

TP bonus : les fractales

1. Commençons par dessiner

Pour dessiner, nous allons utiliser les fonctions graphiques proposées par Scheme. Il faut se mettre dans le mode étudiant avancé (menu *language*, choisir *advanced student*). Il est ensuite nécessaire de charger le module *turtles* avec la commande (`require graphics/value-turtles`) qu'il faut mettre dans la zone de définition des fonctions.

Pour définir une tortue, nous utilisons l'une des fonctions proposées par Scheme :

```
(turtles 300 300 100 200 0)
```

Les deux premiers paramètres représentent les dimensions de la fenêtre de dessin (largeur et hauteur), les trois suivants décrivent la tortue (position en x, position en y, et orientation en radian où le 0 représente la droite).

La tortue que nous allons programmer doit pouvoir comprendre des ordres simples :

'A : Avancer sans dessiner,

'D : Avancer en dessinant un trait,

'+ : Tourner à gauche (sens inverse des aiguilles d'une montre),

'- : Tourner à droite (sens des aiguilles d'une montre).

La tortue doit également comprendre des programmes qui combinent ces ordres simples. Ces programmes auront toujours 4 paramètres en entrée :

env : l'environnement graphique,

length : la longueur d'un déplacement,

angle : l'angle de rotation,

recurs : le nombre d'étapes récursives de dessin à réaliser.

En retour, ils renvoient l'environnement graphique après exécution de l'ordre.

Plusieurs primitives, dont vous aurez besoin, sont fournies dans le module *turtles* :

(`turtles largeur hauteur posX posY angle`) : crée un environnement graphique

(`move length env`) : déplace la tortue (de l'environnement `env`) de `length` point.

(`draw length env`) : déplace la tortue de `length` points en dessinant une ligne.

(`turn alpha env`) : tourne la tortue selon un angle de `alpha` degrés (sens trigonométrique)

Chacune de ces fonctions renvoie l'environnement après modification.

Testez ces différentes fonctions avant de passer à l'étape 2. Par exemple, avec les commandes suivantes :

```
(define env (turtles 500 200 100 50 0))
```

```
(draw 100 (move 100 (draw 100 env)))
```

2. Exécutons des ordres

En utilisant la fonction :

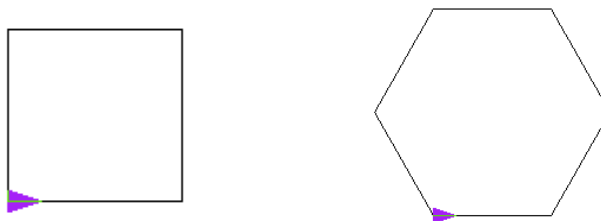
```
(define executerOrdre
  (lambda (env longueur angle recurs ordre)
    (cond ((equal? ordre '-') (turn (- angle) env))
          ((equal? ordre '+) (turn angle env))
          ((equal? ordre 'A) (move longueur env))
          ((equal? ordre 'D) (draw longueur env))
          (else (ordre env longueur angle recurs)) ) ) )
```

écrire une fonction récursive **executerListeOrdres** qui fait exécuter une liste d'ordres à une tortue.

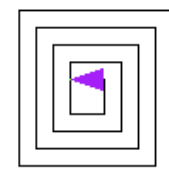
```
(define executerListeOrdres
  (lambda (env length angle recurs ordres) ... ))
```

3. Et maintenant dessinons !

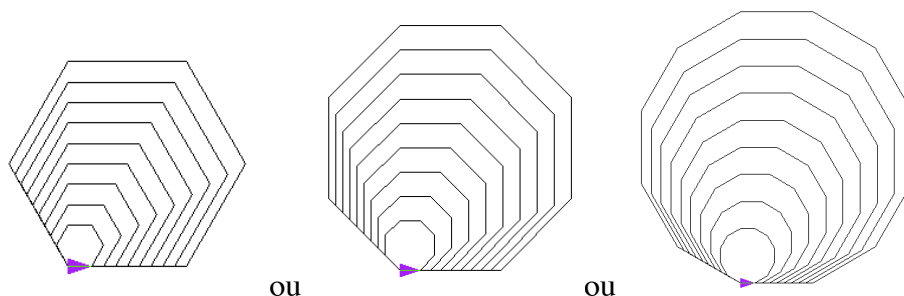
Utiliser la fonction `executerListeOrdres` écrite précédemment pour obtenir successivement les deux figures suivantes :



Ecrire une fonction `spirale` qui permet d'obtenir la figure suivante ; cette fonction récursive utilisera la fonction `executerListeOrdres` précédente. On remarquera que pour obtenir cette spirale de carrés, deux côtés seulement à chaque fois ont des longueurs identiques.

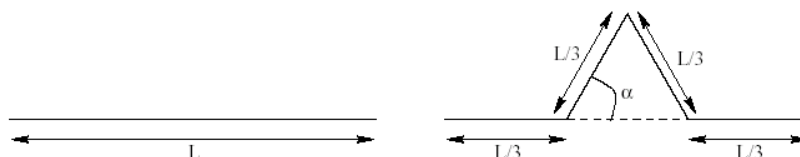


Faites de nouvelles versions de la fonction `spirale` pour obtenir un hexagone, un octogone ou un dodécagone.



