Python - Deuxième partie

Concepts avancés du langage

Joël Cavat, Adrien Lescourt

2017

joel.cavat@heig-vd.ch, adrien.lescourt@hesge.ch

Vue d'ensemble

Thèmes abordés dans ce chapitre :

- Style fonctionnel et compréhension de liste
- Arguments arbitraires et déconstruction de liste
- Le contrôle des types
- Les classes
- Logging
- Decorateur
- Iterateurs et generateurs
- Thread & process
- Futures
- UI (avec tkinter)

FP style et compréhension

Style fonctionnel/déclaratif

fonction déclaratives

```
>>> ma_liste = [1, 2, 3, 4, 5]
>>> map(lambda x: x**2, ma_liste)
[1, 4, 9, 16, 25]
>>> filter(lambda x: x % 2 == 0, ma_liste)
[2, 4]
```

Style fonctionnel/déclaratif

fonction déclaratives

Comment filter une liste transformée ?

Style fonctionnel à l'aide de `map/filter` :

```
>>> ma_liste = [1, 2, 3, 4, 5]
>>> filter(lambda x: x % 2 == 0, \
...            map(lambda x: x**2, ma_liste))
[4, 16]
```

Style impératif :

```
>>> ma_liste = [1, 2, 3, 4, 5]
>>> res = []
>>> for x in ma_liste:
...   if x**2 % 2 == 0:
...     res.append(x**2)
...
```

Mieux : les compréhensions de liste

```
>>> ma_liste = [1, 2, 3, 4, 5]
>>> [x**2 for x in ma_liste if x**2 % 2 == 0]
[4, 16]
```

Les compréhensions permettent de construire des listes, ensembles ou dictionnaires à partir d'une collection itérable.

La notion de compréhension dérive de la notation ensembliste

Par exemple, la liste des éléments pairs de l'ensemble {1,2,3,...,100}

- Mathématiquement : $\{x \in \{1, 2, 3, ..., 100\} \mid x \ pair\}$
- En Python : `[x for x in range(1,101) if x % 2 == 0]`

La liste des combinaisons (x, y) tel que $x \in X$ et $y \in Y$, appelé également produit cartésien $X \times Y$.

Exemple

- $X = \{6, 7, 8, 9, 10, "Va", "Re", "Ro", "As"\}$
- $Y = \{"Pique", "Coeur", "Trefle", "Carreau"\}$
- Résultat : Jeux de cartes traditionnel (Chibre, jass, la bataille, ...)

Modélisation :

- Mathématiquement : $\{(x, y) \in X \times Y\}$
- En Python : `[(x,y) for x in X for y in Y]`
- Résultat :

```
[(6, "Pique"), (6, "Coeur"), ..., ("As", "Carreau")]
```

L'ensemble des couples $(x, y) \in X^2$ tel que $x + y = 5$ avec $X = \{1, 2, ..., 10\}$

- Mathématiquement : $\{(x, y) \in \{1, 2, 3, ..., 10\}^2 \mid x + y = 5\}$
- En Python :

```
{(x,y) for x in range(1,11) for y in range(1,11) if x + y == 5}
```

- Résultat : {(1, 4), (2, 3), (3, 2), (4, 1)}

Un dictionnaire des couples (x, y) tel que $x \in \{1, 2, ..., 10\}$ et $y = x^2\}$

- L'ensemble en mathématiquement : $\{(x, x^2) \mid x \in \{1, 2, 3, ..., 10\}$ et $x + y = 5\}$
- En Python : `carre = {x : x**2 for x in range(1,11)}`
- Résultat : $\{1 : 1, 2 : 4, 3 : 9, 4 : 16, 5 : 25, ..., 9 : 81, 10 : 100\}$

```
>>> carre
{0: 0, 1: 1, 2: 4, 3: 9, 4: 16, 5: 25, 6: 36, 7: 49,
8: 64, 9: 81, 10: 100}
>>> carre[6]
36
```

Les compréhensions

Générateur

Il est possible de générer un Générateur. Permet l'utilisation de collection paraisseuse.

```
>>> res = (x**2 for x in range(1000000000))
>>> next(res)
0
>>> next(res)
1
>>> next(res)
4
```

Live coding et présentation :

module itertools collections d'itérateurs inspirés des langages et framework fonctionnels

module collections types de données alternatifs et spécialisés

fonctions intégrées any, all, sorted, ...

