Notes de cours Python
2007–2008 - v 1.3

Bob Cordeau
robert.cordeau@onera.fr

12 juillet 2007

Sommaire du chapitre 1

1. Introduction à l'informatique
   - Environnement matériel
   - Environnement logiciel
   - Langages
   - Production des programmes
   - Méthodologie
   - Algorithme et programme
   - Importance des commentaires

L'ordinateur

Définition

Automate déterministe à composants électroniques.

L'ordinateur comprend entre autres :

- un microprocesseur avec une UC (Unité de Contrôle), une UAL (Unité Arithmétique et Logique), une horloge, une mémoire cache rapide ;
- de la mémoire vive (RAM), contenant les instructions et les données. La RAM est formée de cellules binaires (*bits*) organisées en mots de 8 bits (*octets*) ;
- des périphériques : entrées/sorties, mémoires mortes (disque dur, CD-ROM...), réseau...

Deux sortes de programmes

- Le système d'exploitation : ensemble des programmes qui gèrent les ressources matérielles et logicielles ; il propose une aide au dialogue entre l'utilisateur et l'ordinateur : l'interface textuelle (interprète de commande) ou graphique (gestionnaire de fenêtres). Il est souvent multitâche et parfois multiutilisateur ;
- les programmes applicatifs dédiés à des tâches particulières. Ils sont formés d'une série de commandes contenues dans un programme *source* écrit dans un langage « compris » par l'ordinateur.

Des langages de différents niveaux

- Chaque processeur possède un langage propre, directement exécutable : le langage machine. Il est formé de 0 et de 1 et n'est pas portable, mais c'est le seul que l'ordinateur « comprend » ;
- le langage d'assemblage est un codage alphanumérique du langage machine. Il est plus lisible que le langage machine, mais n'est toujours pas portable. On le traduit en langage machine par un *assembleur* ;
- les langages de haut niveau. Souvent normalisés, ils permettent le portage d'une machine à l'autre. Ils sont traduits en langage machine par un *compilateur* ou un *interpréteur*.

iUT ORSAY

Bref historique des langages

- Années 50 (approches expérimentales) : FORTRAN, LISP, COBOL...
- Années 60 (langages universels) : ALGOL, PL/1, PASCAL...
- Années 70 (génie logiciel) : C, MODULA-2, ADA...
- Années 80–90 (programmation objet) : C++, LabView, Eiffel, Matlab...
- Années 90–2000 (langages interprétés objet) : Java, Perl, tcl/Tk, Ruby, Python...

Des centaines de langages ont été créés, mais l'industrie n'en utilise qu'une minorité.

Deux techniques de production des programmes

- La compilation est la traduction du source en langage objet. Elle comprend au moins quatre phases (trois phases d'analyse — lexicale, syntaxique et sémantique — et une phase de production de code objet). Pour générer le langage machine il faut encore une phase particulière : l'édition de liens. La compilation est contraignante mais offre une grande vitesse d'exécution ;
- dans la technique de l'interprétation chaque ligne du source analysé est traduite au fur et à mesure en instructions directement exécutées. Aucun programme objet n'est généré. Cette technique est très souple mais les codes générés sont peu performants : l'interpréteur doit être utilisé à chaque exécution. . .

Techniques de production de Python

- Technique mixte : l'interprétation du bytecode compilé. Bon compromis entre la facilité de développement et la rapidité d'exécution ;
- le *bytecode* (forme intermédiaire) est portable sur tout ordinateur muni de la machine virtuelle Python.

La construction des programmes : le génie logiciel

Plusieurs modèles sont envisageables, par exemple :

- la méthodologie procédurale. On emploie l'analyse descendante et remontante qui procède par raffinements successifs : on s'efforce de décomposer un problème complexe en sous-programmes plus simples. Ce modèle structure d'abord les actions ;
- la méthodologie objet. On conçoit des fabriques (*classes*) qui servent à produire des composants (*objets*) qui contiennent des données (*attributs*) et des actions (*méthodes*). Les classes dérivent (*héritage* et *polymorphisme*) de classes de base dans une construction hiérarchique.

Python offre les *deux* techniques.

Programme et algorithme

Algorithme

Moyen d'atteindre un but en répétant un nombre fini de fois un nombre fini d'instructions.

Donc, un algorithme se termine en un temps fini.

Programme

Un programme est la traduction d'un algorithme en un langage compilable ou interprétable par un ordinateur.

Il est souvent écrit en plusieurs parties, dont une qui *pilote* les autres, le programme principal.

La présentation des programmes

Un programme *source* est destiné à l'être humain. Pour en faciliter la lecture, il doit être judicieusement commenté.

La signification de parties non triviales doit être expliquée par un commentaire.
Un commentaire commence par le caractère # et s'étend jusqu'à la fin de la ligne :

```
#---------------------
# Voici un commentaire
#---------------------

9 + 2  # En voici un autre
```

Sommaire du chapitre 2

2 La « calculatrice » Python
- Les types simples
- Données, variables et affectation
- Les entrées-sorties
- Les séquences
- Retour sur les références
- Les dictionnaires
- Les ensembles

Les expressions booléennes

- Deux valeurs possibles : `False`, `True`.
- Opérateurs de comparaison : `==`, `!=`, `>`, `>=`, `<`, `<=`

```
2 > 8          # False
2 <= 8 < 15    # True
```

- Opérateurs logiques (concept de *shortcut*) : `not`, `or`, `and`

```
(3 == 3) or (9 > 24)       # True (dès le premier membre)
(9 > 24) and (3 == 3)      # False (dès le premier membre)
```

- Les opérateurs logiques et de comparaisons sont à valeurs dans `False`, `True`

Le type entier (1/2)

