DOI: https://doi.org/10.54966/jreen.v4i2.1003 Rev. Energ. Ren. Vol. 4 (2001) 107-123

Influence de l'Orientation de la Vitesse du Vent sur la Dispersion d'un Polluant autour d'un Bâtiment

Nejla Mahjoub Said *, Hatem Mhiri*, Salem El Golli*, Georges Le Palec** et Philippe Bournot **

*Laboratoire de Mécanique des fluides et thermique, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir, route de Ouardanine 5020 MONASTIR, Tunisie,
**UNIMECA, 60 rue Joliot- Curie, Technopôle de Château - Gombert, 13453 MARSEILLE Cedex 13, France,

Résumé – *On se propose d'étudier numériquement la dispersion d'un polluant constitué d'un mélange de dioxyde de soufre et d'air en régime turbulent autour d'un obstacle bidimensionnel. On traite principalement l'influence de l'orientation de la vitesse du vent sur les caractéristiques dynamiques et thermiques du panache, ainsi que sur la concentration du polluant autour d'un obstacle. La méthode numérique utilisée pour la résolution des équations qui décrivent l'écoulement est une méthode aux volumes finis, le maillage adopté est non uniforme, très resserré près de la cheminée et autour de l'obstacle où il y a des gradients dynamiques, thermiques et massiques importants. Le domaine d'étude considéré, est assez grand pour pouvoir visualiser les recirculations et tourbillons créés par le bâtiment. Les résultats trouvés montrent essentiellement que la présence d'un obstacle modifie l'écoulement, conditionne l'intensité des immissions au niveau du sol et la dispersion du polluant. La direction du vent a un grand effet sur l'évolution du polluant éjecté et par suite sur son impact sur l'environnement immédiat de l'obstacle.*

Abstract – *The present numerical study concentrates on the dispersion of a pollutant constituted by a mixture of sulfur - dioxide (SO_2) and air in turbulent regime around a two-dimensional obstacle. We treat mainly the influence of the wind velocity orientation on the dynamic and thermal characteristics of the plume, as well as the pollutant concentration around an obstacle. A finite volume method is used for the resolution of the equations governing the problem. The adopted grid is not uniform and refined near the chimney and around the obstacle where a significant dynamic, thermal and mass gradients are located. The investigation domain is enough large to be able to visualize the recirculations and vortex created by the building. The results show essentially that the presence of an obstacle modifies the flow, condition the emissions intensity on the ground level and the dispersion of the pollutant. The wind direction has a great effect on the ejected pollutant evolution and consequently on its environmental impact near of the obstacle.*

Mots clés: Polluant - Diffusion - Dioxyde de soufre - Obstacle isolé - Orientation de la vitesse du vent - Sillage - Concentration.

1. INTRODUCTION

La compréhension des détails de la dispersion d'un polluant autour des bâtiments est très importante pour estimer l'effet de la présence de ces derniers sur l'évolution des différents contaminants.

A cet effet, l'utilisation des modèles réduits dans des souffleries d'essais pour étudier le transport et la dispersion des polluants, a connu un grand essor. Les mesures des concentrations des contaminants issus d'une variété de sources de pollution ont été effectuées par beaucoup d'investigateurs tels que Halitsky [1], Plate [2], Strom [3] et Martin [4]. Cependant, ces travaux expérimentaux ne fournissent pas une base de données complète pour valider et améliorer des modèles de dispersion dans un terrain complexe, mais se limitent à donner des lois empiriques simples concernant essentiellement l'effet de la forme de l'obstacle et l'épaisseur de la couche limite sur la diffusion du polluant.

La visualisation de l'écoulement et les mesures directes de la concentration ont été largement utilisées pour des modèles réduits des bâtiments, les travaux effectués sur des obstacles à échelle réelle sont beaucoup plus rares [5-8]

Alan H. Huber [9] a étudié dans une soufflerie, l'influence de la largueur et de l'orientation des constructions dans le vent, et a examiné les profils des concentrations dans le sillage des bâtiments. Les rapports considérés de la largueur sur la hauteur de ces derniers sont de 2 à 22 et l'angle d'orientation varie de - 30 à + 60.

Des investigations expérimentales ont été conduites, par M. H. Mirzai et al. [10], dans une soufflerie sur l'écoulement et la dispersion des polluants autour d'un bloc isolé. Une atmosphère stable et neutre à l'échelle 1/75 a été simulée. Une quantité substantielle des données expérimentales a été rassemblée pour produire des images qui montrent la concentration moyenne temporelle du polluant dans un plan prédéterminé derrière les bâtiments. Les résultats sont obtenus pour des déviations dans la direction du vent de -10°, -5°, 0°, + 5° et + 10°, et montrent que les concentrations du polluant sont affectées par la forme et l'orientation du bâtiment, et aussi par la nature et l'échelle de l'écoulement approché de la couche limite.

Schofield & Logan [11], font une analyse détaillée des différentes données expérimentales sur les écoulements autour des géométries 2D plongées dans des couches limites, dont l'épaisseur est supérieure à celle de l'obstacle. Martinuzzi & Tropea [12], puis Hussein & Martinuzzi [13] détaillent l'écoulement autour de parallélépipèdes avec différents rapports d'aspects (rapport de la largeur de la face au vent sur sa hauteur) placés dans un canal. Hussein & Martinuzzi se sont particulièrement intéressés aux bilans des différentes variables turbulentes.

Sur le plan numérique, des modèles simplifiés appelés modèles des boites ont été utilisés, ces derniers font l'hypothèse que la dispersion atmosphérique peut être représentée par une dilution homogène dans tout le volume de la boite. Cette dernière pouvant ainsi représenter une portion de vallée, une rue en milieu urbain ou un pays entier [14].

Le modèle d'une seule boîte a été étendu et amélioré par Hussein & Martinuzzi [15], qui ont développé un modèle contenant une collection horizontale de boîtes communiquantes dans le plan x-y sur le sol, un mélange complet est supposé à l'intérieur de chaque boîte d'où une diffusion verticale efficace des polluants. Ces derniers sont entraînés d'une boîte à une autre par un vent moyen résultant. Reiquam a utilisé le modèle pour estimer les concentrations des contaminats dans la Vallée Willamette et en Europe du Nord.

F. N. Mouzakis et al. [16] présentent dans leur étude, une méthode numérique pour la prédiction de la diffusion matérielle dans un champ bidimensionnel d'écoulement turbulent sur une topographie complexe. La méthode est appliquée pour un écoulement bidimensionnel sur un obstacle de section triangulaire « ridge ». Le champ de l'écoulement est calculé, en résolvant les équations moyennes de Reynolds, les équations sont exprimées dans un système de coordonnées de l'orthogonal curviligne qui prend la forme du « ridge »; Ils ont montré que la trajectoire des polluants est affectée par la position de la source par rapport aux obstacles.

Ce travail est aussi une contribution numérique à l'étude de l'influence de la présence d'un obstacle et de l'orientation du vent sur les caractéristiques dynamiques et thermiques d'un panache issu d'une cheminée à échelle réelle, ainsi que sur la concentration du polluant au niveau du sol. Pour ce faire, on se propose d'étudier numériquement la dispersion d'un polluant constitué d'un mélange de dioxyde de soufre et d'air, autour d'un obstacle, en régime turbulent. Les résultats sont obtenus pour des déviations dans la direction du vent de 0°, 20°, 45°, 315° et 340°.

2. FORMULATION THEORIQUE DU PROBLEME

On considère une cheminée de hauteur h et de diamètre d qui émet un mélange de dioxyde de soufre et d'air avec une vitesse d'éjection v_0, à une température T_0 et une fraction massique du polluant (dans notre cas le SO_2) f_0 , en présence d'un obstacle. Ce panache est soumis à un vent de vitesse u_∞, la température ambiante est T_∞. Les hypothèses suivantes forment la base de l'étude:

- L'écoulement est considéré bidimensionnel, compressible, turbulent et stationnaire en moyenne.
- Les gaz en présence sont non réactifs.
- La vitesse du vent est considérée constante.
- Le site étudié contient un bloc isolé dont le toit est de forme arrondie.
- On ne tient pas compte des gradients de température existant dans l'atmosphère

Les équations décrivant l'écoulement, obtenues en utilisant la décomposition de Favre s'écrivent de la façon suivante:

$$\frac{\partial\left(\bar{\rho}\,\tilde{u}_i\right)}{\partial x_i}=0$$

$$\frac{\partial\left(\bar{\rho}\,\tilde{u}_i\,\tilde{u}_j\right)}{\partial x_j}=-\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\mu\frac{\partial \tilde{u}_i}{\partial x_j}-\overline{\rho\,u_i''u_j''}\right)+\left(\bar{\rho}_\infty-\bar{\rho}\right)g\delta_{ij}$$

$$-\overline{\rho\,u_i''u_j''}=\mu_t\left(\frac{\partial \tilde{u}_i}{\partial x_j}+\frac{\partial \tilde{u}_j}{\partial x_i}-\frac{2}{3}\delta_{ij}\frac{\partial \tilde{u}_k}{\partial x_k}\right)-\frac{2}{3}\bar{\rho}\,k\,\delta_{ij}$$

$$\frac{\partial\left(\bar{\rho}\,\tilde{u}_j\,\tilde{T}\right)}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\frac{\mu}{Pr}+\frac{\mu_t}{\sigma_t}\right)\frac{\partial \tilde{T}}{\partial x_j}\right]$$

$$\frac{\partial\left(\bar{\rho}\,\tilde{u}_j\,\tilde{f}\right)}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\frac{\mu}{Sc}+\frac{\mu_t}{\sigma_f}\right)\frac{\partial \tilde{f}}{\partial x_j}\right]$$

