Septembre 2025

Master GI
Parcours IN
Année : M2

**Programmation en langage C++ :**
**Programme principal & sous-programmes**

**<u>Exercice 1</u> : pair_impair**
Dans le but d'introduire la notion de sous-programme, créer un algorithme en langage de programmation C++ constitué d'un programme principale (main), lequel fait appel à un sous-programme (appelé aussi routine ou fonction) réalisant une tache répétitive bien spécifique.

Exemple à traiter : création d'une routine pair_impair vérifiant la nature d'un entier (pair ou impair).

1. Appeler la routine pair_impair (nb: la routine est sans argument avec un return $\rightsquigarrow$ 0).
2. La routine pair_impair renvoie la nature de l'entier saisi à partir de l'invité de commandes : l'entier saisi est-il pair ou impair ?

**<u>Exercice 2</u> : pair_impair & while**
Reprendre le même exercice en introduisant cette fois-ci la fonction while.

1. Dans un premier temps, la routine doit dialoguer avec l'utilisateur pour savoir s'il faut saisir un nouvel entier ou bien quitter le programme.
2. Dans un second temps, le programme doit afficher le nombre total d'entiers testés en quittant la routine pair_impair (nb: return $\neq 0$ ; return $\rightsquigarrow N_{entiers}$ )
3. Dans un troisième temps, le programme doit afficher le nombre d'entiers pairs, impairs et total testés après avoir quitter la routine pair_impair (nb: les sorties doivent être placées en tant qu'arguments de la routine pair_impair).

**<u>Exercice 3</u> : Random**
Il s'agit dans le cadre de cet exercice de faire appel à la fonction random. Cette fonction permet d'effectuer un tirage aléatoire dans un intervalle donné. Suivre les étapes suivantes pour créer le programme appelant la fonction random :

1. Dans un premier temps, se renseigner sur le web concernant la syntaxe de la fonction random en langage de programmation C++.
2. Dans un second temps, appeler la fonction random depuis le programme principale (main) en affichant via le terminal la valeur du tirage aléatoire effectué.
3. Dans un troisième temps, calculer le pourcentage de chaque occurrence par rapport au nombre de tirages aléatoires réalisés.

Théoriquement, pour un grand nombre de tirages toutes les occurrences tendent vers le même pourcentage $\left(\% = 100 \times \frac{1}{Nb_{occur}}\right)$. L'influence du nombre de tirages sur le pourcentage des occurrences est bien décrit par la figure 1.

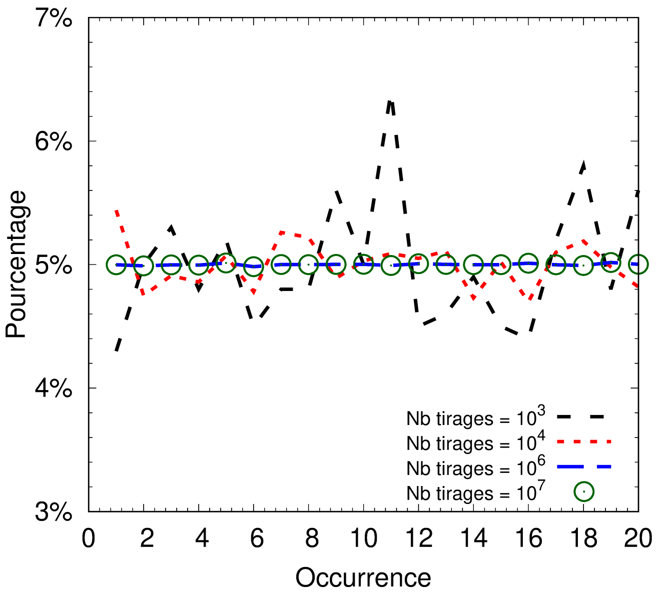
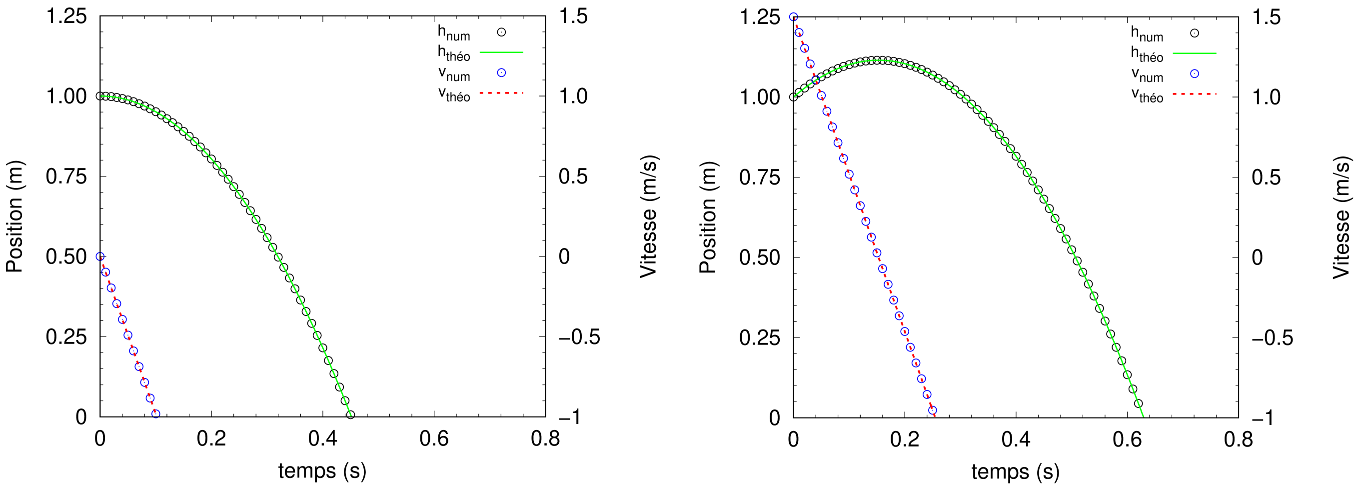



