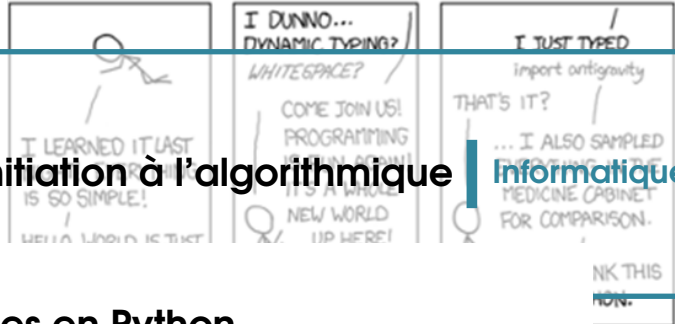
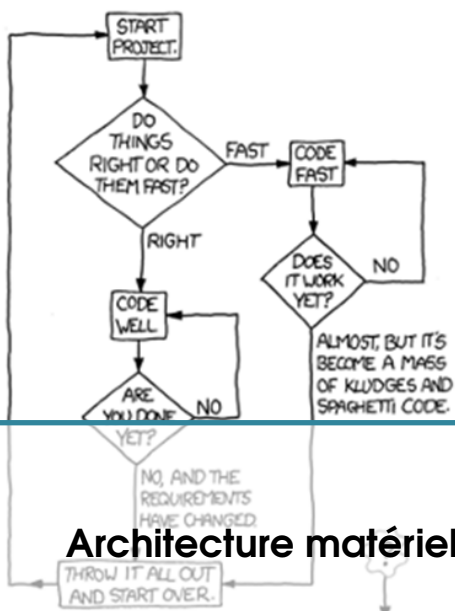


HOW TO WRITE GOOD CODE:



Architecture matérielle et initiation à l'algorithmique Informatique

Chapitre 1 – 02

Expressions, types et variables en Python

11 Septembre 2019

Savoirs et compétences :

- AA.S1 : Se familiariser aux principaux composants d'une machine numérique
- AA.C4 : Comprendre un algorithme et expliquer ce qu'il fait
- AA.C5 : Modifier un algorithme existant pour obtenir un résultat différent
- AA.C6 : Concevoir un algorithme répondant à un problème précisément posé
- AA.C7 : Expliquer le fonctionnement d'un algorithme
- AA.C9 : Choisir un type de données en fonction d'un problème à résoudre
- AA.S6 : Variables : notion de type et de valeur d'une variable, types simples.
- AA.S7 : Expressions et instructions simples
- AA.S10 : Notion de fonction informatique

1	Quelques définitions	2
2	Types simples	2
2.1	Entiers	2
2.2	Flottants	3
2.3	Booléens	3
2.4	Conversions – Cast	3
3	Types composés	3
3.1	n -uplets ou tuples	3
3.2	Chaînes de caractères	4
3.3	Listes	4
3.4	Conversions	4
4	Variables	4
4.1	Qu'est-ce qu'une variable ?	4
4.2	Affectation	4
4.3	Notion d'adressage	5
5	Fonctions	5
5.1	Objectif : modularité des programmes	5
5.2	Écriture en langage naturel	5
5.3	Écriture en Python	6
6	Applications	7
6.1	Types simples	7
6.2	Types composés	8

1 Quelques définitions

Définition — Valeurs. Les valeurs désignent les données manipulées par un algorithme ou une fonction. Une valeur peut ainsi être : un nombre, un caractère, une chaîne de caractères, une valeur de vérité (Vrai ou Faux) et bien d'autres ...

En Python, comme dans la plupart des langages de programmation, ces valeurs sont **typées** selon l'objet qu'elles représentent : il y a ainsi des valeurs de **type** entier, flottant, chaîne de caractères, booléens ... Leur représentation en mémoire varie beaucoup d'un langage à l'autre, mais ce sont souvent les mêmes objets que l'on cherche à traduire.

Définition — Expression. Une expression est une suite de caractères faisant intervenir des valeurs et des opérations, afin d'obtenir une nouvelle valeur. Pour calculer cette nouvelle valeur, la machine doit *évaluer* l'expression. Voici des exemples d'expressions : `42` , `1+4` , `1.2 / 3.0` , `x+3`.