Arguments arbitraires

Arguments arbitraires

Les arguments des fonctions peuvent être arbitraires. C'est-à-dire qu'il est possible d'écrire une fonction qui prend un nombre d'arguments indeterminé.

```
def test(*args):
  print(args) # ici args est un tuple
```

Voici quelques exemple d'appels :

```
>>> test()
()
>>> test(1,2)
(1,2)
```

Arguments arbitraires

Voici comment définir la fonction somme :

```
def somme(*args):
  res = 0
  for i in args:
    res += i
  return i
```

Voici quelques exemple d'appels :

```
>>> somme()
0
>>> somme(1,2)
3
>>> somme(1,2,3,4)
10
```

Arguments arbitraires

Une liste peut être transformée en une liste d'arguments :

```
>>> somme( *[1,2,3] )
6
```

Arguments arbitraires

Cette notation * peut également être utilisée pour destructurer une liste :

```
>>> liste = [1,2,3,4,5]
>>> x, *xs = liste
>>> x
1
>>> xs
[2,3,4,5]
>>> liste
[1,2,3,4,5]
```

Arguments arbitraires

Il est également possible de préciser que les arguments sont nommés (keyword argument)

```
def affiche(**kwargs):
  for k, v in kwargs.items():
    print(k, ":", v)
```

Voici un exempl d'appel :

```
>>> affiche(id=1, name="Joel", language="python")
id : 1
name : Joel
language : python
```

Arguments arbitraires

Un dictionnaire peut être transformé en un ensemble d'arguments nommés :

```
>>> dic = { 'id': 1, 'name': 'Adrien' }
>>> affiche(**dic)
id : 1
name : Adrien
```

Contrôle des types

Contrôle des types

Python possède un typage dynamique. Toutefois, un contrôle des types est réalisé à l'exécution.

L'avantage des langages statiques est qu'une grande partie des bugs sont détectés durant la phase de compilation et l'analyse des types.

Mypy est un vérificateur de types qui peut être utilisé pour contrôler nos scripts. Depuis la version 3.6 de Python, il est possible d'utiliser une nouvelle syntaxe pour préciser les types.

Contrôle des types

Quelques exemples de variables typées

```
from typing import List

i: int = 3
nom: str = "Cavat"
xs: List[float] = []
ys: List[int] = [1,2,3]
xs.append(3.4)
```

Les opérations suivantes s'exécutent normalement. Par contre, mypy relève les erreurs :

```
i = nom # ... has type "str", variable has type "int"
xs.append(2) # ok, int <= float
ys.append(2.2) # ... type "float"; expected "int"
```

Contrôle des types

Le type Any permet d'avoir des collections de n'importe quels types :

```
from typing import List, Any

zs: List[Any] = [1,2.2, (3,4), [5,6]]
```

Contrôle des types

Exemple de fonction typée :

```
def addition(a: float, b: float) -> float:
  return a + b
```

Contrôle des types

Le type Union permet de préciser qu'une instance peut être de plusieurs types :

```
from typing import Union

def add_conc(a: Union[float, str], \
    b: Union[float, str]) -> Union[float, str]:
  return a + b
```

Contrôle des types

```python
from typing import Union

def f(x: Union[int, str]) -> None:
  x + 1      # Error: str + int is not valid
  if isinstance(x, int):
    x + 1       # Here type of x is int.
  else:
    x + 'a'     # Here type of x is str.
```

Contrôle des types

Il est possible de créer des nouveaux types dérivé sans *overhead* à l'exécution

```
UserId = NewType('UserId', int)
def orders(user_id: UserId) -> List[Order]:
    ...

ls = orders(2) # Failed
ls = orders(UserId(2)) # Ok
```

Programmation orientée objet

- Qu'est-ce qu'un Objet ?
- Déclaration d'un objet

```
class MaClass:
    pass
```

- Instanciation d'un objet

```
mon_object = MaClass()
```

- Tout Python est objet !

