Cours 3 : Tableaux et structures de contrôle

Ing-info — Ingénierie informatique

Christophe Gonzales

Plan du cours n°3

1. Les tableaux
2. Approfondissements sur les variables
3. Les alternatives
4. Les boucles

Les tableaux

- Vecteur en maths = tableau à 1 dimension en info

maths : (3,7,4) = info : | 3 | 7 | 4 |

valeur d'indice 0

Tableau en informatique

- Ensemble de valeurs de même type placées les unes à la suite des autres en mémoire.
- Accès aux valeurs via l'opérateur []
- 1er élément : tableau[0] — ⚠ indice = 0 !
- 2ème élément : tableau[1], *etc.*

- Python ne connaît pas la notion de tableau 2D !
- Mais le package **numpy** définit les tableaux 2D

Plus fort : les tableaux à 2 dimensions !

- Matrice en maths = tableau à 2 dimensions en info

maths : $\left(\begin{array}{c|c|c} 2 & 3 & 5 \\ 4 & 1 & 8 \end{array}\right)$ = info :

2	3	5
4	1	8

matrice[1,0]

- Accès aux valeurs : matrice[i,j]
  - i = indice de ligne (commence à 0)
  - j = indice de colonne (commence à 0)
- En mémoire, toutes les lignes se suivent

Manipulation de tableaux

- Utiliser les tableaux $\Longrightarrow$ charger le package numpy :

```
import numpy as np
```

- Créer un tableau : plein de manières...
- Créer un tableau de 25 entiers égaux à 0 :

```
mon_tableau = np.full(25, 0)
```

- Affecter la valeur 1 à la cellule d'indice 3 :

```
mon_tableau[3] = 1
```

- Afficher la valeur de la cellule d'indice 3 :

```
print(mon_tableau[3])
```

- Afficher le contenu de tout le tableau :

```
print(mon_tableau)
```

Manipulation de tableaux à 2 dimensions

- Créer un tableau de 12 lignes $\times$ 7 colonnes d'entiers égaux à 0 :

```
mon_tableau = np.full((12,7), 0)
```

bien mettre les dimensions 12,7 entre parenthèses !

- À quoi vont nous servir les tableaux ?

Exemple : transposée de matrice 2x2

$$A = \begin{pmatrix} a_{00} & a_{01} \\ a_{10} & a_{11} \end{pmatrix} \Longrightarrow A^T = \begin{pmatrix} a_{00} & a_{10} \\ a_{01} & a_{11} \end{pmatrix}$$

```
def transpose(A):
    A_T = np.full((2,2), 0)

    A_T[0,0] = A[0,0]
    A_T[0,1] = A[1,0]
    A_T[1,0] = A[0,1]
    A_T[1,1] = A[1,1]

    return A_T

A = np.array([[1,2],[3,4]])
print(A)
print()
print(transpose(A))
```

```
[[1 2]
 [3 4]]

[[1 3]
 [2 4]]
```

Exemple : produit matrice-vecteur 2x2

$$\begin{bmatrix} c_0 \\ c_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} \\ a_{10} & a_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \end{bmatrix} \Longrightarrow \begin{cases} c_0 = a_{00} \times b_0 + a_{01} \times b_1 \\ c_1 = a_{10} \times b_0 + a_{11} \times b_1 \end{cases}$$

```
def prod_mat_vect(A,b):
    c = np.full(2, 0)

    c[0] = A[0,0] * b[0] + A[0,1] * b[1]
    c[1] = A[1,0] * b[0] + A[1,1] * b[1]

    return c

A = np.array([[1,2],[3,4]])
b = np.array([2,3])

print(A, "\n")
print(b, "\n")

print(prod_mat_vect(A,b))
```

```
[[1 2]
 [3 4]]

[2 3]

[ 8 18]
```

Exemple : matrice 2x2 inversible ?

$$\det\left(\begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} \\ a_{10} & a_{11} \end{bmatrix}\right) = a_{00} \times a_{11} - a_{01} \times a_{10}$$

$$A \text{ inversible} \iff \det A \neq 0$$

```
def det(A):
  return A[0,0] * A[1,1] - \
         A[0,1] * A[1,0]

def is_invertible(A):
  return det(A) != 0

A1 = np.array([[1,2],[3,4]])
print('A1:', is_invertible(A1))

A2 = np.array([[1,2],[2,4]])
print('A2:', is_invertible(A2))
```

```
A1: True
A2: False
```