- Opérations arithmétiques

```
20 + 3      # 23
20 - 3      # 17
20 * 3      # 60
20 ** 3     # 8000
20 / 3      # 6 (division entière)
20 % 3      # 2 (modulo)
```

Le type entier (2/2)

- Les entiers longs (seulement limités par la RAM)

```
2 ** 40    # 1099511627776L
3 * 72L    # 216L
```

- Opérations sur les bases

```
07 + 01         # 8
oct(7+1)        # '010' (octal)
0x9 + 0x2       # 11
hex(9+2)        # '0xb' (hexadécimal)
int('10110', 2) # 22
```

Le type flottant

- Les flottants sont notés avec un « point décimal » ou en notation exponentielle :

```
2.718
3e8
6.023e23
```

- Ils supportent les mêmes opérations que les entiers, sauf :

```
20.0 / 3  # 6.666666666666667
20.0 // 3 # 6 (division entière forcée)
```

- L'import du module « math » autorise toutes les opérations mathématiques usuelles :

```
from math import sin, pi
print sin(pi/4)  # 0.70710678118654746
```

Le type complexe

- Les complexes sont écrits en notation cartésienne, formée de deux flottants.
- La partie imaginaire est suffixée par j :

```
1j                # 1j
(2+3j) + (4-7j) # (6-4j)
(9+5j).real       # 9.0
(9+5j).imag       # 5.0
(abs(3+4j)        # 5.0 : module
```

Les données et les variables

Variable

C'est un nom donné à une valeur.
Informatiquement, c'est une référence à une adresse mémoire.

- Les noms des variables sont conventionnellement écrits en minuscule. Ils commencent par une lettre ou le caractère souligné (_), puis éventuellement, des lettres, des chiffres ou le caractère souligné.
- Ils doivent être différents des mots réservés de Python.

Les mots réservés de Python 2.5

`and`	`def`	`finally`	`in`	`print`	`yield`
`as`	`del`	`for`	`is`	`raise`	
`assert`	`elif`	`from`	`lambda`	`return`	
`break`	`else`	`global`	`not`	`try`	
`class`	`except`	`if`	`or`	`while`	
`continue`	`exec`	`import`	`pass`	`with`	

Remarques :

Ne pas redéfinir les constantes `None`, `True` et `False`.

L'affectation

Affectation

On affecte une variable par une valeur en utilisant le signe = (qui *n'a rien à voir* avec l'égalité en math !).
Dans une affectation, le membre de gauche reçoit le membre de droite (ce qui nécessite deux temps d'horloge différents).

```
a = 2           # a "reçoit" 2
```

La valeur d'une variable peut évoluer au cours du temps (la valeur antérieure est perdue) :

```
a = a + 1 # 3 (incrémentation)
a = a - 1 # 2 (décrémentation)
```

Formes des instructions d'affectation

Outre l'affectation simple, on peut aussi utiliser les formes suivantes :

```
a = 4   # forme de base
a += 2  # idem à : a = a + 2 si a est déjà référencé
c = d = 8  # cibles multiples (affectation de droite à gauche)
e, f = 2.7, 5.1   # affectation de tuple (par position)
e, f = f, e       # échange les valeurs de e et f
g, h = ['G', 'H'] # affectation de liste (par position)
```

Les entrées

- L'instruction `input()` permet se saisir une entrée au clavier. Elle effectue un *typage dynamique*. Elle permet également d'afficher une invite :

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

- L'instruction `raw_input()` force une saisie en mode texte que l'on peut ensuite transtyper :

```
f1 = raw_input("Entrez un flottant : ")
f1 = float(f1)  # transtypage en flottant

f2 = float(raw_input("Entrez un autre flottant : "))
```

IUT ORSAY

Les sorties

- L'instruction `print` permet d'afficher des sorties à l'écran :

```
a = 2
b = 5
print a        # 2
print "Somme :", a + b     # 7
print "Différence :", a - b, # -3
print "produit :", a * b  # 10
```

- Le séparateur virgule (,) permet d'empêcher le retour à la ligne.

Qu'est-ce qu'une séquence ?

Définition

Une séquence est un conteneur ordonné d'éléments, indicés par des entiers positifs ou nuls.

Python dispose de trois types prédéfinis de séquences :

- les chaînes (normales, brutes et en Unicode) ;
- les listes ;
- les tuples.

Les chaînes de caractères : notations

Trois notations disponibles :

- Les guillemets permettent d'inclure des apostrophes :

```
c1 = "L'eau vive"
```

- Les apostrophes permettent d'inclure des guillemets :

```
c2 = ' est "froide" !'
```

- Les triples guillemets ou triples apostrophes conservent la mise en page (lignes multiples) :

```
c3 = """Usage :
    -h : help
    -q : quit"""
```

iUT ORSAY

Les chaînes de caractères : opérations

- Longueur :

```
s = "abcde"
len(s) # 5
```

- Concaténation :

```
s1 = "abc"
s2 = "defg"
s3 = s1 + s2  # 'abcdefg'
```

- Répétition :

```
s4 = "Fi! "
s5 = s4 * 3  # 'Fi! Fi! Fi! '
```

Les chaînes de caractères : méthodes (1/3)

- `split()` : scinde une chaîne en une liste de mots :

```
'ab*cd'.split('*') # ['ab', 'cd'] (on indique le séparateur)
```

- `join()` : concatène une liste de chaînes en une chaîne :

```
'-'.join(['ci', 'joint']) # 'ci-joint'
```

- `find()` : donne la position d'une sous-chaîne dans la chaîne :

```
'abracadabra'.find('bra') # 1 (le premier indice vaut 0)
```

- `count()` : donne le nombre de sous-chaînes dans la chaîne :

```
'abracadabra'.count('bra') # 2
```

Les chaînes de caractères : méthodes (2/3)

