

# Informatique et Calcul Scientifique

## Cours 2 : Flux de contrôle

05.03.2025

# La fois passée on a vu

- ▶ Une introduction à l'informatique et au langage Python
- ▶ Les notions d'objets, d'identité et de variables
- ▶ Les types `int`, `float`, `str` et des opérations associées
- ▶ Les fonctions `print()` et `input()` pour interagir avec l'utilisateur via l'entrée standard (le clavier) et la sortie standard (l'écran)

# Aujourd'hui on verra

Les instructions de **flux de contrôle**, qui permettent de contrôler le déroulement d'un programme :

- ▶ L'instruction `if`
- ▶ Les boucles `while`
- ▶ Les boucles `for`

# Comparaisons

Il est possible de comparer les valeurs de deux objets. On utilise pour cela des **opérateurs relationnels** :

Syntaxe	Signification
<code>==</code>	Egal à
<code>!=</code>	Différent de
<code>&lt;</code>	Inférieur à
<code>&gt;</code>	Supérieur à
<code>&lt;=</code>	Inférieur ou égal à
<code>&gt;=</code>	Supérieur ou égal à
<code>is</code>	Même identité <sup>1</sup>
<code>is not</code>	Identité différente

Une comparaison consiste ainsi en une instruction qui sera évaluée, et dont le résultat peut prendre deux valeurs : `True` (vrai) ou `False` (faux).

1. cet opérateur compare si deux objets pointent vers le même espace mémoire

# Comparaisons : remarques

Quelques remarques :

- ▶ On peut comparer deux nombres (`int`, `float`), mais également des objets d'autres types (`str`, `list`, `dict`).<sup>2</sup>
- ▶ Attention à ne pas confondre l'opérateur de comparaison "`==`" et l'opérateur d'affectation "`=`" !

---

2. Nous étudierons ces différents types lors des prochaines semaines.

# Comparaisons : exemples

Voici quelques exemples de comparaisons sur deux variables :

```
x = 3
y = 4
print(x < 0)
print(x <= y)
print(y > -2)
print(y >= 2 * x)
print(x == y)
print(x != 2)
print(0 <= x <= 10)
```

Output :

False  
True  
True  
False  
False  
True  
True

*Note : vous êtes encouragé.e.s à créer vos propres exemples, et à les tester dans un interpréteur Python !*

# Comparaisons : exemples

```
x = "I love Python"
y = "I love Python"
print(x == y, x!= y)
print("== teste l'egalite des valeurs:")
print(x, y)
print(x is y, x is not y)
print("is teste l'identite des objets:")
print(id(x), id(y))
```

Output : True False

== teste l'egalite des valeurs:

I love Python I love Python

False True

is teste l'identite des objets:

4383263536 4383263472

# Le type bool

Le résultat d'une comparaison est une valeur de type **booléen** (`bool`).

- ▶ `True` et `False` sont les deux seuls objets de type `bool`.
- ▶ `False` est assimilé à la valeur 0 et `True` à la valeur 1.

```
print(True == 1, True == 0)
print(False == 0, False == 1)
```

Output :  
True False  
True False

Il y a plusieurs manières d'affecter un booléen à une variable :

1. en affectant directement `True` ou `False` à une variable

```
x = True
print(x)
```

Output :  
True

# Le type bool

Il y a plusieurs manières d'affecter un booléen à une variable :

2. en affectant le *résultat* d'une comparaison à une variable

```
y = 3 > 5
print(y)
z = x == False
print(z)
```

Output :  
False  
False

3. en castant un objet d'un autre type en un bool

```
s1 = ""
s2 = "non vide"
print(s1, bool(s1), sep = ' & ')
print(s2, bool(s2), sep = ' & ')
```

Output :  
& False  
non vide & True

# Structure conditionnelle

Jusqu'ici, on ne sait écrire qu'un programme **linéaire** : une suite d'instructions qui est exécutée ligne après ligne, quelle que soit l'entrée du programme.

```
# instruction 1
# instruction 2
# groupe d'instructions à repeter
# groupe d'instructions à repeter
# groupe d'instructions à repeter
```

Pour écrire des programmes plus intéressants, on utilisera des instructions qui permettent à un programme d'exécuter une séquence différente d'instructions selon qu'une certaine condition est vérifiée ou pas.

- ▶ On parle alors de **structures conditionnelles**.

# L'instruction if

L'instruction `if... else` permet de tester une condition, puis d'effectuer un bloc d'instructions différent en fonction du résultat du test.

