6.1.2 La boucle `for`

> Un ordinateur est fait pour effectuer des calculs longs et **répétitifs**.

1. 1. Le principe

Imaginons - nous sommes en 2074 - une maman (ou un papa) qui souhaite faire manger à son enfant les 10 dernières cuillères de soupe... en programmant son robot domestique pour qu'il annonce ces phrases à sa place.

On pourrait imaginer un code qui ressemble à ça:

Script Python

```
print("Une cuillère pour maman")
print("Une cuillère pour papa")
print("Une cuillère pour mamie Françoise")
print("Une cuillère pour papy Jacques")
print("Une cuillère pour mémé Paulette")
print("Une cuillère pour tata Jacqueline")
print("Une cuillère pour tonton Michel")
print("Une cuillère pour le cousin Maurice")
print("Une cuillère pour la cousine Gertrude")
print("Une cuillère pour Médor")
```

C'est très répétitif. Et heureusement qu'il n'y a que 10 cuillères...

D'autant que chaque instruction est quasiment identique, seul le nom du membre de la famille change.

En français, on serait tenté de résumer en

> «annonce une cuillère pour chacun des 10 membres de la famille»

Heureusement, dans tous les langages de programmation, il existe une instruction qui permet de répéter une instruction (ou plusieurs instructions) **pour chaque élément d'un ensemble de valeurs donné**: la boucle `for`.

Vocabulaire

En programmation, on parle de **boucle** pour toute instruction qui permet de répéter des instructions. On utilise plutôt le verbe *itérer* et on parle d'*itérations*.

2. 2. Les ensembles de valeurs énumérables / itérables

En mathématiques, on dit qu'un ensemble est *dénombrable* lorsqu'on peut associer à chaque élément de l'ensemble un nombre (traditionnellement 1, 2, 3...)

- les fraises Tagada d'un paquet sont dénombrables.
- les voitures qui roulent sur l'autoroute sont dénombrables.
- l'eau qui coule d'un robinet n'est pas dénombrable.

En informatique, il existe un concept similaire qui va désigner les objets que l'on peut **énumérer**, c'est-à-dire les décomposer en une succession ordonnée d'éléments. On les appelle les **énumérables** ou les **itérables** (Python utilise le mot anglais `iterable`).

- la variable `NSI` (qui est de type `string`) est énumérable : on peut la décomposer en `N`, `S`, `I`.
- la variable `[4, 3, 17]` (qui est de type `list`[1]) est énumérable : on peut la décomposer en `4`, `3`, `17`.
- la variable `5` (qui est de type `int`) n'est PAS énumérable : on ne peut pas la décomposer.

3. 3. La syntaxe

La boucle `for`

Pour mettre en place cette boucle, on a besoin d'identifier:

- les instructions à répéter;
- pour quelles valeurs *différentes* on doit les répéter: on a donc besoin d'une variable et d'un iterable que cette variable va parcourir;
- identifier dans les instructions ce qui dépend de cette variable de boucle.

Syntaxe générale:

Script Python

```
for var in iterable:
    *instructions à répéter*
```

où `var` est un nom de variable (non précédemment déclarée dans le programme), `iterable` un objet ... itérable.

On dit que `var` *parcourt* l'ensemble `iterable`.

Exemples essentiels à tester

avec une chaîne de caractères

Script Python

```
for l in "INRIA":
    print(l)
```

Étude du code

Étudions, grâce à PythonTutor, le détail de cette exécution.

Cliquez sur Next et observez bien l'évolution de la variable `k`.

avec une liste

Script Python

```
for a in [1, 2, 3, 4]:
    b = 2 * a
    print("le double de", a, "est", b)
```

Étude du code

Étudions, grâce à PythonTutor, le détail de cette exécution.

Cliquez sur Next et observez bien l'évolution de la variable `a`.

sans appel à la variable de boucle

Script Python

```
for a in [1, 2, 3, 4, 5, 6]:
    print("miaou")
```

Étude du code

Étudions, grâce à PythonTutor, le détail de cette exécution.

