

Cours sur les dictionnaires

Thème types construits

Première NSI, [Lycée du Parc](#)

Table des matières

Crédits	1
1 p-uplets nommés et dictionnaires	1
2 Un exemple de dictionnaire : les metadonnées EXIF d'une photo numérique	3
3 Création de dictionnaire	5
4 Accès, ajout, suppression d'élément dans un dictionnaire	6
5 Parcours de dictionnaire	10
6 Références partagées et mutabilité	11
7 Performance	12
8 Synthèse	14

Crédits

*Ce cours est inspiré du chapitre 14 du manuel NSI de la collection Tortue chez Ellipse, auteurs : Ballabonski, Conchon, Filliatre, N'Guyen. J'ai également consulté le prepabac Première NSI de Guillaume Connan chez Hatier, le [document ressource eduscol sur les types construits](#) et le livre **Fluent Python**.*

Tous les exemples du cours peuvent être testés dans le fichier [exemples_cours_dictionnaires_eleves.py](#).

1 p-uplets nommés et dictionnaires



Exemple 1

Dans le TP sur les **p-uplets** (nommés aussi **tuples**) on a travaillé sur un fichier `airports-reduit.csv` qui contient les enregistrements `nom;latitude;longitude;altitude;code_pays` pour 57302 aéroports et on a extrait cette série dans un tableau de **tuples**. Par exemple le **tuple** correspondant

à l'aéroport Saint-Exupéry est :

```
>>> p_uplet = tab_tuple_airports[32478]
>>> p_uplet
('Lyon Saint-Exupéry Airport', '45.725556', '5.081111', '821', 'FR')
>>> p_uplet[1]
'45.725556'
```

Pour traiter cette information, il faut connaître la signification de chaque élément (appelé aussi *champ*) du **tuple** puisqu'on y accède par son index entier : 0 pour le 'nom', 1 pour la latitude etc

Il serait plus lisible de disposer d'un **tuple** à *champs nommés* et de pouvoir accéder à la valeur d'un champ par son nom. C'est le dernier **type construit** de données que nous allons étudier.

```
>>> p_uplet_nomme = tab_dico_airports[32478]
>>> p_uplet_nomme
{'nom': 'Lyon Saint-Exupéry Airport', 'latitude': '45.725556', '
    longitude': '5.081111', 'altitude': '821', 'code_pays': 'FR'}
>>> p_uplet_nomme['latitude']
'45.725556'
```



Définition 1

Un **p-uplet nommé** (ou **tuple nommé**) est un **p-uplet** dont chaque **élément** (ou **champ**) est repéré par un nom et non par un entier. Ces **noms** sont appelés **clefs** ou **descripteurs** du **p-uplet nommé**. Celui-ci s'écrit entre accolades avec une virgule séparant chaque paire constituée de la clef et de la valeur de la composante séparées par le symbole `:`.

En **Python**, les **p-uplets nommés** sont implémentés par les **dictionnaires** de type `dict`. Par la suite nous parlerons de **dictionnaire** plutôt que de **p-uplet nommé**.

Comme l'accès aux valeurs s'effectue par les noms/clefs, comme dans un dictionnaire où chaque nom est associé à sa définition, on parle aussi de **tableaux associatifs**.

Un dictionnaire n'est pas une séquence ordonnée d'éléments, l'accès s'effectue uniquement par clef.

```
>>> python = {'apparition' : 1993, 'version' : '3.8', 'createur' : 'Guido
    Van Rossum'}
>>> python['createur']
'Guido Van Rossum'
>>> len(python)
3
>>> python[2]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
KeyError: 2
```

2 Un exemple de dictionnaire : les metadonnées EXIF d'une photo numérique

Les photos prises avec un appareil numérique contiennent de nombreuses informations. Dans un fichier image, par exemple au format `jpeg`, sont stockées des données non seulement sur l'image elle-même mais aussi des **metadonnées** sur l'appareil, le logiciel utilisé, et en particulier des données **EXIF** (Exchangeable Image File Format). Une partie est accessible dans les propriétés de fichier ou avec un logiciel de traitement d'images. Les spécifications sont gérées par un organisme japonais, le JEITA, qui définit différents dictionnaires de référence permettant d'accéder à ces données. Les clés (les tags) et les valeurs sont des nombres écrits dans l'entête du fichier. Les dictionnaires donnent l'interprétation de ces clés. Par exemple la clé 256 a pour valeur 'Width', la largeur de l'image en pixel et la clé 257 a pour valeur 'Length', la hauteur de l'image en pixel.

