PYTHON

I. Introduction

historique

- Créé en 1989 par **Guido van Rossum**
- 1991: première version publique (0.9.0)
- 2000: python2: langage orienté script
- 2001: Fondation Python
- 2005: G. Van Rossum rejoint Google
- 2008: Python3: refonte fonctionnelle
- 2020: G. Van Rossum rejoint Microsoft

python sert à tout !

- **entreprises utilisant python**
- Dev Web: *Django, Odoo, Flask, FastAPI*
- Data Science: *Anaconda (Pandas, Numpy, Scipy, Sk-Learn, ...)*
- DevOps: *Ansible, Salt*

Caractéristiques du langage

- Open Source
- Langage interprété != compilé
- Langage Multi-Plateforme : Linux, Windows, Mac OS
- Langage Multi-Paradigme : procédural, objet, fonctionnel...
- Langage de Programmation Haut Niveau

Langage interprété

- **CPython** : interpréteur de référence en C
- Autres interpréteurs : Jython (Java), IronPython (.Net)
- Performance : PyPy (Attention, certaines incompatibilités)
- Runtime Grumpy en GO pour *Youtube*

Langage de Haut Niveau

- Gestion automatique de la mémoire
- Langage fortement typé *pas de conversions explicites*
- Typage dynamique *variable non déclarées, référence*

II. Setup

installation de python

- Linux: **python3** installé par défaut
  - ex: debian 12 => *python3.11*
  - autre version via un dépôt tiers **exemple**
  - idem via les sources et gcc installé **ici**
- Windows: **https://python.org**

> *Windows: ajouter python & pip au PATH !!*

Installation de pip

- PIP: gestionnaire de paquets python
  - dépôt principal: **https://pypi.org**
- Windows: auto. avec python
- Linux:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install -y python3-pip
```

commandes pip génériques

```
# install système
pip install <package[(==|~=|<|>)<version>]>
# install utilisateur
pip install --user <package>
# upgrader un paquet
pip install <package> --upgrade
# désinstaller
pip uninstall <package>
# upgrader pip lui même
pip install -U pip
```

gestion simple des dépendances

```
# voir les dépendances installées
pip freeze
# générer un fichier de dépendances
pip freeze > requirements.txt
# installer les dépendances depuis un fichier
pip install -r requirements.txt
```

Virtualenv : environnement virtuel

- Intérêt: **isolation** des *versions* des *binaires* et des *dépendances*
- le "Venv" est un **dossier** comprenant les binaires de python et pip ainsi qu'un conteneur de dépendances

```
## installation du module venv (linux)
sudo apt-get install -y python3-venv
## création du venv
python -m venv <venv_dir_path>
## activation du venv: redirection du binaire python et pip
# vers le dossier venv (Linux)
source <venv_dir_path>/bin/activate | deactivate
# idem (Windows)
./<venv_dir_path>/Scripts/Activate.ps1 | deactivate
```

install VSCode + Jupyter

1. installer VSCode
2. ajouter les extensions *python, jupyter*

3. créer un fichier python *.py*

4. sélectionner le **venv** en cliquant sur la version dans le footer
5. installer Jupyter dans le venv

```
pip install jupyter
```

utiliser les cellules Jupyter dans VSCode

- une **cellule** est un ensemble de lignes de codes délimitées par `# %%`
- les lignes d'une cellule seront exéxcutées dans la console *Ipython* pilotée par *Jupyter*
- `<Shift>+<Entrée>` pour exécuter

> *Les exécutions sont accumulées dans la console, peuvent créer des problèmes de gestions de variables*
> *Ne pas hésiter à redémarrer le kernel Jupyter pour en cas de pb*

créer des notebooks Jupyter dans VSCode

- dans VSCode: `<Ctrl>+<Shift>+P + chercher jupyter`
- interface intégrée pour gérer auto. les cellules
- générer un fichier *.ipynb*

II. syntaxe python

variable

x = 1 => x

- une variable est une **référence** à une donnée dont la **valeur** est stockée en mémoire
- on créé une variable en *affectant* une *valeur* dans la variable de *nom* voulu `"=" est l'opérateur d'affectation`

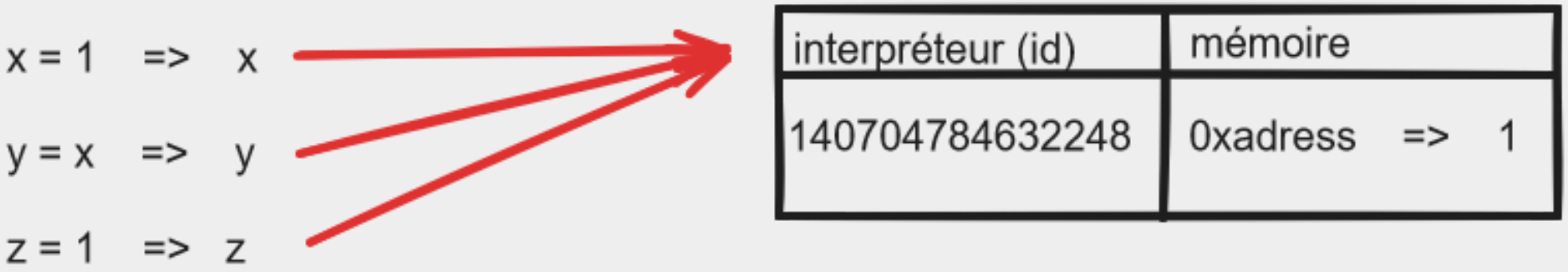
conventions de nommages : PEP8

ici

- Lettres seules, en minuscule: variables de type *compteur, indices*
- **snake_case**: Lettres minuscules + « _ » : *tout sauf les classes*
- **ALL_CAPS**: Lettres capitales + « _ »: *pseudo-constantes*
- **CamelCase** : Noms de Classe (voir Python orienté objet)
- Règle de nommage : **"[a-zA-Z_][a-zA-Z0 -9_]*"**

> *Ne jamais créer une variable avec le nom d'un mot clé, module, fonction python !!*

passage par référence



- `y = x` : y est une **autre référence** à un emplacement mémoire existant
- `z = 1` : idem pour z car une autre variable a déjà référencé cette valeur *1* ici *x*

“ *ce dernier comportement vaut pour les types immutables cf infra* ”

fonctions de base: print

