

# Sommaire

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| <b>Introduction générale .....</b> | <b>1</b> |
|------------------------------------|----------|

## Chapitre I : Généralité

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Définition de la pollution atmosphérique .....</b>                            | <b>3</b>  |
| <b>2 Sources de pollution atmosphériques .....</b>                                 | <b>3</b>  |
| 2.1 Les sources naturelles .....   | 3         |
| 2.2 Les sources dues aux activités industrielles .....                             | 3         |
| 2.2.1 Les installations fixes de combustions .....                                 | 4         |
| 2.2.2 Les installations industrielles .....  | 4         |
| 2.2.3 Les sources automobiles .....  | 4         |
| <b>3 Facteurs intervenant dans le transport et la diffusion de polluants .....</b> | <b>4</b>  |
| 3.1 Facteurs météorologiques .....   | 4         |
| 3.1.1 Le vent .....  | 4         |
| 3.1.2 Le gradient vertical de température .....                                    | 4         |
| 3.1.3 La turbulence .....  | 5         |
| 3.2 Facteurs physiques .....   | 5         |
| <b>4 Les différentes échelles de la pollution atmosphérique .....</b>              | <b>5</b>  |
| 4.1 Pollution de proximité et à l'échelle locale .....                             | 5         |
| 4.2 Pollution à l'échelle régionale .....  | 6         |
| 4.3 Pollution planétaire .....   | 6         |
| <b>5 Polluants atmosphériques .....</b>  | <b>6</b>  |
| 5.1 Monoxyde de carbone .....  | 7         |
| 5.2 Dioxyde d'azote .....  | 8         |
| 5.3 L'ozone .....  | 9         |
| 5.4 Les particules en suspension .....   | 9         |
| 5.5 Le dioxyde de soufre .....   | 10        |
| 5.6 Le plomb .....   | 12        |
| 5.7 Autres polluants .....   | 12        |
| 5.7.1 (CH <sub>4</sub> ) Méthane .....   | 12        |
| 5.7.2 (N <sub>2</sub> O) Protoxyde d'azote .....                                   | 12        |
| 5.7.3 (CFC) Chlorofluorocarbures .....   | 12        |
| 5.7.4 (HFC) Hydrofluorocarbures .....  | 13        |
| 5.7.5 (PFC) Per fluorocarbures .....   | 13        |
| 5.7.6 (SF <sub>6</sub> ) Hexafluorure de soufre .....                              | 13        |
| 5.7.7 (HF) Acide fluorhydrique .....   | 13        |
| 5.7.8 (H <sub>2</sub> S) Hydrogène sulfure .....                                   | 13        |
| 5.7.9 Métaux lourds .....  | 13        |
| <b>6 Les différents modes de transfert de la chaleur .....</b>                     | <b>14</b> |
| 6.1 La conduction .....  | 15        |
| 6.2 Le rayonnement .....   | 16        |
| 6.3 La convection .....  | 16        |
| 6.3.1 Convection naturelle (libre) .....   | 17        |
| 6.3.1.1 Démarrage de la convection .....   | 18        |
| 6.3.1.2 La convection de Rayleigh-Bénard .....                                     | 18        |
| 6.3.2 La convection forcée .....   | 19        |
| 6.3.3 La convection mixte .....  | 19        |
| <b>7 Les type d'écoulement .....</b>   | <b>19</b> |
| 7.1 Régime laminaire .....   | 19        |
| 7.2 Régime turbulent : .....   | 20        |

## Chapitre II : Formulation Mathématique

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Vent</b>  | <b>21</b> |
| <b>2 Influence de la stabilité de l'atmosphère</b>   | <b>21</b> |
| <b>3 Etude numérique</b>   | <b>22</b> |
| 3.1 Equation de conservation de masse  | 22        |
| 3.2 Equation de conservation de quantité de mouvement  | 22        |
| 3.3 Equation de conservation de l'énergie  | 22        |
| 3.4 Equation de conservation des espèces   | 22        |
| 3.5 Equation de l'énergie cinétique de turbulence ( $k$ ) et l'équation de transport de taux de dissipation de l'énergie cinétique turbulente ( $\epsilon$ ) | 22        |
| 3.5.1 Equation de l'énergie cinétique de turbulence ( $k$ )  | 23        |
| 3.5.2 Equation de transport de taux de dissipation de l'énergie cinétique turbulente ( $\epsilon$ )  | 24        |
| <b>4 Configuration géométrique</b>   | <b>24</b> |
| <b>5 Conditions aux limites</b>  | <b>25</b> |

## Chapitre III : Résolution Numérique

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Introduction</b>   | <b>28</b> |
| <b>2 Les schémas de turbulence</b>                                      | <b>28</b> |
| 2.1 Simulation numérique directe (DNS)                                  | 28        |
| 2.2 Simulation statistique de la turbulence (RANS)                      | 28        |
| 2.3 Simulation à grandes échelles LES (Large Eddy Simulation)           | 29        |
| <b>3 Les différentes étapes à suivre pour la modélisation numérique</b> | <b>30</b> |
| <b>4 Présentation de GAMBIT et de FLUENT</b>                            | <b>30</b> |
| 4.1 Définition d'un logiciel CFD (Computational Fluid Dynamics)         | 30        |
| 4.2 GAMBIT  | 30        |
| 4.2.1 Choix du maillage   | 30        |
| 4.3 FLUENT  | 33        |
| <b>5 Choix des paramètres de FLUENT</b>                                 | <b>34</b> |
| 5.1 Procédure sous "Fluent"   | 34        |
| 5.2 Simple précision ou double précision                                | 34        |
| 5.3 Choix de la formulation du solveur                                  | 34        |
| 5.4 Schémas de discrétisation   | 35        |
| 5.5 Choix du schéma d'interpolation de la pression                      | 36        |
| 5.6 Choix de la méthode de couplage Pression-Vitesse                    | 36        |
| <b>6 choix des facteurs de Sous relaxation</b>                          | <b>37</b> |
| <b>7 Les conditions aux limites</b>                                     | <b>37</b> |

## **Chapitre IV : Résultats et discussion**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Introduction .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>2 Résultats pour écoulement bidimensionnel .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>2.1 Résultats pour domaine à deux obstacles.....</b>  | <b>39</b> |
| <b>2.1.1 L'effet de la vitesse du vent sur la concentration du CO<sub>2</sub> .....</b>                  | <b>39</b> |
| <b>2.1.2 L'effet de l'orientation de la vitesse du vent sur la concentration du CO<sub>2</sub> .....</b> | <b>44</b> |
| <b>2.2 Résultats pour le domaine à trois obstacles.....</b>  | <b>47</b> |
| <b>2.2.1 L'effet de la vitesse du vent sur la concentration du CO<sub>2</sub> .....</b>                  | <b>47</b> |
| <b>2.2.2 L'effet de l'orientation de la vitesse du vent sur la concentration du CO<sub>2</sub>.....</b>  | <b>50</b> |
| <b>3 Conclusion .....</b>  | <b>53</b> |
| <b>Conclusion générale.....</b>  | <b>54</b> |