

## TD n°6

Créer un sous-dossier *TD\_06* dans le dossier *TD\_PROG\_IMP*. La compilation des programmes sera faite en utilisant un fichier *Makefile* (fourni avec le sujet) et trois fichiers « *m\_type.f90* », « *main.f90* » et « *sousprog.f90* » contenant respectivement un module avec des structures, le programme principal et les sousroutines/fonctions qui seront développées pendant le TD.

### Partie 1 : Lecture d'un fichier de données de configuration

Dans le cadre du développement d'un programme de résolution de problèmes d'advection-diffusion, une étape est la lecture des données de configuration du problème dans un fichier. On dispose initialement d'un fichier formaté appelé « *data\_2D.dat* » (fourni avec le sujet) contenant une liste d'informations sur les paramètres physiques et numériques du problème.

1°) Dans le fichier « *m\_type.f90* », créer un module appelé *m\_type*. Dans ce module, définir deux structures de données (au sens du Fortran 90) appelées respectivement *phys* et *num* ayant pour champs les variables nécessaires au stockage des valeurs des paramètres physiques et numériques du fichier « *data\_2D.dat* ».

2°) Dans le fichier « *sousprog.f90* », créer la subroutine, notée *read\_data*, qui ouvre le fichier « *data\_2D.dat* » et affecte les valeurs des paramètres physiques et numériques du fichier dans les champs des structures *phys* et *num*.

3°) Dans le fichier « *prog.f90* », créer un programme principal qui appelle la subroutine *read\_data*.

### Partie 2 : Affichage d'un champ de concentration 2D

L'utilisateur souhaite à présent modéliser le problème de la dispersion d'un polluant de concentration  $C_I$  initialement injecté au centre du domaine physique, dans un cercle de rayon  $R_I$ . L'objectif du programme est de calculer cette concentration dans le domaine (dans le cas présent au moment de l'arrivée du polluant, c'est-à-dire initialement) et d'afficher le résultat à l'écran.

Le domaine physique de longueur  $L$  suivant  $x$  et  $H$  suivant  $y$  est discrétisé en  $N_x$  points de calcul  $x_i$  suivant  $x$  qui sont régulièrement espacés et numérotés de  $i=1$  à  $i=N_x$ , tels que  $x_1 = 0$  et  $x_{N_x} = L$ . De même, dans la direction  $y$ , il est discrétisé en  $N_y$  points de calcul  $y_j$  qui sont régulièrement espacés et numérotés de  $j=1$  à  $j=N_y$ , tels que  $y_1 = 0$  et  $y_{N_y} = H$ .

On définit deux vecteurs de réels, notés respectivement  $x_{reg}$  et  $y_{reg}$  (correspondant respectivement à la position  $x$  et  $y$  de chaque point du domaine discrétisé). De plus, on définit un tableau de rang 2 de réels, noté  $C$ , ayant  $N_x$  éléments selon la première dimension et  $N_y$

éléments selon la deuxième dimension. L'élément  $C(i,j)$  du tableau  $C$  correspond à la concentration du polluant au point de coordonnées  $[x_{reg}(i), y_{reg}(j)]$  du domaine.

4°) Modifier le programme principal pour créer de façon dynamique les vecteurs  $x_{reg}$  et  $y_{reg}$  et le tableau  $C$  tels que leurs éléments soient tous égaux à zéro.

5°) Dans le fichier « sousprog.f90 », créer la subroutine *mesh* qui modifie les vecteurs  $x_{reg}$  et  $y_{reg}$  tel que leurs éléments suivent la progression linéaire suivante :

$$x_i^{reg} = \frac{L}{N_x - 1}(i - 1) \quad \text{pour } i \in [1, N_x], \quad (1)$$

$$y_j^{reg} = \frac{H}{N_y - 1}(j - 1) \quad \text{pour } j \in [1, N_y]. \quad (2)$$

6°) Dans le fichier « sousprog.f90 », créer la fonction (au sens du Fortran) appelée *dist*, qui calcule la valeur de la distance entre un point de coordonnées  $x$  et  $y$  et le centre du domaine tel que  $dist = \sqrt{(x - L/2)^2 + (y - H/2)^2}$ .

7°) Dans le fichier « sousprog.f90 », créer la subroutine *C\_init* qui modifie le tableau  $C$  tel que chaque élément du tableau suit la distribution spatiale suivante :

$$C(x, y) = C_1 + (C_0 - C_1) \times \left( \frac{1 + \operatorname{erf}((d_1 - R_1)/\Delta)}{2} \right), \quad (3)$$

$$\text{avec } \Delta = \frac{2}{3} \min \left( \frac{L}{N_x - 1}, \frac{H}{N_y - 1} \right), \quad (4)$$

où  $C_1$  est la concentration initiale du polluant,  $C_0$  celle en l'absence de polluant,  $d_1$  est la distance entre un point de coordonnées  $[x,y]$  et le centre du domaine, et  $R_1$  est le rayon initial de la tâche de pollution. Nota : (i) la fonction « *erf* » existe en Fortran 90 et n'a pas besoin d'être programmée ; (ii) utiliser la fonction *dist* pour calculer  $d_1$ .

8°) Dans le fichier « prog.f90 », appeler les subroutine *mesh* puis *C\_init*, et faire afficher le tableau  $C$  à l'écran de telle sorte que les colonnes correspondent à  $x=cte$  et les lignes à  $y=cte$ .

9°) Modifier le format d'affichage de telle sorte que les valeurs de  $C$  soient affichées au format de type 'float' (écriture décimale) avec deux chiffres après la virgule.