Global Positioning System	
GPS Altitude	31.9 m
GPS Latitude	6deg 14' 7.620"
GPS Longitude	106deg 49' 30.210"
Image Information	
Date and Time	2018:08:24 15:47:27
Manufacturer	Apple
Model	iPhone 6s
Photograph Information	
Aperture	F2.2
Exposure Bias	0 EV
Exposure Mode	Auto
Exposure Program	Auto
Exposure Time	1/874 s
Flash	No, auto
FNumber	F2.2
Focal Length	4.2 mm
ISO Speed Ratings	25
Metering Mode	Multi-segment
Shutter speed	1/874 s
White Balance	Auto

Source : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DigiKam_EXIF_information_screenshot.png



Exercice 1

On peut extraire les données EXIF avec le logiciel `exiftool`, le plugin Firefox `exifviewer` ou sous forme de dictionnaire Python avec le module `pyexiftool`. Le script Python `exiftool_test.py` ci-dessous contient une fonction qui extrait les données EXIF d'un fichier image passé en paramètre, sous la forme de dictionnaire.

```
#!/usr/bin/env python3
# -*- coding: utf-8 -*-
```

```

import sys
import exiftool

def extraire_exif(fichier):
    et = exiftool.ExifTool()
    et.start()
    metadata = et.get_metadata(fichier)
    et.terminate()
    return metadata

#code client exécuté si script exécuté directement
if __name__ == "__main__":
    #extraire les données exif du fichier passé en paramètre
    print(extraire_exif(sys.argv[1]))

```

1. Télécharger la photo http://frederic-junier.org/SNT/images/20181230_162625.jpg.
2. Extraire ses données EXIF avec `exiftool` ou le script `Python`, puis retrouver la commune où elle a été prise. Voici une partie du dictionnaire obtenu :

```

fjunier@fjunier:~/sandbox$ sudo apt install libimage-exiftool-perl
fjunier@fjunier:~/sandbox$ pip3 install --user pyexiftool
fjunier@fjunier:~/sandbox$ chmod +x exiftool_test.py
fjunier@fjunier:~/sandbox$ ls -l exiftool_test.py
-rwxrwxr-x 1 fjunier fjunier 355 févr. 24 21:50 exiftool_test.py
fjunier@fjunier:~/sandbox$ ./exiftool_test.py image_mystere.jpg
{..., 'EXIF:Make': 'samsung', 'EXIF:Model': 'SM-G930F', 'EXIF:
Orientation': 1, 'EXIF:XResolution': 72,
'EXIF:YResolution': 72, 'EXIF:ResolutionUnit': 2, 'EXIF:Software': '
G930FXXU3ERL3', 'EXIF:ModifyDate': '2018:12:30 16:26:24', 'EXIF:
YCbCrPositioning': 1, 'EXIF:ExposureTime': 0.0005733944954, 'EXIF:
FNumber': 1.7, 'EXIF:ExposureProgram': 2, 'EXIF:ISO': 50,
'EXIF:ExifVersion': '0220', 'EXIF:DateTimeOriginal': '2018:12:30
16:26:24', 'EXIF:CreateDate': '2018:12:30 16:26:24', 'EXIF:
ComponentsConfiguration': '1 2 3 0', 'EXIF:ShutterSpeedValue': '
0.000572673315054629', 'EXIF:ApertureValue': 1.6993699982773, '
EXIF:BrightnessValue': 8.36,
'EXIF:ExposureCompensation': 0, 'EXIF:MaxApertureValue':
1.6993699982773, 'EXIF:MeteringMode': 2,
'EXIF:Flash': 0, 'EXIF:FocalLength': 4.2, 'EXIF:UserComment': '', 'EXIF:
SubSecTime': '0999',
..., 'EXIF:FlashpixVersion': '0100', 'EXIF:ColorSpace': 1, 'EXIF:
ExifImageWidth': 4032, 'EXIF:ExifImageHeight': 3024, ..., 'EXIF:
GPSVersionID': '2 2 0 0', 'EXIF:GPSLatitudeRef': 'N',
'EXIF:GPSLatitude': 42.49472222222222, 'EXIF:GPSLongitudeRef': 'E', '
EXIF:GPSLongitude': 3.13,
'EXIF:GPSAltitudeRef': 0, 'EXIF:GPSAltitude': 123, 'EXIF:GPSTimeStamp':