Une classe est composée d'attributs et de méthodes.

```
class Fraction:
    def __init__(self, numerateur, denominateur):
        self.numerateur = numerateur
        self.denominateur = denominateur

    def affiche(self):
        print(self.numerateur, '/', self.denominateur)

    def produit(self, facteur):
        # ...Code du produit...
```

Le rôle du constructeur est de d'instancier un objet.

C'est à dire d'allouer la mémoire nécessaire à l'objet et d'initialiser ses attributs.

En Python : `__init__(self, param1, param2, etc...)`

```
def __init__(self, numerateur, denominateur):
    self.numerateur = numerateur
    self.denominateur = denominateur
```

Les attributs sont des variables contenues dans l'objet.

Ils sont toujours précédés par le mot clé self qui représente l'objet lui même.

Ils peuvent être déclarés n'importe où dans la classe, mais il est d'usage de **toujours** les déclarer dans le constructeur.

```
def __init__(self, numerateur, denominateur):
    self.numerateur = numerateur
    self.denominateur = denominateur
```

En plus des attributs, un classe contient généralement des méthodes d'instances.

Elles doivent impérativement recevoir le paramètre `self` en première position.

```
def affiche(self):
    print(self.numerateur, '/', self.denominateur)

def produit(self, facteur):
    # ...Code du produit...
```

```
# Instanciation
a = Fraction(2, 4)
b = Fraction(1, 6)

# Utilisation
a.affiche()   # Accès aux méthodes
b.numerateur = 4   # Accès aux attributs
b.affiche()
```

En plus des méthodes implémentées par l'utilisateur, une classe contient des méthodes dites spéciales.

Comme le constructeur `__init__()`, ces méthodes sont entourées par deux underscores avant et après leur nom.

Ce sont des méthodes qui sont directement appelé par Python dans des contextes précis (affichage, affectation, lecture d'attributs, comparaisons...)

Note :

La fonction `dir()` permet d'afficher tous les attributs et toutes les méthodes d'une classe.

Par exemple pour afficher notre `Fraction` , nous avons créé une méthode `affiche()` . En surchargeant la méthode `__str__()` nous pouvons directement afficher l'objet avec la méthode `print()`

```
def __str__(self):
    return str(self.numerateur) + ' / '\
        + str(self.denominateur)
```

```
a = Fraction(1, 2)
print(a)
```

Il est aussi possible d'utiliser directement les symboles tels que les opérateurs arithmétiques ou les opérateurs de comparaisons avec notre classe.

Par exemple pour l'addition, le symbole + est surchargé avec la méthode `__add__()`

```
a = Fraction(1, 2)
b = Fraction(3, 2)
c = a + b
```

La liste des opérateurs surchargeables est disponible ici :
`https://docs.python.org/3/library/operator.html`

Maintenant que nous pouvons surcharger les opérateurs, que ce passerait t'il si l'un des deux membre de l'opération n'est pas un objet `Fraction` ?

Un nombre serait acceptable, mais pas une liste par exemple.

```
a = Fraction(1, 2)
b = 2
c = a * b
```