L'introduction des grandeurs fluctuantes rend ce système ouvert. Sa fermeture nécessite l'utilisation d'un modèle de turbulence. Dans notre travail, on utilise le modèle de l'énergie cinétique turbulente k et du taux de dissipation de l'énergie cinétique turbulente ε, dit modèle k-ε standard. Ces grandeurs sont données par le système d'équations suivant:

$$\frac{\partial\left(\bar{\rho}\,\tilde{u}_j\,k\right)}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\frac{\left(\mu+\mu_t\right)}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x_j}\right]+P_k+G_k-\bar{\rho}\,\varepsilon$$

$$\frac{\partial\left(\bar{\rho}\,\tilde{u}_j\,\varepsilon\right)}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\frac{\left(\mu+\mu_t\right)}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right]+C_{\varepsilon1}\frac{\varepsilon}{k}\left(P_k+G_k\right)-C_{\varepsilon2}\frac{\bar{\rho}\,\varepsilon^2}{k}$$

avec : $P_k=\mu_t\left[\frac{\partial \tilde{u}_i}{\partial x_j}\left(\frac{\partial \tilde{u}_i}{\partial x_j}+\frac{\partial \tilde{u}_j}{\partial x_i}\right)\right]$; $G_k=\beta\,g_j\frac{\left(\mu+\mu_t\right)}{\sigma_t}\frac{\partial \tilde{T}}{\partial x_j}$; $\mu_t=C_\mu\,\bar{\rho}\,\frac{k^2}{\varepsilon}$

Ce modèle nécessite l'utilisation de plusieurs constantes empiriques [17] :

c_μ=0.09; $C_{\varepsilon 1}$=1.44 ; $C_{\varepsilon 2}$=1.92;

σ_T =0.5; σ_k =1.0; σ_ε =1.3; σ_f =0.7

Pour compléter le problème, outre les systèmes d'équations cités ci-dessus, il faut tenir compte des conditions aux limites ci-dessous:

- Vent : $u = u_\infty \cos a$, $v = u_\infty \sin a$; $T = T_\infty$; $f = k = \varepsilon = 0$

- Sortie de la cheminée : $u = 0$; $v = v_0$; $T = T_0$; $f = f_0$; $k = 10^{-3} u_0^2$;

$$e = k_0^{3/2} / 0.5d \qquad [17]$$

- Parois de la cheminée: $u = v = 0$; $\dfrac{\partial T}{\partial n} = \dfrac{\partial f}{\partial n} = \dfrac{\partial k}{\partial n} = \dfrac{\partial \varepsilon}{\partial n} = 0$

- Sol : $u = v = 0$; $\dfrac{\partial T}{\partial n} = \dfrac{\partial f}{\partial n} = \dfrac{\partial k}{\partial n} = \dfrac{\partial \varepsilon}{\partial n} = 0$

- Obstacle : $u = v = 0$; $\dfrac{\partial T}{\partial n} = \dfrac{\partial f}{\partial n} = \dfrac{\partial k}{\partial n} = \dfrac{\partial \varepsilon}{\partial n} = 0$

- Surfaces limitant le domaine: $\dfrac{\partial u}{\partial n} = \dfrac{\partial v}{\partial n} = \dfrac{\partial T}{\partial n} = \dfrac{\partial f}{\partial n} = \dfrac{\partial k}{\partial n} = \dfrac{\partial \varepsilon}{\partial n} = 0$

α est l'angle entre l'horizontale et la direction du vent, on a traité le cas de plusieurs orientations de la vitesse du vent car la direction de cette dernière peut être modifiée par la présence d'obstacles (montagne, vallée, etc.) en amont de la cheminée (figure 1).

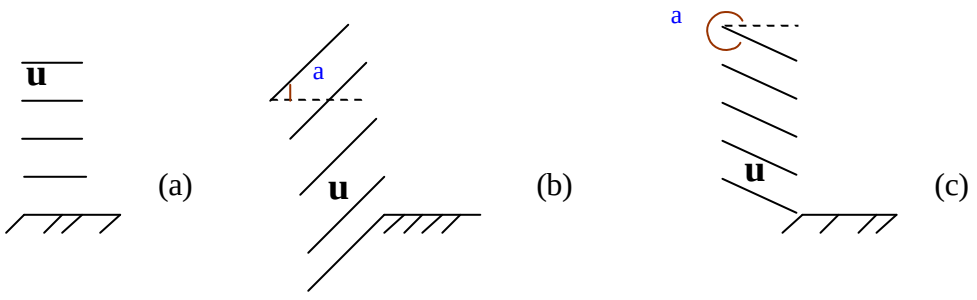

Fig. 1: L'influence de la topographie amont de la cheminée sur l'orientation de la vitesse du vent: (a) absence d'un obstacle, (b) présence d'un vallée, (c) présence d'un montagne.

3. METHODE NUMERIQUE

Afin de suivre avec précision toute variation des champs thermique, massique et aérodynamique, particulièrement dans la région proche de la cheminée et au voisinage de l'obstacle, nous avons adopté un maillage non uniforme, fortement resserré près de la

cheminée et autour de l'obstacle (figure 2). En effet le pas de calcul selon la direction longitudinale est pris grand en amont de la cheminée $\frac{\Delta x_1}{OK} = 2.10^{-3}$, puis très petit au voisinage immédiat de la cheminée $\frac{\Delta x_2}{OK} = 5.10^{-4}$, plus loin, on prend $\frac{\Delta x_3}{OK} = 2.10^{-4}$, autour de l'obstacle, on adopte un maillage de type Pave d'intervalle 1[18].

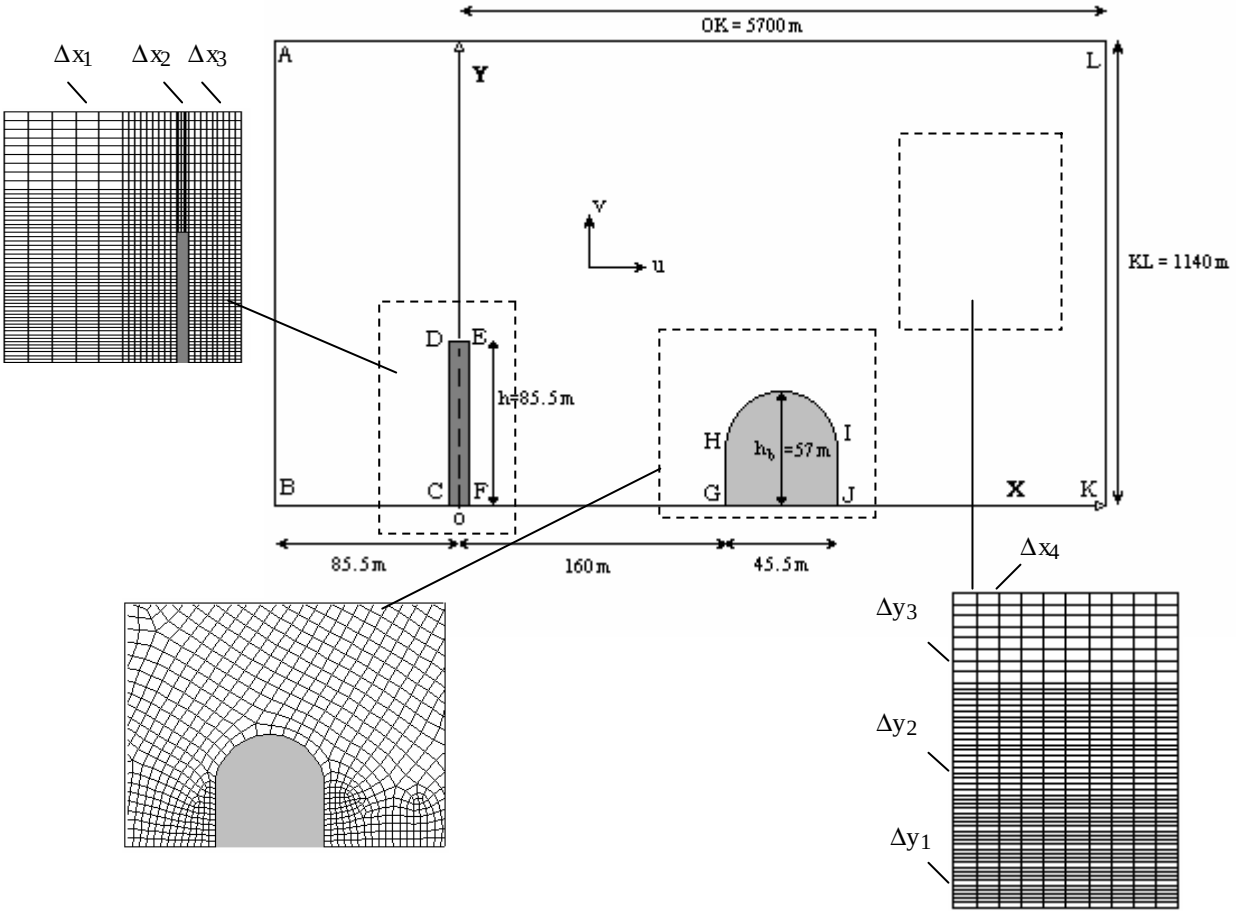

Fig. 2: Schématisation du problème et de maillage

Le domaine d'étude derrière l'obstacle est assez important afin de pouvoir visualiser les recirculations et tourbillons créés par ce dernier ($\frac{\Delta x_4}{OK} = 2.10^{-3}$). Le nombre de points considéré dans cette direction est jugé suffisant pour que les conditions aux limites sur la face KL soient applicables.