```

```
'15:26:35', 'EXIF:GPSDateTimeStamp': '2018:12:30', ....  
}
```

3 Création de dictionnaire



Méthode

Il existe plusieurs façons de construire un dictionnaire :

- **Par extension** : On peut utiliser la forme littérale avec les accolades { et } qui entourent la série des paires `clef : valeur` ou le constructeur `dict` qui peut convertir en dictionnaire une séquence de `tuple` de la forme `(clef, valeur)`.

```
>>> processeur1 = {'annee' : 1974, 'fabricant' : 'Intel', 'Frequence' :  
    '2 MHz', 'gravure' : '6000 nm', 'architecture' : '8080'}  
>>> processeur2 = dict([('annee', 1978), ('fabricant', 'Intel'), ('  
    Frequence', '5 MHz'), ('gravure', '3 micrometres'), ('architecture', '  
    8086')])  
>>> processeur2  
{'annee': 1978, 'fabricant': 'Intel', 'Frequence': '5 MHz', 'gravure': '  
    3000 nm', 'architecture': '8086'}  
>>> processeur1['gravure']  
'6000 nm'  
>>> processeur2['gravure']  
'3000 nm'
```

- **Par compréhension** : La syntaxe est la même que pour les tableaux de type `list` en remplaçant les parenthèses par des accolades. On peut récupérer les paires `clef : valeur` en parcourant un tableau de `tuple`.

```
>>> tab_tuple = [('annee', 1989), ('fabricant', 'Intel'), ('Frequence', '  
    25 MHz'), ('gravure', '600 nm'), ('architecture', '80486')]  
>>> processeur3 = { clef : valeur for clef, valeur in tab_tuple }  
>>> processeur3  
{'annee': 1989, 'fabricant': 'Intel', 'Frequence': '25 MHz', 'gravure':  
    '600 nm', 'architecture': '80486'}
```



Exercice 2

La fonction `ord` associe à un caractère son point de code `Unicode` et sa réciproque est la fonction `chr`.

```
>>> ord('a'), chr(97)  
(97, 'a')
```

```
>>> [chr(k) for k in range(97, 97 + 10)]
['a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'h', 'i', 'j']
```

Donner des expressions qui permettent de définir les dictionnaires ci-dessous par compréhension :

```
>>> ordinal
{'a': 97, 'b': 98, 'c': 99, 'd': 100, 'e': 101, 'f': 102, 'g': 103, 'h':
 104, 'i': 105, 'j': 106}
>>> caractere
{97: 'a', 98: 'b', 99: 'c', 100: 'd', 101: 'e', 102: 'f', 103: 'g', 104:
  'h', 105: 'i', 106: 'j'}
```