■ **Python – Console** En Python, pour évaluer une expression, il suffit de la saisir dans un interpréteur (consoles), qui calcule et affiche alors la valeur qu'il a calculée.

```
>>> 42
42
>>> 1+4
5
```

2 Types simples

En programmation, associer un type à une valeur permet :

- de classer les valeurs en catégories similaires. Par exemple, tous les entiers (type `int`), tous les flottants (type `float`)...
- de contrôler quelles opérations sont faisables sur ces valeurs : par exemple, tout entier (type `int`) pourra être utilisé dans une soustraction, ..., alors qu'une chaîne ne le pourra pas. Il sera également impossible d'additionner un entier et un booléen. Dans certains langages, par exemple en Caml, il est même impossible d'additionner un entier et un flottant.

Une expression n'a a priori pas de type, car le type de la valeur qu'elle renvoie dépend des types des sous-expressions. Ainsi `a+b` sera un entier (resp. un flottant, une chaîne) si `a` et `b` le sont, mais sera un flottant si `a` est un entier et `b` un flottant.

■ **Python – Console** Pour afficher le type d'une valeur ou d'une expression après l'avoir évaluée, on utilise `type`.

```
>>> type(42)
<type 'int'>
>>> type(1.2/3.0)
<type 'float'>
```

Le mot qui suit `class` indique le type de la valeur, entier (`int` en anglais) pour la première et flottant (`float` en anglais) pour la seconde. Le mot `class` fait référence au fait que Python, est un langage *orienté objet*, ce que nous ignorerons pour l'instant.

2.1 Entiers

Définition — Entiers. Ce type est noté `int` en Python .

- **Constantes** : ce sont les entiers relatifs écrits en base 10. Ils ne sont pas bornés en Python .
- **Opérateurs** :
 1. `+` : addition usuelle;
 2. `-` : soustraction usuelle (`15-9` renvoie 6), mais aussi opposé (`-4`);
 3. `//` : *division entière* : `a//b` correspond au quotient de la division euclidienne de `a` par `b` si `b` est strictement positif (`256 // 3` renvoie 85 car $256 = 85 \times 3 + 1$). Mais si `b` est strictement négatif, alors `a//b` renvoie ce quotient moins 1 ($15 = (-4) \times (-4) - 1 = (-4) \times (-3) + 3$, le quotient de la division euclidienne de 15 par `-4` est `-3`, mais `15// -4` renvoie `-4`). Cette division n'est pas définie si `b` est nul;
 4. `%` : *modulo* : même remarque que dans le point précédent, relativement au reste de la division euclidienne cette fois (`256 % 3` renvoie 1, `15%-4` renvoie `-1`).
 5. `**` : exponentiation (`2**3` renvoie 8).

Les règles de *précédence*, autrement dit les règles de priorité entre opérations, sont similaires aux règles mathématiques usuelles.

2.2 Flottants

Définition — Flottants. Ce type est noté `float` en Python.

- **Constantes :** ce sont les *nombre à virgule flottante*. Nous en donnerons une définition précise dans un chapitre ultérieur : pour simplifier, disons pour l'instant que ce sont des nombres à virgule, avec un nombre borné de chiffres dans leur écriture.
- **Opérateurs :**
 1. `+` : addition usuelle;
 2. `-` : soustraction usuelle, et aussi opposé.
 3. `/` : division usuelle.
 4. `**` : exponentiation. Remarquer la différence entre `2**100` et `2.*100` ou `2**100..`

Avertissement : ce qui précède est valable en Python 3. Attention à l'opérateur `/` en Python 2!!!!

2.3 Booléens

Définition — Booléen^a. Ce type est noté `bool` en Python.

- **Constantes :** il y en a deux : `True` et `False`.
- **Opérateurs :**
 1. `not` : négation usuelle;
 2. `and` : conjonction usuelle;
 3. `or` : disjonction usuelle.
- **Opérateurs de comparaison :**
 1. `==` : test d'égalité : `2==3` renvoie `False`, `4==4` renvoie `True`. Problème : `0.1+0.2==0.3` renvoie `False`! Nous y reviendrons plus tard. Il ne faut pas confondre `==` avec `=`, symbole de l'affectation.
 2. `!=` : `a != b` est une écriture équivalente à `not (a == b)`.
 3. `<`, `>`, `<=`, `>=` : ce à quoi on s'attend.

^a. Le mot *booléen* a été donné en hommage au mathématicien britannique George Boole.

