

# Modélisation numérique : TD 2

Frédéric Hourdin  
hourdin@lmd.ens.fr

22 janvier 2009

## Advection uni-dimensionnelle d'un traceur

On considère une espèce trace dont la concentration  $q(x, t)$ , en kg/kg d'air par exemple, ne dépend que de la dimension  $x$  et du temps, sur un domaine  $[0, L]$  en  $x$  et  $[0, T]$  en temps.

On suppose que cette espèce trace est advectée par un champ de vent non divergeant  $U = \text{cste}$  avec une masse volumique linéique de l'air ( $\rho$  en kg/m) constante.

1. On suppose qu'à l'instant initial, le traceur est réparti comme une gaussienne autour d'une valeur  $x_0 = L/5$ , soit  $q(x, t = 0) = \exp(-[(x - x_0)/\Delta x]^2)$  avec  $\Delta x = L/15$ . (ne pas confondre ce  $\Delta x$  avec la taille d'une maille du modèle  $\delta x$ ). Que vaudra la concentration à un instant  $t$  quelconque.
2. Se donner une discrétisation de 100 points dans le domaine  $[0, L]$ . Ecrire un programme fortran qui imprime en colonne les valeurs de  $x_i$  et de  $q_{i,0} = q(x_i, t = 0)$  pour les 100 points du maillage. Tracer ces valeurs à l'écran. Faire le même calcul pour  $t = 0.8 * L/V$ . Superposer les deux courbes.

On prendra soin de paramétrer le nombre de points en  $x$ , c'est à dire de déclarer par exemple le tableau des  $x_i$  comme :

```
integer imax,i
parameter (imax=100)
real xxx(imax)
do i=1,imax
  xxx(i)=...
```

3. Ecrire une boucle en temps pour calculer l'advection du traceur avec un schéma d'advection amont sur 350 pas de temps. On prendra un pas de temps  $\delta t = 0.2 \times \delta x / U$ . Pour effectuer les sorties, on pourra par exemple écrire :

```
character*4 file
do it=1,nt
  ....
  if (mod(it,10)==1) then
    file="q..."
    write(file(2:4), '(i3.3)') it
    open (10,file=file,form='formatted')
    do i=1,imax
      write(10,*) xxx(i),qqq(i)
```

```
        enddo
        close(10)
    endif
```

qui créera un fichier tous les 10 pas de temps, s'appelant par exemple 'q091' pour le pas de temps 91.

On pourra également, pour faciliter l'écriture, se donner deux variables informatiques pour stocker les valeurs de la concentration  $q$  aux instants  $n$  et  $n + 1$ , par exemple 'qancien' et 'qnouveau'.

4. Adapter le programme pour qu'il utilise un schéma temporel centré. Comparer le résultat des deux schémas.