```
x = 10
y = 20

## print: affiche la valeur d'une variable en tant que str
print(x)

# affiche un nb quelconque de variable
print(x, y)

# affiche une EXPRESSION python
print(x + y + 30)

# changer les délimiteurs de valeur et de ligne
# par défaut corresp. " " et "\n"
print(x, y, sep="|", end=",")
```

notions d'instructions et expressions

- En programmation, une **instruction** désigne une *ligne de code syntaxiquement correcte*
- Une expression désigne tout **élément de code évaluable**
  - les variables
  - les valeurs littérales `1, "hello", [ 1, 2, 3 ]`
  - toute association de variables et de littéraux, via des fonctions et des opérateurs ex: `x + abs(y) - 20`

> *Expression: tout ce qui est accepté dans la fonction print()*

fonctions de base: input

```
## input
# 1/ bloque l'interpréteur
# 2/ affiche une message introductif
# 3/ permet d'écrire la valeur de retour au clavier

_str = input("message intro")

# 4/ la valeur de retour est une chaine de caractères STR
```

autres fonctions de base

```
# Afficher la documentation sur une variable
help(x)

# Retourner le type d'une variable
type(x)

# Retourner les ATTRIBUTS INTERNES d'une variable
dir(x)

# Retourner l'identifiant de l'emplacement mémoire référencé par la variable:
id(x)

# Détruire une variable
del x
```

II. types "builtins"

```
# entier : int
obj = 10
# réel : float
obj = 3.14
# booléen : bool
obj = True # False
# chaine de caractères : str
obj = "hello world"
# liste de valeurs hétérogènes ordonnées modifiables : list
obj = [10, 3.14, "hi"]
# idem, non modifiables : tuple
obj = (10, 3.14, "hi")
# dictionnaire: paires de clés / valeurs : dict
obj = {"nb": 10, 33: "trente trois"}
# valeur "nulle"
obj = None
```

conversions de type

- la grande majorité des conversions sont **explicites**, en utilisant les *fonctions de conversions*

```
# ERREUR de type
1 + "1"
# conversion d'entier
1 + int("1") # 2
# conversion de str => concaténation
str(1) + "1" # "11"
```

- il peut y avoir des conversions implicites

```
1 + 3.14 # 4.14
```

les types numériques

- `int, float, complex, bool`
- Fonctions de conversion `int(), float(), complex()`
- Représentations
  - binaire : `0b01011111, bin(95)`
  - octale: `0o755, oct(493)`
  - hexadécimale : `0x5f, hex(95)`
  - exponentielle : `3.14e-5`

opérateurs arithmétiques

Opérateur	Desc.
x + y	addition
x - y	soustraction
x * y	produit
x / y	division réélle
x // y	division entière (quotient)
x % y	reste de la div. entière (modulo)
-x	opposé
x ** y	puissance (exposant)

opérateurs accumulatifs

Opérateur	Desc.
x += y	x = x + y
x -= y	x = x - y
x *= y	x = x * y
...	...

“ *pas d'opérateur x++ ou ++x en python !!!*
x += 1 à la place ”

opérateurs logiques

Opérateur	Desc.
x or y	OU : x **or** y est vrai **si** x vrai **ou** y vrai
x and y	ET : x **and** y est vrai **si** x vrai **et** y vrai
not x	NON : **not** x est vrai **si** x est faux

valeurs booléenes des types builtins

- pour chaque type de données,
  - *une unique valeur* est considérée comme **False**
  - *toutes les autres valeurs* sont considérées comme **True**

valeurs booléennes

type	FAUX
int	0
float	0.
str	""
list	[]
tuple	()
dict	{}
NoneType	None

valeurs scalaires d'expressions booléennes

Expr.	val. bool.	val. scalaire	Desc.
33 or "ok"	True	33	1ère valeur vraie
None or []	False	[]	dernière valeur fausse
33 and "ok"	True	"ok"	dernière valeur vraie
None and []	False	None	1ère valeur fausse

```
value = <false_expression> or <default_value>
```

“ *on peut utiliser l'opérateur or pour établir une valeur par défaut en cas de valeur nulle !!!* ”

opérateurs de comparaison

Opérateur	Desc.
x == y	x égal à y *en valeur*
x != y	x différent de y
x < y	x strictement plus petit que y
x <= y	x plus petit ou égal à y
x > y	x strictement plus grand que y
x >= y	x plus grand ou égal à y
x is y	x **référence** y, **id(x) == id(y)**
x is not y	**id(x) != id(y)**

opérateur binaires

- opérateurs prennent leur sens en représentation binaires (0 et 1)

Opérateur	Desc.
x | y	OU
x ^ y	OU exclusif
x & y	ET
x << n	décalement à gauche, mul. par 2
x >> n	décalement à droite, div. par 2
~x	NON

priorités des opérateurs

- Règles de priorités mathématiques
  - ** → * → +...

Les parenthèses **() ont la plus grande priorité**

Op. *numériques > binaires > comparaison > logiques*

chaines de caractères : str

```
# single quotes
single_str = 'hello world'
# double quotes
double_str = "that's all folks !"
# désactiver le saut de ligne
long_command = "cmd sub_cmd \
  --option1 val1 \
  --option2 val2"

# incorporer le saut de ligne dans la valeur de str
paragraph = """Lorem ipsum dolor sit amet,
 consectetur adipiscing elit,
 sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.
 Ut enim ad minim veniam"""
```

listes : list

- liste de valeurs
  - hétérogènes: **de types !=**
  - ordonnées: **indexables**
  - modifiables: **mutables**