■ **Exemple** `True or False` renvoie `True`. `not(False or True)` and `True` renvoie `False`. ■

R Python permet les chaînes de comparaisons : `1<2<3` renvoie `True`, et `(1<2<-2)` and `(-5<2<6)` renvoie `False`.

2.4 Conversions – Cast

Il est possible de convertir en entier en flottant avec la fonction `float`. La réciproque est possible dans une certaine mesure : `float(2)` renvoie `2.0`, `int(2.0)` renvoie `2`, mais `int(2.5)` renvoie `2` et `int(-3.5)` renvoie `-3`.

La fonction `int` appliquée à un nombre flottant procède donc à une troncature, ce n'est pas la fonction donnant la partie entière d'un nombre flottant (fonction `floor` du module `math`).

3 Types composés

Définition On dit qu'une valeur est de type composé si elle est formée à partir de plusieurs autres valeurs de types plus simples. De nombreuses constructions sont définies sur tous les types composés.

3.1 *n*-uplets ou tuples

Définition — tuple. Ce type est noté `tuple` en Python.

- **Construction et composants :** les *n*-uplets généralisent les couples. Un couple s'écrit `(a, b)`, un triplet `(a, b, c)` ... etc. Il existe même des 1-uplets : il faut les écrire `(a,)`, et non `(a)` : cette dernière écriture est équivalente à `a`, tout simplement.

Il n'est pas obligatoire que les éléments d'un tuple soient de même type. Par exemple, `(1, 1.2, True)` est un triplet tout à fait valable.

On accède à la *k*^e coordonnée d'un tuple `t` par la commande `t[k]`. Attention : **en Python, les coordonnées sont numérotées à partir de 0!** On dit que *k* est l'*indice* de `t[k]`. Ainsi, si `t = (1, 2, 3)`, `t[0]` vaut `1`, `t[2]` vaut `3`, et `t[3]` n'existe pas.

On dit que les tuples sont **immuables** ou **non mutables** : il n'est pas possible de changer un élément d'un tuple.

- **Opérateurs :**

1. `+` : concaténation. `(1,2,3)+(1,4,5,6)` renvoie `1,2,3,1,4,5,6`;
2. `len` : *longueur* du tuple. `len(1,2,3)` renvoie `3`;
3. `in` : test d'appartenance. `3 in (1,2,3)` renvoie `True`, alors que `3 in (1,2,4,5)` renvoie `False`;
4. le *slicing*, qui permet de construire des sous-tuples : `(5,2,6,7,8,9)[1:5]` renvoie `(2,6,7,8)` (attention à la borne de droite!).

3.2 Chaînes de caractères

Définition — Chaînes de caractères. Ce type est noté `str` en Python, pour *string* en anglais.

- **Construction et composantes** : ce sont des suites finies de caractères, un caractère étant en python un caractère du clavier. On les note entre guillemets ou apostrophes : `"Ceci est un chaîne de caractères"` ou `'Ceci est une chaîne de caractères'`. La chaîne vide se note `""` ou `''`. Un caractère est une chaîne de longueur 1.
On accède aux composantes d'une chaîne de la même manière que pour un tuple.
- **Opérateurs** : ce sont les mêmes que pour les tuples.

3.3 Listes

Définition — Listes. Ce type est noté `list` en Python.

Comme les tuples, les *listes* sont des suites finies de valeurs arbitraires, mais cette fois ils sont **mutables** : on peut changer la valeur d'une composante d'une liste.

Les listes s'écrivent entre crochets. On change la valeur de la k^e composante d'une liste `L` grâce à la commande `L[k] = n`, où `n` est la nouvelle valeur. Ainsi :

```
>>> L = [1,2,3]
>>> L[0] = 4
>>> L
[4, 2, 3]
```

Les autres opérateurs sont les mêmes que pour les tuples et les chaînes.

3.4 Conversions

On peut convertir des types simples en chaînes avec la fonction `str` : `str(2.3)` renvoie `'2.3'`.

À l'inverse, `int`, `float` et `bool` permettent de faire l'inverse quand cela est cohérent : `bool("True")` renvoie `True`, mais `int('2.3')` renvoie une erreur.

Il est également possible de passer d'un type composé à un autre grâce aux fonctions `str`, `tuple` et `list` : `str((1,'a',[1,2]))` renvoie `"(1,'a',[1,2])"`, `tuple([1,2,3])` renvoie `(1,2,3)` et `list('Coucou ?')` renvoie `['C', 'o', 'u', 'c', 'o', 'u', ' ', '?']`.

