



SUITES NUMERIQUES et SAUT EN PARACHUTE

Première partie

On utilise dans ce TD les suites numériques pour calculer la vitesse d'un parachutiste.

Introduction : Un saut en parachute peut être décomposé en 2 parties :

<p>En chute libre, la vitesse V augmente rapidement. Les forces en présence sont :</p> $Poids = m \times 9.81$ $F_{air} = k \times V^2$ <p>k étant une constante appelée coefficient de pénétration dans l'air du parachutiste.</p> <p>L'augmentation de vitesse est due au déséquilibre entre ces 2 forces. Lorsque F_{air} devient égale au poids, la vitesse de chute est stabilisée.</p>	<p>En ouvrant le parachute, la force de l'air augmente subitement. Ce nouveau déséquilibre entre les 2 forces en présence va freiner la chute jusqu'à retrouver un équilibre.</p>
	

Soit la suite v_n définie par :

v_n = vitesse du parachutiste, en $m \cdot s^{-1}$, au bout de n **dixièmes de secondes** de chute libre

v_0 = vitesse initiale de chute = 0

En utilisant les principes de physique, on démontre que v_n est définie par la relation de récurrence suivante :

$$v_{n+1} = - \frac{k}{800} v_n^2 + v_n + 0.981$$

Durant la phase de chute libre, si le parachutiste prend une position à plat (photo) on admet que : $k = 0,25$. Après ouverture du parachute, on admet que $k = 31,4$.

On se propose d'étudier le saut d'un parachutiste qui se jette du haut de la tour Burj Khalifa à Dubaï. Cette tour a été achevée en 2010 et a une hauteur de 828 mètres.



$v_1 = - \frac{0.25}{800} v_0^2 + v_0 + 0.981$ $v_1 = - \frac{0.25}{800} 0^2 + 0 + 0.981$ $v_1 = \mathbf{0.981}$	$v_3 =$
$v_2 =$	$v_4 =$

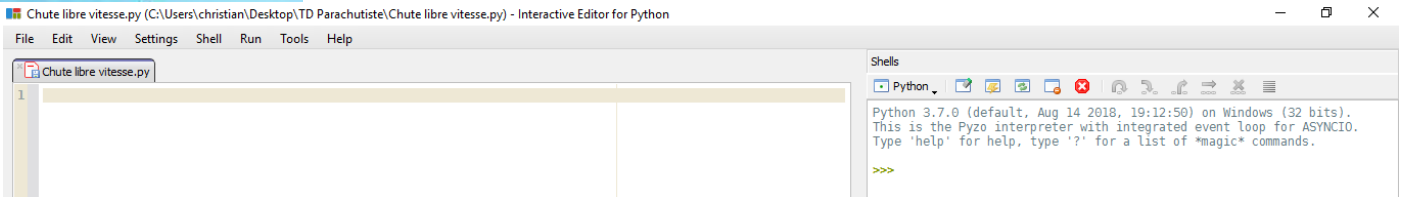
1 – ETUDE EN CHUTE LIBRE : On a ici $k = 0.25$. D'où : $v_{n+1} = -\frac{0.25}{800} v_n^2 + v_n + 0.981$ et $v_0 = 0$

1- Calculer les termes v_1 , v_2 et v_3 de cette suite à la main :



Pour calculer les termes suivants, on se propose d'écrire un programme.

⇒ Lancer sur ordinateur le logiciel Pyzo qui permet d'écrire des programmes en langage Python.