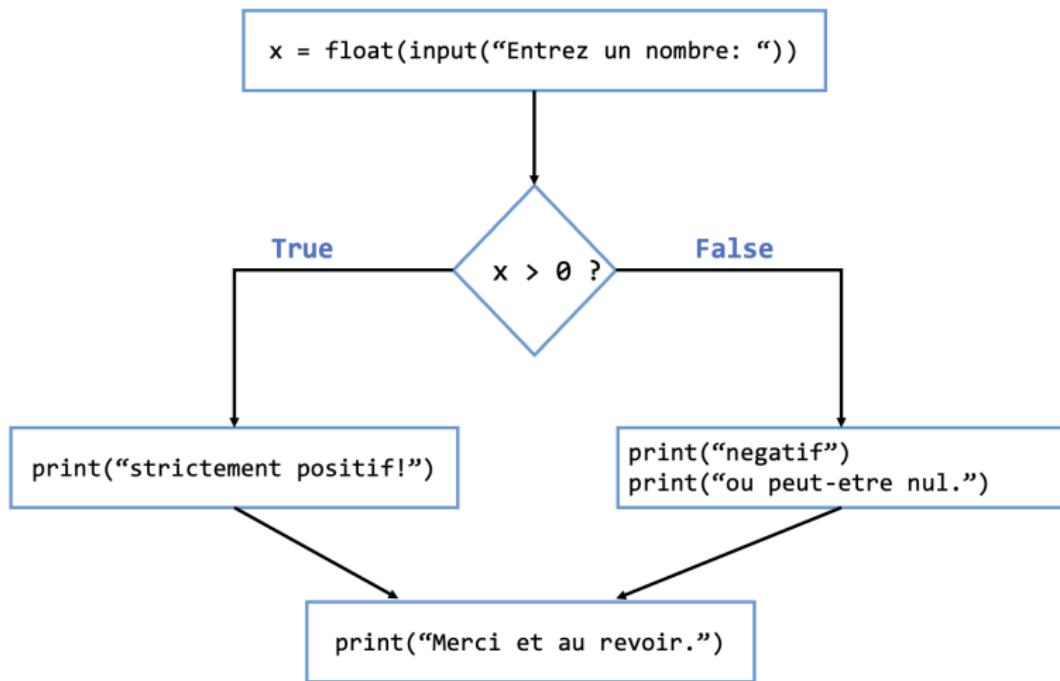
- ▶ Le programme ci-dessous demande un nombre à l'utilisateur et se comporte différemment si ce nombre est strictement positif, ou s'il est négatif ou nul.

```
x = float(input("Entrez un nombre svp: "))

if x > 0:
    print("Votre nombre est strictement positif.")
else:
    print("Votre nombre est negatif ou nul.")

print("Merci et au revoir.")
```

# L'instruction if



# Structure d'une instruction if

```
x = float(input("Entrez un nombre: "))

if x > 0:
    print("strictement positif!")
else:
    print("negatif...")
    print("ou peut-être nul.")

print("Merci et au revoir.")
```

condition booléenne

! indentation!

bloc if: exécuté si la condition est vraie

bloc else: exécuté si la condition est fausse

- ▶ L'instruction `if` est toujours suivie d'une **condition booléenne**
- ▶ Les **deux points** `:` après `if` et `else` indiquent le début d'un bloc d'instructions
- ▶ Chaque bloc d'instructions est délimité par un tab (ou quatre espaces), aussi appelé **indentation**
- ▶ La fin de l'indentation indique la fin de l'instruction `if ... else`.

# Structure d'une instruction if

- ▶ La clause `else` est optionnelle :

```
x = int(input("x: "))
if x % 2 == 0:
    print(f"{x} est pair")
print("au revoir")
```

Output :