Passage de tableaux en paramètres

- Tableau numpy : conteneur de valeurs

conteneurs mutables / non mutables

- mutable : après création, on peut modifier le **contenu**
- non mutable : après création, pas de modification possible

- **Exemples :** Chaînes de caractères : non mutables
  Tableaux numpy : mutables

```
1  def modif_bof(tab):
2      tab = np.full(3,0)
3
4  tab = np.full(2,11)
5  modif_bof(tab)
6  print("bof :", tab)
7
8  def modif_ok(tab):
9      tab[1] = 0
10 modif_ok(tab)
11 print("ok  :", tab)
```

```
bof : [11 11]
ok  : [11  0]
```

- Dans une fonction : impossible de modifier la valeur d'un argument
- Mais possibilité de modifier les valeurs contenues dans des conteneurs mutables

$\Longrightarrow$ on peut modifier les valeurs des cellules des tableaux numpy

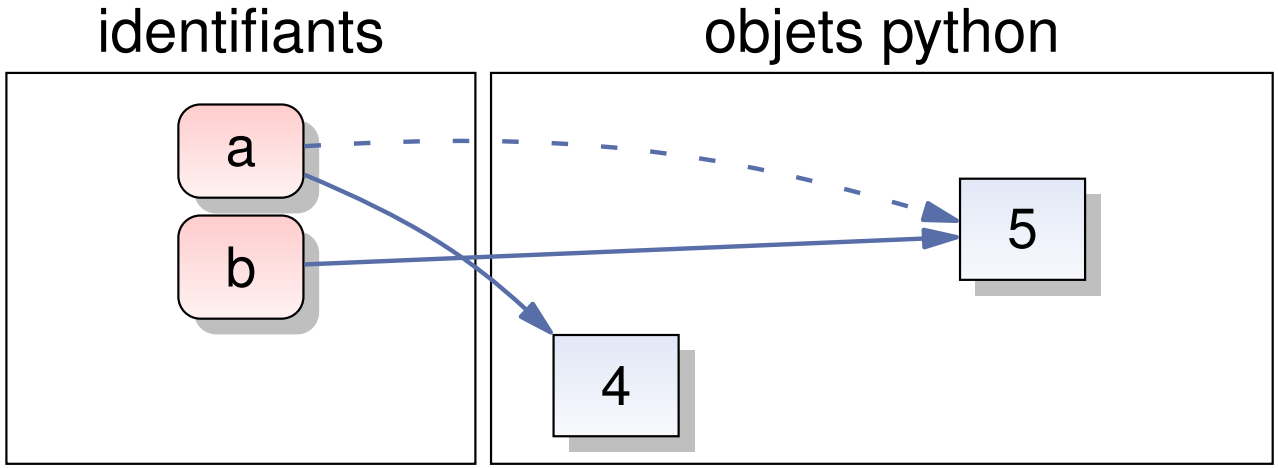
$\Longrightarrow$ animations de candy crush !

2 Approfondissements sur les variables

La « vraie » notion de variable en Python (1/3)

- Variable $\Longrightarrow$ nom + valeur (+ type)
- **Valeur** = « objet » python
- **Nom** = identifiant pointant vers l'objet