```
age = 33
nom = "michel"
lst = [nom, age, 175.6]
```

t-uples : tuple

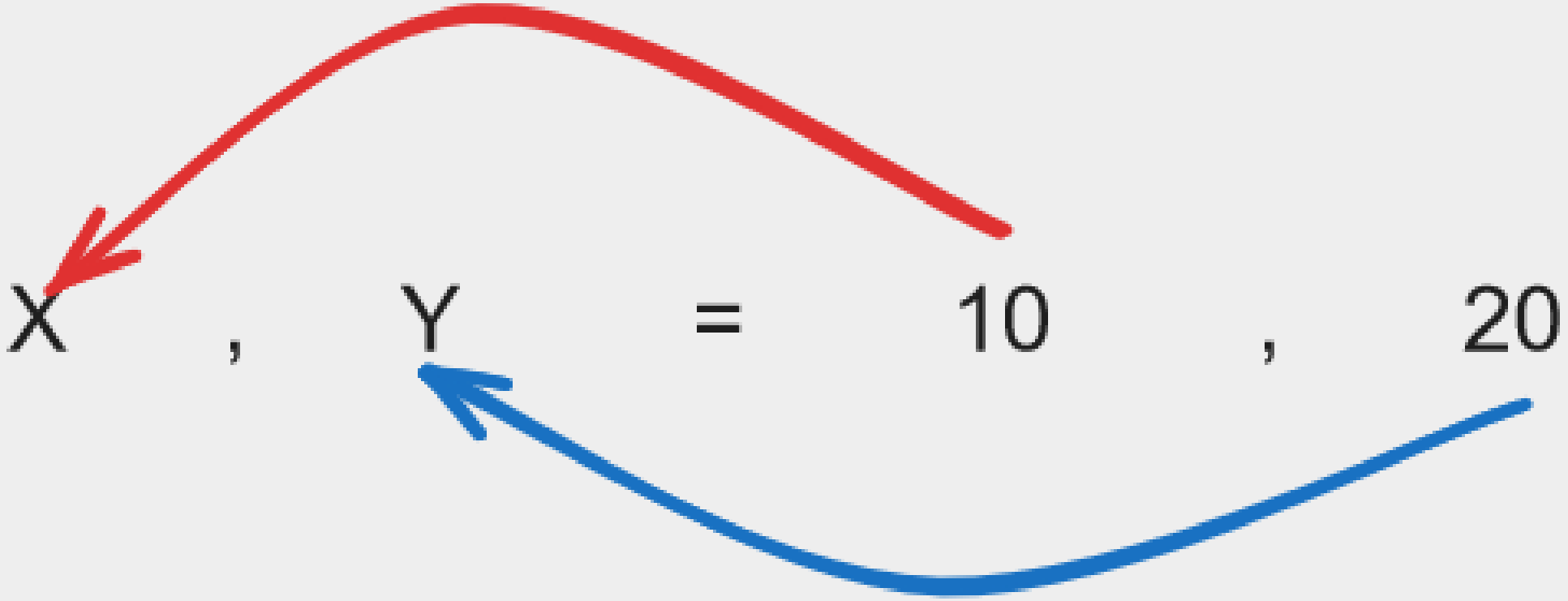
- liste de valeurs
  - hétérogènes: **de types !=**
  - ordonnées: **indexables**
  - *non modifiables:* **immutables**

```
age = 33
nom = "michel"
tpl = (nom, age, 175.6)

## CONVERSIONS
tpl = list(lst)
lst = tuple(tpl)
```

"unpacking" : tuples implicites

```
lst = [33, "michel", 175.6]
# déchargement des n valeurs à droite dans n variables à gauche
age, nom, taille = lst
# même technique: affectations simultanées
x, y = 1, 2           # idem: x, y = (1, 2)

# ATTENTION
a, b = 0, 1
# différence entre
a = b
b = a + b
# et
a, b = b, a + b
```

unpacking : schema



types indexables

- utilisation de l'opérateur *"crochet"* `[i] avec i entier`
- retourne **la valeur à l'index i** de la variable
- types indexables: `str, list, tuple` dites **séquences**

```
word, lst = "anticonstitutionnellement", [1, 2, 3, 4, 5, "end"]

# index >= 0 : de gauche à droite : à partir de l'index 0
word[0], word[2], lst[0], lst[2]
# index < -1 : de droite à gauche : à partir de l'index -1
word[-1], word[-2], lst[-1], lst[-2]

tpl = (word, lst)
tpl[0][5], tpl[1][-1]  # un opérateur peut s'effectuer sur une expression !
```

mutabilité vs immutabilité

- un type dit **mutable** permet de modifier la valeur d'une variable
  - *sans changer son identifiant mémoire*
  - autrement dit *sans affectation globale de la variable*
- un type donnée dit **immutable** ne permet pas ces modifs

```
lst, tpl, word = [-1, 2, 3], (-1, 2, 3), "bonjour"
# list est MUTABLE
lst[0] = 1 # OK, modification partielle, id(lst) inchangé
# str et tuple sont IMMUTABLE
word[0] = "B" # TypeError
tpl[0] = -1 # TypeError
word, tpl = "Bonjour", (1, 2, 3) # OK mais modifie id(word) et id(tpl)
```

"slicing" des séquences

- retourne la **sous séquence** délimitée par 2 indices

```
seq = "Hello World!"

# [index de départ COMPRIS] ou [le début] => index de fin NON COMPRIS
seq[0:5], seq[:5] # Hello

# index de départ COMPRIS => [index de fin NON COMPRIS] ou [la fin]
seq[6:12], seq[6:], seq[-6:] # World!

# idem avec un pas de prélèvment de 2 ici
seq[ 1:11:2 ] # el ol
seq[::-1] # INVERSE !
```

opérateurs sur les séquences

```
# concaténations
sentence = "un chat est" + " " + "un chat"
dizaine = [0,1,2,3,4] + [5,6,7,8,9] # [0,1,2,3,4,5,6,7,8,9]

# répétitions
locution = 3 * "rien " # rien rien rien
vecteur = 10 * [1] # [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1]

# appartenance : évalue si
# un élément est dans la séquence
faux = 11 not in dizaine
# voire si une sous séquence est dans la séquence (spécifique str)
vrai = "chat" in sentence
```

fonctions globales sur les séquences

```
lst = [1, 2, 3, 4, 5, "six", "sept"]
# longueur de la séquence
len(lst) # 7
# fonctions effectives sur des éléments de même type
min(lst), max(lst), sum(lst) # Erreur: TypeError

min(lst[:5]), max(lst[:5]), sum(lst[:5]) # 1, 5, 15
```

atributs internes des séquences

- `_str.index()` : l'opérateur "." permet d'appeler les attributs d'une variable

```
sentence = "un chat est un chat"
# trouver l'index d'un élément ici du 1er "c"
sentence.index("c") # 3
# trouver l'index de la sous chaine (spécifique à str)
sentence.index("chat") # 3
# idem à partir de l'index 7 => 2ème occurence de "chat"
sentence.index("chat", 7) # 16
## nb d'occurence d'un élément
sentence.count("chat") # 2
```

valeurs de retour des attributs internes

- les attributs internes des types **immutables** *int,float,str,tuples*
  - retournent une valeur transformée
  - mais ne peuvent pas modifier la variable
- pour les types **mutables** *list, dict*
  - certains modifient la valeur et retourne rien
  - certains modifient la valeur et retourne qqch
  - certains ne modifient pas la valeur et retourne la transformation

attributs internes spécifiques à str

- `dir(str)` : liste les *fonctions internes* utilisables sur le type str