4 Accès, ajout, suppression d'élément dans un dictionnaire



Méthode

- L'accès, la modification, l'ajout d'un élément se fait avec l'opérateur crochet : `dico[clef]` renvoie la valeur appairée avec la clef donnée dans le dictionnaire `dico`. Le nombre d'éléments est donné par la fonction `len`, mais les éléments sont indexés par les clefs et non par des entiers : *il n'y a pas de notion d'ordre dans un dictionnaire*. Comme les tableaux de type `list` et contrairement aux **p-uplets** de type `tuple`, les dictionnaires de type `dict` sont modifiables après modification, on dit qu'ils sont **mutables**. Un dictionnaire peut être construit par ajout successif de paires `clef : valeur` à partir du dictionnaire vide `{}`. Enfin, on peut supprimer un élément si on connaît sa clef avec `del dico[clef]`.

```
>>> nobel2019 = {}
>>> nobel2019['Littérature'] = 'Peter Handke'
>>> nobel2019
{'Littérature': 'Peter Handke'}
>>> nobel2019['Paix'] = 'Kim Joon Hyun'
>>> nobel2019
{'Littérature': 'Peter Handke', 'Paix': 'Kim Joon Hyun'}
>>> nobel2019['Paix'] = 'Abiy Ahmed'
>>> nobel2019
{'Littérature': 'Peter Handke', 'Paix': 'Abiy Ahmed'}
>>> nobel2019['Maths'] = 'Cédric Villani'
>>> nobel2019
{'Littérature': 'Peter Handke', 'Paix': 'Abiy Ahmed', 'Maths': 'Cédric
  Villani'}
>>> del nobel2019['Maths']
>>> nobel2019
{'Littérature': 'Peter Handke', 'Paix': 'Abiy Ahmed'}
```

- Parce qu'un dictionnaire est implémenté par une `table de hachage`, ses **clefs** doivent, nécessaire-

ment être **immuables** (plus précisément récursivement immuables s'il s'agit de structures imbriquées et encore plus précisément **hachables**). Une valeur est **immutable** si elle ne peut pas être modifiée après sa création. Les types de base **int**, **float**, **bool** et les types construits **tuple**, **str** sont **immuables** mais pas les types **list** et **dict** (un dictionnaire ne peut pas être une clef de dictionnaire).

```
>>> jouet =dict()
>>> jouet[2] = 'clef de type int'
>>> jouet[True] = 'clef de type bool'
>>> jouet[(1,2)] = 'clef de type tuple'
>>> jouet
{2: 'clef de type int', True: 'clef de type bool', (1, 2): 'clef de type tuple'}
>>> jouet[[1,2]] = 'clef de type list -> impossible'
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: unhashable type: 'list'
```

- Une dictionnaire ne peut pas être une clef, mais peut être une valeur dans un autre dictionnaire. On peut définir toutes sortes de **structures imbriquées** comme des tableaux de dictionnaires ...

```
>>> vols = {'Lisbonne': {'heure': '21:10','num': 'EJU7674','compagnie': 'EASYJET'},
... 'Vienne': {'heure': '21:25','num': 'OS430','compagnie': 'AUSTRIAN AIRLINES'},
... 'Londres': {'heure': '21:55','num': 'BA357','compagnie': 'BRITISH AIRWAYS'}}
>>> vols['Londres']
{'heure': '21:55', 'num': 'BA357', 'compagnie': 'BRITISH AIRWAYS'}
>>> tab_dico_airports
[{'nom': 'Total Rf Heliport', 'latitude': '40.07080078125', 'longitude': '-74.93360137939453', 'altitude': '11', 'code_pays': 'US'},
 {'nom': 'Aero B Ranch Airport', 'latitude': '38.704022', 'longitude': '-101.473911', 'altitude': '3435', 'code_pays': 'US'}]
```

- Avec l'opérateur crochet, si une clef n'appartient pas à un dictionnaire, une exception (erreur en **Python**) est levée. La méthode **get** permet de retourner la valeur **None** par défaut si on ne veut pas d'erreur.

```
>>> prix_turing2006 = {'nom' : 'Frances Allen', 'sujet' : 'Optimisation des compilateurs'}
>>> prix_turing2006['pays']
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

```
KeyError: 'pays'  
>>> prix_turing2006.get('pays')
```



Exercice 3

QCM de type E3C 2.

1. **Question 1** Comment peut-on accéder à la valeur associée à une clé dans un dictionnaire ?

Réponses

- A) il faut parcourir le dictionnaire avec une boucle à la recherche de la clé
- B) on peut y accéder directement à partir de la clé
- C) on ne peut pas accéder à une valeur contenue dans un dictionnaire à partir d'une clé
- D) il faut d'abord déchiffrer la clé pour accéder à un dictionnaire

2. **Question 2** On a défini un dictionnaire :