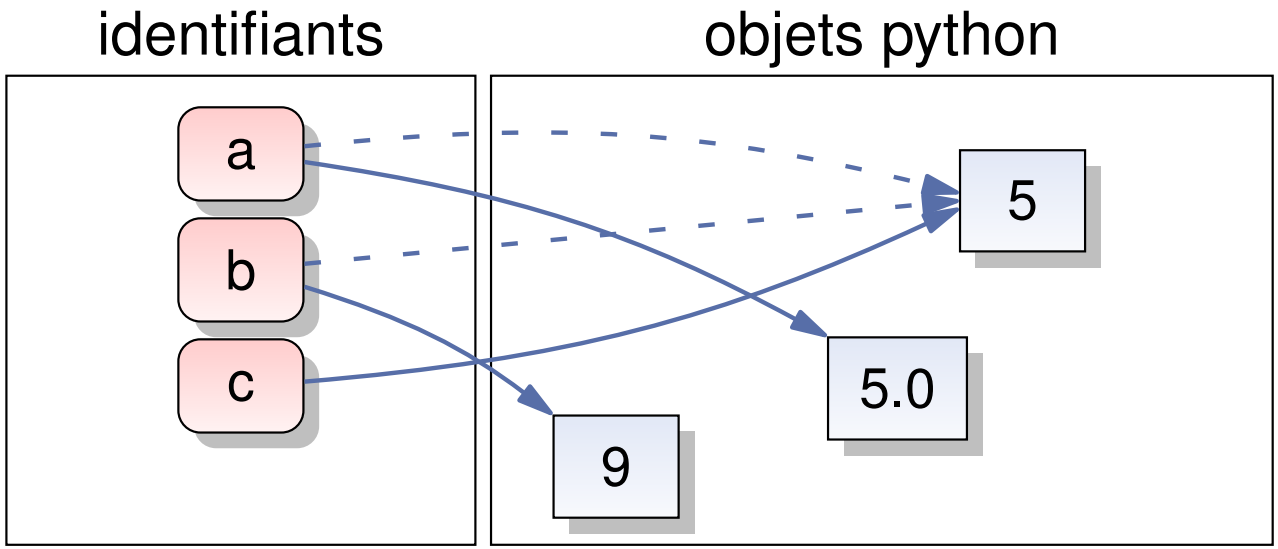
```
1  a = 5
2  b = a
3  a = 4
```



- **Règles d'affectation en Python :**
  1. si la valeur n'est pas celle d'une autre variable alors :
     on crée un nouvel objet avec cette valeur
     sinon : on utilise l'objet de l'autre variable
  2. on fait pointer le nom de variable vers l'objet

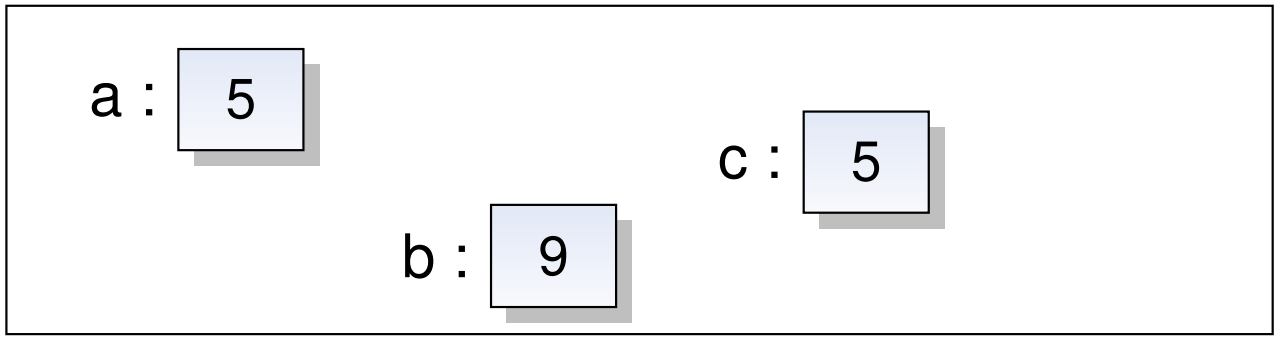
La « vraie » notion de variable en Python (2/3)

```
1  a = 5
2  b = a
3  c = b
4  b = a + 4
5  a = 5.0
```



Dans d'autres langages, les règles sont différentes :
En C : variable $\Longrightarrow$ espace mémoire qui ne changera pas

```
1  int a = 5;
2  int b = a;
3  int c = b;
4  b = a + 4;
5  a = 5.0;
```



La « vraie » notion de variable en Python (3/3)

- **Fonction id() :** entité d'un objet ≈ emplacement mémoire

```
1  a = 500
2  print ("2 : id(a) =", id(a))
3
4  b = 500
5  print ("5 : id(b) =", id(b))
6
7  b = a
8  print ("8 : id(b) =", id(b))
9
10 a = a+1
11 print ("11: id(a) =", id(a))
12 print ("12: id(b) =", id(b))
```

```
2 : id(a) = 140527242493392
5 : id(b) = 140527242493904
8 : id(b) = 140527242493392
11: id(a) = 140527242493616
12: id(b) = 140527242493392
```

