

## TP 3 : Récursivité

**Objectif:** Ces exercices ont pour but de vous faire écrire des fonctions récursives manipulant des paramètres de type nombre.

### ► Exercice 1 : Prise en main de turtle.

Dans ce tp, nous allons utiliser le module `turtle`. Cette librairie vous permet de dessiner en contrôlant une tortue: vous pouvez diriger la tortue, et la tortue laissera des traces sur son trajet. Pour cela, vous pouvez dire à la tortue d'avancer dans la direction qu'elle regarde d'une certaine distance ou de tourner sur elle même (ce qui change la direction qu'elle regarde).

Plus techniquement, pour pouvoir dessiner avec turtle, il faut d'abord créer une fenêtre, grâce à la fonction `setup(width, height)`. Vous pouvez ensuite donner à la tortue autant d'ordres que vous désirez. Pour faire avancer la tortue il faut utiliser la fonction `forward(distance)`, et pour faire tourner la tortue il faut utiliser la fonction `right(angle)` pour tourner sur sa droite et `left(angle)` pour tourner sur sa gauche.

1. Ecrivez un programme qui dessine un triangle.
2. Ecrivez un programme qui dessine un carré.

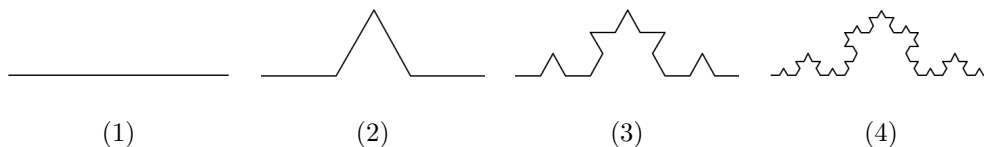
*La tortue commencera toujours au centre de votre fenêtre et regardera vers la droite de l'écran.*

*Utiliser la fonction `exitonclick()` après vos instructions pour ne pas que la fenêtre ne se ferme tout de suite.*

*Utiliser la fonction `speed(speed)` pour modifier la vitesse de la tortue. Les valeurs doivent être comprises entre 1 et 10, du plus lent au plus rapide, avec la valeur spéciale 0, qui permet à la tortue de faire des mouvements instantanés.*

### ► Exercice 2 : Courbe de Koch

La courbe de Koch est une figure *fractale* obtenue en remplaçant dans un segment le tiers du milieu par deux nouveaux segments formant un triangle équilatéral sans base, et en répétant ce processus à l'infini sur chaque segment de la nouvelle figure. Voici un dessin des quatre premières étapes de construction de la courbe :





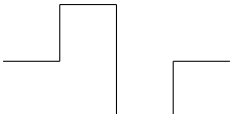
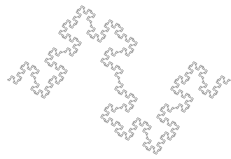

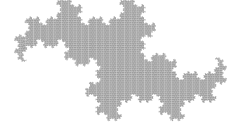
Le but de cet exercice est de dessiner une courbe puis un flocon de Koch grâce au module `turtle`.

1. Ecrivez la fonction `koch2(l)` qui reproduit le dessin (2) en utilisant `turtle`, l'argument `l` représente la longueur d'un segment.

- Combien de fois le dessin (2) apparaît dans le dessin (3)? Quelles sont les différences entre chaque dessin (2) qui apparaît dans le dessin (3)?
- En vous aidant de la fonction `koch2(1)`, écrivez la fonction `koch3(1)` qui reproduit le dessin (3). Faites attention au moment où vous utilisez la fonction `koch2(1)` à ce que la tortue regarde dans la bonne direction.
- Combien de fois le dessin (3) apparaît dans le dessin (4)? Quelles sont les différences entre chaque dessin (3) qui apparaît dans le dessin (4)? Comparez les différences de cette question avec celle de la question (2).
- En vous aidant de la fonction `koch3(1)`, écrivez la fonction `koch4(1)` qui reproduit le dessin (4).
- Comparez le code de `koch2(1)`, `koch3(1)` et `koch4(1)`. Que remarquez vous? De qu'elle fonction avez vous besoin si vous voulez écrire `koch10(1)`, `koch15(1)` et de manière général `kochX(1)`? Il y a t-il une manière plus générique de dessiner?
- Implémentez votre solution.
- Modifiez votre code pour qu'il affiche à la fin du tracé le nombre total de segments constituant la figure, et son périmètre.

### ► Exercice 3 : Autres Fractales

On peut définir la courbe de Koch de niveau  $n$ , comme la courbe de Koch de niveau 2 où on remplace chaque trait par une courbe de Koch de niveau  $n - 1$ . *Par exemple pour obtenir le dessin (4), on remplace tous les traits du dessin (2) par des dessins (3). De même le dessin (3) est obtenu en remplaçant tous les traits du dessin (2) par des dessins (2).* Avec `turtle` vous pouvez donc dessiner la courbe de Koch en vous basant seulement sur le dessin (2). Sur le même principe, dessiner les courbes générées par les dessins suivants (le ratio est donné pour que vous n'ayez pas à le calculer):

un trait est remplacé par	le rapport entre les traits	figure attendu*
	$1/3$	
	$1/4$	
	$1/\sqrt{3}$	

\* figure tirée de wikipedia.