Dans la direction transversale, le pas de calcul est pris très petit au voisinage du sol ($\frac{\Delta y_1}{KL} = 2.10^{-3}$), en s'éloignant du sol, des pas plus grands sont considérés ($\frac{\Delta y_2}{KL} = 2{,}5.10^{-3}$ et $\frac{\Delta y_3}{KL} = 5.10^{-3}$). Au niveau de l'obstacle, sa forme géométrique nous impose un maillage de type pave d'intervalle 1. Le nombre de points dans cette direction est aussi jugé suffisant pour que les conditions aux limites sur la face AL soient applicables.

Les équations discrétisées sont résolues à l'aide du code industriel Fluent par une méthode aux volumes finis. La correction pression-vitesse est réalisée à l'aide de l'algorithme simple. La convergence des calculs est obtenue pour une somme des résidus normalisés à 10^{-5}.

4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'étude de la dispersion des polluants est très complexe et nécessite, en premier lieu, la compréhension du comportement de l'écoulement en présence d'obstacles. En effet, l'étendue de la zone de recirculation, la nature de la couche cisaillée, tout comme celle des tourbillons qui se détachent de l'obstacle, vont interagir avec le polluant et influencer ainsi sa dispersion. Pour les obstacles ayant des arêtes arrondies où des toits de forme circulaire, le décollement des lignes de courant se fait de façon plus brutale, le sillage est plus large et la recirculation plus importante, contrairement aux arêtes vives.

Nos résultats sont obtenus pour des profils uniformes de vitesse et de température à la sortie de la cheminée. Le rapport des vitesses v_0/u_∞ est égal à 1, le gaz éjecté de la cheminée est un mélange de dioxyde de soufre (10%) et d'air à la température 100 °C.

La figure 3 représente la distribution de la fraction massique de SO_2 en fonction de y pour différentes sections de l'écoulement. La position du maximum de la fraction massique se situe à peu près à y = 135 m du sol pour toutes les sections considérées en amont de l'obstacle. Pour x =100 m (avant le bâtiment), la distribution de la fraction massique présente un pic important causé par la perturbation produite par la présence du bloc. Ce pic s'atténue au niveau des arêtes frontale et arrière de l'obstacle. On voit clairement que très en aval de ce dernier (x = 500m), l'évolution de la fraction massique est régulière et ne dépend pratiquement plus de la présence de l'obstacle, ce dernier n'ayant plus aucun effet sur l'écoulement.

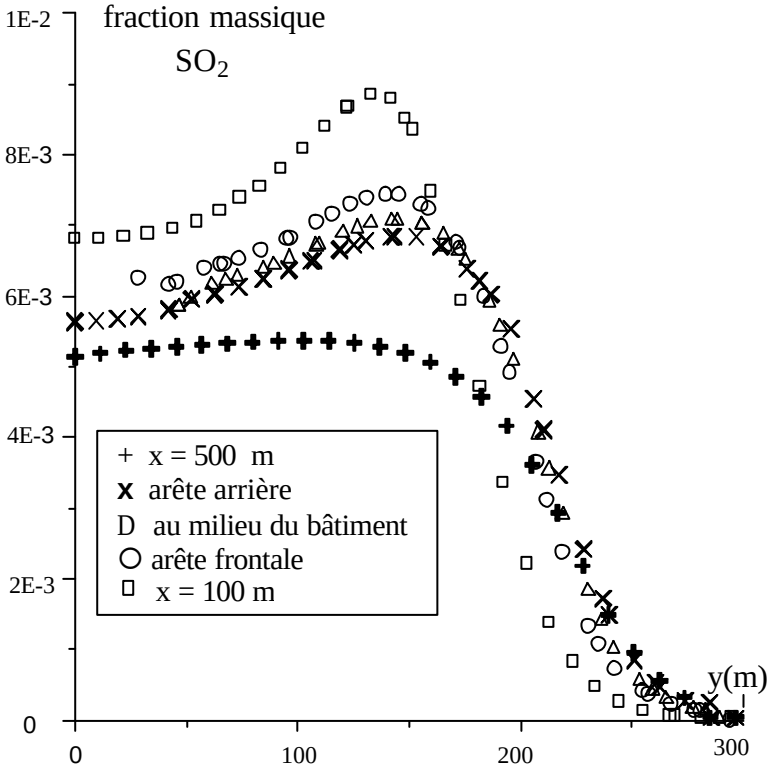

Fig. 3: Distribution de la fraction massique en fonction de y pour différentes sections de l'écoulement.

La figure 4, où on présente les contours de la fraction massique de dioxyde de soufre, montre l'évolution du contaminant autour de l'obstacle pour différents instants. On a utilisé pour ce cas le profil de vitesse à l'entrée normale à la face frontale de la cheminée. On constate sur cette figure que les filets de polluant ont tendance à épouser plus ou moins le bâtiment, ce dernier engendre une zone d'ascendance du contaminant sur sa face frontale suivie d'une zone de descente. Les effluents gazeux émis par la source sont piégés dans la zone de stagnation puis convectés vers la région avale de l'obstacle.

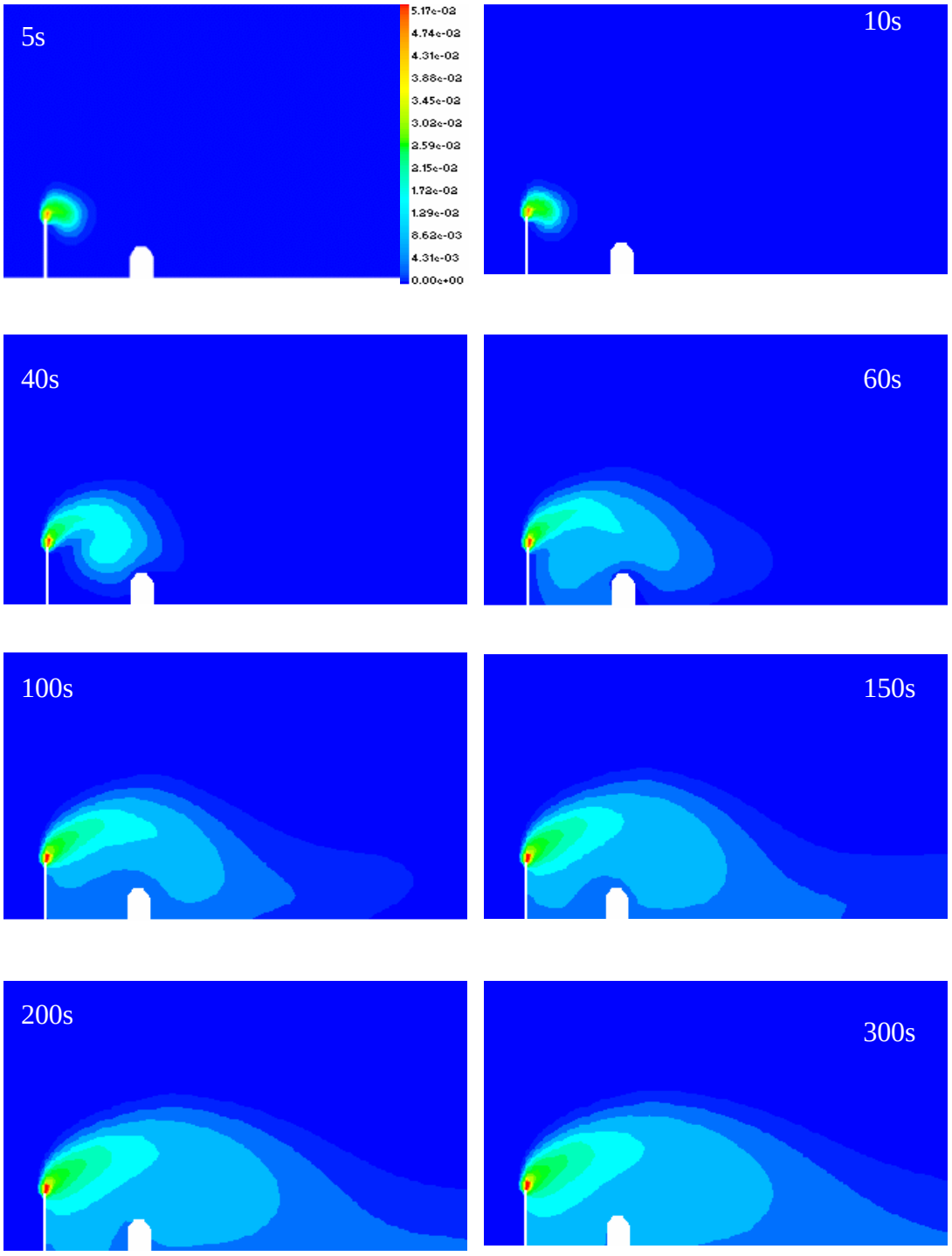

Fig. 4: Evolution du contaminant autour de l'obstacle en fonction du temps

Sur les figures 5 et 6, on donne l'évolution de la fraction massique de dioxyde de soufre pour différentes directions de la vitesse du vent amont (α=0, 20°, 45°, 315°, 340°) au niveau du sol et pour $y = h_b$. On constate que la fraction massique la moins élevée est observée pour un vent normal à la face frontale du bâtiment (α=0°), cependant pour un angle α=45°, le polluant est piégé entre la cheminée et l'obstacle, la plus forte fraction massique du polluant (3.10^{-2}) se situe au niveau du toit du bloc. Pour les autres angles considérés (α=20°, 315°, 340°), la même évolution est constatée, mais les niveaux de fraction massique au voisinage immédiat du bâtiment sont beaucoup moins prononcés que ceux observés pour un angle de 45°. Très en aval de l'obstacle, l'évolution de la fraction massique est pratiquement la même pour toutes les directions du vent considérées.