- `lower()` : convertit en minuscules :

```
'PETIT'.lower() # 'petit'
```

- `upper()` : convertit en majuscules :

```
'grand'.upper() # 'GRAND'
```

- `capitalize()` : convertit la première lettre en majuscule :

```
'michelle'.capitalize() # 'Michelle'
```

- `title()` : la première lettre de tous les mots en majuscule :

```
'un beau titre !'.title() # 'Un Beau Titre !'
```

Les chaînes de caractères : méthodes (3/3)

- `swapcase()` : intervertit les casses :

```
'bOB'.swapcase() # 'Bob'
```

- `strip()` : supprime les blancs en début et fin de chaîne :

```
'  Trop de blancs  '.strip() # 'Trop de blancs'
```

- `replace()` : remplace une sous-chaîne par une autre :

```
'abracadabra'.replace('a', 'o') # 'obrocodobro'
```

iUT ORSAY

Les chaînes de caractères : indiçage

- On indique, entre crochets, la position d'un caractère par un *indice* qui commence à 0 :

```
s = "abcdefg"
s[0]    # a
s[2]    # c
s[-1]   # g (négatif : on commence par la fin)
```

- On peut extraire une sous-chaîne par *découpage* :

```
s[1:3]   # 'bc'
s[3:]    # 'defg'
s[:3]    # 'abc'
```

Les chaînes de caractères ne sont pas modifiables !

Les chaînes de caractères : formatage

Les formats permettent de contrôler finement l'affichage :

```
n = 100
"%d en base 10 : %d" % (n, n) # '100 en base 10 : 100'
"%d en base 8 : %o" % (n, n) # '100 en base 8 : 144'
"%d en base 16 : %x" % (n, n) # '100 en base 16 : 64'

pi = 3.1415926535897931
print "%4.2f" %(pi) # 3.14
print "%.4e" %(pi)  # 3.1415e+000
print "%g" %(pi)    # 3.14159

msg = "Résultat sur %d échantillons : %4.2f" % (n, pi)
print msg # 'Résultat sur 100 échantillons : 3.14'
```

iUT ORSAY

Les principaux formats

- %d : entier signé
- %u : entier non-signé
- %o : un octal non-signé
- %x : un hexadécimal non-signé
- %s : une chaîne de caractères
- %f : un flottant
- %e : un flottant (format exponentiel)
- %g : un flottant (format « optimal » suivant sa longueur)

On peut aussi contrôler le champ d'affichage : `"%7.2f"` permet d'écrire un flottant sur 7 caractères dont 2 après le point décimal.

Les chaînes brutes et en Unicode

Python dispose de variantes très utiles pour coder le type chaîne :

- Les chaînes brutes sont précédées d'un r ou d'un R.
  Elles n'interprètent pas les *séquences d'échappement* comme \ ou \n.
- Les chaînes en Unicode sont précédées d'un u ou d'un U.
- Les littéraux chaînes Unicode bruts commencent par ur, et non par `ru`.

Les listes : définition et exemples

Définition

Collection hétérogène, ordonnée et modifiable d'éléments séparés par des virgules, et entourée de crochets.

```
couleurs = ['trèfle', 'carreau', 'coeur', 'pique']
print couleurs   # ['trèfle', 'carreau', 'coeur', 'pique']
print couleurs[1] # carreau
couleurs[1] = 14
print couleurs   # ['trèfle', 14, 'coeur', 'pique']

list1 = ['a', 'b']
list2 = [4, 2.718]
list3 = [list1, list2] # liste de listes
print list3  # [['a', 'b'], [4, 2.718]]
```

Les listes : méthodes et indiçage

Mêmes notations que pour les chaînes de caractères :

```
nombres = [17, 38, 10, 25, 72]

nombres.sort()      # [10, 17, 25, 38, 72]
nombres.append(12) # [10, 17, 25, 38, 72, 12]
nombres.reverse()  # [12, 72, 38, 25, 17, 10]
nombres.index(17)  # 4
nombres.remove(38) # [12, 72, 25, 17, 10]

nombres[1:3]       # [72, 25]
nombres[:2]        # [12, 72]
nombres[:]         # [12, 72, 25, 17, 10]
nombres[-1]        # 10
```

Les listes : initialisations

Utilisation de la répétition et de l'instruction `range()` :

```
truc = []          # liste vide
machin = [0.0] * 3 # [0.0, 0.0, 0.0]

range(4)           # créé la liste [0, 1, 2, 3]
range(4, 8)        # créé la liste [4, 5, 6, 7]
range(2, 9, 2)     # créé la liste [2, 4, 6, 8]

chose = range(6)   # [0, 1, 2, 3, 4, 5]

print 3 in chose # True (teste l'appartenance)
```

Les listes : technique de « *slicing* » avancée (1/2)

Insertion d'éléments

Dans le membre de gauche d'une affectation, il faut obligatoirement indiquer une « tranche » pour effectuer une insertion ou une suppression.
Le membre de droite doit lui-même être une liste.

```
mots = ['jambon', 'sel', 'confiture']
mots[2:2] = ['miel']       # insertion en 3è position
mots[4:4] = ['beurre']     # insertion en 5è position
print mots   # ['jambon', 'sel', 'miel', 'confiture', 'beurre']
```

Les listes : technique de « *slicing* » avancée (2/2)

Suppression/remplacement d'éléments

Mêmes remarques : une « tranche » dans le membre de gauche, une liste dans le membre de droite.

```
mots = ['jambon', 'sel', 'miel', 'confiture', 'beurre']

mots[2:4] = []    # effacement par affectation d'une liste vide
print mots        # ['jambon', 'sel', 'beurre']
mots[1:3] = ['salade']
print mots        # ['jambon', 'salade']
mots[1:] = ['mayonnaise', 'poulet', 'tomate']
print mots        # ['jambon', 'mayonnaise', 'poulet', 'tomate']
```

Les tuples

Définition

Collection hétérogène, ordonnée et immuable d'éléments séparés par des virgules, et entourée de parenthèses.

```
monTuple = ('a', 2, [1, 3])
```

- Les tuples s'utilisent comme les listes mais leur parcours est plus rapide ;
- Ils sont utiles pour définir des constantes.