```
contacts = {'Paul': '0601010182', 'Jacques': '0602413824', 'Claire': '0632451153'}
```

Quelle instruction écrire pour ajouter à ce dictionnaire un nouveau contact nommé Juliette avec le numéro de téléphone '0603040506' ?

Réponses

- A) 'Juliette': '0603040506'
- B) contacts.append('Juliette': '0603040506')
- C) contacts['Juliette'] = '0603040506'
- D) contacts.append('Juliette', '0603040506')

3. **Question 3** Considérons le dictionnaire suivant :

```
resultats = {'Paul':5 , 'Amina':1 , 'Léon' : 9 , 'Benoit':3}
```

Quelle affirmation est correcte ?

Réponses

- A) resultats['Amina'] vaut 1
- B) resultats[1] vaut 'Amina'
- C) 'Paul' est une valeur de ce dictionnaire
- D) 9 est une clé de ce dictionnaire

4. **Question 4** Pour gérer certaines données EXIF de photographies, on a utilisé le code suivant pour stocker dans une liste L de dictionnaires quelques données :


```
L = []
L.append({'marque': 'Canon', 'modele': 'EOS 7D', 'focale':
'19mm', 'flash': False})
L.append({'marque': 'Nikon', 'modele': 'CoolPix A1000',
'focale': '19mm', 'flash': True})
L.append({'marque': 'Sony', 'modele': 'HK 350', 'focale':
'24mm', 'flash': False})
L.append({'marque': 'Sony', 'modele': 'HK 350', 'focale':
'19mm', 'flash': True})
```

..... et ainsi de suite, d'autres informations ont été ajoutées

On veut extraire de ces informations la liste Z des photographies obtenues avec un Canon ou un Nikon et une distance focale de 19 mm.

Quelle instruction permet de réaliser cette extraction ?

Réponses

A) Z = [p for p in L if (p['marque'] == 'Canon' or p['focale'] == '19mm') and (p['marque'] == 'Nikon' or p['focale'] == '19mm')]

B) Z = [p for p in L if (p['marque'] == 'Canon' and p['focale'] == '19mm') and (p['marque'] == 'Nikon' and p['focale'] == '19mm')]

C) Z = [p for p in L if (p['marque'] == 'Canon' or p['focale'] == '19mm') or (p['marque'] == 'Nikon' or p['focale'] == '19mm')]

D) Z = [p for p in L if (p['marque'] == 'Canon' and p['focale'] == '19mm') or (p['marque'] == 'Nikon' and p['focale'] == '19mm')]

5. **Question 5** On définit le dictionnaire d = {'a': 1, 'b': 2, 'c': 3, 'z': 26}. Quelle expression permet de récupérer la valeur de la clé 'z' ?

Réponses

A) d[4] **B)** d[26] **C)** d[z] **D)** d['z']

6. **Question 6** On définit ainsi une variable t :

```
t = [ {'id':1, 'age':23, 'sejour':'PEKIN'},
{'id':2, 'age':27, 'sejour':'ISTANBUL'},
{'id':3, 'age':53, 'sejour':'LONDRES'},
{'id':4, 'age':41, 'sejour':'ISTANBUL'},
{'id':5, 'age':62, 'sejour':'RIO'},
{'id':6, 'age':28, 'sejour':'ALGER'}]
```

Quelle affirmation est correcte ?

Réponses

A) t est une liste de listes **B)** t est une liste de dictionnaires

C) t est un dictionnaire de listes D) t est une liste de tuples

5 Parcours de dictionnaire



Méthode

Il existe trois façons de parcourir un dictionnaire. Dans les exemples, on utilisera un dictionnaire qui représente un annuaire :

```
>>> dico = { 'Paul' : '0640507080', 'Marie' : '0742516483', 'Hicham' : '0987416543' }
```

- **Parcours par clefs :**

- Comme pour les types `list`, `str` et `tuple`, les dictionnaires sont itérables avec la syntaxe `for clef in dico` de type `list` ou `tuple`, mais on ne parcourt ainsi que les clefs. On peut aussi utiliser la méthode `keys`. *À partir des clefs on peut retrouver les valeurs.*