On verrouille aux types autorisés uniquement

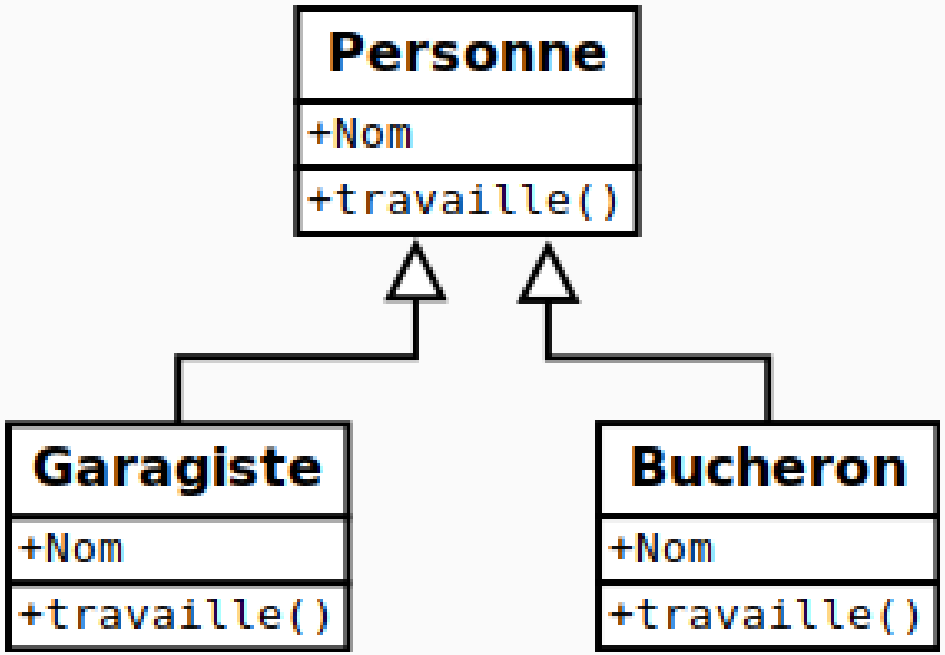
```
def __add__(self, other):
    if not isinstance(other, (int, float, Fraction)):
        raise TypeError
    else:
        # Addition code
```

"En programmation orientée objet, l'héritage est un mécanisme qui permet, lors de la déclaration d'une nouvelle classe, d'y inclure les caractéristiques d'une autre classe." *Wikipedia*

La classe qui hérite d'une autre classe possède les mêmes attributs et les mêmes méthodes que la classe parent.

```
class Parent:
    def __init__(self):
        self.attribut = 'exemple'
class Enfant(Parent):
    pass

>>> toto = Enfant()
>>> toto.attribut
exemple
```




```
class Personne:
    def __init__(self, nom):
        self.nom = nom

    def travail(self):
        raise NotImplementedError
```

```
class Bucheron(Personne):
    def travail(self):
        return self.nom + " coupe les arbres"

class Garagiste(Personne):
    def travail(self):
        return self.nom + " répare les voitures"

travailleurs = [Bucheron('Bill'), Garagiste('Carson'),
                Garagiste('Lee')]

for travailleur in travailleurs
    print(travailleur.travail())
```

```
Bill coupe les arbres
Carson répare les voitures
Lee répare les voitures
```

On peut remarquer dans l'exemple précédent que les classées héritées n'ont pas de constructeur. Python utilise alors le constructeur de la classe parent.

Si l'on veut leur ajouter un constructeur, l'appel vers le constructeur de la classe parent n'est plus fait automatiquement et doit être explicité. Soit avec le nom de la classe parent, soit avec la fonction `super()`

```
class Garagiste(Personne):
    def __init__(self, nom, nbr_outils):
        super().__init__(nom)
        self.nbr_outils = nbr_outils
```

Python supporte l'héritage multiple, les classes de bases sont alors séparées par des virgules.

```
class C(A, B):
    def __init__(self):
        super().__init__()
```

En complément à `isinstance()`, la fonction `issubclass()` permet de savoir si une classe hérite d'une autre.

Les attributs statiques sont liées à la classe et non à l'instance.

```
class Test():
    a = 0
```

Ils sont accessibles depuis la classe ou depuis l'instance.

```
>>> toto = Test()
>>> Test.a += 1
>>> Test.a
1
>>> toto.a
1
```

Comme les attributs statiques, les méthodes de classes sont liées à la classe elle même.

```
@classmethod
def increment(cls):
    cls.a += 1
```

Elles peuvent être appelées directement depuis la classe ou depuis l'instance

```
>>> toto = Test()
>>> Test.increment()
>>> Test.a
1
>>> toto.increment()
>>> toto.a, Test.a
(2, 2)
```

Live coding Factory

Les properties permettent le contrôle des accès aux attributs

```
def __init__(self):
    self._x = None

@property
def x(self): return self._x

@firstName.setter
def x(self, val): self._x = val

@firstName.deleter
def x(self): del self._x
```

Logging en Python

Logging

Python fournit une librairie pour le logging.