Mutable vs non mutable

- **Rappel du cours n°2 :**
  - Objet mutable : après création, on peut modifier sa valeur
    tableaux numpy, listes, *etc.*
  - Objet non mutable : après création, modification impossible
    entiers, flotants, chaînes de caractères, booléens, *etc.*

```
1  import numpy as np
2
3  a = np.full (3,0)
4  print ("3 : id(a) =", id(a))
5
6  b = a
7  print ("7 : id(b) =", id(b))
8
9  a[1] = 4
10 print (a)
11 print ("11: id(a) =", id(a))
12
13 print (b)
14
15 a = np.full(3,1)
16 print ("16: id(a) =", id(a))
```

```
3 : id(a) = 140527268693696
7 : id(b) = 140527268693696
[0 4 0]
11: id(a) = 140527268693696
[0 4 0]
16: id(a) = 140527242320832
```

- opérateur [] : modifie la valeur de l'objet mutable

Passage de paramètres dans les fonctions (1/2)

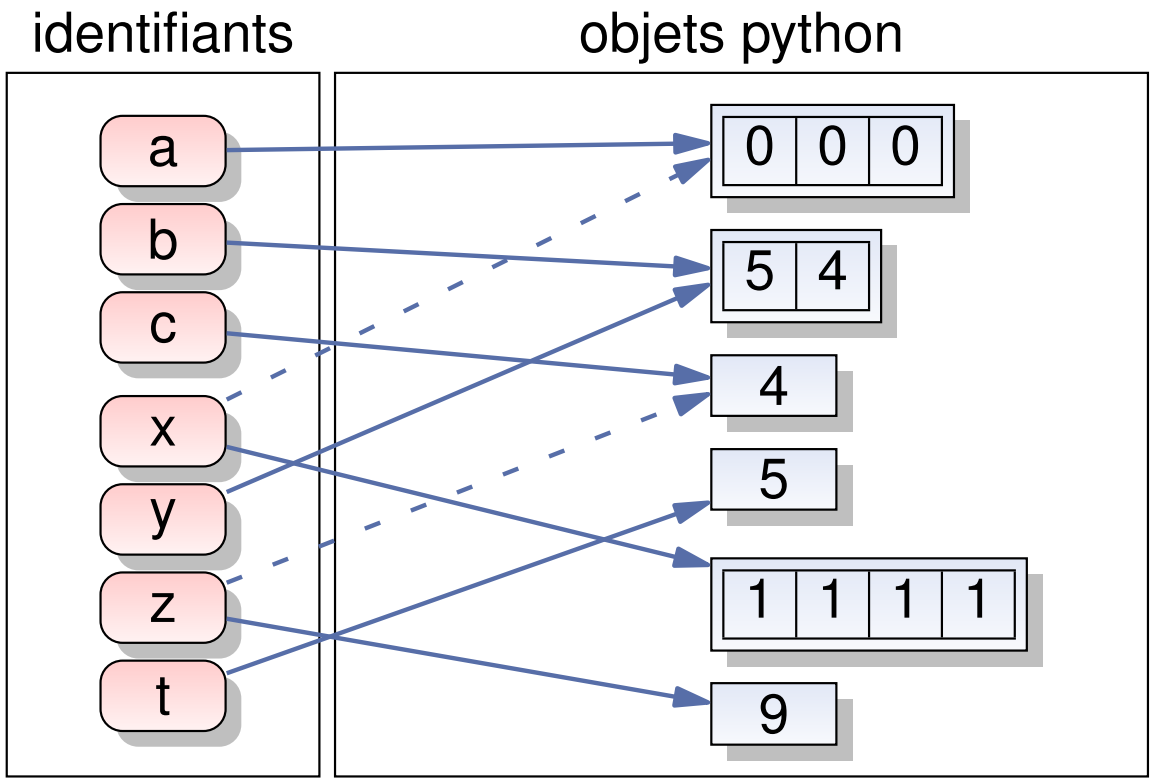
- **Rappel du cours n° 2 : appel de fonction**

1. Évaluation des valeurs passées en argument de la fonction
2. Affectation de ces valeurs aux paramètres de la fonction
3. Exécution du code de la fonction
4. Récupération de la valeur retournée

- **Conséquences du 2 :**
  - Valeur passée = objet $\Longrightarrow$ copie de pointeur
  - Valeur passée $\neq$ objet $\Longrightarrow$ création d'un nouvel objet