x: 3  
au revoir

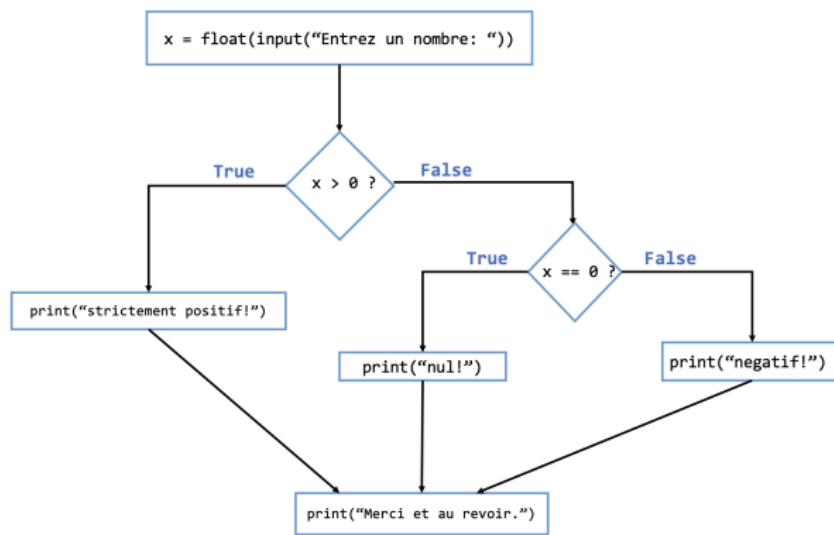
- ▶ Par contre, un bloc `else` vide (ou un bloc `if` vide) génère une erreur (testez-le !)
- ▶ Pour avoir un bloc `if` ou un bloc `else` qui “ne fait rien”, on peut utiliser l'instruction `pass` :

```
# ce code ne fait rien
if 1 > 0:
    pass
```

# Différencier un plus grand nombre de cas

Que se passe-t-il si on aimerait choisir parmi plusieurs conditions ?

- Exemple : demander un nombre  $x$  à l'utilisateur, et distinguer les cas :  $x$  strictement positif,  $x$  strictement négatif,  $x$  nul.



# Différencier un plus grand nombre de cas

- ▶ On peut imbriquer un `if... else` dans le bloc `else ...`

```
x = float(input("Entrez un nombre: "))

if x > 0:
    print("strictement positif!")
else:
    if x == 0:
        print("nul!")
    else:
        print("negatif!")

print("Merci et au revoir.")
```

# Différencier un plus grand nombre de cas

- ▶ ... ou on peut utiliser une clause `elif` ("else if")!

```
x = float(input("Entrez un nombre: "))

if x > 0:
    print("strictement positif!")
elif x == 0:
    print("nul!")
else:
    print("negatif!")

print("Merci et au revoir.")
```

On peut rajouter un nombre arbitraire de clauses `elif`, du moment qu'on associe un bloc d'instructions à chacune.

# Combiner des expressions booléennes

Comment faire si on aimerait que plusieurs conditions soient vérifiées simultanément ?

- ▶ Exemple : on veut tester si un nombre est à la fois pair **et** strictement positif.  
⇒ On peut imbriquer deux expressions `if ...` :

```
x = float(input("Entrez un nombre pair et positif: "))

if x % 2 == 0:
    if x > 0:
        print("OK")
    else:
        print("pas OK")
else:
    print("pas OK")
```

# Combiner des expressions booléennes

... mais on peut aussi utiliser le mot-clé `and` pour tester la **conjonction** de deux conditions booléennes !

- ▶ On peut combiner les valeurs de plusieurs expressions booléennes avec les opérateurs `and`, `or` et `not`.

```
x = float(input("Entrez un nombre pair et positif: "))

if x % 2 == 0 and x > 0:
    print("OK")
else:
    print("pas OK")
```

# Combiner des expressions booléennes

- ▶ Conjonction :

<b>and</b>	True	False
True	True	False
False	False	False

- ▶ Disjonction :

<b>or</b>	True	False
True	True	True
False	True	False

- ▶ Négation :

<b>x</b>	<b>not x</b>
True	False
False	True

# Combiner des expressions booléennes

Quelques exemples :

```
x = 2
y = 3.0
print(x < y and type(y) == float)
print(x < y or type(y) == str)
print(not x < y)
```

Output :

True

True

False

# Boucles et itération

En programmation, il est fréquent qu'on veuille répéter un bloc d'instructions un certain nombre de fois. On utilise pour ceci des **boucles**. Il existe deux types de boucles différentes selon l'utilisation désirée :

- ▶ Pour répéter une portion de code *tant qu'une* certaine condition est vraie, on utilisera une boucle `while`. On ne sait pas d'avance combien d'itérations la boucle fera !
- ▶ Pour répéter une portion de code un *nombre prédéfini* de fois, on utilisera en général une boucle `for`.

# Boucles while

Une boucle while permet à un programme de continuer à exécuter la même portion de code tant qu'une condition booléenne est vraie.