Documentation :

- formatting :
  https ://docs.python.org/3/library/logging.html#logrecord-attributes
- handlers :
  https ://docs.python.org/3/library/logging.handlers.html#module-logging.handlers (par exemple SysLogHandler pour un log sur serveur distant).

Logging

Exemple d'utilisation basique

```
import logging

logging.basicConfig(filename='application.log', \
  level=logging.DEBUG, \
  format='%(asctime)s -- %(name)s \
  -- %(levelname)s -- %(message)s')

logging.debug("coucou")
```

Contenu du fichier 'application.log' :

```
2017-11-05 11:19:56,080 -- root -- DEBUG -- coucou
2017-11-05 11:20:33,556 -- root -- WARNING -- oups
```

Logging

Les niveaux :

- CRITICAL : Le programme est dans un état instable
- ERROR : Une opération n'a pas fonctionné
- WARNING : Mérite une attention particulière
- INFO : Informe de la bonne marche du programme
- DEBUG : Debug classique

Decorator

Decorator

Les décorateurs permettent d'ajouter un comportement à du code existant en séparant les préoccupations secondaires de la logique métier. (Programmation Orientée Aspect).

Il est possible d'injecter du code avant et après l'appel d'une fonction, permettant ainsi d'éviter la duplication de code .

Decorator

Exemple d'utilisation basique : le logging

```
def log(f):
  def new_f(*args):
    logging.debug("avant")
    for i, arg in enumerate(args):
      logging.debug(f"Argument {i+1}: {arg}")
    res = f(*args)
    logging.info(f"Le résultat est {res}")
    logging.debug("apres")
    return res
  return new_f

@log
def somme(a, b, c):
  return a + b + c

print( somme(10,12,23) )
```

Decorator

Le fichier log après exécution :

```
2017-11-05 12:15:09,218 -- DEBUG -- avant
2017-11-05 12:15:09,218 -- DEBUG -- Argument 1: 10
2017-11-05 12:15:09,218 -- DEBUG -- Argument 2: 12
2017-11-05 12:15:09,218 -- DEBUG -- Argument 3: 23
2017-11-05 12:15:09,218 -- INFO -- Le résultat est 45
2017-11-05 12:15:09,218 -- DEBUG -- apres
```

Iterateurs

Pour rappel, la boucle `for` permet de parcourir un objet itérable.

```
for i in range(10):
    print(i)

for elem in ma_liste:
    print(elem)

for lettre in "hello":
    print(lettre)
```

Pour savoir si un objet est itérable :

```
try:
    iter(mon_objet)
except TypeError:
    # non itérable
else:
    # itérable
```

Autre méthode avec `isinstance` :

```
import collections
if isinstance(mon_objet, collections.Iterable):
    # itérable
else:
    # non itérable
```

La boucle `for` peut être réalisée avec le code suivant :

```
it = iter(mon_iterable)
while True:
    try:
        next(it)
    except StopIteration:
        break
```

Un objet itérable doit implémenter deux méthodes :

- **__iter__(self)** : Doit retourner l'objet itérateur
- **__next__(self)** : Doit retourner l'élément suivant à parcourir, ou lever une exception StopIteration si tous les éléments ont été parcourus.

Itérateurs

Créer un objet itérable

```
class MyRange():
    def __init__(self, max_val):
        self.max_val = max_val
        self.i = 0

    def __iter__(self):
        return self

    def __next__(self):
        if self.i < self.max_val:
            i = self.i
            self.i += 1
            return i
        else:
            raise StopIteration()
```

Un générateur est une fonction qui se comporte comme un itérateur.