Cliquez sur `range` et observez bien l'évolution de la variable `a`.

Script Python

```
for k in range(10):
    print("We're up all night to get lucky")
```

Étude du code

Étudions, grâce à PythonTutor, le détail de cette exécution.

Cliquez sur Next et observez bien l'évolution de la variable `k`.

Syntaxe

Il faut absolument un caractère `:` à la fin de la ligne du `for` !

Indentation

C'est le **décalage par rapport à la marge** - qu'on appelle **indentation** - qui détermine quelles sont les instructions à répéter !

Exemples : attention à l'indentation

Tester les différents codes suivants dans votre IDE ou dans la console ci-dessous:

Code 1

Script Python

```
for k in ["toto", "tata", "tutu"]:
print("Bonjour", end=" ")
print(k)
```

Code 2

Script Python

```
for k in ["toto", "tata", "tutu"]:
    print("Bonjour", end=" ")
    print(k)
```

Code 3

Script Python

```
for k in ["toto", "tata", "tutu"]:
    print("Bonjour", end=" ")
print(k)
```

Exercice 0

Compléter le code suivant pour satisfaire le parent de 2074 qui veur faire manger de la soupe à son enfant.

Script Python

```
liste_noms = ["maman", "papa", "mamie Françoise", "papy Jacques", "mémé Paulette",
"tata Jacqueline", "tonton Michel", "le cousin Maurice", "la cousine Gertrude",
"Médor"]

for
```

4. 4. À propos du `range`

Il arrive très fréquemment que la variable soit tout simplement un entier, qui doit parcourir un ensemble de nombres entiers consécutifs.

Par exemple, imaginons que votre professur.e d'EPS, à court d'idées d'activités à cause des conditions sanitaires, décide de vous faire faire 20 tours de stade et vous demande d'annoncer à chaque passagesur la ligne de départ à quel tour vous en êtes...

Vous allez donc annoncer successivement «Tour 1!», «Tour 2!», «Tour 3!», etc. jusqu'à «Tour 20!».

Pour représenter cette situation, on peut donc imaginer un code ressemblant à:

Script Python

```
for k in [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 ,17 ,18 ,19 ,20]:
    print("Tour",k)
```

Mais la liste est très pénible à écrire.

Heureusement, comme vous avez dû le comprendre dans le dernier exemple du **3.**, l'objet de type `range` permet de générer ce genre d'ensemble de nombres entiers consécutifs.

Générer une plage de nombres entiers

L'objet `range(start, stop, step)`:

- il renvoie une séquence de nombres entiers en partant de `start` (**inclus**) jusqu'à `stop` (**exclus**), en incrémentant de `step`;
- `start` est facultatif et vaut 0 par défaut;
- `step` est facultatif et vaut 1 par défaut. Mais si on veut préciser `step`, alors il faut donner aussi `start`, même si sa valeur est 0.

Attention

Un objet `range` **n'est pas** de type `list`. Mais on peut le convertir en liste avec la fonction `list`.

Script Python

```
>>> range(10)
range(0, 10)
>>> list(range(10))
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>>
```

Question

Énoncé

Comment générer les nombres entiers de 1 à 20 (comme dans l'exemple des tours de terrain) avec un `range` ?

```
>>>
```

Indication

Il ne faut pas commencer à 0... et le `stop` n'est pas inclus dans la séquence !

Solution

Il faut utiliser `range(1, 21)` .

5. 5. La double boucle imbriquée

Il est très souvent utile d'imbriquer une boucle dans une autre, notamment lors du parcours de tous les pixels d'une image (voir les exercices graphiques sous Processing).

Prenons pour l'instant un exemple numérique : Comment écrire tous les produits de deux nombres compris entre 1 et 10?