```
# EXEMPLES
lucky_number, sentence = "777", "un|chat|est|un|chat"

# évalue si la str est composée de caractères uniquement numériques
lucky_number.isnumeric() # True

# découper les éléments d'un str selon un délimiteur
words = sentence.split("|") # ['un', 'chant', 'est', 'un', 'chat']

# soude les éléments d'une liste de str avec une str
" ".join(words) # "un chat est un chat"
```

présenter les résultats

```
prenom, nom, moyenne = "bob", "smith", 15.8875

# BAD PRACTICE : gestion des " " et les conversions
print("prénom: " + prenom + " , nom: " + nom + ", moyenne: " + str(moyenne))
# mieux mais BAD PRACTICE
print("prénom:", prenom, ", nom:", nom, ", moyenne:", moyenne)

## TEMPLATING
template = "prénom: %s, nom: %s, moyenne: %.2f" # old-school python2
print(template % (prenom, nom, moyenne))
template = "prénom: {fname}, nom: {name}, moyenne: {avg}" # python3 BEST PRACTICE
print(template.format(name=nom, fname=prenom, avg=moyenne))

## f-strings: injecter direct. des expressions python dans une str BEST PRACTICE
print(f"prénom: {prenom}, nom: {nom.upper()}, moyenne: {round(moyenne, 2)}")
```

attributs internes de pile de list

- `dir(list)` , ex: `lst = [2, 3, 5]`

attribut	effet	retour	lst
`lst.append(6)`	ajout à droite	`None`	[2,3,5,6]
`lst.insert(2,4)`	ajout à gauche de l'index 2	`None`	[2,3,4,5,6]
`lst.insert(0,1)`	ajout à gauche	`None`	[1,2,3,4,5,6]
`lst.pop()`	supprime à droite	6	[1,2,3,4,5]
`lst.pop(2)`	supprime à l'index	3	[1,2,4,5]
`lst.remove(5)`	supprime 1er occ. de la val.	`None`	[1,2,4]

transformation interne vs globale

- ex: `lst = [6, 5, 4]`

attribut	effet	retour	lst
`lst.extend([3,2,1])`	concatène	`None`	[6,5,4,3,2,1]
`lst + [3,2,1]`	cocnatène	[6,5,4,3,2,1]	[6,5,4]
`lst.sort()`	trie	`None`	[4,5,6]
`sorted(lst)`	trie	[4,5,6]	[6,5,4]
`lst.reverse()`	inverse	`None`	[4,5,6]
`lst[::-1]`	inverse	[4,5,6]	[6,5,4]

dictionnaires : dict

- paires de **clés / valeurs**
- les **clés** sont *uniques* et de types *immutables* "hashables"

```
## litéral
dico = {
  "key": "value",
  "other_key": 10,
  42: [1, 2, 3]
  3.14: "PI"
  (48.86, 2.33): "PARIS"
}
# conversion à partir d'une liste de tuples
dico = dict([("key", "value"), ("other": "...")])
dico = dict(key="value",other="...") # instanciation cf infra
```

dictionnaires : usages

- les valeurs sont référencées par les **clés != indexes**

```
dico["key"] # accès aux valeurs au moyen des clés
dico["unknown key"] # ERREUR KeyError
# MUTABLES
dico["key"] = "other value"
dico["new_key"] = "new value"
# opérateur IN avec les CLES
"key" in dico # True
# valeur d'une clé OU valeur par défaut SI clé absente
dico.get("key", "default") # "value"
dico.get("unknown key", "default") # "default"
# suppression de clés
dico.pop("key") # modifie et retourne la valeur
del dico["key"]
```

dictionnaires: transformations remarquables

```
# retourne la liste des clés
list(dico)
# retourne la liste des values
list(dico.values())
# retourne la liste des tuples (clé, valeur)
list(dico.items())

# créer un dictionnaire à partir de deux listes : clés et valeurs
keys, values = ["k1", "k2", "k3"], ["v1", "v2", "v3"]
dict(zip(keys, values))
```

affectation de variables mutables

- l'affectation `=` effectue un passage par référence, i.e ajoute une autre référence sur un emplacement mémoire existant
- dans le cas de variables mutables *list ou dict* on peut avoir des effets de bords désagréables !

```
lst = [1, 2, 3]
lst2 = lst # passage par référence
lst.append(4) # modifie lst ET lst2 car
print(lst is lst2, lst2) # True, [1,2,3,4]

lst = [1,2,3]
lst3 = lst.copy() # ou lst[:] => "copie creuse" i.e indépendante en mémoire
lst.append(4) # modifie lst MAIS PAS lst3 car
print(lst is lst3, lst3) # False, [1,2,3]
```

III. structures de contrôles

principe

- Structure de code utilisant:
  - Des en-têtes terminés par **":"**
  - Des **blocs de code** exécutés selon l'entête

> *En Python, les blocs sont définis par l'indentation (2 ou 4 espaces)*

IF : structure conditionnelle

```
# en-tête principal
if <expr.>:
  # bloc if: indentation, exécuté si <expr.> vraie
# fin du bloc if: revenir à l'indentation précédente
# en-têtes facultatifs
elif <alt_expr.>:
  # bloc elif #1: indentation, exécuté si <expr.> fausse
  # et <alt_expr.> vraie
# fin du bloc elif #1: revenir à l'indentation précédente
elif ...
# en-tête facultatif
else:
  # bloc else : indentation,
  # exécuté si les expressions précédentes sont fausses
# fin du bloc else: revenir à l'indentation précédente
```

opérateur ternaire

```
if cond:
  valeur = <val_1>
else:
  valeur = <val_2>

# opérateur ternaire: "sucre syntaxique"
valeur = <val_1> if cond else <val_2>
```

syntaxe "switch"

- si le code a besoin de beaucoup structures **if**, **elif** et **else** pour exécuter des *instructions différentes* selon les valeurs d'*une variable*