4 Variables

4.1 Qu'est-ce qu'une variable ?

Une **variable** désigne une zone mémoire de l'ordinateur dans la RAM. Il s'agit d'un endroit où l'on peut **stocker** une valeur, y **accéder** et **changer** cette valeur.

Pour faire référence à une variable, on utilise un nom de variable, en général composé d'une ou plusieurs lettres. Dans la mesure du possible, on choisit un nom explicite, ce qui permet une meilleure lecture du programme.

On essaiera tant que possible d'éviter d'utiliser les caractères suivants comme noms de variables :

- `O` (O majuscule), se confond avec `0`;
- `o` (O minuscule), se confond avec `0`;
- `l` (L minuscule), se confond avec `1`.

4.2 Affectation

Quand on stocke une valeur `d` dans une variable `var`, on dit que l'on **affecte** `d` à la variable `var`. La valeur `d` est encore appelée **la donnée**.

En Python, cette affectation est faite avec la commande `=`, comme suit.

```
>>> var = 1
```

Les variables (et donc l'affectation) sont incontournables : si vous ne stockez pas une donnée (résultat par exemple d'un calcul), vous ne pourrez pas la réutiliser, ni la modifier.

■ Python – Console

```
>>> x = 42          # x prend la valeur 42.
>>> x = x + 2       # on additionne à la donnée stockée dans x le nombre 2 et on
>>>                # stocke le résultat de nouveau dans x
>>> x               # on accède à la valeur qui est mémorisée dans x.
44
>>> 44
44
```

Dans la variable affectée, la nouvelle donnée « écrase » la donnée précédente : on perd son ancienne valeur.

Dans un programme Python, on utilisera l'instruction `print(x)` pour afficher dans la console la valeur de la variable `x`.

Il est également possible d'affecter des valeurs à plusieurs variables en une fois, en utilisant des tuples. Ainsi : `a, b = (1, 2)` affecte la valeur 1 à `a` et la valeur 2 à `b`.

R En Python, le **typage** des variables est **dynamique**. Cela signifie que lorsqu'on affecte une valeur à une variable, Python reconnaît automatiquement le type de la valeur. Ce n'est pas le cas de tous les langages de programmation. Par exemple, le C n'est pas typé dynamiquement. Il faut alors déclarer une variable avec un type, puis affecter la valeur.

4.3 Notion d'adressage

En Python, le passage des variables se fait par **référence**. C'est-à-dire que lorsqu'on manipule une variable (qu'on l'envoie à une fonction par exemple), on ne donne pas comme argument la valeur de la fonction, mais son adresse mémoire. Pour les types non mutables (entiers, flottants, chaîne de caractères, tuples), le passage par référence ne pose pas de problèmes. Pour les types mutables (listes), le passage par référence peut conduire à des résultats « inattendus » notamment lors de la copie de listes.

■ Python – Console

```
>>> a=2
>>> print(a)
2
>>> a=3
>>> print(a)
3
>>> a=[1, 2]
>>> print(a)
[1, 2]
>>> b=a
>>> b[0]=2
>>> print(a, b)
([1, 2], [2, 2])
```

Ici l'affectation `b=a` ne crée pas une nouvelle liste `b`. On crée juste une nouvelle variable `b` qui a la même adresse mémoire que `a`. Ainsi en modifiant `a`, on modifie `b`.

5 Fonctions

5.1 Objectif : modularité des programmes

Pour répondre à un problème donné, il est souvent nécessaire d'enchaîner plusieurs voire un nombre important d'instructions.

Pour améliorer la lisibilité d'un programme et aussi pour pouvoir réutiliser ces instructions classiques (dans le même programme ou dans un autre), on privilégie les programmes simples (ou sous-programmes) appelés **fonctions**.

Dans chaque langage, il y a déjà un nombre incalculable de fonctions déjà construites (en Python, par exemple, `print`) mais on s'aperçoit très vite que l'on a besoin de créer ses propres fonctions.

5.2 Écriture en langage naturel

On appelle **DefFonction** l'opération qui consiste à définir une nouvelle fonction nommée **nom-de-la-fonction** présentée comme suit :

DefFonction	nom_de_la_fonction (paramètres) « commentaire expliquant la fonction » bloc d'instructions sortie du résultat fin
-------------	---

■ **Exemple** On veut convertir en secondes une durée donnée en heures, minutes et secondes :

DefFonction	conversion (h,m,s) « convertit en secondes une durée donnée en heures, minutes et secondes » $t \leftarrow 3600 * h + 60 * m + s$ Renvoyer t fin
-------------	--

Une fois définie, pour l'utiliser, on écrit son nom suivi, entre parenthèses, des paramètres.