Figure 1: Influence du nombre de tirages

**<u>Exercice 4</u> : PFD (chute libre )**

La résolution des équations du Principe Fondamental de la Dynamique (PFD) permet d'étudier le mouvement d'un solide soumis à l'action de forces et moments. Dans le cadre de cet exercice, on va s'intéresser à un cas simple, celui d'une sphère de diamètre $D$, animée par une vitesse initiale, en chute libre. Il s'agit donc de créer un programme en C++ qui permet de calculer l'accélération, la vitesse et la position de la sphère au cours de sa chute libre. La solution discrétrisée (discrétisation en temps) obtenue à l'aide de l'algorithme peut être confrontée à la solution analytique. Trois cas de figure seront étudiés :

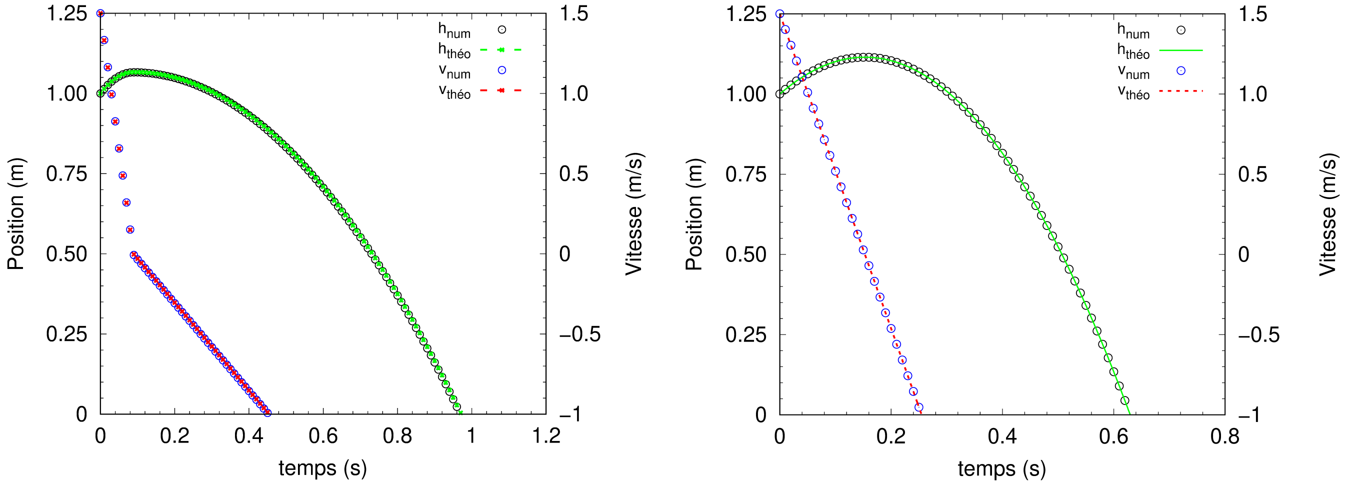
1. Mouvement sans contact et sans prise en compte de la résistance de l'air (Fig. 2) : $h_0 = 1\ m$ ; $v_0 = [0 - 1,5]\ m/s$ ; $g = 9,81\ m/s^2$ ; $\Delta t = 10^{-3} s$ ; $t_{total} = 1\ s$ ; $v(t) = -gt + v_0$ ; $h(t) = -g\frac{t^2}{2} + v_0 t + h_0$.