```
match variable:
  case <val_1>:
    # bloc_1
  case <val_2>:
    # bloc_2
  case <val_3>:
    # bloc_3
  case _:
    # bloc par défaut
```

FOR: itération selon une séquence

- exécutions *successives* d'un bloc
- injectant *successivement* les valeurs d'une **séquence** de l'en-tête
- dans une **variable** de l'en-tête,
- à proprement parler, tout objet qu'on peut placer dans une boucle for sera désignée **itérable**

```
for elem in iterable:
  # bloc for: utilisation de la variable elem
# fin du bloc for: quand toutes exécutions successives du bloc for
# ont été terminées
```

itérations sur des entiers: range

- par défaut la boucle **for** itère sur les *valeurs* d'un itérable
- pour créer un *compteur*, on aurait besoin a priori d'une liste d'entiers
- python utilise la fonction `range()`

```
# depuis 0 COMPRIS à la fin NON COMPRIS
for i in range(10): print(i) # [0,1,2,3,4,5,6,7,8,9]
# depuis début COMPRIS à la fin NON COMPRIS
for j in range(1, 11): print(j) # [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]
# depuis début COMPRIS à la fin NON COMPRIS en prenant un pas
for k in range(1, 11, 2): print(k) # [1,3,5,7,9]
# à rebours
for m in range(10, -1, -1): print(m) # [10,9,8,7,6,5,4,3,2,1,0]
```

itérations sur les indexes

- on peut utiliser `enumerate()` pour itérer à la fois sur *l'index et la valeur* d'un itérable
- les indexes commencent à partir de **0** par défaut

```
fruits = ["pomme", "banane", "abricot"]
for i, fruit in enumerate(fruits):
  fruits[i] = fruit.upper()
print(fruits) # ["POMME","BANANE","ABRICOT"]
```

> *iterate() permet de transformer l'itérable lui même pendant la boucle*

liste en intension

- on appelle l'**intension** en logique, la *définition* d'un concept
- une liste en intension est créé selon un algorithme définissant les valeurs

```
# je veux les expressions "f.upper()" pour "f" pris dans la liste "fruits"
[ f.upper() for f in fruits ] # ["POMME","BANANE","ABRICOT"]

# idem avec filtre
[ f.upper() for f in fruits if f[0] != "P" ] # ["BANANE","ABRICOT"]
```

WHILE : itération selon une condition

```
## si `<expr.>` est vraie
#  on exécute le bloc while et on reteste `<expr.>`
# TANT QUE <expr.> soit fausse !
while <expr.>:
  # bloc while
```

- sortie de la boucle
  1. soit le contenu du bloc rend `<expr.>` à False, => la boucle s'arrête à la fin du bloc
  2. soit `<expr.>` reste toujours vraie => **boucle infinie !!!**
  3. exécution d'une instruction `break` dans le bloc => la boucle s'arrête *immédiatement*

WHILE : exemple

```
# suite de Fibonacci < 100
a, b = 0, 1
while b < 100:
  a, b = b, a + b
```

> *REM: quelle est la valeur du "a" de droite dans un unpacking !*

manipuler une boucle

- dans une boucle `for` ou `while`
  - `break` : *interrompt le bloc* et sort de la boucle **immédiatement**
  - `continue` : *interrompt le bloc* et exécute **l'itération suivante**
- après une boucle `for` ou `while`
  - `else` : exécute un bloc si la boucle associée **s'est terminée sans** `break`
- l'instruction `pass` figure un bloc *qui ne fait rien* en dessous d'un en-tête

break, continue, else : exemple

```
from decimal import Decimal
prix = [19.89, 24.50, 2.328, -3.4]
for i, p in enumerate(prix):
    # prix négatif => STOP !!
    if p <= 0:
        print(f"prix {p} négatif !!")
        break
    d = Decimal(str(p))
    nb_decim = -1 * d.as_tuple().exponent
    # prix bien formé: RAS
    if nb_decim <= 2: continue
    # prix mal formé: on arrondit à 2 décimale
    prix[i] = round(p, 2)
# s'il n'y a pas de prix abérrant
else:
    print(f"tous les prix sont OK: {prix}")
```

itérations sur les dictionnaires

```
dico = { f"key_{i}": f"val_{i}" for i in range(1, 4) }
# Iterations sur les clés
for k in dico: print(k)
# Iterations sur les values
for v in dico.values(): print(v)
# Iterations sur les paires / clés
for k, v in dico.items(): print(k, v)
```

IV. Fonctions:

définition et appel

- fonction = bloc de code **nommé paramétrable et réutilisable**

```
## DEFINITION d'une fonction
# en-tête def <nom> (<params>): ensemble des paramètres = SIGNATURE
def ma_fonction():
  # bloc fonction
  print("coucou")
# fin du bloc fonction

## APPEL de la fonction ma_fonction
# => exécution du bloc fonction
ma_fonction()
```

valeurs de retour

- l'instruction `return <expr.>` va donner une valeur de retour à l'appel d'une fonction ou `None` si absente *procédure*

```
def ma_fonction():
  print("coucou")
  # return None
def ma_return_fonction():
  return "coucou"

ret = ma_fonction()
print(ret) # None
# la valeur de retour "coucou" de la fonction
# est affectée à la variable
ret = ma_return_fonction()
print(ret) # "coucou"
```

valeurs de retour multiples: unpacking

```
def ma_fonction():
  return "ret1", "ret2", "ret3"

r1, r2, r3 = ma_fonction()
```

passages par référence

```
def plus_2(param):
  print(id(param)) # même id que "p"
  param += 2
  print(id(param)) # changement de id car modif
  return param

p = 10
print(id(p))
ret = plus_2(p)
print(id(ret)) # même id que "param" retourné
```

passages par référence: cas mutable

```
def my_append(lst, elem)
  lst.append(elem)

l = [1, 2, 3]
my_append(l, 4)
print(l) # [1,2,3,4] : passage par référence + fonction interne
```

portée: variables locale vs globale

```
def ma_fonction():
  l = "WORLD" # variable locale à la fonction
  print(f"{g} {l} !") # lecture de g globale
  g = "HELLO" # modification de globale: g devient locale !!!
  print(f"{g} {l} !")

g = "hello" # variable globale à la fonction
ma_fonction()
print(g) # "hello"
print(l) # ERREUR: l n'existe pas en dehors de la fonction
```

portée: modification une globale

```
def ma_fonction():
  global g # on peut modifier la valeur globale en tant que globale
  g = g.upper()
  print(g, id(g))

g = "hello" # variable globale à la fonction
print(g, id(g))
ma_fonction()
print(g, id(g))
```

paramètres: positionnels à la définition