Pour convertir 2h35mn45s, on écrit **conversion**(2,35,45) (réponse : 9345).



- Pour bien se faire comprendre, il est important de choisir un nom de fonction explicite. Il faut aussi mettre des commentaires pour expliquer ce que fait la fonction.
- Il est nécessaire de bien cibler les paramètres dont on a besoin c'est-à-dire les données nécessaires à l'exécution de la fonction.
- Il faut repérer ce que renvoie la fonction : rien (exemple : un simple affichage ou la modification d'un fichier...), un nombre entier, un flottant, une liste...

Reprenons l'exemple de la conversion

1er cas. DefFonction	conversion (h,m,s) « convertit en secondes une durée donnée en heures, minutes et secondes » $t \leftarrow 3600 * h + 60 * m + s$ Renvoyer t fin
----------------------	--

Si on écrit `rep=conversion(h,m,s)`, on trouvera dans `rep` un nombre entier.

2ème cas.

DefFonction	conversion (h,m,s) « convertit en secondes une durée donnée en heures, minutes et secondes » $t \leftarrow 3600 * h + 60 * m + s$ Afficher t fin
-------------	--

Si on écrit `rep=conversion(h,m,s)`, on ne trouvera rien dans `rep` mais la valeur s'affichera à l'écran.

- Enfin, il faut toujours tester sa fonction sur un ensemble significatif de valeurs pour repérer d'éventuelles erreurs ou manquements.

5.3 Écriture en Python



L'indentation des blocs n'est pas là que pour décorer. Dans la plupart des langages de programmation on *conseille* d'indenter les différents blocs afin de faciliter la lecture du code. En Python, l'indentation est *signifiante* : après le mot-clé `def`, chaque ligne indentée fait partie de la fonction. La première ligne non indentée rencontrée marque la fin de la fonction : cette ligne ne fait plus partie de la fonction, mais celles qui précède en font partie. Il est donc *impératif* d'indenter quand il le faut, et seulement quand il le faut. On rencontrera ce phénomène constamment en Python.

TD

Savoirs et compétences :

- ☐ AA.S1 : Se familiariser aux principaux composants d'une machine numérique
- ☐ AA.C4 : Comprendre un algorithme et expliquer ce qu'il fait
- ☐ AA.C5 : Modifier un algorithme existant pour obtenir un résultat différent
- ☐ AA.C6 : Concevoir un algorithme répondant à un problème précisément posé
- ☐ AA.C7 : Expliquer le fonctionnement d'un algorithme
- ☐ AA.C9 : Choisir un type de données en fonction d'un problème à résoudre
- ☐ AA.S6 : Variables : notion de type et de valeur d'une variable, types simples.
- ☐ AA.S7 : Expressions et instructions simples
- ☐ AA.S10 : Notion de fonction informatique

6 Applications**6.1 Types simples**

Q 1 : Évaluer les expressions suivantes en repérant auparavant celles qui donnent des résultats de type <type 'int'>.

a) $4+2$	d) $117*0$	g) $5*(-2)$	j) $18/7$
b) $25-3$	e) $6*7-1$	h) $22/(16-2*8)$	k) $(447+3*6)/5$
c) $-5+1$	f) $52*(3-5)$	i) $42/6$	l) $0/0$

Q 2 : Calculer les restes et les quotients des divisions euclidiennes suivantes :

a) $127 \div 8$	d) $58 \div (-5)$	g) $17583 \div 10$	j) $(2^7 + 2^4 + 2) \div 2^5$
b) $54 \div 3$	e) $-58 \div 5$	h) $17583 \div 100$	k) $(2^7 + 2^4 + 2) \div 2^7$
c) $58 \div 5$	f) $-58 \div (-5)$	i) $17583 \div 10^4$	l) $(2^7 + 2^4 + 2) \div 2^{10}$

Q 3 : Calculer les nombres suivants avec une expression Python en repérant auparavant ceux qui donnent un résultat de type <type 'int'>.

a) 3^5	c) $(-3)^7$	e) 5^{-2}	g) 7^{5^4}	i) $5^7 + 6$
b) 2^{10}	d) -3^7	f) 7^{5^4}	h) 5^{7+6}	j) 2^{10^4}