(a) (b)

Figure 2: Mouvement de la sphère en chute libre : (a) $v_0 = 0$ ; (b) $v_0 = 1,5\ m/s$

2. Mouvement sans contact et avec prise en compte de la résistance de l'air (Fig. 3) : $h_0 = 1\ m$ ; $v_0 = 1,5\ m/s$ ; $g = 9,81\ m/s^2$ ; $\Delta t = 5.10^{-4} s$ ; $t_{total} = 1\ s$ ; force de frottement sphère/air $\vec{f} = -\alpha \times sign(\vec{v})$, avec $\alpha > 0$ (en Newton) ; $v(t) = (-g + \frac{f}{m})t + v_0$ ; $h(t) = (-g + \frac{f}{m})\frac{t^2}{2} + v_0 t + h_0$.
3. Mouvement de la sphère avec détection de contact (contact sphère/plan horizontal à $h = 0\ m$) : $D_b = 10^{-1}\ m$ ; $\rho = 2700\ kg/m^3$ ; $m = \rho V$ ; $F_n = -k_n \delta_n - c_n v_n$ ; $F_n$ : interaction de contact ; $k_n =$

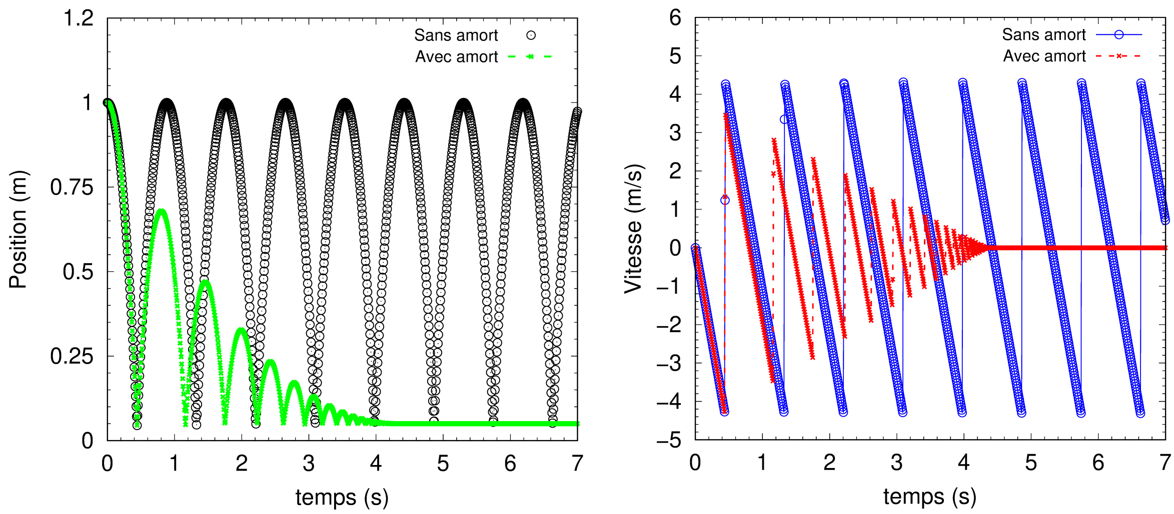



(a) (b)

Figure 3: Mouvement de la sphère en chute libre avec/sans résistance de l'air : (a) $v_0 = 1.5\ m/s$ & $\alpha = 10$ ; (b) $v_0 = 1.5\ m/s$ & $\alpha = 0$

$10^5\ N/m$ ; $k_n$ : raideur de contact ; $c_n = \sqrt{\frac{10}{3}}\psi\sqrt{k_n m}$ ; $c_n$ : coefficient d'amortissement ; $\psi = ln\alpha_e/\sqrt{ln^2\alpha_e + \pi^2}$ ; $\alpha_e = 0,8$ ; $\alpha_e$ : coefficient de restitution.

Les figures 4(a-b) montrent les positions et vitesses de la sphère en fonction du temps dans la cas d'un contact sphère/plan avec et sans amortissement (amortissement de type visqueux). À noter que les coefficients de restitution $\alpha_e$ ont pour valeur $1$ et $0,8$, respectivement dans le cas non-amorti et amorti.




(a) Positions de la sphère : $h(t)$

(b) Vitesses de la sphère : $v(t)$

Figure 4: Grandeurs cinématiques de la sphère au cours du temps : (a) positions ; (b) vitesses