Il faut pour cela que le premier facteur parcourre `range(1, 11)` mais également le deuxième facteur!

On obtient donc le code suivant:

Script Python

```
for x in range(1, 11):
    for y in range(1, 11):
        print(x * y)
```

À vous d'essayer

Énoncé

Comment obtenir l'affichage suivant?

Script Python

```
Papa dit : « et une cuillère pour Riri ! »
Papa dit : « et une cuillère pour Fifi ! »
Papa dit : « et une cuillère pour Loulou ! »
Maman dit : « et une cuillère pour Riri ! »
Maman dit : « et une cuillère pour Fifi ! »
Maman dit : « et une cuillère pour Loulou ! »
Mamie dit : « et une cuillère pour Riri ! »
Mamie dit : « et une cuillère pour Fifi ! »
Mamie dit : « et une cuillère pour Loulou ! »
```

Solution

Script Python

```
for parent in ["Papa", "Maman", "Mamie"]:
    for enfant in ["Riri", "Fifi", "Loulou"]:
        print(parent, "dit : « et une cuillère pour ", enfant, "! »)
```

6. 6. Pour conclure

À retenir

- La boucle `for` s'utilise lorsqu'on connaît à l'avance le nombre de répétitions à effectuer: soit un nombre entier, soit un ensemble de valeurs contenus dans un *iterable*. On parle de boucle **bornée**.
- Les instructions répétées peuvent - mais ce n'est pas obligatoire - faire appel à la variable de boucle, mais il ne faut pas que ces instructions la modifient.
- Ne pas oublier les `:` et l'indentation !
- `range(n)` génère une séquence de `n` nombres entiers: on s'en servira dès qu'on aura besoin de répéter `n` fois des instructions.

7. 7. Exercices

7.1. Série 1: la base

Téléchargez le notebook d'exercices : T6.1_Exercices2.ipynb

✔ Quelques corrections

Exercice 4

Script Python

```
mystere = [111, 107, 44, 32, 98, 105, 101, 110, 32, 106, 111, 117, 233]
mot_secret = ""
for code in mystere:
    mot_secret = mot_secret + chr(code)

print(mot_secret)
```

Exercice 6

À la ligne 3, on peut aussi écrire `somme += k`.

Script Python

```
somme = 0
for k in range(1, 1001):
    somme = somme + k

print(somme)
```

Exercice 8

La ligne 4 est équivalente à `somme = somme + n`.

La fonction `len` donne le nombre d'éléments d'un iterable.

Script Python

```
nombres = [15, 8, 12, 19, 10, 17]
somme = 0
for n in nombres:
    somme += n
moyenne = somme / len(nombres)

print(moyenne)
```

7.2. Série 2: à rendre

À faire sur Capytale : 30de-55310

Exercice 1

Énoncé

Proposer un code qui écrit la table de multiplication de 7.

La sortie doit ressembler à:

Script Python

```
7*1 = 7
7*2 = 14

...

7*10 = 70
```

Correction

Script Python

```
for k in range(1, 11):
    print("7*", k, "=", 7*k)
```

Exercice 2

Énoncé

Sur un jeu d'échecs, les cases sont repérées par une lettre (de A jusqu'à H) et par un chiffre (de 1 jusqu'à 8).

Les cases sont donc A1, A2, A3, ..., H7, H8.

Proposer un code qui écrit toutes les cases possibles.

Indication

Pour convertir un entier en chaîne de caractères, on utilise la fonction `str` :

Script Python

```
>>> k = 3
>>> k
3
>>> str(k)
'3'
```

Correction

Script Python

```
for l in "ABCDEFGH":
    for k in range(1, 9):
        print(l + str(k))
```

7.3. Série 3: avec Processing

Consulter d'abord la page sur Processing.

Dans tous les exercices, votre code doit contenir au moins une boucle `for` .