```
def ma_fonction(p1, p2):
  return p1, p2

ma_fonction("p1", "p2"): # "p1", "p2" : même position !!!
ma_fonction(), ma_fonction("p1") # ERREUR: paramètres obligatoires
```

paramètres: nommés à la définition

```
# p2 peut être omis à l'appel
# et remplacé par une valeur par défaut
def ma_fonction(p1, p2="default"):
  return p1, p2

ma_fonction("p1", "p2"): # "p1", "p2" : normal
ma_fonction("p1") # "p1", "default"
```

> *dans la définition: on écrit d'abord les paramètres positionnels, parce qu'ils sont positionnels (!!) et ensuite les paramètres nommés*

paramètres: appel nommés

```
def ma_fonction(p1, p2):
  return p1, p2

# flécher les valeurs sur les params
# on appelle les paramètres dans l'ordre qu'on veut
ma_fonction(p2="p1", p1="p2") # "p2","p1"
```

“ *intéressant quand une fonction a beaucoup de paramètres !!!* ”

attention sur les appels

```
def func(a, b="default", c=3.14):
    pass

func(1, 8.12)
```

cet appel par défaut
concerne b !!!

erreur d'appels

```
func(1, b="qqch", 8.12)
```

ERREUR:
pas d'appel positionné
après un appel nommé

"variadics" positionnels à la définition

```python
## permet d'autant de paramètres positionnels à l'appel qu'on veut
def ma_fonction(*args):
  # args est un tuple
  return args

ma_fonction("p1", "p2", "p3") # ("p1","p2", "p3")
```

> *exemple emblématique: print(*values)*

"variadics" positionnels à l'appel

```python
def ma_fonction(p1, p2):
  return p1, p2

params = ["p1", "p2"]
# les élements de params sont dispatchés
# en tant que paramètres dans la signature de la fonction
ma_fonction(*params)
```

"variadics" nommés à la définition

```python
## permet d'autant de paramètres nommés à l'appel qu'on veut
def ma_fonction(**kwargs):
  # kwargs est un dict
  return kwargs

ma_fonction(k1="v1", k2="v2", k3="v3")
# {"k1": "v1", "k2": "v2", "k3": "v3"}
```

> *utilisés pour des options secondaires, cosmétiques ou métadonnées, en-têtes*

"variadics" nommés à l'appel

```
def ma_fonction(p1, p2):
  return p1, p2

params = {"p1": "v1", "p2": "v2"}
# les valeurs de params sont dispatchées
# en tant que paramètres dans la signature de la fonction
# selon les clés de params
ma_fonction(**params) # "v1", "v2"
```

restreindre les appels de paramètres

```
from inspect import signature # module d'introspection
def ma_fonction(a, /, b, *, c):
  pass

for param in signature(ma_fonction).parameters.values():
  print(param.name, param.kind)
# a POSITIONAL_ONLY : appel positionnel uniquement
# b POSITIONAL_OR_KEYWORD: appel quelconque
# c KEYWORD_ONLY: appel nommé uniquement
```

> *"/" appeler les paramètres principaux / obligatoires, de façon positionnel, à gauche*
> *"*": appeler les nombreux paramètres de la fonction pour en comprendre l'usage grâce aux noms de paramètres, à droite*

signature complète

paramètres positionnels appelables uniquement de façon positionnelle

paramètres positionnels appelables de façon positionnelle OU nommée

paramètres nommés appelables uniquement de façon nommée

signature universelle

```
def func(*args, **kwargs)
```

on peut appeler cette fonction de n'importe quelle façon !!!
très utile pour les DECORATEURS (notion avancée ...)

documenter, annoter une fonction

```python
def ma_fonction(a: int, b: float=3.14) -> float:
    """
    DOCSTRING EN PREMIERE LIGNE !!!
    ma_fonction: retourne la puissance d'un réel
    a: int: exposant
    b: float (pi par défaut)
    """
    return b ** a

help(ma_fonction) # hover tooltip dans l'IDE
print(ma_fonction.__doc__, ma_fonction.__annotations__)
```

> **ATTENTION les annotations ne sont qu'informatives, il n'y a aucun contrôle de type a priori en python !!!**

fonctions lambda

- Fonctions **à usage unique, sans nom, d'une seule expression**
- Les lambda sont affectables *!= Pythonique*

```
y = 4 # variable libre
l_func = lambda x, z, *args:  x + y + z # x, z variables liées
l_func(1, z=3)
```

usages pythoniques des lambda

- paradigme de *programmation fonctionnelle* et *lambda calcul*
- Façon de structurer le code en *composant des fonctions*