C'est un raccourci syntaxique pour créer un itérateur.

```
def range_gen(max_val):
    i = 0
    while i < max_val:
        yield i
        i += 1
```

- Quand une fonction générateur est appelé, son code n'est pas exécuté ! C'est uniquement le générateur qui est retourné.
- A l'appel de la fonction `next()`, le code est exécuté jusqu'au mot clé yield qui retourne l'objet courant et sauvegarde l'état de la fonction.
- A l'appel suivant de `next()`, le code reprend au yield où il s'était arrêté.
- Ils peuvent être utilisés par toutes les fonctions pouvant consumer un itérateur.

```
for elem in squares_gen:
    elem
```

Ou encore :

```
sum(squares_gen)
```

Il est possible de créer des générateur avec une syntaxe similaire aux lists comprehensions.

```
squares_gen = (i*i for i in range(10))
```

Note :

Puisque les parenthèses sont utilisées pour créer un générateur, pour faire un tuple en compréhension il faut explicitement écrire `tuple` .

```
tuple(i*i for i in range(10))
```

Multi-threading

Le module 'threading' permet d'exécuter des tâches de façon concurrentes.

- Mémoire partagée
- Ordonnancé par le module threading
- Création rapide et peu couteuse en mémoire
- Un seul cœur utilisé

Exemple de création et d'exécution d'un thread :

```
import threading

class MonThread(threading.Thread):
    def run(self):
        # Thread code...

for i in range(3):
    t = MonThread()
    t.start()
```

Il est possible de créer directement l'instance du Thread sans devoir explicitement créer une classe :

```
def compute(arg1, arg2):
    # Thread code...

for i in range(5):
    threading.Thread(target=compute, \
                     args=(arg1, arg2,)).start()
```

Le module 'multiprocessing' permet de créer et d'exécuter des processus.

- Création similaire au Thread
- Aucune mémoire partagée
- Ordonnancé par l'OS
- Création plus lente et couteuse que threading
- Multi-cœur possible

Multi-threading

module multiprocessing

```
import multiprocessing

class MonProcess(multiprocessing.Process):
    def run(self):
        # Process code...

for i in range(3):
    t = MonProcess(i)
    t.start()
```

En programmation concurrente il faut être particulièrement vigilant, notamment lors des accès aux ressources partagées et des phases de synchronisations.

Outils usuels disponibles :

- Verrous
- Mutex
- Sémaphores
- ...

Le module 'queue' implémente un paradigme multi-producteur / multi-consommateur thread-safe.

Il est recommandé pour transmettre des informations entre les différents thread.

Le module définit les 3 classes suivantes :

- Queue : Queue FIFO
- LifoQueue : Queue LIFO
- PriorityQueue : tuple (priority, data) avec la priorité la plus faible retournée en premier

Définition d'une classe 'worker' qui va traiter un certain nombre de tâche qui sont extraite de la queue.

```
1  class WorkerQueue(threading.Thread):
2      def __init__(self, queue):
3          super().__init__()
4          self.queue = queue
5
6      def run(self):
7          while True:
8              station = self.queue.get()
9              if station is None:
10                 break
11             # Task code...
12             self.queue.task_done()
```

Multi-threading

Queue

Création des tâches et affection aux différents 'workers'.

```
1  q = queue.Queue()
2  workers = []
3  for i in range(worker_count):  # cération des workers
4      worker = DepartsQueue(q, res)
5      worker.start()
6      workers.append(worker)
7
8  for station in stations:  # Ajout des tâches
9      q.put(station)
10
11 q.join()  # attente que toutes les tâches soient terminées
12
13 for i in range(worker_count):  # arret des workers
14     q.put(None)
15 for worker in workers:
16     worker.join()
```

Futures

concurrent.futures

Le module 'concurrent.futures' propose un plus haut degré d'abstration pour exécuter des algorithmes asynchrones à l'aide de la classe abstraite Executor.

Les algorithmes asynchrones peuvent être exécutés :

- à l'aide de threads concurrents en utilisant la classe ThreadPoolExecutor,
- en parallèle à l'aide de processus en utilisant la classe ProcessPoolExecutor.