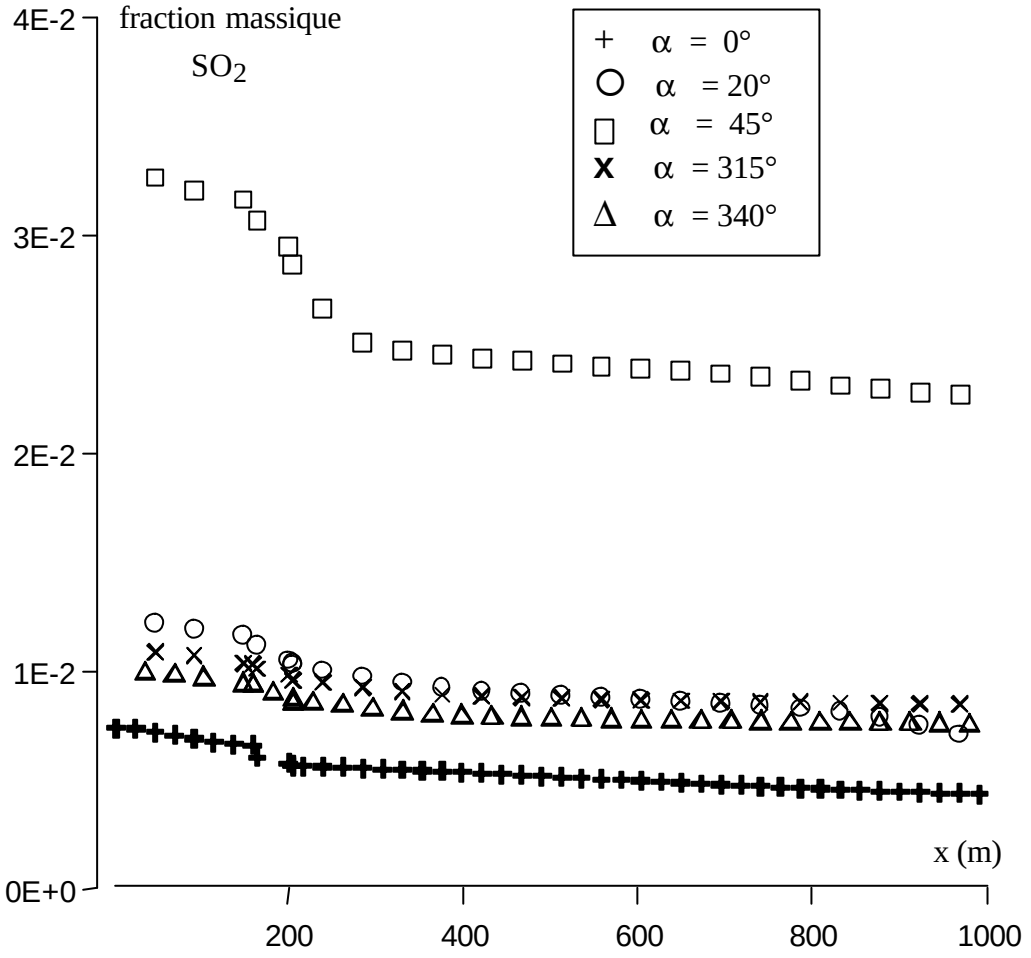

Fig. 5: Evolution de la fraction massique au niveau du sol et sur le bâtiment pour différentes orientations du vent.

On remarque sur la figure 7(a), où on donne les lignes d'iso-concentration, que lorsque l'air pollué se heurte à un obstacle, son écoulement se trouve perturbé et certains filets contournent l'obstacle qui leur est opposé, tandis que d'autres tendent à le franchir. Les lignes d'iso-concentration sont serrées au-dessus du toit, siège de forts cisaillements, puis deviennent plus régulières en aval du bâtiment. La concentration dans la zone de stagnation (voisinage immédiat du bloc) est plus importante que dans la zone de recirculation (en aval de l'obstacle).

La figure 7(b) représente les vecteurs vitesse de l'écoulement.

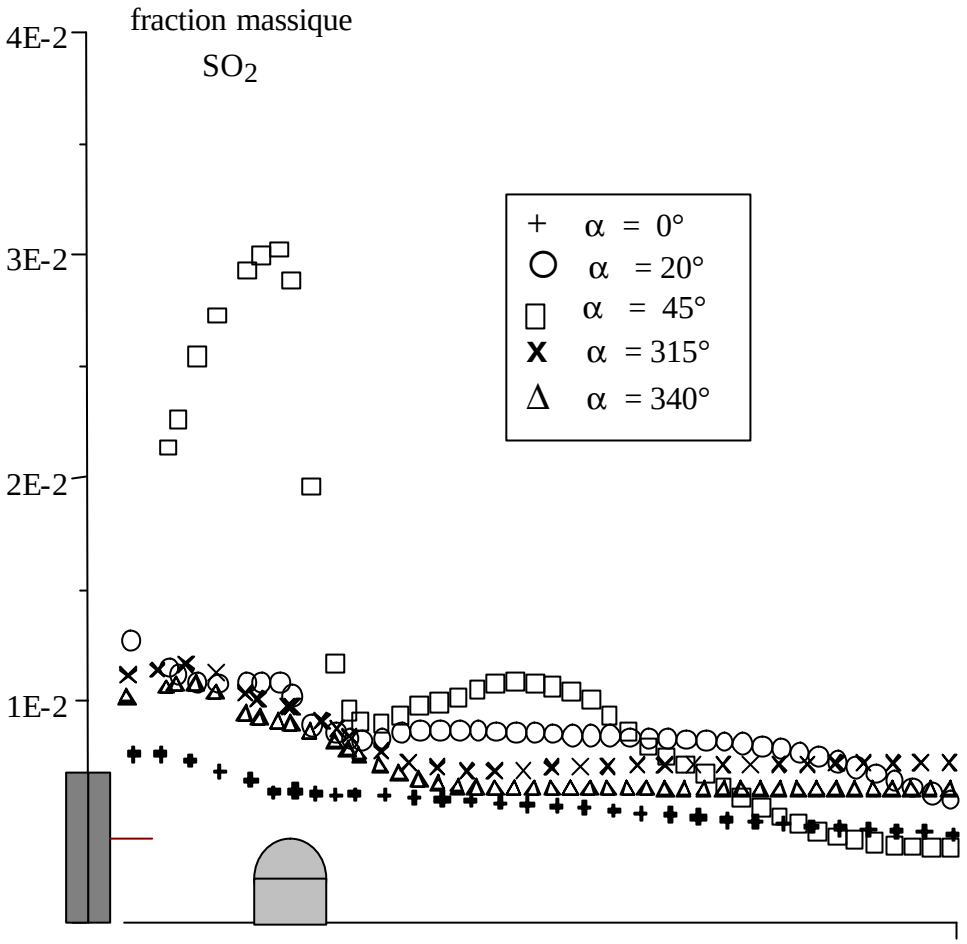

Fig. 6: Evolution de la fraction massique au niveau du toit de bâtiment pour différentes orientations du vent.

Pour α=0°, on constate que le gaz émis par la cheminée contourne l'obstacle et épouse sa géométrie, trois zones caractéristiques de l'écoulement sont distinguées: les zones de stagnation, de séparation et de recirculation. Dans la zone de stagnation, en amont du bâtiment, la vitesse est très faible et négative ce qui met en évidence la faible intensité du tourbillon dans cette zone, la zone de séparation au-dessus du bloc, est dominée par un fort cisaillement, dans cette région la vitesse de l'écoulement prend des valeurs qui dépassent la vitesse du vent amont (u_∞) alors que dans la région aval, une zone de recirculation caractérisée par des structures tourbillonnaires contrarotatives s'est établie.

La figure 8 montre que pour une orientation du vent α=20°, l'air pollué suit principalement la direction du vent, mais une concentration du polluant est toujours observée entre la source et le bloc et sur ce dernier. La concentration moyenne déposée au niveau du sol est de l'ordre de $6.25\ 10^{-3}$ et vaut au niveau du bloc $1.1\ 10^{-2}$.

Sur la figure 9, on constate que pour un angle α=45°, le contaminant retombe dés la sortie de la cheminée, le polluant est piégé entre la cheminée et le bâtiment où la concentration moyenne du polluant est la plus élevée et vaut à peu près $3\ 10^{-2}$.