```
>>> for clef in dico:
...     print("Clef -> ", clef)
...
Clef -> Paul
Clef -> Marie
Clef -> Hicham
>>> for clef in dico.keys():
...     print("Clef ->", clef, " Valeur ->", dico[clef])
...
Clef -> Paul Valeur -> 0640507080
Clef -> Marie Valeur -> 0742516483
Clef -> Hicham Valeur -> 0987416543
```

- *L'ordre de parcours n'est pas forcément l'ordre d'insertion car un dictionnaire n'est pas ordonné. (même si c'est vrai à partir de Python 3.8). Ainsi, on ne peut pas parcourir un dictionnaire par index avec `for k in range(len(dico))`.*

```
>>> for k in range(len(dico)):
...     print(dico[k])
...
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 2, in <module>
KeyError: 0
```

- **Parcours par valeurs :**

On peut parcourir un dictionnaire par valeurs avec sa méthode `values`. *À partir des valeurs on ne peut cependant pas retrouver les clefs.*

```
>>> for val in dico.values():
...     print("Valeur -> ", val)
...
Valeur -> 0640507080
Valeur -> 0742516483
Valeur -> 0987416543
```

- **Parcours par paires (clef, valeur) :**

On peut parcourir un dictionnaire par paires (clef, valeur) valeurs avec sa méthode `items`. On utilise le mécanisme de *tuple unpacking* dans la boucle `for`.

```
>>> for (clef, val) in dico.items():
...     print("Clef ->", clef, " Valeur ->", val)
...
Clef -> Paul Valeur -> 0640507080
Clef -> Marie Valeur -> 0742516483
Clef -> Hicham Valeur -> 0987416543
```



Exercice 4

On considère le dictionnaire :

```
dico = {"a" : True, "b" : False, "c" : True}
```

1. Quels sont les affichages possibles lors de l'exécution du code suivant ?

```
for clef in dico.keys():
    print(clef, end=" ")
```

Réponses

A) a b c B) True False True C) (a, True)(b, False)(c, True)

2. Quels sont les affichages possibles lors de l'exécution du code suivant ?

```
for var in dico.items():
    print(clef, end=" ")
```

A) a b c B) True False True C) (a, True)(b, False)(c, True)

6 Références partagées et mutabilité



Méthode

Une variable de type `dict` n'est qu'une référence, un **alias** vers la zone mémoire où sont stockées les données. Comme pour les tableaux de type `list` il faut prêter attention aux effets non maîtrisés des références partagées.

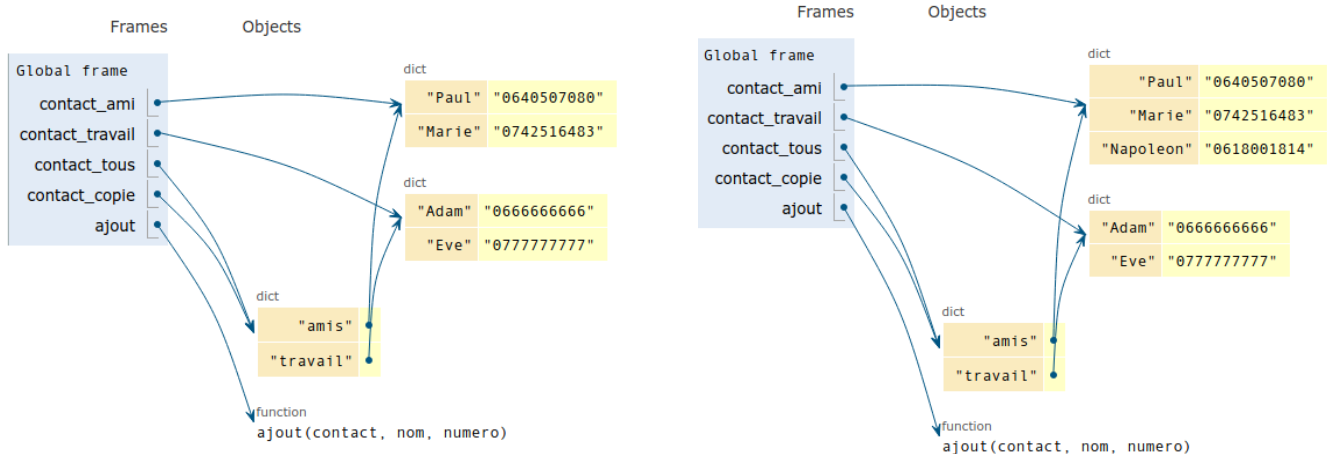
- Les dictionnaires étant des valeurs **mutables**, ils peuvent être modifiés par **effet de bord** lorsqu'ils sont transmis à une fonction.
- Pour copier une structure imbriquée avec des dictionnaires il faut réaliser une copie profonde avec la fonction `deepcopy` du module `copy`.

On donne ci-dessous un programme et deux visualisations de son environnement : avant et après l'exécution de la dernière instruction.