Q 4 : Evaluer les expressions suivantes.

a) $4.3+2$	d) $42+4$	g) $11.7*0$	j) $1,8/7$
b) $2.5-7.3$	e) $42.+4$	h) $2,22/(1.6-2*0.8)$	k) $(447+3*6)/5$
c) $42+4.$	f) $12*0.$	i) $42/6$	l) $0/0$

Q 5 : Calculer, sans utiliser la fonction sqrt ni la division flottante /, les nombres suivants.

a) $\frac{1}{7,9}$	b) $\sqrt{6,2}$	c) $\frac{1}{\sqrt{3,5}}$	d) $2\sqrt{2}$
--------------------	-----------------	---------------------------	----------------

De base, on ne peut réaliser que des calculs élémentaires avec Python. Cependant, il est possible d'avoir accès à des possibilités de calcul plus avancées en utilisant une *bibliothèque*. Par exemple, la bibliothèque math permet d'avoir accès à de nombreux outils mathématiques. On peut donc taper


```
from math import sqrt, log, exp, sin, cos, tan, pi, e
```

pour avoir accès à toutes ces fonctions.

Q 6 : Calculer les nombres suivants (on n'hésitera pas à consulter l'aide en ligne).

a) e^2	c) $\cos\left(\frac{\pi}{5}\right)$	e) $\ln 2$	g) $\log_2 10$
b) $\sqrt{13}$	d) $e^{\sqrt{5}}$	f) $\ln 10$	h) $\tan\left(\frac{\pi}{2}\right)$

Q 7 : Les expressions suivantes sont-elles équivalentes?

a) $8.5 / 2.1$	b) <code>int(8.5) / int(2.1)</code>	c) <code>int(8.5 / 2.1)</code>
----------------	-------------------------------------	--------------------------------

Et celles-ci?

a) <code>float(8 * 2)</code>	b) $8 * 2$	c) $8. * 2.$
------------------------------	------------	--------------

Prévoir la valeur des expressions suivantes puis vérifier cela (avec IDLE).

a) $1.7 + 1.3$	c) $2. - 1$	e) $(2 - 1) .$	g) $4 / (9 - 3**2)$
b) $2 - 1$	d) $2 - 1.$	f) $.5 + .5$	h) $4 / (9. - 3**2)$

Q 8 : Déterminer de tête la valeur des expressions suivantes avant de le vérifier (avec IDLE).

a) $0 == 42$	h) <code>2*True + False</code>	o) $(2 == 3-1) \text{ or } (1/0 == 5)$
b) $1 = 1$	i) <code>-1 <= True</code>	p) $(1/0 == 5) \text{ or } (2 == 3-1)$
c) $3 == 3.$	j) <code>1 == True</code>	q) <code>True or True and False</code>
d) $0 != 1$	k) <code>False != 0.</code>	r) <code>False or True and False</code>
e) $0 < 1$	l) <code>True and False</code>	s) <code>not (1 == 1 or 4 == 5)</code>
f) $4. >= 4$	m) <code>True or False</code>	t) <code>(not 1 == 1) or 4 == 5</code>
g) $0 \text{ !} < 1$	n) <code>True or True</code>	u) <code>not True or True</code>

Q 9 : Dans votre IDE, cliquer sur File/New File. Une nouvelle fenêtre apparaît. Dans cette fenêtre, taper les lignes suivantes.

```
3*2
print(2*3.)
17*1.27
```

Enregistrer le document produit puis, toujours dans cette fenêtre, exécutez-le. Observez le résultat dans l'interpréteur interactif. Modifiez les instructions pour que tous les résultats de calcul s'affichent dans l'interpréteur interactif.

6.2 Types composés

Q 1 : Prévoir les résultats des expressions suivantes, puis le vérifier grâce à l'interpréteur interactif d'IDLE.

a) $(1, 2)$	f) $() + ()$	k) $(1, 2) + (3, 4, 5)$
b) (1)	g) $() + () == ()$	l) <code>len((1, 7, 2, "zzz", []))</code>
c) $(1,)$	h) $(1, 2) + 3$	m) <code>len(())</code>
d) $(,)$	i) $(1, 2) + (3)$	n) <code>len(("a", "bc") + ("cde", ""))</code>
e) $()$	j) $(1, 2) + (3,)$	