Pour une orientation du vent en amont de la cheminée de l'ordre de 315°, la figure 10 montre comment le panache arrive avec une inertie importante sur le bloc créant ainsi un important tourbillon entre la cheminée et le bloc. La concentration déposée sur le bâtiment est de l'ordre de $9.925\ 10^{-3}$.

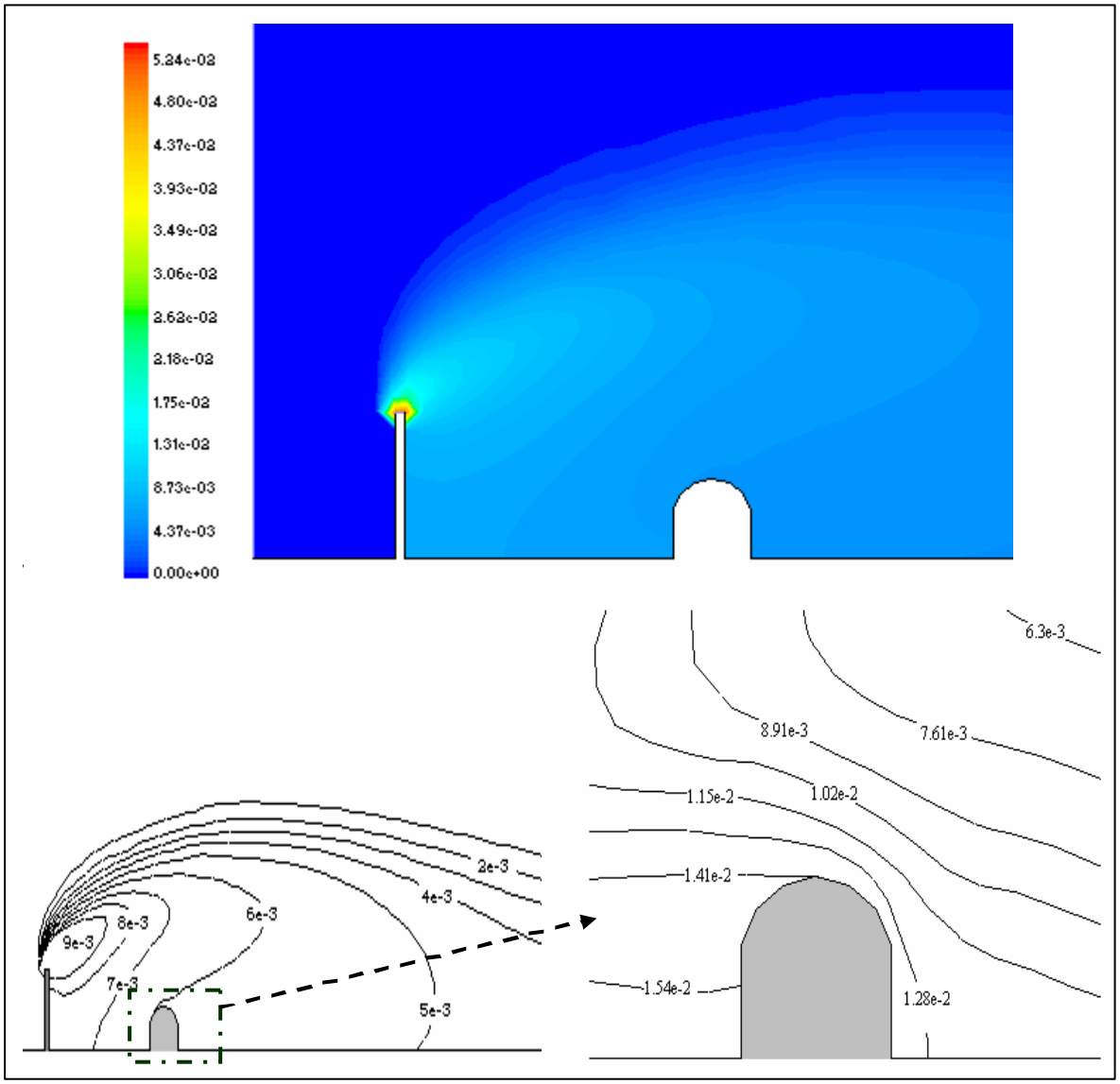

Fig. 7a: lignes d' iso concentration (α=0°)

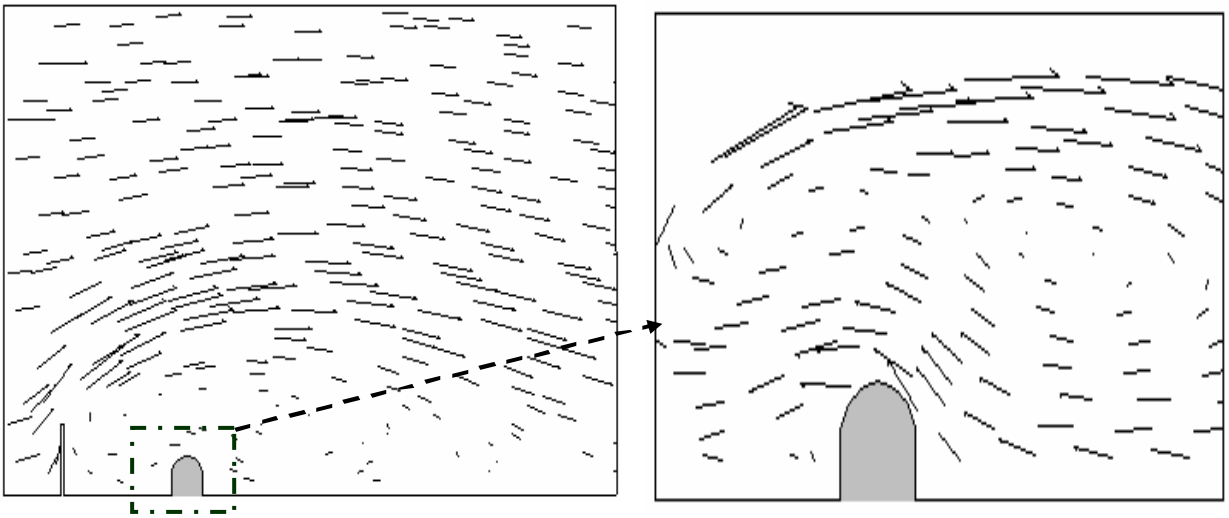

Fig. 7b: vecteurs vitesses (α=0°)

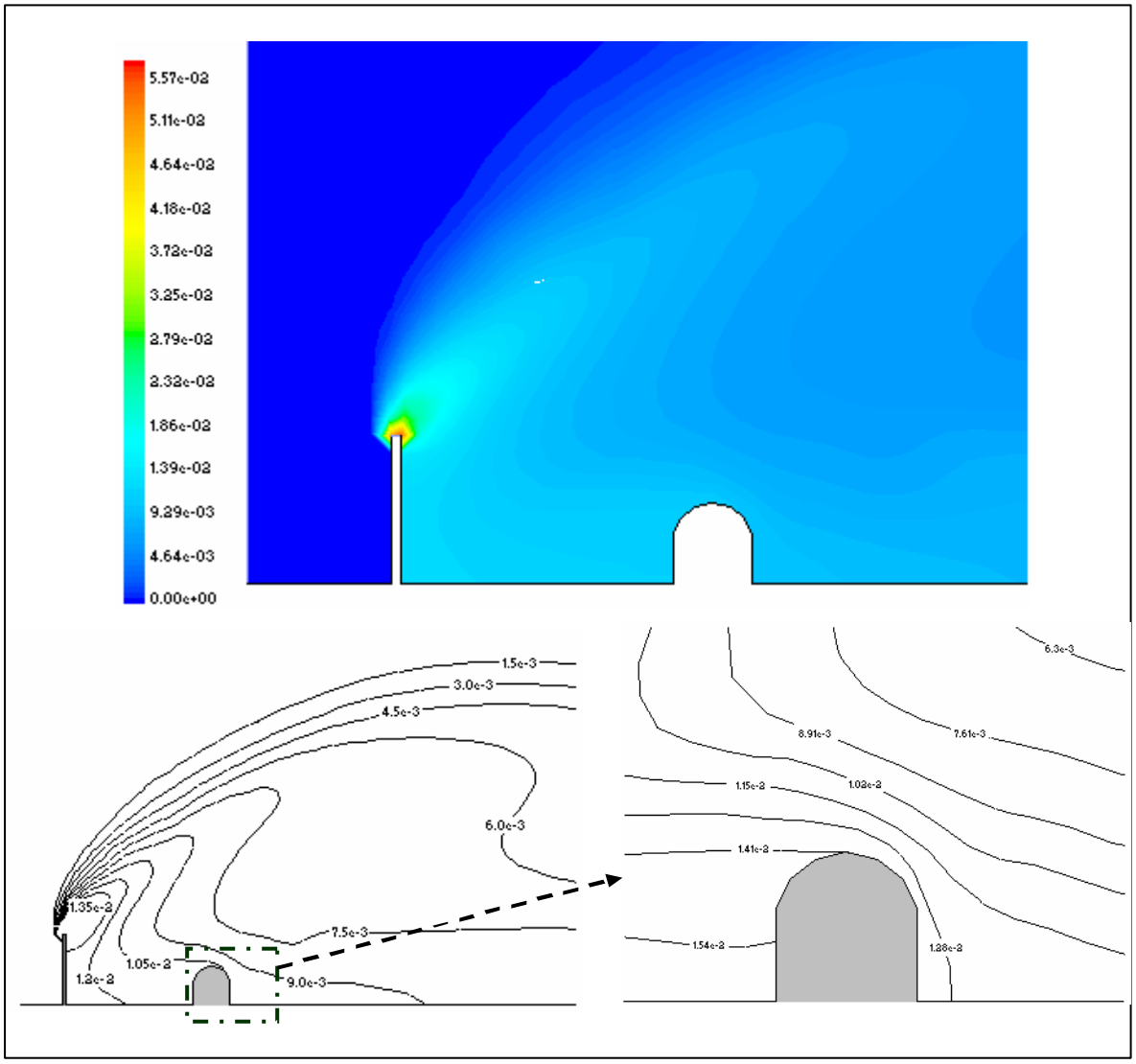

Fig. 8a: lignes d' iso concentration (α=20°)