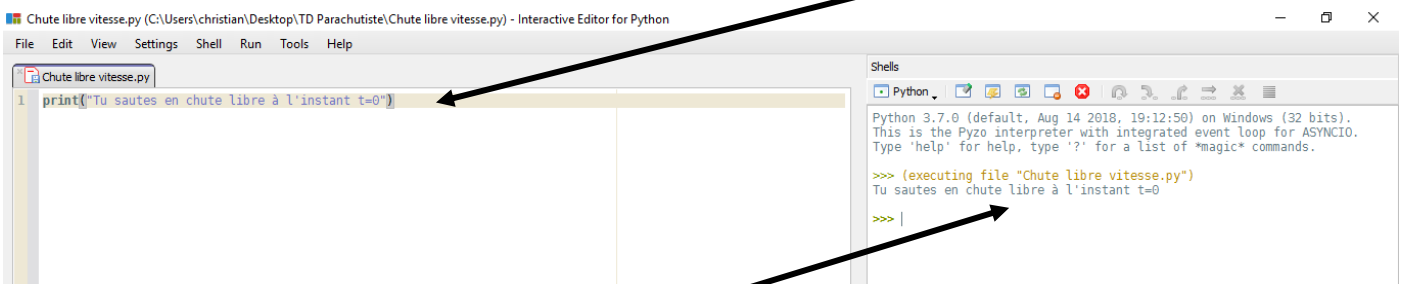


⇒ Créer un répertoire nommé *Parachutiste* dans votre bibliothèque

⇒ Dans l'onglet *File*, créer un nouveau fichier et le sauvegarder sous le nom « *Chute libre vitesse* » dans le répertoire *Parachutiste*

On se propose de construire le programme petit à petit :

⇒ Dans la fenêtre de gauche qui est celle où l'on écrit le programme, écrire



⇒ Dans la fenêtre de droite qui est celle où le programme s'exécute, cliquer pour vous y placer et taper sur la touche F5 : le programme s'exécute

⇒ Compléter le programme en demandant à l'utilisateur de saisir la valeur de n :



Utiliser la fonction **input** pour cela.

⇒ Rajouter une ligne qui permet lors de l'exécution d'avoir :

```
>>> (executing file "Chute libre vitesse.py")
Tu sautes en chute libre à l'instant t = 0
Entre le temps en dixième de seconde pour lequel tu veux connaître la vitesse 2
Tu veux connaître la vitesse du parachutiste au bout de 2 dixième de seconde
de chute
```

⇒ On écrit à présent la partie qui calcule la vitesse.



Pour cela reprenez la formule $v_{n+1} = -\frac{0.25}{800} v_n^2 + v_n + 0.981$

Vous pouvez par exemple utiliser une boucle du type : for i in range(1,n+1)

⇒ Exécuter ce programme pour $n = 10$.

⇒ Normalement on obtient :

```
>>> (executing file "Chute libre vitesse.py")
Tu sautes en chute libre à l'instant t = 0
Entre le temps en dixièmes de seconde pour lequel tu veux connaître la vitesse
e 10
Tu veux connaître la vitesse du parachutiste au bout de 10 dixièmes de seconde de chute
v 1 = 0.981
v 2 = 1.9616992621875
v 3 = 2.941496679688979
v 4 = 3.919792803840035
v 5 = 4.895991311457212
v 6 = 5.869500458044128
v 7 = 6.839734509410697
v 8 = 7.806115144360939
v 9 = 8.768072821346246
v 10 = 9.725048102283612

>>>
```

⇒ Inutile d'afficher tous les termes de la suite, seul le dernier est utile. Modifier votre programme pour afficher la dernière valeur seulement.

Question : Que donne l'exécution à présent ? :

⇒ Modifier l'écriture des résultats pour améliorer le programme : mettre la vitesse en km/h et mettre un seul chiffre après la virgule.



Pour mettre un seul chiffre après la virgule, utilisez la fonction **round**.

⇒ Rajouter une ligne qui permet lors de l'exécution d'avoir :

```
>>> (executing file "Chute libre vitesse.py")
Tu sautes en chute libre à l'instant t = 0
Entre le temps en dixièmes de seconde pour lequel tu veux connaître la vitesse
35
Tu veux connaître la vitesse du parachutiste au bout de 35 dixièmes de seconde de chute
v 35 = 30.719441681452157
Au bout de 3.5 secondes de chute, la vitesse est de 110.6 km/h
```



Pour rappel, il est possible d'intégrer la valeur d'une variable dans un texte avec la fonction print.

Par exemple si x est la variable :

```
print ("La valeur de x est :",x,"secondes")
```

⇒ Nous allons tracer la courbe de la vitesse en fonction du temps et vérifier l'accélération.

Pour cela vous créez deux fonction python :

- Une fonction pour calculer la vitesse
- Une fonction pour tracer le graph

La courbe représentera la vitesse en km/h et le temps en seconde.



Utilisez une liste pour stocker toute vos vitesses. Pour rappel, la méthode `append()` accolée au nom de votre liste permet d'ajouter une valeur à la liste.