Comme les chaînes de caractères, les tuples ne sont pas modifiables !

Le problème des références (1/3)

L'opération d'affectation, apparemment innocente, est une réelle difficulté de Python.

```
i = 1
msg = "Quoi de neuf ?"
e = 2.718
```

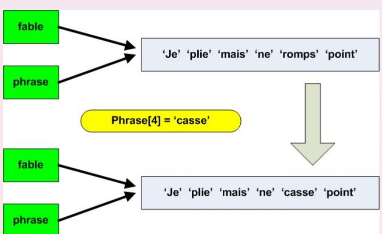
Dans l'exemple ci-dessus, l'affectation réalise plusieurs opérations :

- crée et mémorise un *nom* de variable dans l'espace de noms courant (c'est en fait une *adresse*) ;
- lui attribue *dynamiquement* un type bien déterminé ;
- crée et mémorise une *valeur* (membre de droite) ;
- établit un *lien* entre le nom de la variable et l'adresse de la valeur correspondante.

Le problème des références (2/3)

Une conséquence de ce mécanisme est que, si un objet modifiable est affecté, tout changement sur un objet modifiera l'autre :

```
fable = ['Je', 'plie', 'mais', 'ne', 'romps', 'point']
phrase = fable
fable[4] = 'casse'
```



Le problème des références (3/3)

Si l'on désire réaliser une vraie copie d'un objet, on utilise le module copy :

```
import copy
a = [1, 2, 3]
b = a           # une référence
b.append(4)
print a         # [1, 2, 3, 4]
c = copy.copy(a) # une copie de "surface"
c.append(5)
print a         # [1, 2, 3, 5]
```

Dans les rares occasions où l'on veut aussi que chaque élément et attribut de l'objet soit copié séparément et de façon récursive, on emploie deepcopy().

Les dictionnaires : définition et exemples

Définition

Collection de couples *clé : valeur* entourée d'accolades.

```
dico = {}       # dictionnaire vide

dico['I'] = 'je'
dico['she'] = 'elle'
dico['you'] = 'vous'
print dico      # {'I':'je', 'she':'vous', 'you':'vous'}
print dico['I'] # 'je'
del dico['I']
print dico      # {'she':'vous', 'you':'vous'}
dico['we'] = 'nous'
```

Les dictionnaires : méthodes

Les méthodes suivantes sont spécifiques aux dictionnaires :

```
dico.keys()          # ['we', 'she', 'you']
dico.values()        # ['nous', 'elle', 'vous']
dico.items()         # [('we','nous'), ('she','elle'), ('you','
    vous')]
dico.has_key('I')    # False
dico.has_key('we')   # True
```

Les dictionnaires ne sont pas ordonnés.
On ne peut donc pas les indicer.

Les dictionnaires : itérateurs

Définition

Les *itérateurs* sont des objets spécifiques permettant de parcourir un dictionnaire.

On dispose d'itérateurs sur les clés, les valeurs et les items :

```
d = {'a':1, 'b':2, 'c':3, 'd':4} # un dictionnaire

for it1 in d.iterkeys():
    print it1,    # a c b d

for it2 in d.itervalues():
    print it2,    # 1 3 2 4

for it3 in d.iteritems():
    print it3,    # ('a', 1) ('c', 3) ('b', 2) ('d', 4)
```

Les ensembles

- Ils sont générés par la fonction `set()` :

```
x = set('abcd')
y = set('bdx')
```

- Opérations sur les ensembles :

```
'c' in x # True : appartenance
x - y    # set(['a', 'c']) : différence
x | y    # set(['a', 'c', 'b', 'd', 'x']) : union
x & y    # set(['b', 'd']) : intersection
```

Sommaire du chapitre 3

3 Le contrôle du flux d'instructions

- Les instructions composées
- Choisir
- Boucler
- Parcourir
- Listes en compréhension
- Ruptures de séquences

Les instructions composées

Syntaxe

Elles se composent :

- d'une ligne d'en-tête terminée par deux-points ;
- d'un bloc d'instructions indenté au même niveau.

On peut imbriquer des instructions composées pour réaliser des structures de décision complexes.

if -- [elif] -- [else]

Contrôler une alternative :

```
if x < 0:
    print "x est négatif"
elif x % 2:
    print "x est positif et impair"
else:
    print "x n'est pas négatif et est pair"


# Test d'une valeur booléenne :
if x: # mieux que (if x is True:) ou que (if x == True:)
```

while -- [else]

Répéter une portion de code :

```
cpt = 0
while x > 0:
    x = x // 2  # division avec troncature
    cpt += 1    # incrémentation
print "L'approximation de log2 de x est", cpt


# Exemple de saisie filtrée
n = input('Entrez un entier [1 .. 10] : ')
while (n < 1) or (n > 10):
    n = input('Entrez un entier [1 .. 10], S.V.P. : ')
```

for -- [else]

Parcourir une séquence :

```
for lettre in "ciao":
    print lettre,   # c i a o

for x in [2, 'a', 3.14]:
    print x,        # 2 a 3.14

for i in range(5):
    print i,        # 0 1 2 3 4
```

Les listes en compréhension (1/3)

Définition

Une liste en compréhension est une expression qui permet de générer une liste de manière très compacte.
Elle est équivalente à une boucle `for` qui construirait la même liste en utilisant la méthode `append()`.