Exemple :

```
from concurrent.futures import *

with ThreadPoolExecutor(max_workers=2) as executor:
    f1 = executor.submit(sum, range(50_000_000))
    f2 = executor.submit(sum, range(50_000_000))

    print(f1.result() + f2.result())
```

Aucun parallélisme n'est appliqué => aucun gain

Exemple :

```
from concurrent.futures import *

with ProcessPoolExecutor(max_workers=2) as executor:
    f1 = executor.submit(sum, range(50_000_000))
    f2 = executor.submit(sum, range(50_000_000))

    print(f1.result() + f2.result())
```

Deux processus effectuent les tâches en parallèle => speedup ~ 2

Exemple de la documentation officielle (https ://docs.python.org/3/library/concurrent.futures.html) :

```
from concurrent.futures import *
import math

PRIMES = [
    112272535095293,
    112582705942171,
    112272535095293,
    115280095190773,
    115797848077099,
    1099726899285419]

with concurrent.futures.ProcessPoolExecutor() as executor:
    for number, prime in zip(PRIMES, executor.map(is_prime, PRIMES)):
        print(f"{number} is prime: {prime}")
```

Interfaces graphiques

Framework cross-plateform d'interfaces graphiques en Python :

- wxPython
- PyGTK
- PyQt
- Kivy
- TkInter

Paradigme de programmation évènementielle.

Une application TkInter est composée d'une ou plusieurs fenêtres elles mêmes composées d'éléments graphiques appelés `Widgets` .
Ces éléments sont agencées selon une structure hiérarchique.

TkInter

La structure de la librairie a changée entre Python 2 et Python 3 :

Python 2	**Python 3**
Tkinter	tkinter
tkFileDialog	tkinter.filedialog
tkMessageBox	tkinter.messagebox
...	

Pour s'assurer que la librairie fonctionne :

```
>>> import tkinter
>>> tkinter._test()
```

Exemple minimaliste :

```
import tkinter as tk

root_window = tk.Tk()

label = tk.Label(root_window, text="Hello World")
label.pack()  # Gemoetry manager

root_window.mainloop()
```

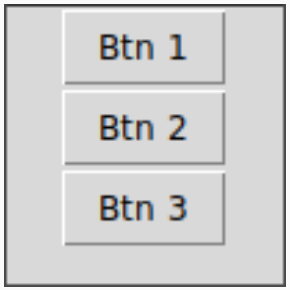
Les Widgets sont des éléments graphiques à afficher.

Quelques Widgets de base :

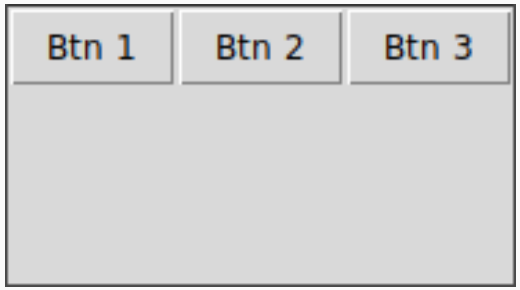
- **Label** : Afficher du texte
- **Button** : Action de l'utilisateur
- **Entry** : Saisie clavier d'un champs texte
- **Canvas** : Espace de dessin
- **Frame** : Permet de contenir d'autres Widgets

Le geometry manager permet d'agencer des widgets les uns par rapport aux autres.

```
mon_widget.pack(side=, fill=, expand=)
```



side=tk.TOP



side=tk.LEFT

fill=tk.BOTH

Pour lier une action à un bouton, il faut affecter une méthode à l'option command.

```
btn["command"] = ma_fonction  # sans les parenthèses!

# qui est équivalent à
btn.config(command=ma_fonction)
```

TkInter

Exemple avec classe

```
1  import tkinter as tk
2  from tkinter import messagebox
3
4  class MainFrame(tk.Frame):
5      def __init__(self, master=None):
6          super().__init__(master)
7          self.pack()
8          self.button = tk.Button(self)
9          self.button["text"] = "Click"
10         self.button["command"] = self.hello
11         self.button.pack()
12
13     def hello(self):
14         messagebox.showinfo("Message:", "Hello")
15
16 root = tk.Tk()
17 app = MainFrame(master=root)
18 app.mainloop()
```