Passage de paramètres dans les fonctions (2/2)

```
1  import numpy as np
2
3  def f(x,y,z,t) :
4      x = np.full (4,1)
5      y[1] = 4
6      z += t
7
8  a = np.full(3,0)
9  b = np.full(2,5)
10 c = 4
11
12 f(a, b, c, c+1)
13 print (a,b,c)
```




```
[0 0 0] [5 4] 4
```

Modifications du contenu d'un tableau

```
1  def modif_bof(tab):
2      tab = np.full(3,0)
3
4  tab = np.full(2,11)
5  modif_bof(tab)
6  print("bof :", tab)
7
8  def modif_ok(tab):
9      tab[1] = 0
10 modif_ok(tab)
11 print("ok  :", tab)
```

```
bof : [11 11]
ok  : [11  0]
```

$\Longrightarrow$ modifier les éléments un par un !!!

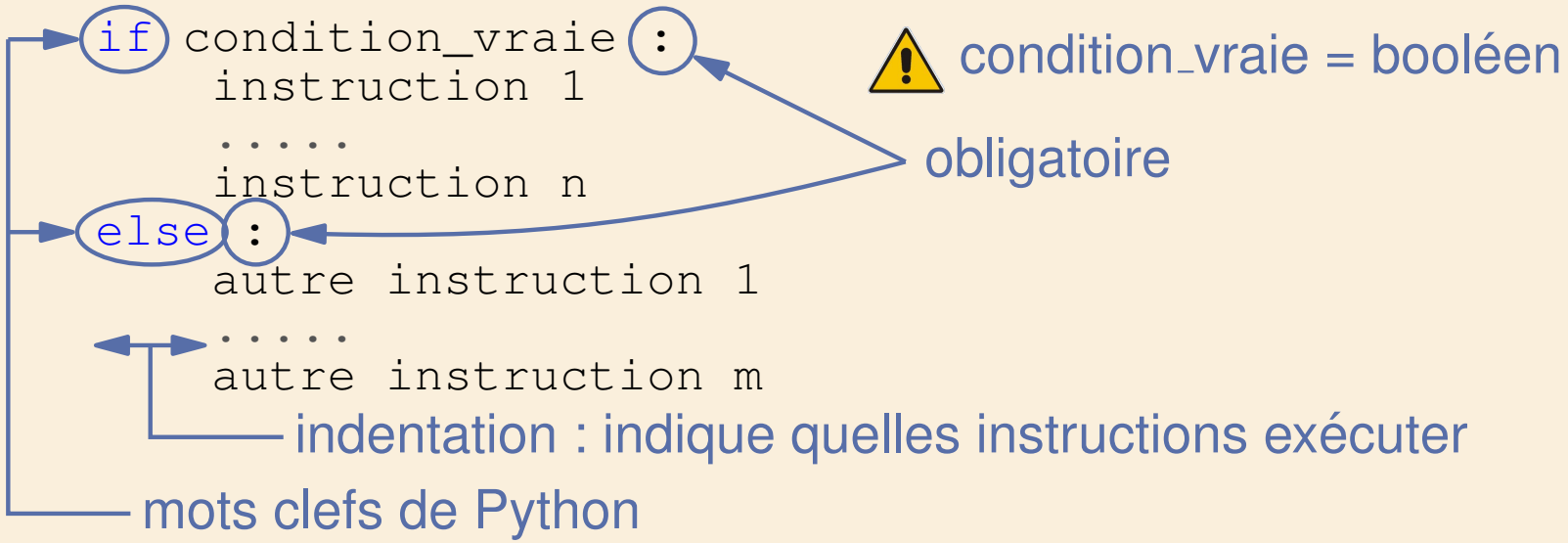
3 Alternatives

if/then/else

Problème : Déplacement de bonbon : vers la droite ou la gauche ?