Les listes en compréhension sont utilisables sous trois formes.
Première forme :

```
result1 = [x+1 for x in une_seq]
# a le même effet que :
result2 = []
for x in une_seq:
    result2.append(x+1)
```

Les listes en compréhension (2/3)

Deuxième forme :

```
result3 = [x+1 for x in une_seq if x > 23]
# a le même effet que :
result4 = []
for x in une_seq:
    if x > 23:
        result4.append(x+1)
```

Troisième forme :

```
result5 = [x+y for x in une_seq for y in une_autre]
# a le même effet que :
result6 = []
for x in une_seq:
    for y in une_autre:
        result6.append(x+y)
```

Les listes en compréhension (3/3)

Une utilisation fréquente très « pythonique », le calcul d'une somme :

```
s = sum([i for i in xrange(10)])
# a le même effet que :
s = 0
for i in xrange(10):
    s = s + i
```

Interrompre : break

Sort immédiatement de la boucle `for` ou `while` en cours contenant l'instruction et passe outre le `else` éventuel :

```
for x in range(1, 11):
    if x == 5:
        break
    print x,

print "\nBoucle interrompue pour x =", x
# affiche :
# 1 2 3 4
# Boucle interrompue pour x = 5
```

iUT ORSAY

Interrompre : `continue`

Passe immédiatement au début de la boucle `for` ou `while` en cours contenant l'instruction ; reprend à la ligne de l'en-tête de la boucle :

```
for x in range(1, 11):
    if x == 5:
        continue
    print x,

print "\nLa boucle a sauté la valeur 5"
# affiche :
# 1 2 3 4 6 7 8 9 10
# La boucle a sauté la valeur 5
```

Exceptions : try -- except -- [else]

Définition

Opération effectuée à l'exécution par Python lorsqu'une erreur est détectée.

```
from math import sin

for x in range(-3, 4):
    try:
        print '%.3f' %(sin(x)/x), # cas normal
    except:
        print 1.0,                # gère l'exception en 0
```

Gérer ses propres exceptions : raise

L'instruction `raise` permet de lever volontairement une exception :

```
if not 0<=x<=1:
    raise ValueError, "x n'est pas dans [0 .. 1]"
```

(Voir la liste des exceptions standards dans la documentation Python)

Un jeu de carte

L'exemple proposé programme un jeu de carte dont la règle est la suivante :

- On utilise un jeu de *n* cartes particulier : chaque carte porte un numéro, de 1 à *n*.
- Les cartes sont préalablement triées dans l'ordre croissant.
- Le jeu proprement dit consiste à :
    - jeter la première carte ;
    - mettre la seconde sous le paquet ;
    - recommencer jusqu'à ce qu'il n'en reste qu'une.
- Quel est le numéro de la carte restante ?

Un en-tête général

```
#!/bin/env python                   #1
# -*- coding: Latin-1 -*-           #2
"""Jeu de carte."""                 #3
__file__ = "jeu_de_cartes.py"       #4
__author__ = "Adam et Eve"          #5
```

- Ligne 1 : Assure le fonctionnement du script sur tous les systèmes.
- Ligne 2 : définit l'*encodage* (permet l'utilisation des accents usuels en français).
- Ligne 3 : le *docstring* du script.
- Ligne 4 : nom du script.
- Ligne 5 : noms des auteurs.

```
# programme principal ------------------------------------
taille = input("Taille du jeu de cartes : ")
while taille < 2:
    taille = input("Taille du jeu (taille > 1), s.v.p. : ")

# on constitue le jeu (1, 2, 3...)
t = [i+1 for i in xrange(taille)]

# on joue
while taille > 1:
    sauve = t[1]       # la deuxième carte
    t = t[2:]          # décalage du jeu de 2 crans à gauche
    t.append(sauve)    # sauve est mise sous le paquet
    taille -= 1        # on réduit la taille du jeu

print "\nCarte restante :", sauve
```

Sommaire du chapitre 4

4 Fonctions–Espaces de noms–Modules
- Définition et exemple
- Passage des arguments
- Espaces de noms
- Modules

Définition et syntaxe

Fonction

Groupe d'instructions regroupé sous un *nom* et s'exécutant à la demande (*appel*). Les fonctions sont les éléments structurants de base de tout langage procédural.

Syntaxe

C'est une instruction composée :

```
def nom_fonction(paramètres):
    <bloc_instructions>
```

Le bloc d'instructions est obligatoire. S'il ne fait rien, on emploie l'instruction `pass`.

Exemples de fonction et d'appel

```
def double(x):
    return 2*x

def table(base):
    n = 1
    while n < 11:
        print n * base,
        n += 1

print double(8) # 16 : "appel" de la fonction double
# Affiche la table de multiplication par 8 :
table(8)        # "appel" de la fonction table
```

iUT ORSAY

Mécanisme général

Passage par affectation

Chaque argument de la définition de la fonction correspond, dans l'ordre, à un paramètre de l'appel.
La correspondance se fait par *affectation*.

```
def ma_fonction(x, y, z):
    pass

# Appel de la fonction :
## le passage d'arguments se fait dans l'ordre, par affectation :
ma_fonction(7, 'k', 2.718) # x = 7, y = 'k', z = 2.718
```

Un ou plusieurs paramètres, pas de retour

```
def table(base, debut, fin):
    n = debut
    while n <= fin:
        print n, 'x', base, '=', n * base,
        n += 1

# exemple d'appel :
table(7, 2, 11)
```

Un ou plusieurs paramètres, utilisation du retour

```
from math import pi

def cube(x):
    return x**3

def volumeSphere(r):
    return 4.0 * pi * cube(r) / 3.0

# Saisie du rayon et affichage du volume
rayon = float(raw_input('Rayon : '))
print 'Volume de la sphère =', volumeSphere(rayon)
```

Paramètres avec valeur par défaut

```
def initport(speed=9600, parity="paire", data=8, stops=1):
    print "Initialisation à", speed, "bits/s"
    print "parité :", parity
    print dat, "bits de données"
    print stops, "bits d'arrêt"

# Appels possibles :
initport()
initPort(parity="nulle")
initPort(2400, "paire", 7, 2)
```

Note : on utilise de préférence des valeurs par défaut non-modifiables (entiers, booléens, flottants, complexes, chaînes, tuples) car la modification d'un paramètre par un premier appel est visible les fois suivantes.