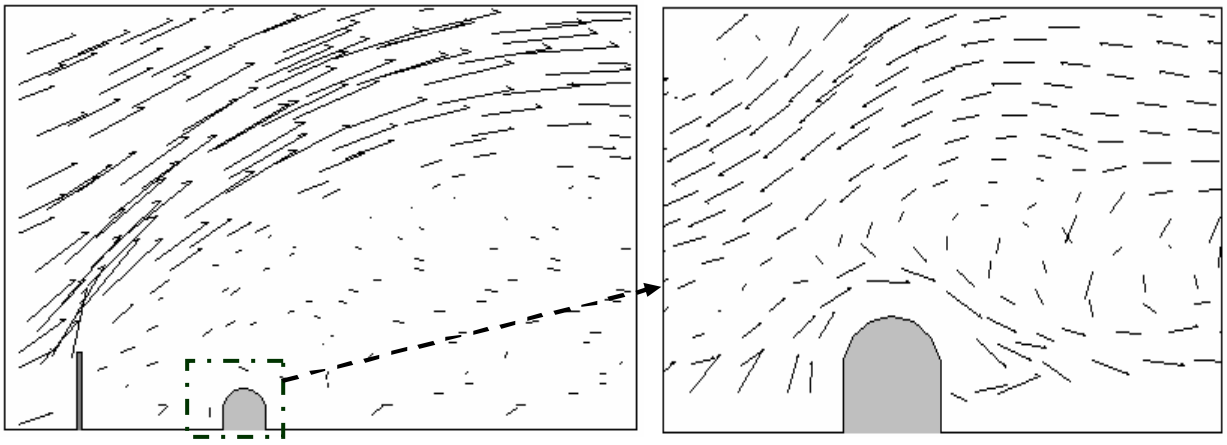

Fig. 8b: vecteurs vitesses (α=20°)

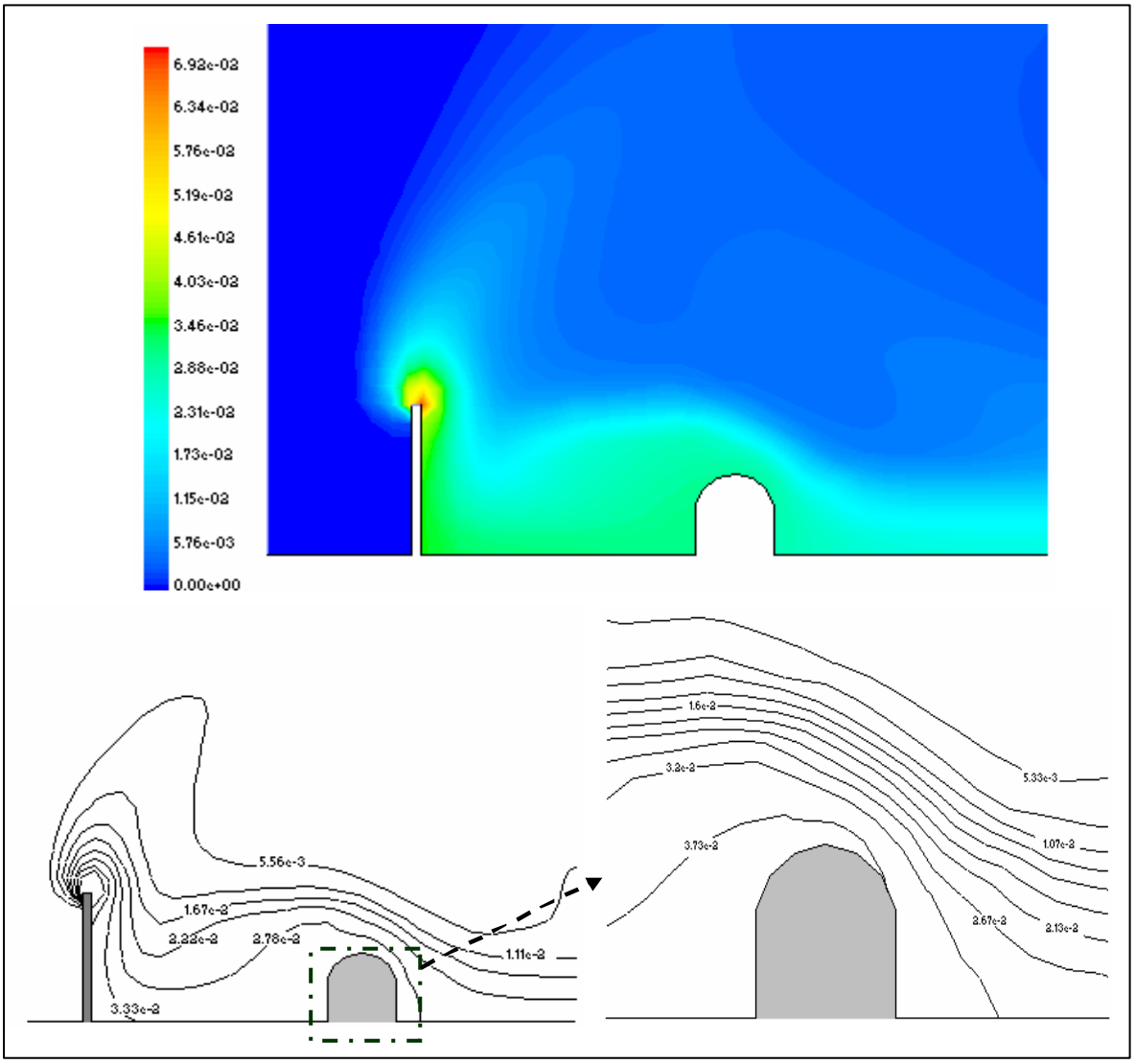

Fig. 9a: lignes d' iso concentration (α=45°)

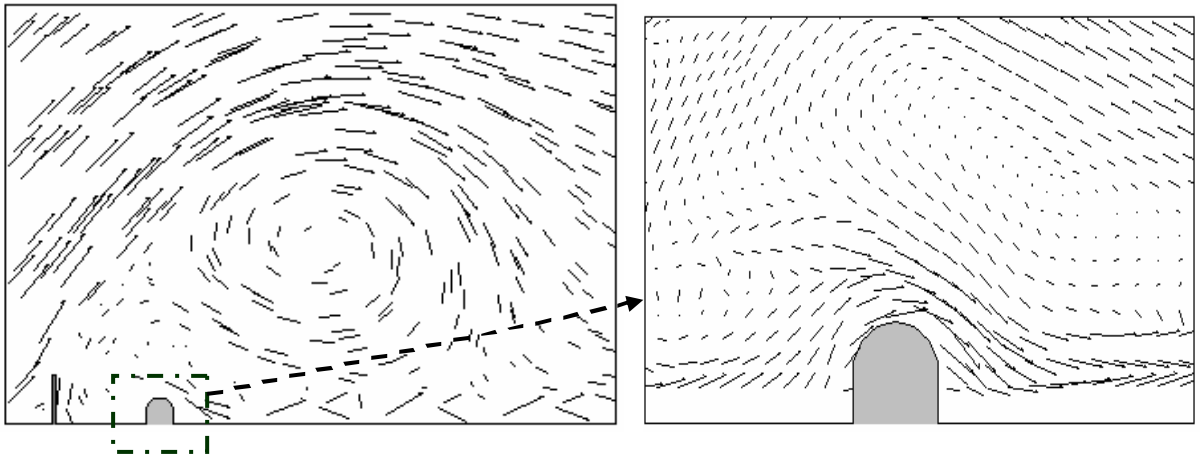

Fig. 9b: vecteurs vitesses (α=45°)