Exemple : On veut écrire un programme qui continue à

- ▶ prendre une chaîne de caractères de l'entrée standard
- ▶ afficher cette chaîne de caractères

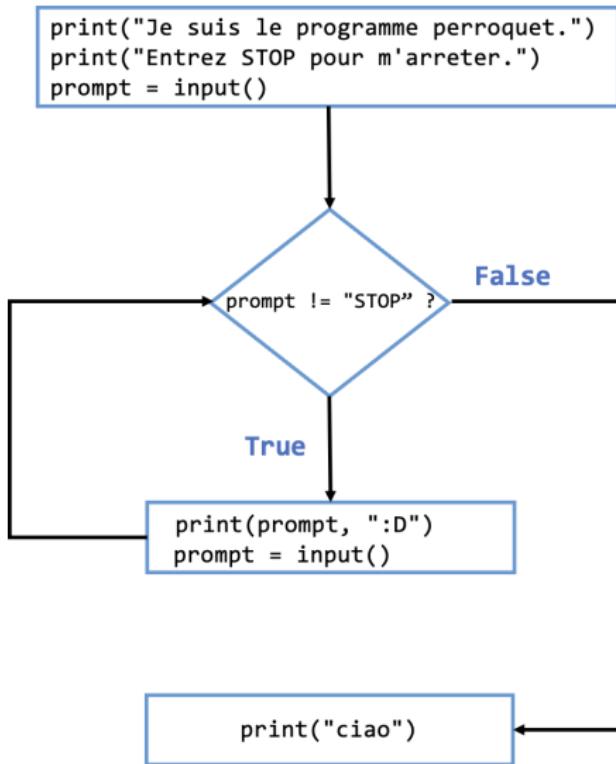
jusqu'à ce que l'utilisateur entre "STOP".

```
print("Je suis le programme perroquet.")
print("Entrez STOP pour m'arreter.")
prompt = input()

while prompt != "STOP":
    print(prompt, ":D")
    prompt = input()

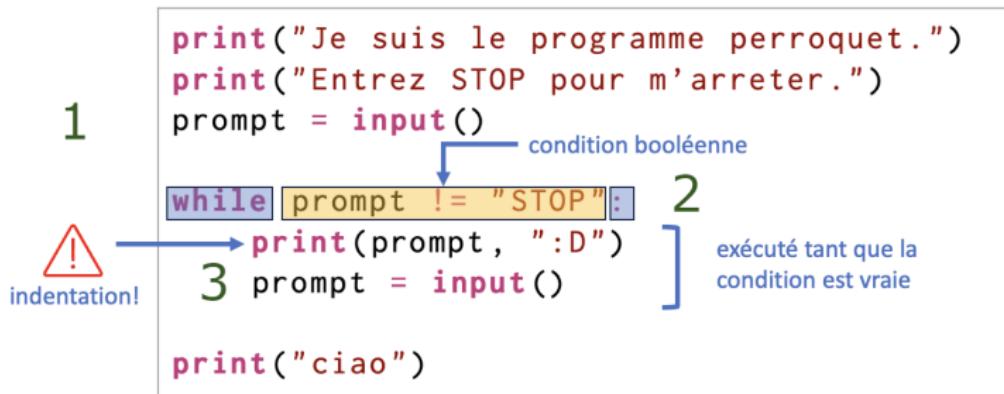
print("ciao")
```

# Structure d'une boucle while



# Structure d'une boucle while

Pour fonctionner, une boucle `while` doit être composée de trois parties distinctes :



1. L'**initialisation** de la variable d'itération
2. L'**évaluation** de la condition booléenne testée par la boucle `while`
3. La **mise à jour** de la variable d'itération

## Boucle while : exemples

Ecrire un programme qui demande à l'utilisateur un entier `n` et qui affiche les nombres de `1` à `n` inclus.

```
n = int(input("Entrez un entier: "))

i = 1
while i <= n:
    print(i)
    i += 1

print("c'est fini!")
```

- ▶ Testez ce programme en entrant différentes valeurs (essayez aussi des valeurs plus petites que 1).
- ▶ Ce programme aurait aussi pu être implémenté avec une boucle `for` (plus tard...)

## Boucle while : exemples

Ecrire un programme qui affiche toutes les puissances de 2 entre 1 et  $10^6$ .

```
x = 1
while x < 1_000_000:
    print(x)
    x *= 2
```

Ou encore

```
i = 0
while 2**i <= 1_000_000:
    print(2**i)
    i += 1
```

# Boucles infinies

Attention ! Si la condition booléenne de la boucle `while` s'évalue toujours à `True`, la boucle va itérer à l'infini.

- ▶ En général, ce n'est pas le comportement attendu d'une boucle `while` !