Nombre d'arguments arbitraire : passage d'un tuple (1/2)

```
def somme(*args):
    resultat = 0
    for nombre in args:
        resultat += nombre
    return resultat

# Exemples d'appel :
print somme(23)            # 23
print somme(23, 42, 13)    # 78
```

iUT ORSAY

Nombre d'arguments arbitraire : passage d'un tuple (2/2)

Il est aussi possible de passer un tuple à l'appel qui sera décompressé en une liste de paramètres d'une fonction « classique » :

```
def somme(a, b, c):
    return a+b+c

# Exemple d'appel :
elements = [2, 4, 6]
print somme(*elements)
```

Nombre d'arguments arbitraire : passage d'un dictionnaire

```
def un_dict(**kargs):
    return kargs

# Exemples d'appels
## par des paramères nommés :
print un_dict(a=23, b=42) # affiche : {'a': 23, 'b': 42}
## en fournissant un dictionnaire :
mots = {'d': 85, 'e': 14, 'f':9}
print un_dict(**mots)    # affiche : {'e': 14, 'd': 85, 'f': 9}
```

Portée des objets

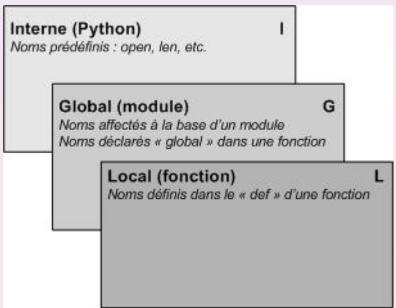
Portée

Les noms des objets sont créés lors de leur *première affectation*, mais ne sont visibles que dans certaines régions de la mémoire.

- Portée globale : celle du module `__main__`. Un dictionnaire gère les objets globaux : l'instruction `globals()` fournit les couples `variable : valeur` ;
- Portée locale : les objets internes aux fonctions (et aux classes) sont locaux. Les objets globaux ne sont *pas modifiables* dans les portées locales. L'instruction `locals()` fournit les couples `variable : valeur`.

Résolution des noms : règle *LGI*

La recherche des noms est d'abord locale (L), puis globale (G), enfin interne (I) :



Exemple de portée (1/3)

```
# x et fonc sont affectés dans le module : globaux

def fonc(y): # y et z sont affectés dans fonc : locaux
    # dans fonc : portée locale
    z = x + y
    return z

x = 99
print fonc(1)  # affiche : 100
```

Exemple de portée (2/3)

```
# x et fonc sont affectés dans le module : globaux

def fonc(y): # y, x et z sont affectés dans fonc : locaux
    x = 3  # ce nouvel x est local et masque le x global
    z = x + y
    return z

x = 99
print fonc(1)  # affiche : 4
```

Exemple de portée (3/3)

```
# x et fonc sont affectés dans le module : globaux

def fonc(y): # y et z sont affectés dans fonc : locaux
    global x # permet de modifier x ligne suivante
    x += 2
    z = x + y
    return z

x = 99
print fonc(1)  # affiche : 102
```

Définition

Module

Fichier *indépendant* permettant d'élaborer des bibliothèques de fonctions ou de classes.

Avantages des modules :

- réutilisation du code ;
- la documentation et les tests peuvent être intégrés au module ;
- réalisation de services ou de données partagés ;
- partition de l'espace de noms du système.

Import d'un modules

Deux syntaxes possibles :

- la commande `import <nom_module>` importe la totalité des objets du module :

```
import Tkinter
```

- la commande `from <nom_module> import obj1,...` n'importe que les objets `obj1,...` du module :

```
from math import pi, sin, log
```

Exemple

Un module m_cube.py :

```
def cube(y):
    """Calcule le cube du paramètre.""" # docstring
    reurn y**3

# Auto-test ----------------------------------------------------
if __name__ == "__main__": # ignoré lors d'un import
    help(cube)              # affiche le docstring de la fonction
    print "cube de 9 :", cube(9)
```

Utilisation du module :

```
from m_cube import cube

for i in xrange(10):
    print "cube de", i, "=", cube(i)
```

Sommaire du chapitre 5

5 Les fichiers
- Ouverture – Fermeture
- Méthodes d'écriture
- Méthodes de lecture
- Le module « pickle »

Ouverture et fermeture des fichiers

Le type fichier est un type pré-défini de Python.

Principaux *modes* d'ouverture :

```
f1 = open("monFichier_1", "r") # en lecture
f2 = open("monFichier_2", "w") # en écriture
f3 = open("monFichier_3", "a") # en ajout
```

Python utilise les fichiers en mode *texte* par défaut (noté `t`). Pour les fichiers *binaires* on précise le mode `b`. Tant que le fichier n'est pas fermé, son contenu n'est pas garanti sur le disque.