Exercice 1

Énoncé

L'objectif est d'obtenir un dégradé de gris:

Pour rappel, un niveau de gris est un couleur RGB dont les trois composantes (entre 0 et 255) rouge, verte et bleue sont identiques.

On prendra un canevas de 256x100 pixels.

Solution

On trace 256 lignes, chacune ayant un niveau de gris allant de 0 à 255 et l'abscisse des extrémités varie également de 0 à 255. Donc on n'a besoin que d'une variable de boucle...

Script Python

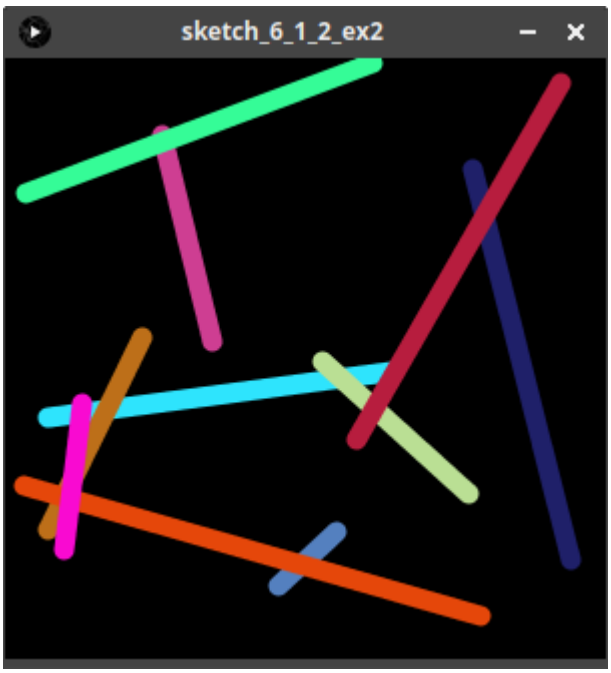
```
size(256, 256)
for k in range(256):
    stroke(k, k, k)
    line((k, 0), (k, 99))
```

Exercice 2

Énoncé

L'objectif est d'obtenir dix lignes aléatoires, de couleur aléatoire et d'épaisseur 10, sur un canevas de 300x300 pixels.

> La fonction `random(a, b)` permet d'obtenir un entier pseudo-aléatoire entre `a` et `b`.



Solution

Script Python

```
size(300, 300)
background(0, 0, 0)
for k in range(10):
    point_A = (random(0, 300), random(0, 300))
    point_B = (random(0, 300), random(0, 300))
    r = random(0, 255)
    g = random(0, 255)
    b = random(0, 255)
    stroke(r, g, b)
    stroke_weight(10)
    line(point_A, point_B)
```

Exercice 3

Énoncé

Écrire un programme qui trace un quadrillage (espacement de 20 pixels) sur un canevas de 300x300 pixels.

Solution

Script Python

```
for k in range(300//20):
    line((20*k, 0), (20*k, 300))
    line((0, 20*k), (300, 20*k))
```

Exercice 4

Énoncé

Écrire un programme qui dessine une ligne de 20 carrés de taille 50x50, dont la couleur sera aléatoire.

Solution

Script Python

```
size(1000, 50)
for k in range(20):
    r = random(0, 255)
    g = random(0, 255)
    b = random(0, 255)
    fill(r, g, b)
    rect((50*k, 0), 50, 50)
```

Exercice 5

Énoncé

Animer le programme de l'exercice précédent en définissant les fonctions `setup` et `draw`.

Vous pouvez ralentir l'animation en untilisant la fonction `frameRate` dans la fonction `setup`.

Par exemple, pour 15 images par seconde:

Script Python

```
def setup():
    frameRate(15)
```

Solution

Script Python

```
def setup():
    size(1000, 50)
    frameRate(15)

def draw():
    for k in range(20):
        r = random(0, 255)
        g = random(0, 255)
        b = random(0, 255)
        fill(r, g, b)
        rect((50*k, 0), 50, 50)
```

Exercice 6

Énoncé

Reprendre l'exercice 4, mais cette fois avec un carré de carrés... (penser à réduire la taille de moitié).