4. Pour finir, les fractales

La courbe de Von Koch



Le dessin de base de cette courbe est un trait, et à chaque étape récurrente, les traits sont remplacés par un motif où L est fixé par l'utilisateur, et alpha est donné (60 degrés). Ainsi, en notant A le trait, les étapes successives sont :

étape 0 : A

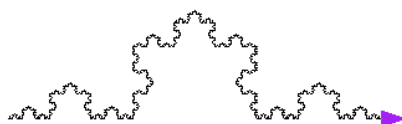
étape 1 : A + A - - A + A

étape 2 : A + A - - A + A + A + A - - ... - - A + A + A + A - - A + A



Écrire une fonction récursive Koch (env longueur angle recurs) qui dessine la courbe de Von Koch.

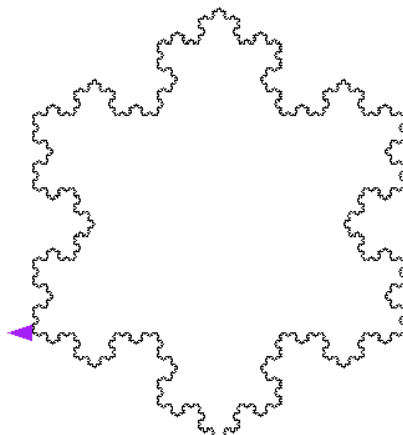
(prendre comme environnement de départ : (turtles 500 500 100 400 0))



Le flocon de Von Koch

Le flocon de Von Koch, est composé d'un triangle de courbes de Von Koch.

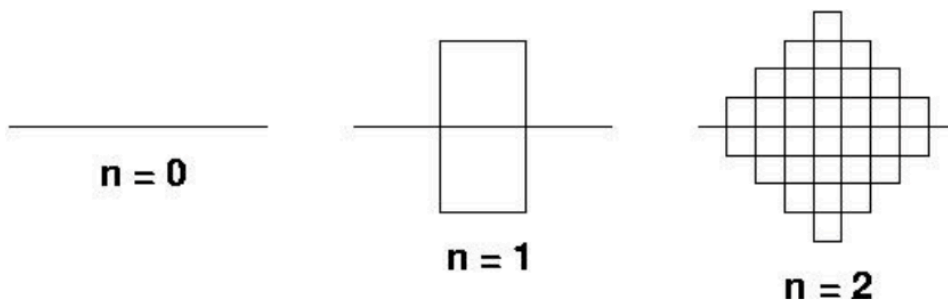
Écrire une fonction floccoch, qui permet de tracer un flocon de Von Koch.



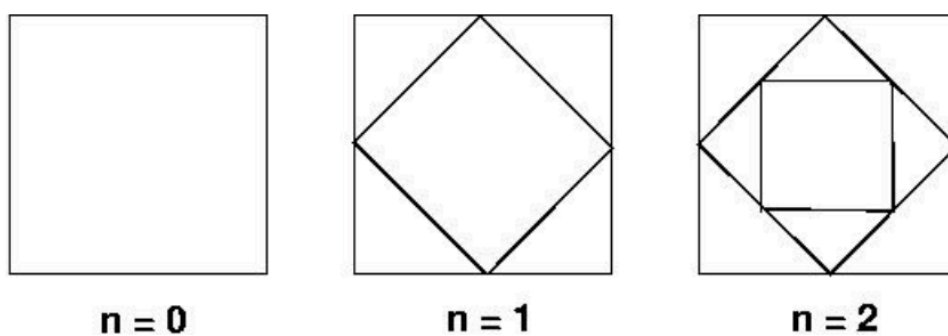
Et les autres !

Une fois le flocon dessiné, continuez avec les fractales suivantes (par ordre de difficulté) :

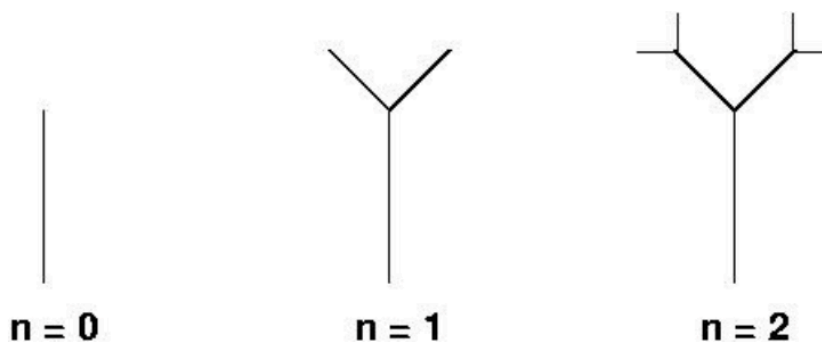
- **La courbe de Peano :**



- **Les carrés imbriqués :**



- **Les choux (si, si, pour n un peu plus grand, ça ressemble à un chou) :**



- **La courbe de Hilbert :**

