

# Fonctions récursives

## 1 Les tours de Hanoï

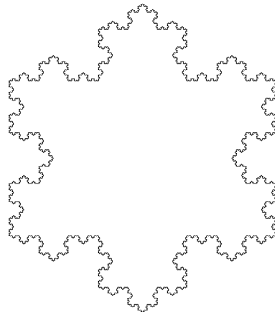
Dans cet exercice, on veut résoudre le problème des tours de Hanoï. On a trois piquets sur lesquels on veut enfiler des disques, tous de diamètres différents. Au départ, tous les disques sont sur le premier piquet, du plus petit au plus grand. Le but du jeu est de mettre tous ces disques sur le deuxième piquet, en respectant les règles suivantes :

- on ne peut déplacer qu'un disque à la fois
- on ne peut pas poser un disque sur un disque ayant un diamètre plus petit

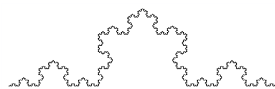
Écrire une fonction récursive permettant d'afficher à l'écran les déplacements à faire pour résoudre le problème.

## 2 Le flocon de Von Koch

On veut tracer la figure fractale suivante, appelée flocon de Von Koch :



Commençons par tracer la courbe de Von Koch suivante :



Elle est construite de la façon suivante :

- la courbe d'ordre 0 est un segment de longueur  $\ell$
- pour passer à la courbe d'ordre 1, on divise le segment en trois parties, et on remplace celui du milieu par un triangle équilatéral sans base :



- on répète l'opération sur chaque segment de la courbe d'ordre  $n$  pour obtenir la courbe d'ordre  $n - 1$ .

Écrire une fonction récursive pour tracer la courbe, puis le flocon de Von Koch d'ordre  $n$ , en utilisant le module turtle.

NOTA

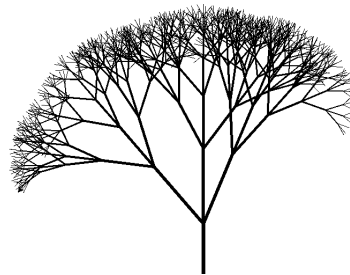
On pourra entourer le code avec les commandes `tracer(0,0)` et `update()` pour accélérer les tracés :

```
def courbe_koch(n, l):
    """
    Trace la courbe de Koch d'ordre n, à partir d'un segment de
    longueur l
    """
    ...

tracer(0,0)
clear()
courbe_koch(5,100)
update()
```

### 3 Arbres aléatoires

On veut tracer des arbres aléatoires avec le module turtle :



La recette est la suivante :

- À l'ordre 1, on trace simplement un trait vertical
- Pour passer à l'ordre  $n + 1$ , on trace un trait vertical, puis on trace trois arbres à l'ordre  $n$  : un avec un angle aléatoire entre 10 et 45 degrés, un avec un angle aléatoire entre -10 et 10 degrés, et un avec un angle aléatoire entre -10 et -45 degrés.

On pourra utiliser les fonctions `heading()` et `position()` qui contiennent respectivement l'orientation et la position du traceur, et les fonctions `setheading(h)` et `goto(p)` pour revenir à orientation et une position.