Exemple : Le code suivant va afficher `Hello world!` jusqu'à ce qu'on interrompe l'exécution du programme :

```
while True:  
    print("Hello world!")
```

# Boucles infinies

Une boucle infinie peut se produire si la condition booléenne de la boucle `while` est mal définie.

- ▶ Reprenons l'exemple du programme qui prend un entier `n` et affiche les nombres de `1` à `n` inclus :

```
n = int(input("Entrez un entier: "))

i = 1
while i >= 1:
    print(i)
    i += 1

print("c'est fini!")
```

- ▶ La condition booléenne vaudra toujours `True`, donc le bloc d'instructions sera toujours exécuté

# Boucles infinies

Une boucle infinie peut également se produire si on ne modifie pas le corps de la boucle, et ne met donc pas à jour la variable d'itération.

- ▶ Dans le cas du code ci-dessous, on ne met pas le compteur `i` à jour et par conséquent la condition `i <= n` restera vraie (pour tout  $n > 1$ ).

```
n = int(input("Entrez un entier: "))

i = 1
while i <= n:
    print(i)

print("c'est fini!")
```

## Cas pratique : le calcul d'une moyenne

On veut écrire un programme qui prend des nombres entrés par l'utilisateur et calcule la moyenne de ces nombres.

- ▶ On ne sait pas d'avance combien de nombres l'utilisateur désirera entrer : c'est typiquement un cas où il nous faudra une boucle `while`.
- ▶ Problème : Comment sortir de la boucle ? On utilise une **valeur sentinelle** !
- ▶ Voir le Jupyter notebook "Moyenne - boucle while" sur Moodle.

# Boucle for

On utilisera une boucle `for` lorsqu'on veut exécuter une portion de code un nombre connu de fois. Plus particulièrement, lorsqu'on veut parcourir tous les éléments d'un objet itérable<sup>3</sup>.

- ▶ Exemple : on veut écrire un code qui affiche un par un tous les caractères d'un `str` :

Output :

```
text = 'salut'  
for i in text:  
    print(i)
```

s  
a  
l  
u  
t

---

3. On dit qu'un objet est itérable s'il contient une séquence d'éléments qu'on peut étudier indépendamment

## Boucle for : remarques

```
text = 'salut'  
for i in text:  
    print(i)
```

- ▶ `text` est une variable de type `str` qui est **itérable**.
  - ▶ On verra par la suite qu'il existe d'autres structures de données qui sont itérables (listes, dictionnaires)
  - ▶ Il n'est pas possible d'itérer sur une structure de données qui n'est pas itérable (`int`, `float`, ...)
- ▶ Ici, `i` est une variable dite d'**itération**, qu'on définit directement dans la boucle `for` (et qui aurait pu avoir n'importe quel autre nom). Elle prendra à chaque itération successive la valeur de chaque élément contenu dans la variable `text`.
- ▶ Tout comme la boucle `while`, le début du bloc d'instruction est indiqué par les **deux points** et par l'**indentation**

## range(n)

Comment fait-on si on ne veut pas parcourir un objet itérable, mais plutôt répéter un bloc d'instructions n fois ?

⇒ On utilise la fonction range(n) !

Pour n un entier arbitraire, range(n) crée une structure de données itérable qui contient les valeurs 0, 1, ..., n - 1.

- ▶ range(5) contient les valeurs 0, 1, 2, 3, 4
- ▶ range(1) contient uniquement la valeur 0
- ▶ range(0), range(-1), range(-2) ... sont vides.

Output :

```
for i in range(5):  
    print(f"iteration {i}.")
```

iteration 0.  
iteration 1.  
iteration 2.  
iteration 3.  
iteration 4.

`range(i, j)`

Si on ne veut pas commencer à `0`, on peut utiliser `range(i, j)` qui contient les valeurs `i, i + 1, ..., j - 1`.

- ▶ `range(10, 15)` contient les valeurs `10, 11, 12, 13, 14`
- ▶ `range(-5, -4)` contient la valeur `-5`
- ▶ `range(10, 10)`, `range(10, 8)`, `range(0, -3)` ... sont vides.

range(i, j) : exemple

`range(i, j)` contient les valeurs `i, i + 1, ..., j - 1`.

```
Output :  
10 11 12 13 14  
*****  
-5  
*****  
*****  
*****
```

## `range(i, j, k)`

Un `range` peut également contenir des valeurs non consécutives mais qui diffèrent par un **pas** constant. On utilise pour cela `range(i, j, k)` qui contient les valeurs `i, i + k, i + 2k, ...` jusqu'à `j` non inclus :

- ▶ `range(10, 20, 2)` contient les valeurs `10, 12, 14, 16, 18`
- ▶ `range(-5, 17, 5)` contient les valeurs `-5, 0, 5, 10, 15`
- ▶ `range(10, 15, 6)` contient uniquement la valeur `10`
- ▶ `range(10, 8, 2)` est vide.