Pour tracer la courbe, vous devrez utiliser la librairie **matplotlib** en l'important de la manière suivante :

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

Nous vous donnons le programme pour tracer la courbe. A vous de l'adapter dans votre programme :

```
# Tracer la courbe
```

```
plt.plot (temps, liste, marker='o', linestyle='-', color='b', label="Vitesse du parachutiste")
```

```
# Ajouter des labels et un titre
```

```
plt.xlabel("Temps (s)")
```

```
plt.ylabel("Vitesse (km/h)")
```

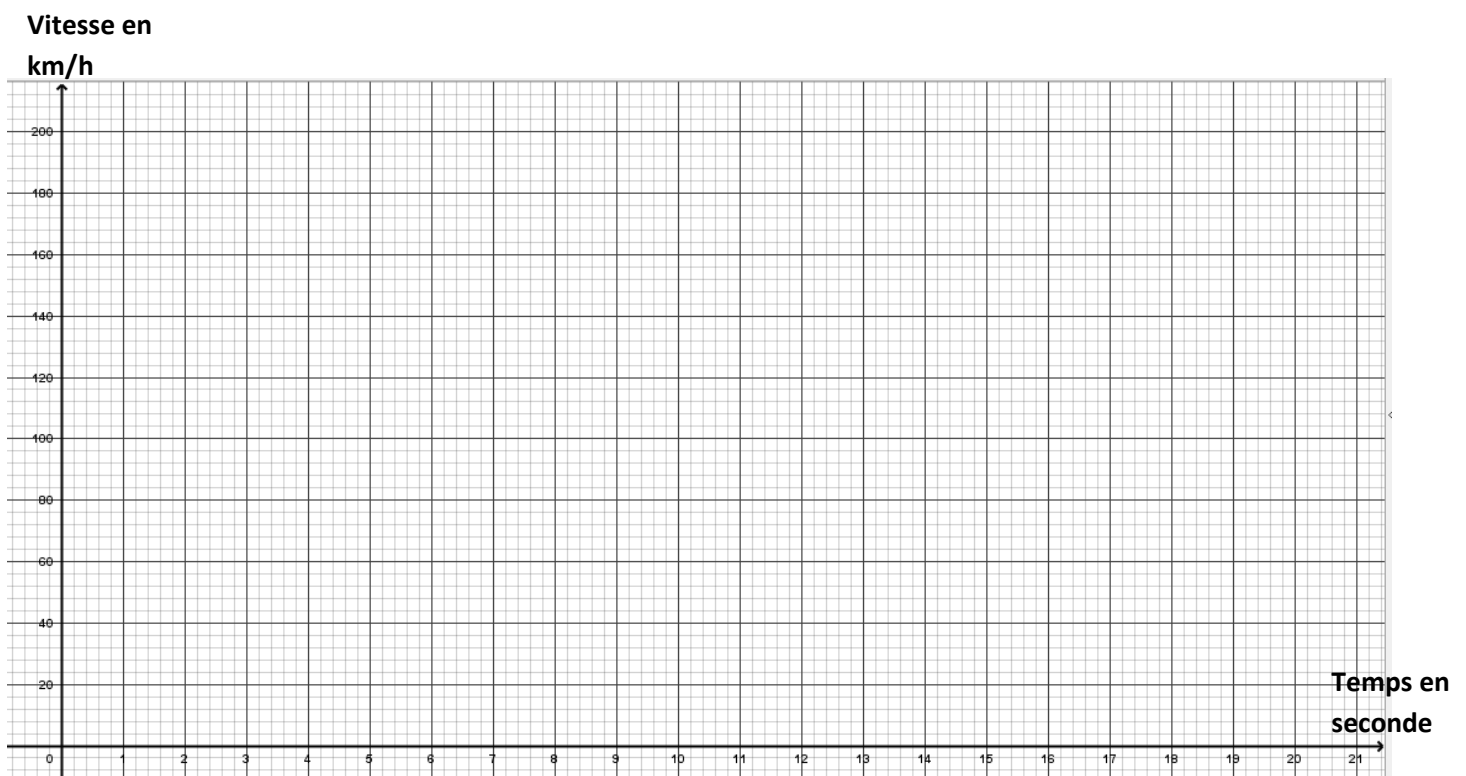
```
plt.title("Évolution de la vitesse d'un parachutiste au cours du temps")
```

```
plt.legend()
```

```
# Afficher la courbe
```

```
plt.grid(True) # Ajouter une grille pour améliorer la lisibilité
```

```
plt.show()
```



Question : A partir de quel temps en secondes, la vitesse du parachutiste dépasse les 200 km/h ?