Si `ancien_x_bonbon < nouvel_x_bonbon` **alors**
`direction droite`
Sinon
`direction gauche`

`Dans les 2 cas, afficher la direction`



- `else:` optionnel (à utiliser seulement si besoin)

if/then/else : exemples

- **Déplacement bonbon :**

```
if ancien_x_bonbon < nouvel_x_bonbon :
  direction = "droite"
else:
  direction = "gauche"

print(direction)
```

- **Fonction qui renvoie la valeur absolue de son paramètre :**

```
def val_absolue(x) :
  if x >= 0:
    return x
  else:
    return -x
```

- **Fonction qui affiche 1 si le nombre saisi par un utilisateur est pair :**

```
def saisie_pair_impair():
  x = input("saisissez un nombre entier : ")
  if x % 2 == 0:
    print (1)
```

if/then/else : exemples (bis)

- **Fonction qui renvoie le max de 2 éléments :**

```
def max(x,y) :
  if x >= y:
    return x
  else:
    return y
```

- **Fonction qui renvoie le max de 3 éléments :**

```
def max3(x,y,z) :
  if x >= y:
    if x >= z:
      return x
    else:
      return z
  else:
    if y >= z:
      return y
    else:
      return z
```

```
def max3(x,y,z) :
  if x >= y and x >= z:
    return x
  else:
    if y >= x and y >= z:
      return y
    else:
      return z
```

elif : le limiteur d'indentation

elif

- elif $\Longleftrightarrow$ else if

```
def max3(x,y,z) :
  if x >= y and x >= z:
    return x
  else:
    if y >= x and y >= z:
      return y
    else:
      return z
```

$\Longleftrightarrow$

```
def max3(x,y,z) :
  if x >= y and x >= z:
    return x
  elif y >= x and y >= z:
    return y
  else:
    return z
```

- On peut faire autant de `elif` que l'on veut !

```
if x > 1000:
  print("très grand")
else:
  if x > 100:
    print("grand")
  else:
    if x > 10:
      print("moyen")
    else:
      print("petit")
```

$\Longleftrightarrow$

```
if x > 1000:
  print("très grand")
elif x > 100:
  print("grand")
elif x > 10:
  print("moyen")
else:
  print("petit")
```

4 Les boucles

Des boucles ? Pour quoi faire ?

Les boucles

- Servent à répéter des séquences d'instructions
- Répétition = **itération**
- Arrêt de la boucle : un booléen
  $\Longrightarrow$ au moment où on écrit le code, on ne connaît pas forcément le nombre d'itérations

- **2 types de boucles en Python :**
  - les boucles **while** (en français : tant que)
  - les boucles **for**

En Ing-info : pas de boucle for !

La boucle while

Syntaxe :

```
while condition_vraie :
    instruction 1
    .....
    instruction n
```

obligatoire

indentation : indique quelles instructions exécuter

mot clef de Python

- **Exemple :** afficher tous les entiers de 1 à 100

```
i = 1
while i <= 100 :   # tant que i est inférieur à 100
  print(i)
  i = i + 1
```

⚠ Ne pas oublier l'incrément !

- **Conseil :** Quand on écrit le while :
  écrire tout de suite l'incrément
  puis, entre les 2, les instructions de la boucle

Quelques exemples simples (1/2)

- **Problème :**
  - Demander à l'utilisateur de saisir des nombres ≥ 0
  - Continuer jusqu'à saisie d'un nombre < 0
  - Afficher la somme des nombres positifs saisis

```
somme = 0
fin_saisie = False

while not fin_saisie :
  nombre = input("saisissez un nombre positif ou nul")
  if nombre >= 0:
    somme += nombre
  else:
    fin_saisie = True

print("somme =", somme)
```

Quelques exemples simples (2/2)

- **Problème :**
  - Demander à l'utilisateur de saisir des nombres ≥ 0
  - Continuer jusqu'à saisie d'un nombre < 0
  - Afficher la **moyenne** des nombres ≥ 0 saisis

```
somme = 0
nb_nombres_saisis = 0
fin_saisie = False

while not fin_saisie :
  nombre = input("saisissez un nombre positif ou nul")
  if nombre >= 0:
    somme += nombre
    nb_nombres_saisis += 1
  else:
    fin_saisie = True

if nb_nombres_saisis > 0:
  print("somme =", somme / nb_nombres_saisis)
else:
  print("aucun nombre saisi, donc pas de moyenne")
```

Exemple : calcul de racine carrée

- $u_0 = 1$, $v_0 = x$
- $u_{n+1} = \frac{2}{\frac{1}{u_n} + \frac{1}{v_n}}$ $\qquad v_{n+1} = \frac{u_n + v_n}{2}$
- Convergence $\Longrightarrow u_n \approx v_n \approx \sqrt{x}$

