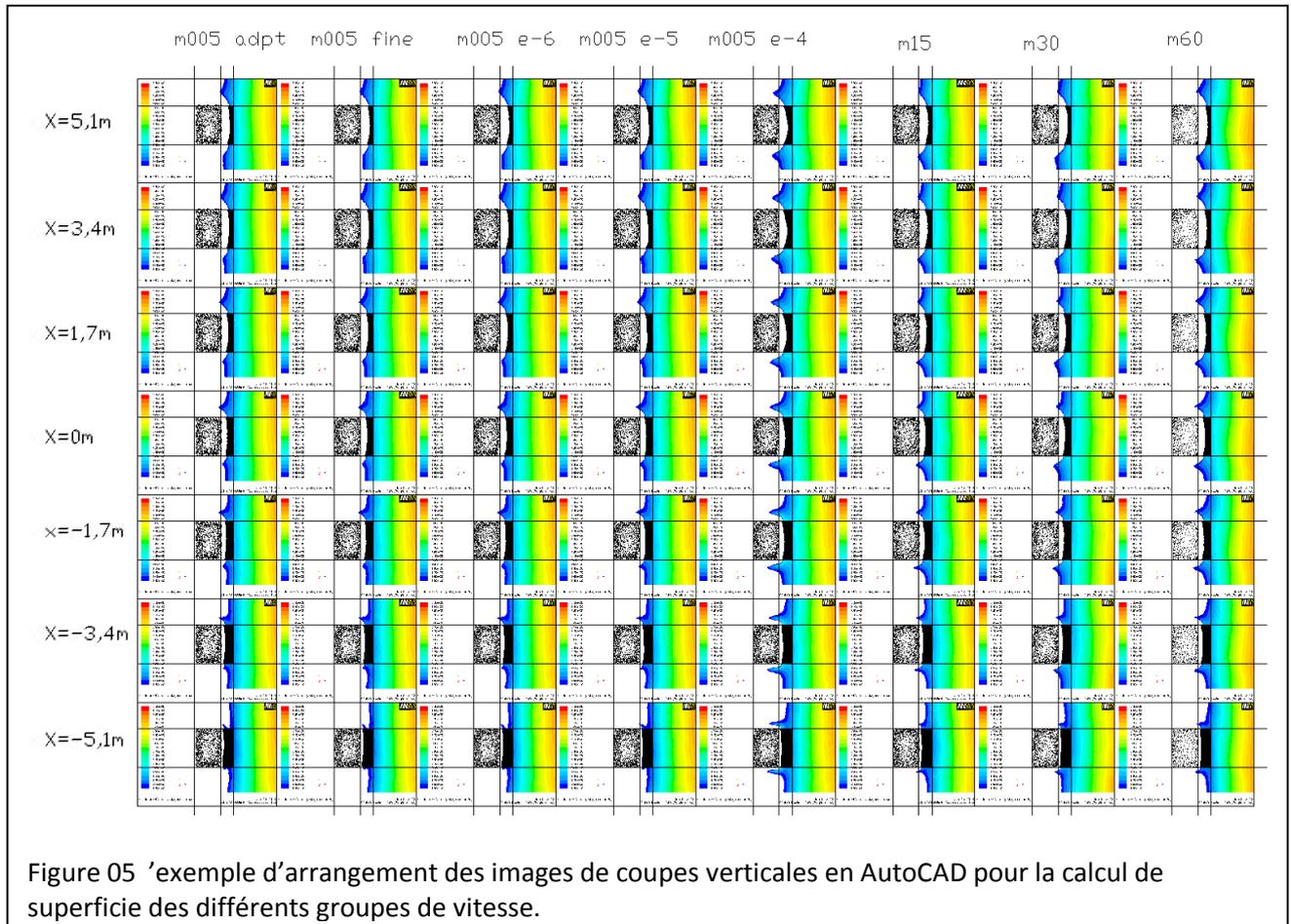


Figure 05 'exemple d'arrangement des images de coupes verticales en AutoCAD pour la calcul de superficie des différents groupes de vitesse.

Analyse des résultats

Traverse les analyses des images et valeurs (*Tableau 01-03*), on trouve que :

- Entre des modèles de différentes valeurs de résidu de convergence (*Tableau 01 et 03*), les profils de topographie de vitesse du vent (D3 et D4) peuvent être considéré comme les mêmes. Par contre, le cas moins convergé (D2 : $1 \cdot 10^{-5}$) est très proche, spécialement la valeur de M/L.
- Pour le modèle de cas E, qui a maillage beaucoup plus fin d'entourage que la base de cas B1, ses valeurs S et M/L sont relativement petites mais assez bien convergées. Donc on peut dire, avec le raffinement de maillage de l'entourage, l'espérance de rendement d'énergie est diminuée. Autrement dit, on a souvent des hautes espérances de rendement à cause de maillage pas assez fin. (*Tableau 01 et 04*).
- Entre des modèles des différentes tailles de maillage (*Tableau 02 et 04*), les profils de topographie de vitesse du vent changent évidemment mais pas simplement dans une orientation. En effet, lorsque le maillage est devenu plus fin, les vitesses générales augmentent et diminuent. Donc, le raffinement de maillage n'assure pas d'un résultat plus précis sauf à partir un bon départ.
- Pour le modèle de cas B2, qui a adapté le maillage sur la région d'intérêt et beaucoup plus de cellules sont rajoutées à la base de cas B1, ses valeurs S et M/L sont contrairement plus hautes que celles de B1. On peut le considérer c'est à cause de déséquilibre de raffinement de maillage. Donc, si les entourages ne pas bien convergés, la fonction d'adaptation n'améliore pas les résultats ou les fait encore pires. (*Tableau 02 et 04*).
- Pour le modèle de cas B3, qui a utilisé le modèle de solution Laminaire à la base de cas B1 (k-e réalisé), ses valeurs S et M/L sont évidemment plus petites que celles de B1. En effet, par défaut il ne converge plus au point de $4.4 \cdot 10^{-4}$, avant des réglages des *facteurs sous relaxation*. On voit aussi les différences entre les profils de modèle k-e réalisé et de Laminaire sont pas grandes sauf proche de terre à cause des différentes rugosités. (*Tableau 02 et 04*)