Une seule méthode de fermeture :

```
f1.close()
```

iUT ORSAY

Écriture séquentielle

Méthodes d'écriture :

```
f = open("truc.txt", "w")
s = 'toto'
f.write(s)       # écrit la chaîne s dans f
l = ['a', 'b', 'c']
f.writelines(l)  # écrit les chaînes de la liste l dans f
f.close()

# on peut aussi utiliser le "print étendu" :
f = open("truc.txt", "w")
print >> f, "abcd" # écrit dans f en mode ajout
f.close()
```

Lecture séquentielle

Méthodes de lecture :

```
f = open("truc.txt", "r")
s = f.read()      # lit tout le fichier --> string
s = f.read(n)     # lit au plus n octets --> string
s = f.readline() # lit la ligne suivante --> string
s = f.readlines() # lit tout le fichier --> liste de strings

for ligne in f:
    print ligne   # bon procédé de parcours d'un fichier

f.close()
```

Le module « pickle »

Il permet la *conservation* des types :

```
import pickle

a, b = 5, 2.83
f = open("monFichier.txt", "w") # en écriture
pickle.dump(a, f)
pickle.dump(b, f)
f.close()

f = open("monFichier.txt", "r") # en lecture
t = pickle.load(f)
print t, type(t)   # 5 <type 'int'>
t = pickle.load(f)
print t, type(t)   # 2.83 <type 'float'>
f.close()
```

Sommaire du chapitre 6

6 La programmation « OO »
- Classes et instanciation d'objets
- Méthodes
- Méthodes spéciales
- Héritage et polymorphisme

La programmation *Orientée Objet*

Les *classes* sont les éléments structurants de base de tout langage orienté objet.

Une classe Python possède plusieurs caractéristiques :

- on appelle un objet classe comme s'il s'agissait d'une fonction. L'objet créé (*instance*) sait à quelle classe il appartient ;
- Une classe possède deux sortes d'attributs : des *données* et des fonctions (appelées *méthodes*) ;
- Python définit des *méthodes spéciales* ;
- Une classe peut *hériter* d'autres classes.

L'instruction `class`

C'est une instruction composée : en-tête (avec *docstring*) + corps indenté.

```
class C(object):
    """Documentation de la classe."""
    x = 23
```

Dans cet exemple, `C` est le nom de la *classe* (qui commence conventionnellement par une majuscule), `object` est un type prédéfini ancêtre de tous les autres types, et `x` est un *attribut de classe*, local à `C`.

L'instanciation et ses attributs

On crée un objet en appelant le nom de sa classe :

```
a = C()        # a est un objet de la classe C
print dir(a) # affiche les attributs de l'objet a
print a.x      # affiche 23. x est un attribut de classe
a.x = 12       # modifie l'attribut d'instance (attention...)
print C.x      # 23, l'attribut de classe est inchangée
a.y = 44       # nouvel attribut d'instance

b = C()        # b est un autre objet de la classe C
print b.x      # 23. b connaît son attribut de classe, mais...
print b.y      # AttributeError: C instance has no attribute 'y'
```

Retour sur les espaces de noms (1/2)

Les espaces de noms sont implémentés par des *dictionnaires* pour les modules, les classes et les intances.

- **Noms non qualifiés** (exemple `dimension`) l'affectation crée ou change le nom dans la *portée* locale courante. Ils sont cherchés suivant la règle LGI.
- **Noms qualifiés** (exemple `dimension.hauteur`) l'affectation crée ou modifie l'attribut dans l'espace de noms de l'objet. Un attribut est cherché dans l'objet, puis dans toutes les classes dont l'objet dépend (mais pas dans les modules).

Retour sur les espaces de noms (2/2)

L'exemple suivant affiche le dictionnaire lié à la classe `C` puis la liste des attributs liés à une instance de `C`.

```
class C(object):
    x = 20

print C.__dict__ # {'__dict__': <attribute '__dict__' of 'C'
    objects>, 'x': 20, '__module__': '__main__', '__weakref__':
    <attribute '__weakref__' of 'C' objects>, '__doc__': None}
a = C()
print dir(a)    # ['__class__', '__delattr__', '__dict__', '
    __doc__', '__getattribute__', '__hash__', '__init__', '
    __module__', '__new__', '__reduce__', '__reduce_ex__', '
    __repr__', '__setattr__', '__str__', '__weakref__', 'x']
```

Syntaxe

Méthode

Une méthode s'écrit comme une fonction *du corps de la classe* avec un premier paramètre `self` obligatoire. `self` représente l'objet sur lequel la méthode sera appliquée.

```
class C(object):
    x = 23              # x et y : attributs de classe
    y = x + 5
    def affiche(self): # méthode affiche()
        self.z = 42    # attribut d'instance
        print C.y,     # dans une méthode, on qualifie un attribut
            de classe,
        print self.z   # mais pas un attribut d'instance
ob = C()      # instanciation de l'objet ob
ob.affiche() # 28 42 (à l'appel, ob affecte self)
```

Les méthodes spéciales

Ces méthodes portent des noms pré-définis, précédés et suivis de deux caractères de soulignement.

Elles servent :

- à initialiser l'objet instancié ;
- à modifier son affichage ;
- à surcharger ses opérateurs ;
- ...

Le constructeur

Lors de l'instanciation d'un objet, la méthode `__init__` est automatiquement invoquée. Elle permet d'effectuer toutes les initialisations nécessaires :

```
class C(object):
    def __init__(self, n):
        self.x = n     # initialisation de l'attribut d'instance x

uneInstance = C(42)   # paramètre obligatoire, affecté à n
print uneInstance.x   # 42
```

Surcharge des opérateurs (1/2)

La *surcharge* permet à un opérateur de posséder un sens différent suivant le type de leurs opérandes. Par exemple, l'opérateur + permet :

```
x = 7 + 9          # addition entière
s = 'ab' + 'cd'    # concaténation
```

Python possède des méthodes de surcharge pour :

- tous les types (`__call__`, `__str__`, ...) ;
- les nombres (`__add__`, `__div__`, ...) ;
- les séquences (`__len__`, `__iter__`, ...).