```
from functools import reduce
numbers = [5.2, 88, -3.14, 10]
# fonction MAP: transformer un vecteur par une fonction (RAPIDE)
squares = list(map(lambda x: x**2, numbers))
# fonction FILTER: filtrer                //
positive = list(filter(lambda x: x >= 0, numbers))
# fonction SORTED: trier selon le retour da la lambda
abs_sort = sorted(numbers, key=lambda x: abs(x))
# fonction REDUCE: réduire la dimension d'un vecteur,
# ici vecteur (dim 4) => scalaire (dim 0)
somme = reduce(lambda acc, new_nb: acc + new_nb, numbers)
```

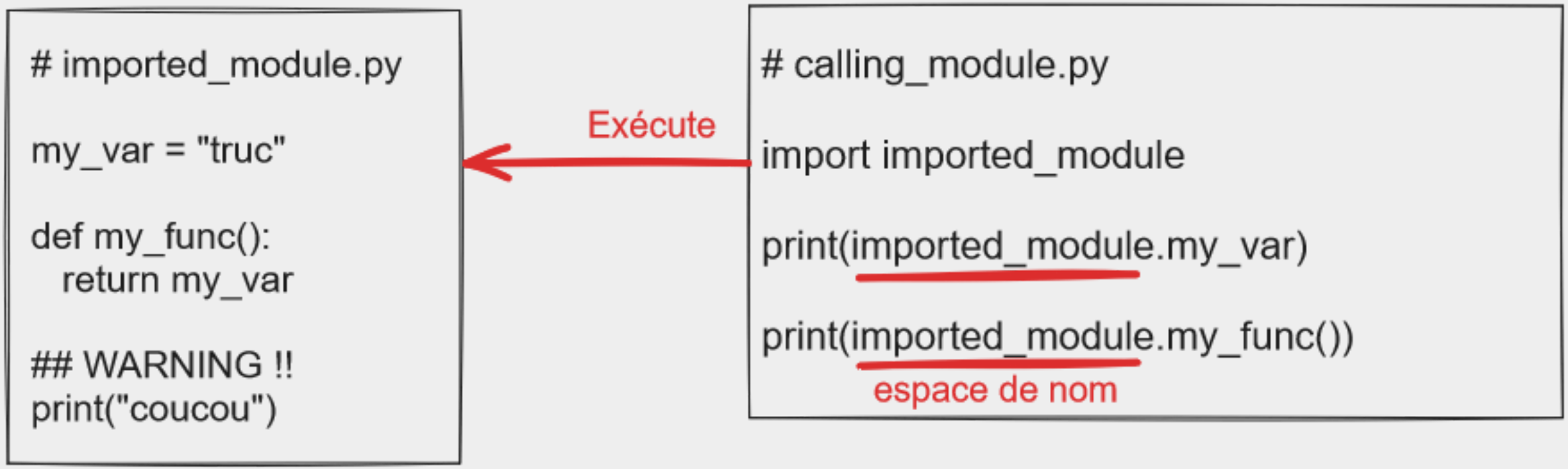
V. modules & packages

modules

- Un **module** est un fichier source, suffixé par **« .py »**
- le mot clé **import** injecte le contenu d'un module dans un autre.
- L'**espace de nom** du module importé permet de reconnaître et d'utiliser ce contenu

> 1. *un module contenant seulement des fonctions est une bibliothèque*
> 2. *Module importé => exécuté donc attention aux affichages !!!*

import: schéma

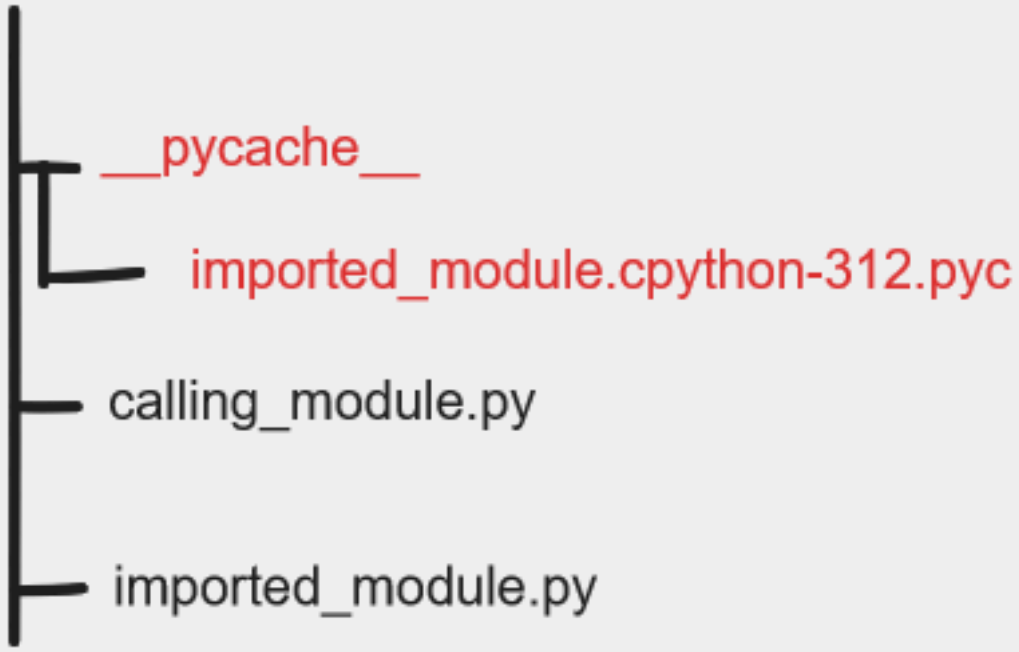


imports partiels

- `from imported_module import my_func`
  - permet un import **sans espace nom**
  - *MAIS tout le module importé est exécuté !!!*
  - *Attention* aux *collisions de noms* avec d'autres variables importées ou locales

```
from imported_module import my_var, my_func
# tout le contenu sans espace de nom
from imported_module import *
# en cas de collision de noms
from imported_module import my_func as alias_func
```

le dossier "__pycache__"



- 1ère exécution du module calling_module.py
  + exécution de imported_module.py
  + génération du cache pseudo-compilé

- 2ème exécution du module calling_module.py
  + exécution de imported_module.cpython-312.pyc
  + bcp plus RAPIDE !!!!

introspection des modules

- utilisation d'une *docstring* `""" doc """` en prémière ligne du module
- utilisation de `dir(imported_name)`
  - *un module est un objet python comme un autre !!!*
- en particulier l'attribut `__name__`
  - contient le *nom du fichier importé* sans extension

BEST PRACTICE: bloc "programme principal"

- on peut utiliser l'attribut `__name__` sur le *module appelant*
- de fait quand un module est exécuté directement par l'interpréteur
  - `__name__` vaut `"__main__"`

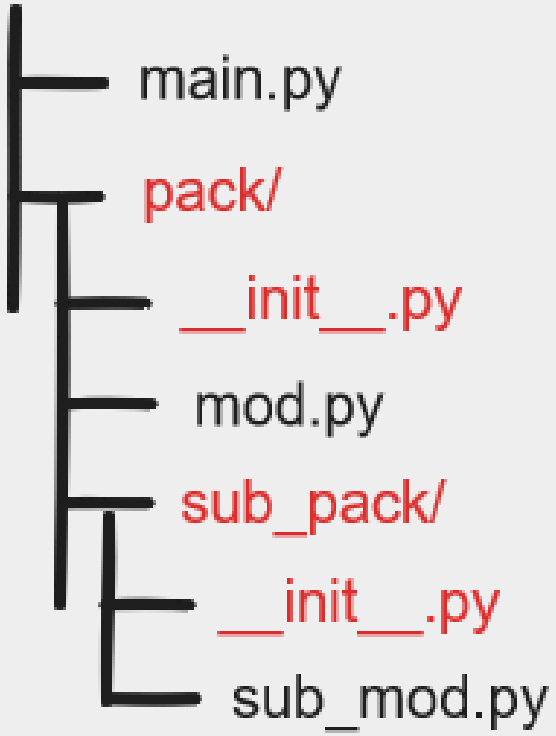
```
# module calling_module.py
import imported_module
...
if __name__ == "__main__":
  # CE BLOC NE SERA EXECUTE QUE SI LE MODULE COURANT EST EXECUTE
  # DIRECTEMENT PAR L'INTERPRETEUR !!!
```

les packages

- Un package est un répertoire contenant des modules et un fichier **« __init__.py »**
- un package peut se décomposer en *sous package*
- pour importer un module à partir d'un package on va utiliser
  - `<package>[.<subpackage>].<module>` ; *chemin python*

