

**L2-Info-Calcul scientifique**  
**TD n° 13**

1. Le but de cette question est de créer des outils permettant l'étude de la chute d'objets dans l'air.

(a) Écrire une fonction calculant l'évolution au cours du temps, de la vitesse d'un objet en chute libre dans l'air;

Cette fonction prendra en paramètre:

le nom d'un fichier de sortie: `const std::string& outfilename`

la masse de l'objet: `double m`

le coefficient de résistance de l'air: `double frot`

Le temps final: `double tfinal`

Le nombre de pas de temps : `int n`

On supposera que la vitesse initiale est nulle.

La fonction devra écrire les résultats dans le fichier de sortie d'extension .csv qui contiendra l'entête:

"T", "V"

suivi des instants de calcul en seconde et de la vitesse de l'objet en km/h, séparés par une virgule; ce qui donne:

"T", "V"

$t_0, v_0$

$t_1, v_1$

...

$t_n, v_n$

(b) Créer un programme principal et tester votre fonction en prenant par exemple:  $m=70\text{kg}$ ,  $frot=0.1$ ,  $tfinal=20\text{s}$ ,  $n=200$ .

Lancer l'outil paraview depuis une fenêtre terminal. Lire le fichier produit à la question

1. Depuis le menu Filters/Alphabetical lancer l'outil "Plot Data" pour tracer la courbe de l'évolution de la vitesse au cours du temps.

2. Dans cette question, vous devez écrire une deuxième version de la fonction de la question 1. On suppose que l'objet tombe depuis une altitude  $a$  et on cherche à savoir en combien de temps l'objet touchera le sol et quelle sera sa vitesse au moment de l'impact.

Par rapport à la question1, on rajoute alors  $a$  en paramètre de type double. On remplace le paramètre  $n$  par la taille  $dt$  du pas de temps. Le fichier de sortie devra contenir cette fois, l'évolution de l'altitude et de la vitesse au cours du temps. Il y aura donc trois colonnes et non deux. Enfin la fonction devra écrire à l'écran le temps écoulé et la vitesse au moment de l'impact.

3. Pour finir, on cherche à résoudre l'équation différentielle ordinaire du premier ordre

$$\begin{cases} y' = f(t, y) \\ y(0) \text{ donné} \end{cases}$$

par la méthode explicite dont le tableau de Butcher est le suivant:

0	0			
1/3	1/3	0		
2/3	-1/3	1	0	
1	1	-1	1	0
	1/8	3/8	3/8	1/8

- (a) Écrire une fonction de résolution prenant en paramètre la donnée initiale  $y(0)$  ainsi que la fonction  $f$  sous forme de pointeur sur une fonction, le temps final  $t_{final}$  ainsi que le nombre de pas de temps  $n$  et résolvant l'équation différentielle par la méthode décrite ci-dessus.
- (b) Vérifier que  $y(t) = e^{t^2}$  est solution du problème

$$\begin{cases} y' = 2t \times y \\ y(0) = 1 \end{cases}$$

- (c) Utiliser la question précédente pour tester votre programme et estimer l'ordre du schéma. On pourra créer un fichier .csv contenant en colonne, le temps, la solution calculée et la solution exacte.