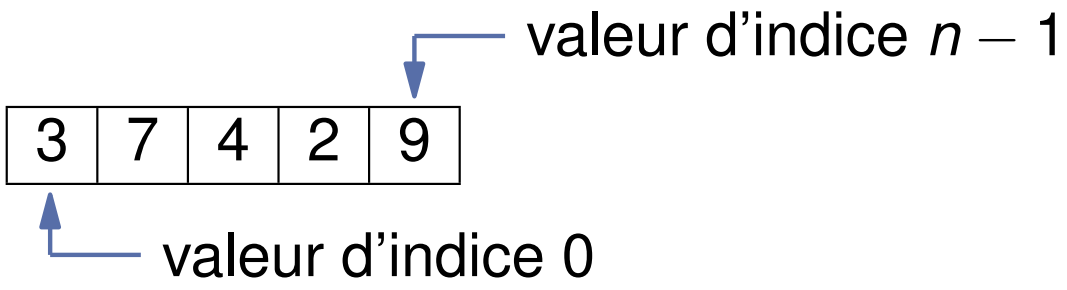
u_n = u_1
v_n = v_1
u_n_plus_1 = u_2
v_n_plus_1 = v_2

```
def racine_carree(x) :
  u_n = 1.0
  v_n = float(x)
  diff = 1.0      # initialisé pour rentrer dans la boucle
  epsilon = 1e-3  # seuil pour déterminer s'il y a
                  # convergence
  while diff > epsilon :
    u_n_plus_1 = 2 / ((1/u_n) + (1/v_n)) # calcule u_{n+1}
    v_n_plus_1 = (u_n + v_n) / 2
    if v_n_plus_1 > u_n_plus_1:
      diff = v_n_plus_1 - u_n_plus_1
    else:
      diff = u_n_plus_1 - v_n_plus_1
    u_n = u_n_plus_1   # à la prochaine itération,
    v_n = v_n_plus_1   # u_n_plus_1 deviendra un u_n

  return u_n
```

Parcours de tableau de la gauche vers la droite

- **Affichage du contenu d'un tableau 1 dimension :**

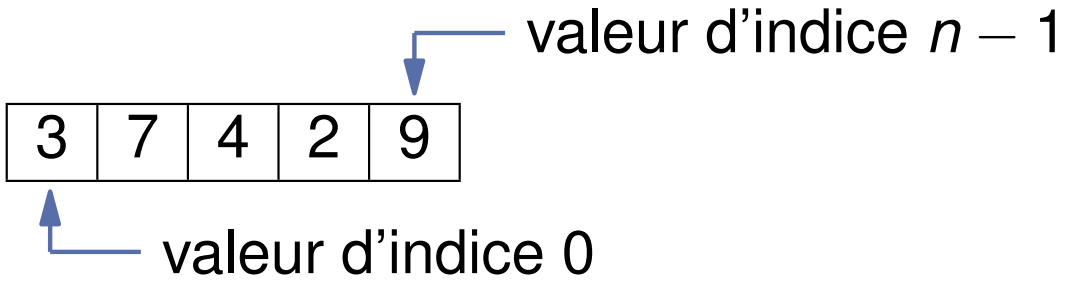



```
def affichage(tableau, n):
    """Affichage du contenu d'un tableau

    tableau: le tableau 1 dimension
    n : nombre d'éléments du tableau
    """
    i = 0 # indice du premier élément
    while i < n:
        print(tableau[i])
        i += 1
```

Parcours de tableau de la droite vers la gauche

- **Affichage du contenu d'un tableau de la droite vers la gauche :**




```
def affichage_droite_gauche(tableau, n):
    """Affichage du contenu d'un tableau

    tableau: le tableau 1 dimension
    n : nombre d'éléments du tableau
    """
    i = n-1 # indice du premier élément
    while i >= 0:
        print(tableau[i])
        i -= 1
```

Affichage d'une partie de tableau

- **Affichage des 4 éléments d'un tableau à partir de l'indice k**

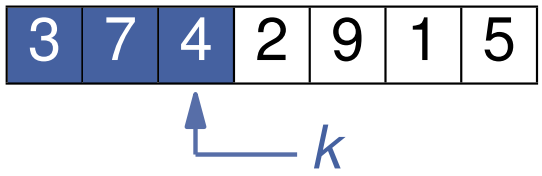
 Ne pas dépasser la fin du tableau !