Solution

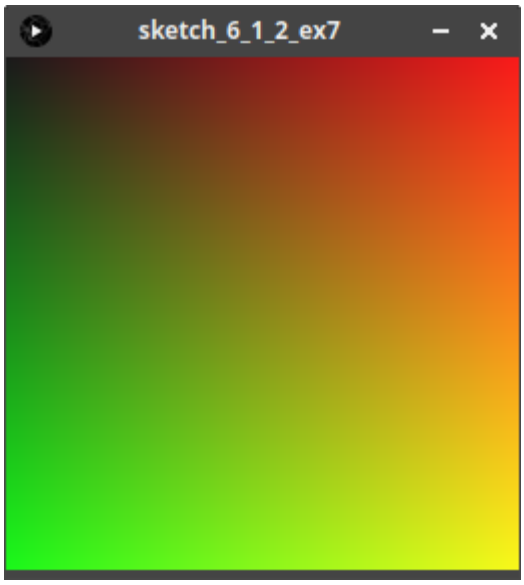
Script Python

```
size(500, 500)
width = 25
for x in range(20):
    for y in range(20):
        r = random(0, 255)
        g = random(0, 255)
        b = random(0, 255)
        fill(r, g, b)
        rect((width*x, width*y), width, width)
```

Exercice 7

Énoncé

Reproduire la figure suivante sur un canevas de 256x256 pixels.



Indications

- la composante bleue est toujours 0;
- faire varier les composantes rouge et verte;
- pas d'animation

Solution

Script Python

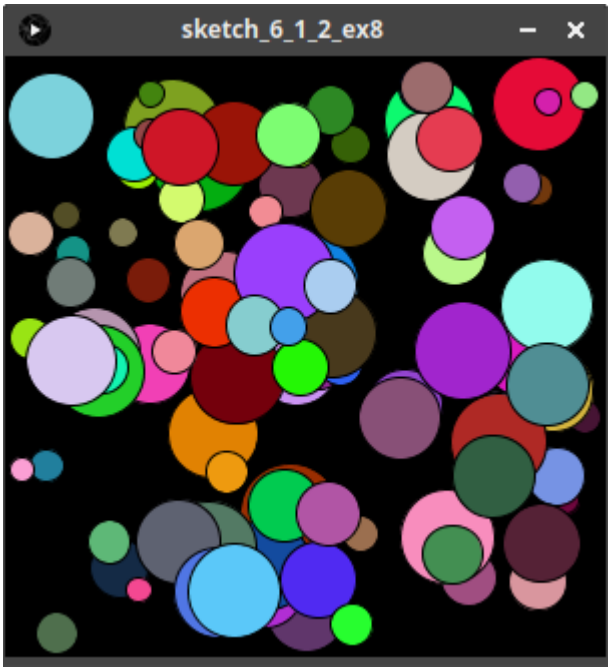
```
size(256, 256)
for x in range(256):
    for y in range(256):
        stroke(x, y, 0)
        point(x, y)
```

Exercice 8

Énoncé

Écrire un programme qui affiche aléatoirement 100 disques, de diamètre compris entre 10 et 50 et de couleur de remplissage aléatoire.

Attention, les disques ne devront pas être «coupés» sur les bords de l'écran.



Solution

Script Python

```
size(300, 300)
background(0)
for _ in range(100):
    fill(random(0, 255), random(0, 255), random(0, 255))
    rayon = random(5, 25)
    ellipse(random(rayon, 300 - rayon), random(rayon, 300 - rayon), 2*rayon,
2*rayon)
```

1. un objet de type `list` est un type construit que nous étudierons au thème 2, qui s'écrit entre crochets, ses éléments étant séparés par une virgule (comme dans cet exemple). On peut donc parcourir ses éléments. ↩