```
contact_ami = { 'Paul' : '0640507080', 'Marie' : '0742516483'}
contact_travail = { 'Adam' : '0666666666', 'Eve' : '0777777777'}
contact_tous = {'amis' : contact_ami, 'travail' : contact_travail}
contact_copie = contact_tous

def ajout(contact, nom, numero):
    contact[nom] = numero

ajout(contact_ami, 'Napoleon', '0618001814')
```



7 Performance



Propriété 1

Les dictionnaires de type `dict` sont implémentés en Python par des **tables de hachage** qui est une structure de données très efficace pour le test d'appartenance, la recherche ou l'insertion d'élément. On

peut considérer que ces opérations se font en **temps quasiment constant**, c'est-à-dire indépendant de la taille du dictionnaire alors que la recherche et le test d'appartenance s'effectue en **temps linéaire en moyenne** (proportionnel à la taille du tableau) pour les tableaux de type **list** ou les **tuple**. Cet optimisation des performances en temps se fait au détriment de l'occupation en espace, les dictionnaires étant plus gourmands en mémoire que les tableaux.

On donne ci-dessous un comparatif de temps d'exécutions pour la recherche de 1000 flottants d'un tableau **needle** (aiguilles) de taille 500, dans des tableaux de flottants **haystack** (meule de foin) de taille croissante 10^k avec $k \in \{3, 4, 5, 6, 7\}$. Pour chaque test, les éléments de **haystack** et **needle** sont tous distincts et la moitié de **needle** est dans **haystack**.

Le code de cet exemple, tiré de l'ouvrage Python Fluent de Luciano Ramalho, est disponible avec nos commentaires dans l'archive [test_performance_in.zip](#).

```
Type de conteneur dict
-----
Taille de la meule de foin : 1000
Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches): 0.000104s
-----
Taille de la meule de foin : 10000
Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches): 0.000196s
-----
Taille de la meule de foin : 100000
Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches): 0.000252s
-----
Taille de la meule de foin : 1000000
Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches): 0.000399s
-----
Taille de la meule de foin : 10000000
Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches): 0.000483s
-----

Type de conteneur list
-----
Taille de la meule de foin : 1000
Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches): 0.008002s
-----
Taille de la meule de foin : 10000
Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches): 0.078902s
-----
Taille de la meule de foin : 100000
Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches): 0.812977s
-----
Taille de la meule de foin : 1000000
Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches): 8.554425s
-----
Taille de la meule de foin : 10000000
```

Temps minimum de recherche de 1000 aiguilles (sur 5 recherches):84.754335s

8 Synthèse

✚ À retenir

- Le type construit **p-uplet nommé** est une séquence non ordonnée d'éléments qui sont des paires (clef, valeur) ou `clef : valeur`. Chaque valeur est indexée par sa **clef** et non par un index entier comme dans un **p-uplet**.
- En **Python** un **p-uplet nommé** est un **dictionnaire** de type **dict** implémenté par une table de hachage qui permet des opérations très performantes en **temps constant**.
- L'accès, l'ajout, la modification d'un dictionnaire s'effectue avec l'opérateur crochet et la syntaxe `dico[clef] = valeur`.
- Une variable de type **dict** est une **référence** et elle peut être modifiée par effet de bord car c'est une valeur **mutable**.
- Trois méthodes permettent le parcours de dictionnaire :
 - par clefs avec `for clef in doc.keys()`
 - par valeurs avec `for clef in doc.values()`
 - par paires (clef, valeur) avec `for (clef, valeur) in doc.items()`