De plus, le pas `k` peut être négatif !

- ▶ `range(5, 0, -1)` contient les valeurs `5, 4, 3, 2, 1`
- ▶ `range(5, 0, -2)` contient les valeurs `5, 3, 1`
- ▶ `range(0, 5, -1)` et `range(0, 5, -2)` sont vides.

`range(i, j, k)` : exemple

`range(i, j, k)` contient les valeurs `i, i + k, i + 2k, ...` jusqu'à `j` non inclus.

```
Output :  
-2 1 4 7 10  
*****  
11 8 5 2 -1  
*****  
*****  
*****
```

## range(i, j, k)

Dans `range(i, j, k)` :

- ▶ `i` est la valeur de départ, incluse. Si on ne spécifie pas ce paramètre, il est pris à `0` par défaut.
- ▶ `j` est la valeur d'arrivée, non incluse. Ce paramètre est obligatoire.
- ▶ `k` est le pas. Si on ne spécifie pas ce paramètre, il est pris à `1` par défaut.
  
- ▶ Si on spécifie deux paramètres dans `range(i, j, k)`, ils correspondent aux valeurs de `i` et de `j` (dans cet ordre).
- ▶ Si on spécifie un seul paramètre, il correspond à la valeur de `j`.
- ▶ Donc `range(0, n, 1)`, `range(0, n)` et `range(n)` correspondent à la même suite de valeurs `0, 1, ..., n-1`.

# Boucle while vs boucle for

On aimerait écrire un programme qui demande à l'utilisateur un entier `n` et qui affiche les nombres de `1` à `n` inclus.

Il existe deux manières équivalentes de le faire, en utilisant une boucle `while` ou une boucle `for` :

```
n = int(input("Entrez un entier: "))

i = 1
while i <= n:
    print(i)
    i += 1

print("c'est fini!")
```

```
n = int(input("Entrez un entier: "))

for i in range(n):
    print(i+1)

print("c'est fini!")
```

**Question :** Peut-on toujours utiliser de manière interchangeable une boucle `while` ou une boucle `for` ?

# Boucle while vs boucle for

On peut toujours simuler une boucle `for` par une boucle `while`, en utilisant un **compteur**.

- ▶ Ainsi, les deux codes ci-dessous sont équivalents (quel affichage produisent-ils ?)

```
for i in range(3, 12, 2):  
    print(i)
```

```
k = 3  
while k < 12 :  
    print(k)  
    k += 2
```

Par contre, on ne peut pas toujours simuler une boucle `while` par une boucle `for` : si on ne sait pas d'avance combien de fois la boucle doit tourner, on utilisera une boucle `while`.<sup>4</sup>

---

4. Revoyez les exemples de boucles `while` de ce cours et voyez lesquelles vous pouvez remplacer par des boucles `for`.

## Exemple : afficher tous les multiples de 19 entre 0 et 1000

- ▶ Avec une boucle `for` :

```
for i in range(1001):
    if i % 19 == 0:
        print(i, end = " ")
```

- ▶ Peut-on le faire sans instruction `if` ?

```
for i in range(0, 1001, 19):
    print(i, end = " ")
```

# Exemple : afficher tous les multiples de 19 entre 0 et 1000

- ▶ Avec une boucle `while` :

```
i = 0
while i <= 1000:
    if i % 19 == 0:
        print(i, end = " ")
    i += 1
```

- ▶ Ou encore :

```
i = 0
while i <= 1000:
    print(i, end = " ")
    i += 19
```

- ▶ Ou encore :

```
i = 0
while 19 * i <= 1000:
    print(19 * i, end = " ")
    i += 1
```

## Take Home Message

Pour écrire des programmes plus intéressants, on utilise des structures de contrôle :

- ▶ L'instruction if: ... else: permet d'exécuter une portion de code différente en fonction du résultat d'un test
- ▶ L'instruction while permet de répéter une instruction un nombre indéfini de fois  
    ⇒ Attention aux boucles infinies !
- ▶ L'instruction for permet de parcourir chaque élément d'un objet itérable