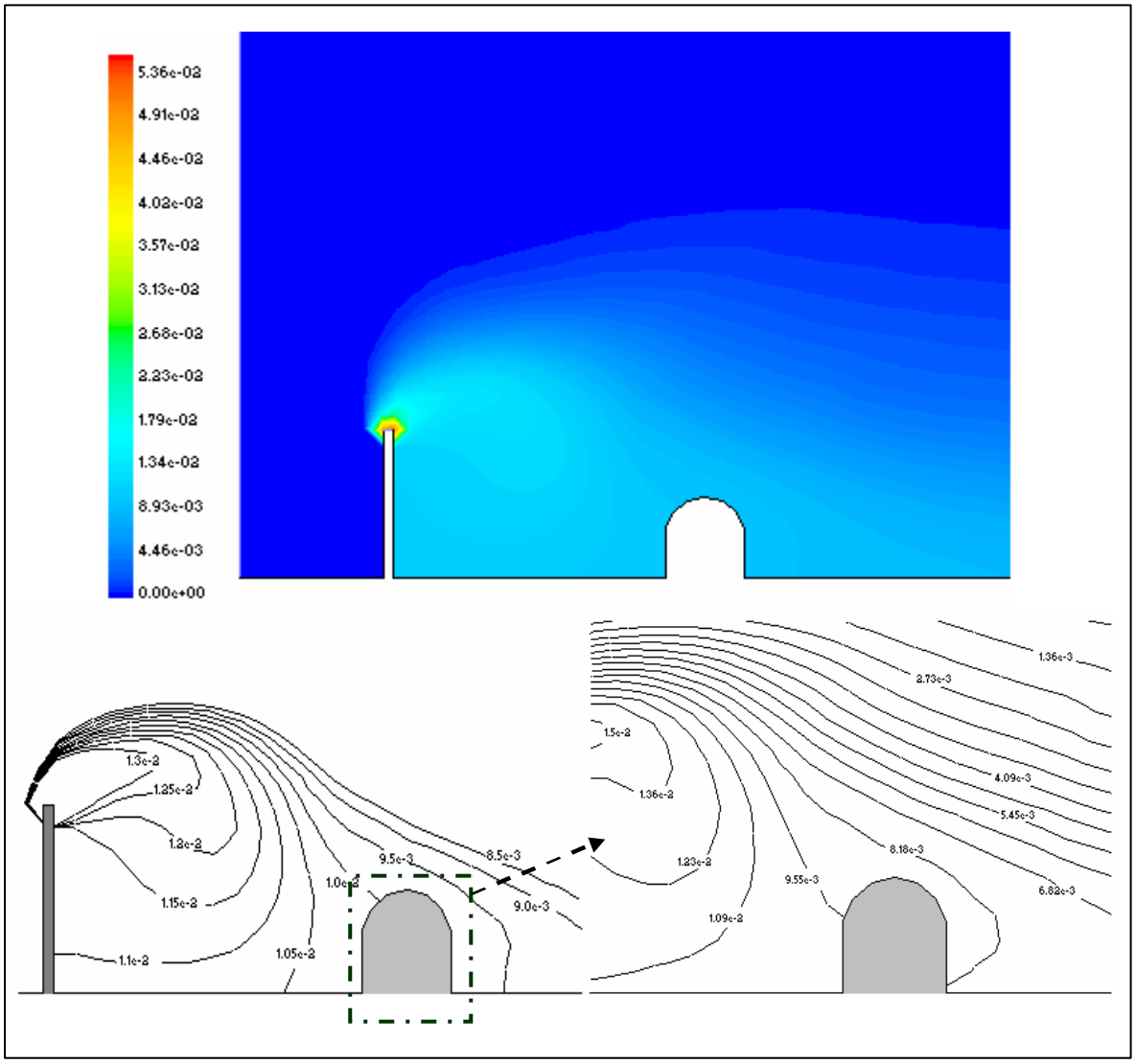

Fig. 10a: lignes d' iso concentration (α=315°)

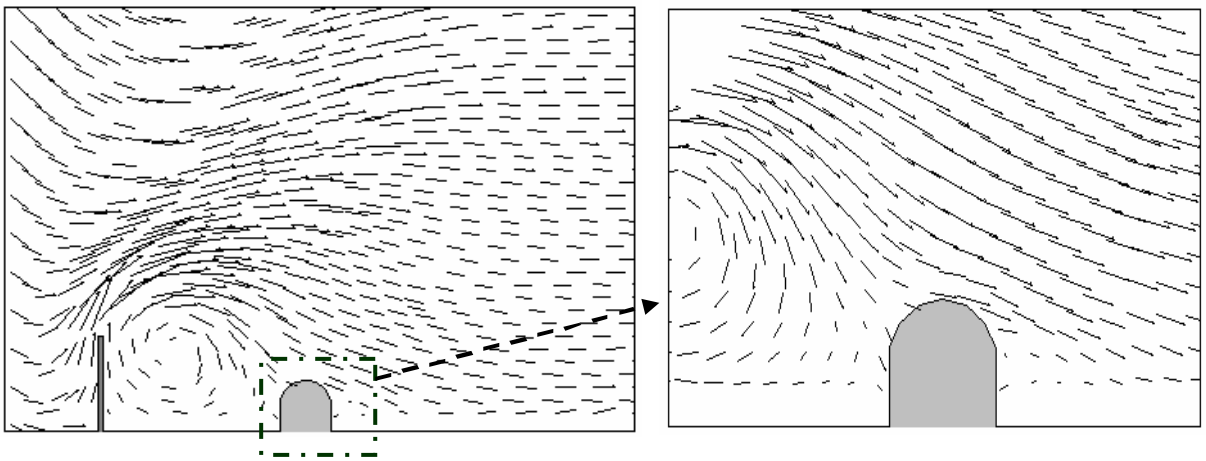

Fig. 10b : vecteurs vitesses (α=315°)

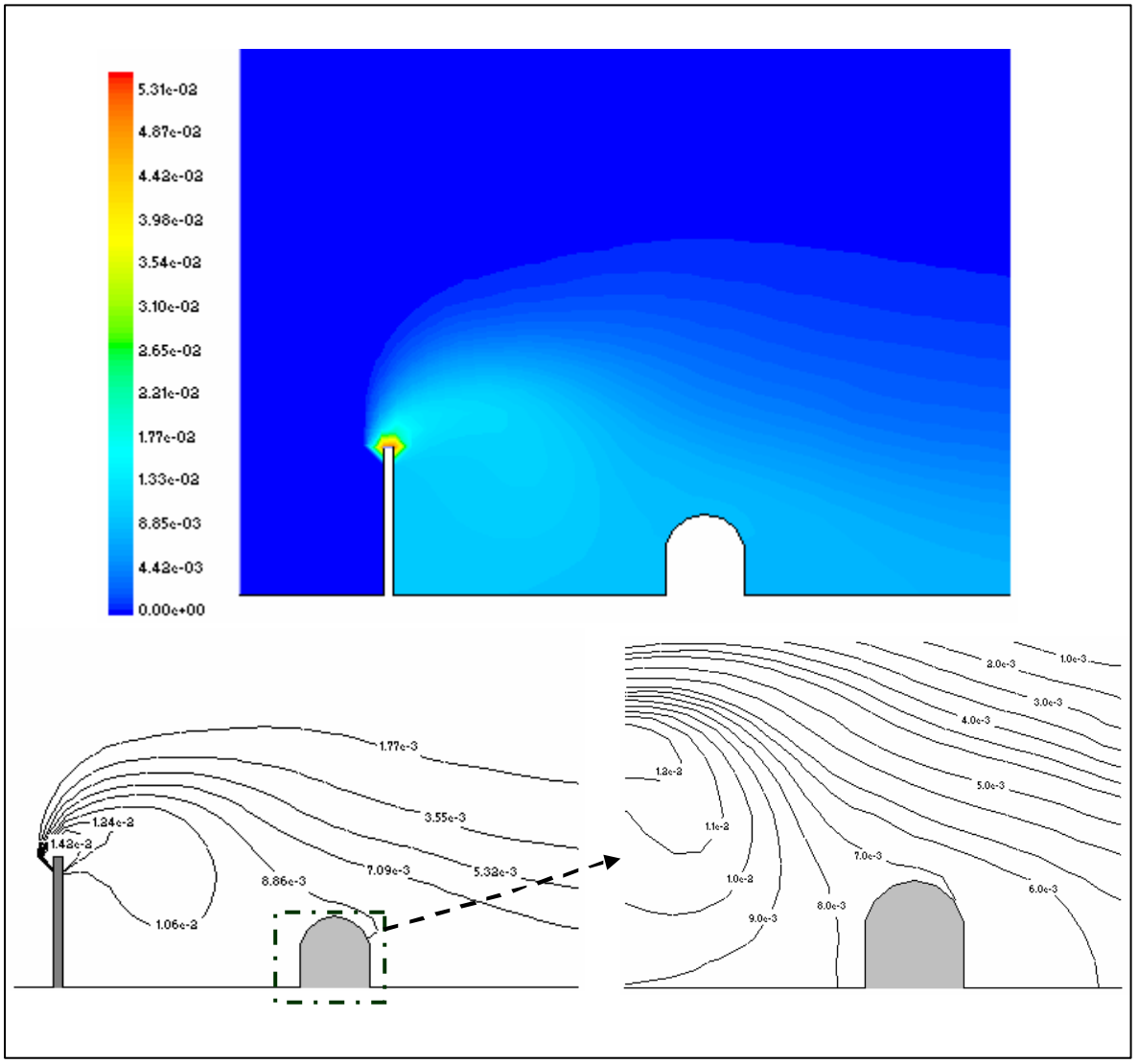

Fig. 11a: lignes d' iso concentration (α=340°)