```
# chemins d'imports absolus, depuis le module main.py
import pack.mod
from pack.mod import my_func
from pack.sub_pack.sub_mod import sub_func
```

package: import absolus



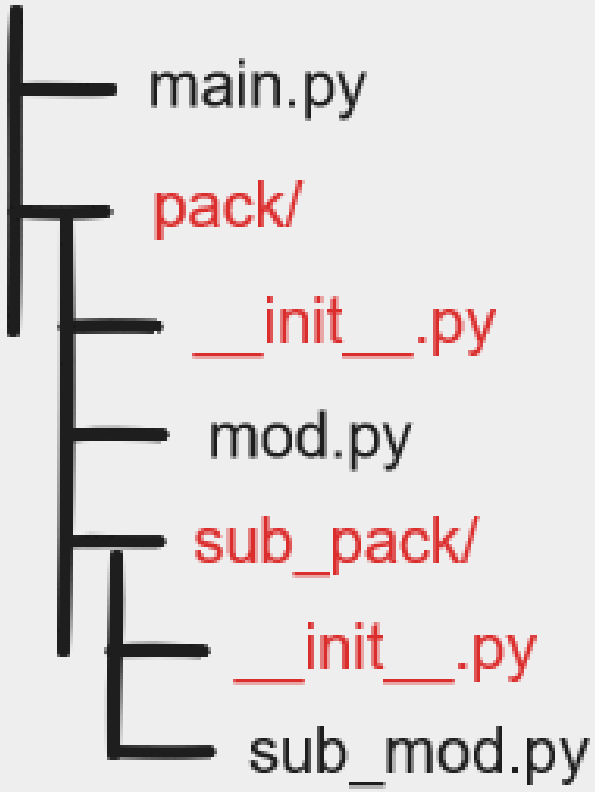
si l'on veut importer une fonction de sub_mod dans mod

from pack.sub_pack.sub_mod import sub_func

i.e : les chemins intermédiaires sont calculés
- depuis le module main.py qui est le programme principal

on utilise pas un module d'un package comme programme principal

package: import relatif



si l'on veut importer une fonction de sub_mod dans mod

```
from .sub_pack.sub_mod import my_sub_func
```

BAD PRACTICE
si l'on veut importer une fonction de mod dans sub_mod

```
from ..mod import my_func
```

ici l'import est calculé à partir d'un module du package
vers un autre module du même package parent

La Bibliothèque standard

- contient les modules *installés avec python*
- modules variés qui justifient l'adage: **python sert à tout !**

module	Desc.
re	expression régulières
math	Fonctions mathématiques
datetime	Gestion des dates et heures
locale	Internationalisation (gettext)
sys, os, io	Intéraction avec l'OS
csv, xml, json	Formats de fichiers
zlib, zipfile	Formats de compression
tkinter	Interfaces graphiques

Exemple: datetime

- manipule les dates et les heures

```
from datetime import datetime

# annee, mois et jour sont obligatoires
datetime(annee, mois, jour, heure, minute, seconde, microseconde, fuseau_horaire)
```

“ *la signature canonique n'est pas bcp utilisée !* ”

datetime: création

```python
from datetime import datetime

# à partir d'une chaine de caractères (strptime: "p" pour parse)
dt = datetime.strptime("2021-12-17 10:14:20", "%Y-%m-%d %H:%M:%S")

# maintenant
now = datetime.now()

# nb de secondes depuis le 1er janvier 1970, dit temps "Unix"
dt = datetime.fromtimestamp(1639732460.0)
```

datetime: usages

```
from datetime import datetime

dt = datetime.now()
dt.year, dt.month, dt.hour, dt.date(), dt.time()

# 0 => lundi, 6 => dimanche
dt.weekday()

# timestamp: nb de scondes depuis 1er janv. 1970
dt.timestamp()

# formater la date en chaine (strftime: "f" pour format)
dt.strftime("%Y/%m/%d"))
```

Datetime : durées (timedelta)

```
# arithmétique de date
premier_confinement = datetime.strptime("14/03/2020", "%d/%m/%Y")
aujourdhui = datetime.now()

duree_covid = aujourdhui - premier_confinement

# objet timedelta
duree_covid.days, type(duree_covid)

cuisson_oeuf_coque = timedelta(minutes=3)
atable = datetime.now() + cuisson_oeuf_coque
atable.time()
```

Exemple: re

- Les expressions régulières sont des chaines de caractères
- qui décrivent des *modèles de chaines de caractères*
- Via une syntaxe particulière
- **https://cheatography.com/davechild/cheat-sheets/regular-expressions/**

re: exemple

```
import re

# est ce que le modèle matche la chaine depuis le début ?
m = re.match(
  "(\w+) weighs (\d+(\.\d+)?) (kg|g|lbs)",
  "peter weighs 144 lbs")

# les parenthèses capturant permet d'utiliser des portions de la regex
m.groups(), m.group(1)

# est ce que la chaine contient un float positif ?
re.search("(\d+(\.\d+)?)",  "peter weighs 144.5 lbs")

# chercher et remplacer
re.sub("(\d+(\.\d+)?)", "*****" , "peter weighs 144.5 lbs")
```

VI. Programmation Orientée Objet

paradigmes de programmation

- Modèles d'écriture de code comme chemin du pb vers la solution
- **Programmation impérative**: bloc d'instructions => *machine d'état*
- **Programmation fonctionnelle**: fonctions composées => *S = f°g(P)*
- **« POO »**: classes et d'objets => *assemblage de « légos »*

classes et objets

- Les **classes** sont des *définitions de structures* comprenant:
  - des variables appelées **attributs**
  - des fonctions appelées **méthodes**
- Les objets sont des **instances** ou des réalisations de la classe, comme le produit fabriqué à partir de son plan

> *le type d'un objet est sa classe*