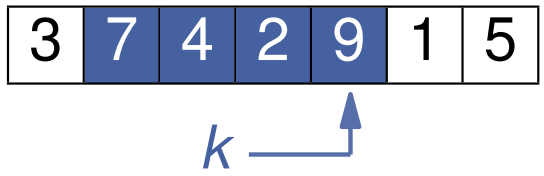
```
1  def affichage_4(tableau, n, k):
2      i = 0 # le nombre de cellules déjà affichées
3
4      while k+i < n and i < 4:
5          print(tableau[k+i])
6          i += 1
```

- Ligne 4 :
  - `k+i < n` $\Longrightarrow$ cellule d'indice `k+i` $\in$ tableau
  - `i < 4` $\Longrightarrow$ ne pas afficher plus de 4 éléments

Affichage d'une partie de tableau (autre direction)

- **Affichage des 4 éléments d'un tableau à partir de l'indice k de la droite vers la gauche :**



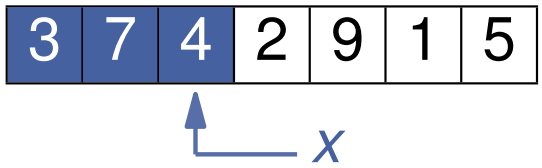



```
1  def affichage_4_droite_gauche(tableau, k):
2      i = 0 # le nombre de cellules déjà affichées
3
4      while k-i >= 0 and i < 4:
5          print(tableau[k-i])
6          i += 1
```

- Ligne 4 :
  - `k-i >= 0` $\Longrightarrow$ cellule d'indice `k-i` $\in$ tableau
  - `i < 4` $\Longrightarrow$ ne pas afficher plus de 4 éléments

Affichage d'une partie de tableau (fin)

- **Affichage de tous les éléments d'un tableau jusqu'à ce qu'on rencontre un nombre x :**



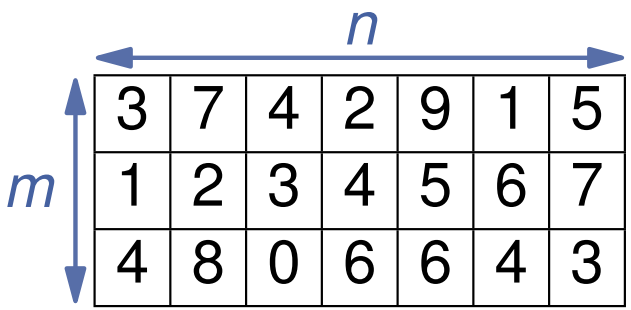
Ne pas dépasser la fin du tableau !

```
1  def affichage_x(tableau, n, x) :
2      i = 0
3
4      while i < n and tableau[i] != x :
5          print (tableau[i])
6          i += 1
```

Ligne 4 : **l'ordre des tests est important !**
Booléen évalué de la gauche vers la droite
$\Longrightarrow$ Tester l'indice i avant d'accéder à la cellule d'indice i !

Affichage d'un tableau à 2 dimensions

▶ Affichage de tous les éléments d'un tableau 2D :




```
1  def affichage_x(tableau, m, n) :
2    y = 0 # indice des lignes
3
4    while y < m :  # on parcourt toutes les lignes
5      x = 0 # indice de colonne
6      while x < n :
7        print(tableau[y,x])
8        x += 1
9      y += 1
```

Ligne 5 : à chaque ligne du tableau, remettre l'indice de colonne à 0 $\Longrightarrow$ doit être fait dans la boucle `while y < m`

Produit matrice vecteur 2D ?

- **Produit Matrice-Vecteur :**
- $A = (a_{ij}), v = (v_j), b = Av = (b_i)$
- $b_i = \sum_j a_{ij} \times v_j$

```
def prod_matrice_vecteur (mat, vect, nb_lignes, nb_cols):
  vect_produit = np.full(nb_lignes * nb_cols, 0)
  i = 0
  while i < nb_cols:
    j = 0
    while j < nb_lignes:
      vect_produit[i] += mat[i,j] * vect[i]
  return vect_produit
```

- Cette fonction est-elle correcte ?