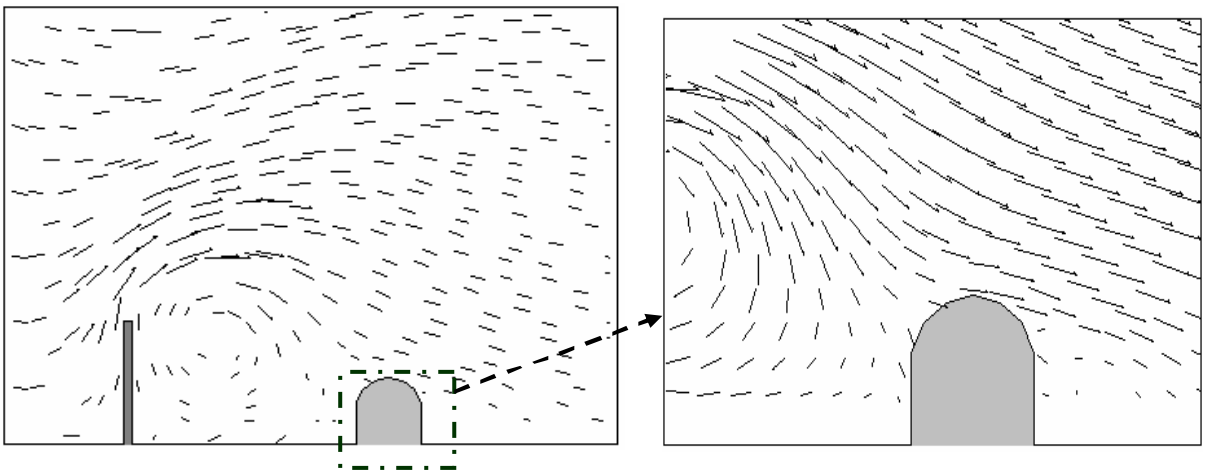

Fig. 11b: vecteurs vitesses (α=340°)

On constate sur la figure 11, que pour α=340°, la pénétration du polluant dans l'air ambiant est faible est que le panache est dévié à l'intérieur vers le pied de la cheminée. Le

tourbillon créé est tout près de cette dernière. La concentration déposée sur l'obstacle est de l'ordre de $9.058\ 10^{-3}$

On donne dans le Tableau 1 les valeurs des concentrations déposées au niveau du sol et sur le bâtiment pour toutes les orientations de la vitesse du vent considérées.

Tableau 1: Influence de l'orientation de la vitesse du vent sur la concentration déposée au niveau du sol et sur le bâtiment

	$\alpha=0°$	$\alpha=20°$	$\alpha=45°$	$\alpha=315°$	$\alpha=340°$
Bâtiment	$5.974\ 10^{-3}$	$1.102\ 10^{-2}$	$3.005\ 10^{-2}$	$9.925\ 10^{-3}$	$9.058\ 10^{-3}$
Sol	$4.264\ 10^{-3}$	$6.258\ 10^{-3}$	$1.936\ 10^{-2}$	$8.315\ 10^{-3}$	$7.619\ 10^{-3}$

On présente sur la figure 12, les iso-valeurs du champ de l'intensité turbulente dans un terrain plat (figure 12-a) et aussi en présence d'un bâtiment (figure 12-b). Les tourbillons forment les limites latérales du sillage de l'obstacle. Les résultats montrent que la distance entre les deux limites du sillage diminue approximativement jusqu'à la position du point de rattachement en aval de l'obstacle à cause de l'entraînement du tourbillon apparaissant juste derrière celui-ci. Martinuzzi & Tropea [14] expliquent cet agrandissement par le gain de flux massique près de la paroi causé par l'entraînement de la couche limite cisaillée et recollée par les tourbillons.

Le fluide arrivant sur la face frontale du bâtiment avec une inertie importante, se déplace alors contre le gradient de pression, lorsqu'il perd de l'énergie, il s'enroule et forme alors, au niveau de sa rencontre avec l'écoulement proche pariétal amont le système tourbillonnaire.

L'influence des structures tourbillonnaires est confirmée sur cette figure qui montre que les valeurs maximales de l'intensité turbulente sont directement liées aux zones de recirculation en amont et en aval du bloc. L'intensité turbulente peut atteindre une valeur relativement élevée dans la zone de recirculation en amont et sur les arêtes de l'obstacle perpendiculaire à l'écoulement principal.

5. CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons présenté une étude numérique de l'évolution du polluant issu d'une cheminée en régime turbulent et en présence d'un obstacle pour un cas industriel réel. Ce type d'étude permet la détermination des zones, plus particulièrement au niveau du sol, où la vitesse du vent est accélérée par la présence d'obstacles environnants.

Les résultats trouvés montrent essentiellement que les facteurs topographiques interviennent dans la modification de la concentration et de la direction des courants de polluants dans l'atmosphère. Un obstacle situé sur le chemin d'un dégagement de gaz peut le détourner de sa route et le faire dévier de sa direction soit latéralement soit verticalement. Il peut aussi contribuer à la création de tourbillons après le bloc. Les résultats trouvés doivent être comparés à des résultats expérimentaux qui seront obtenus par des essais sur une maquette dans une soufflerie. Cette comparaison permettra de vérifier les hypothèses considérées et d'opter pour le modèle de turbulence qui permet de décrire le mieux l'écoulement.

NOMENCLATURE

h, d	hauteur géométrique et diamètre de la cheminée	m
h_b	hauteur du bloc	m
g	accélération de la pesanteur	$m.s^{-2}$
k	énergie cinétique de turbulence	$m^2.s^{-2}$
T	température	K
f	fraction massique de dioxyde de soufre SO_2	
u, v	composantes de la vitesse respectivement suivant x et y	$m.s^{-1}$
x, y	coordonnées longitudinale et transversale	m
n	la normale à la surface considérée.	
S_{ij}	tenseur des déformations moyennes.	
P_k	terme de production dû aux gradients moyens.	
G_k	terme de production dû à la flottabilité.	
R	rapport des vitesses v_0/u_∞	

Symboles Grecs

β	coefficient de dilatation thermique	K^{-1}
α	l'angle entre l'horizontale et la direction du vent	
ε	taux de dissipation de l'énergie cinétique de turbulence	$m^2.s^{-3}$
μ_t	viscosité turbulente	$m^2.s^{-1}$
σ_t	nombre de Prandtl turbulent	
σ_f	nombre de schmidt turbulent	

Indices

∞ milieu ambiant;

o à la sortie de la cheminée,

$\bar{}$ moyenne,

$\tilde{}$ moyenne de Favre

REFERENCES

[1] J. Halitsky, *"Gas Diffusion near Buildings"*, Met. Atmo. Energy U. S. A. E. C., (1968) 211-255.

[2] E. J. Plate, *"Diffusion from a Ground Level Line Source into the Disturbed Boundary Layer far Downstream from a Fence"*, Int. J. Heat Mass Trans. 10(1967) 181-194.

[3] G. H. Strom, *"Transport and Diffusion of Diffusion of Stack Effluents'*, Air Pollut. 1(1976) 401-501.

[4] J. R. Martin, *"Recommended Guide for the Prediction of the Dispersion of Airbone Effluents"*, American Society of Mechanical Engineers.(1979).

[5] P. J. Drivas and J. H. Shair , *"Probing the Air Flow within the Wake Downwind of a Building by Means of a Tracer Technique"*, Atmospheric Environment 8(1974) 1165-1175.

[6] Ogawa and Oikawa, *"A Field Investigation of the Flow and Diffusion Around a Model Cube"*, Atmospheric Environment 16(1982) 207-222.
[7] R. D. Davis, *"Investigations of Transport in Complex Atmospheric Flow Systems"*. Ph. D. thesis, California Institute of technology.(1982)
[8] C. D. Jones. and R. F. Criffiths (1984), *"Full-scale Experiments on Dispersion Around an Isolated Building Using an Ionised Air Tracer Technique with very Short Averaging Time"*, Atmospheric Environment 18(1984) 903-916.
[9] H. H. Lettau, *"Physical and Meteorological Basis for Mathematical Models of Urban Diffusion Processes"*, Proceedings of Symposium on multiple Source Urbain Diffusion Models, USEPA Publication AP-86 (1970).
[10] H. Reiquam, *"An Atmospheric Transport and Accumulation Model for Airsheds"*, Atmospheric Environment 4(1970) 233-247.
[11] Alan H. Huber, *"The Influence of Building Width and Orientation on Plume Dispersion in the Wake of Building"*, Atmospheric Environment 23(1989) 2109-2116.
[12] M. H. Mirzai et al., *"Wind Tunnel Investigation of Dispersion of Pollutants due to Wind Flow around a Small Building"*, Atmospheric Environment 28(1994) 1819-1826.
[13] Schofield & Logan (1990), *"Turbulent Shear Flow over Surface Mounted Obstacles"*, Trans. ASME, vol.112, 376-385
[14] Martinuzzi and Tropea, *"The Flow around Surface Mounted, Prismatic Obstacles Placed in a Fully Developped Channel Flow"*, J. Fluids Eng. 115(1993) 85-91
[15] Hussein and Martinuzzi, *"Energy Balance for Turbulent Flow around a Surface Mounted Cube Placed in a Channel"*, Phys. Fluids 8(1996) 764-780
[16] F. N. Mouzakis et al. (1991), *"Polluatant Dispersion over a Triangular Ridge : a Numerical Study"*, Atmospheric Environment 25A(1991) 371-379.
[17] A. O. Demuren and W. Rodi, *"Three Dimensional Numerical Calculations of Flow and Plume Spreading Past Cooling Towers"*, Journal of Heat Transfer 109(1987) 113-119.
[18] Gambit Tutorial Guide, May 1998.