Surcharge des opérateurs (2/2)

Soient deux instances, *obj1* et *obj2*, les méthodes spéciales suivantes permettent d'effectuer les opérations arithmétiques courantes :

Nom	Méthode spéciale	Utilisation
opposé	`__neg__`	`-obj1`
addition	`__add__`	`obj1 + obj2`
soustraction	`__sub__`	`obj1 - obj2`
multiplication	`__mul__`	`obj1 * obj2`
division	`__div__`	`obj1 / obj2`

Exemple de surcharge

```
class Vecteur2D(object):
    def __init__(self, x, y):
        self.x = x
        self.y = y
    def __add__(self, autre): # addition vectorielle
        return Vecteur2D(self.x + autre.x, self.y + autre.y)
    def __str__(self):       # affichage d'un Vecteur2D
        return "Vecteur(%g, %g)" % (self.x, self.y)

v1 = Vecteur2D(1.2, 2.3)
v2 = Vecteur2D(3.4, 4.5)

print v1 + v2 # affiche : Vecteur(4.6, 6.8)
```

Héritage et polymorphisme

Définition

L'*héritage* est le mécanisme qui permet de se servir d'une classe préexistante pour en créer une nouvelle qui possédera des fonctionnalités différentes ou supplémentaires.

Définition

Le *polymorphisme* est la faculté pour une méthode portant le même nom mais appartenant à des classes distinctes héritées d'effectuer un travail différent. Cette propriété est acquise par la technique de la surcharge.

Exemple d'héritage et de polymorphisme

Dans l'exemple suivant, la classe `Carre` hérite de la classe `Rectangle`, et la méthode `__init__` est polymorphe :

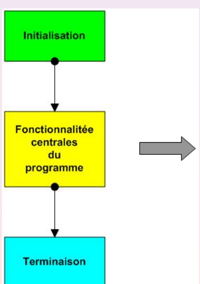
```
class Rectangle(object):
    def __init__(self, longueur=30, largeur=15):
        self.L, self.l, self.nom = longueur, largeur, "rectangle"

class Carre(Rectangle):
    def __init__(self, cote=10):
        Rectangle.__init__(self, cote, cote)
        self.nom = "carré"

r = Rectangle()
print r.nom  # 'rectangle'
c = Carre()
print c.nom  # 'carré'
```

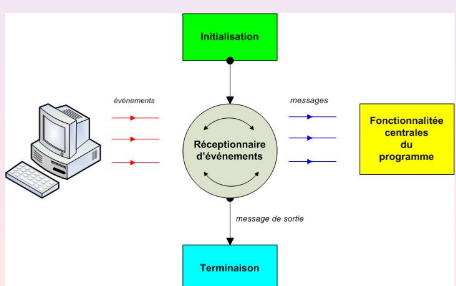
Sommaire du chapitre 7

7 La programmation « OO » graphique
- Programmes pilotés par des événements
- Les bibliothèques graphiques
- Les classes de widgets de Tkinter
- Le positionnement des widgets
- Un exemple

Deux styles de programmation

En programmation graphique objet, on remplace le déroulement *séquentiel* du script par une boucle d'événements :





Les bibliothèques graphiques

- Parmi les différentes bibliothèques graphiques utilisables dans Python (`GTK+`, `wxPython`, `Qt`...), la bibliothèque `Tkinter`, issue du langage `tcl/Tk` est très employée, car elle est installée de base dans toute les distributions Python.
- `Tkinter` facilite la construction de *GUI* (*Graphic User Interface*) simples. Après l'avoir importé, il suffit de créer, configurer et positionner les widgets utilisés, puis d'entrer dans la boucle principale de gestion des événements.

Tkinter : exemple simple

```
from Tkinter import *

base = Tk()
texte = Label(base, text="Bienvenue !", fg='red')
texte.pack()
bouton = Button(base, text="Quit", command=base.destroy)
bouton.pack()

base.mainloop()
```

Les widgets de Tkinter (1/3)

Tk	fenêtre de plus haut niveau
Frame	contenant pour organiser d'autres widgets
Label	zone de message
Button	bouton avec texte ou image
Message	zone d'affichage multi-lignes
Entry	zone de saisie
Checkbutton	bouton à deux états
Radiobutton	bouton à deux états exclusifs

Les widgets de `Tkinter` (2/3)

Scale	glissière à plusieurs positions
PhotoImage	sert à placer des images sur des widgets
BitmapImage	sert à placer des *bitmaps* sur des widgets
Menu	associé à un `Menubutton`
Menubutton	bouton ouvrant un menu d'options
Scrollbar	ascenseur
Listbox	liste de noms à sélectionner
Text	édition de texte multi-lignes

Les widgets de `Tkinter` (3/3)

Canvas	zone de dessins graphiques ou de photos
OptionMenu	liste déroulante
ScrolledText	widget `Text` avec ascenseur
PanedWindow	interface à onglets
LabelFrame	contenant avec un cadre et un titre
Spinbox	un widget de sélection multiple

Gestion de la géométrie

`Tkinter` possède trois gestionnaires de positionnement :

- Le packer : dimensionne et place chaque widget dans un widget conteneur selon l'espace requis par chacun d'eux.
- Le gridder : dimensionne et positionne chaque widget dans les cellules d'un tableau d'un widget conteneur.
- Le placer : dimensionne et place chaque widget `w` dans un widget conteneur exactement selon ce que demande `w`. C'est un placement absolu (usage peu fréquent).

« Saisie » : programmation *OO* (1/4)

L'en-tête et les imports (on utilise le module `Pmw`, *Python Mega Widgets*) :

```
#!/bin/env python
# -*- coding: Latin-1 -*-
"""Programmation OO graphique."""
__file__ = "7_2.py"
__author__ = "Bob Cordeau"

# imports
from Tkinter import *
from tkSimpleDialog import *
import Pmw
```

« Saisie » : programmation *OO* (2/4)

La classe App :

```
# classes
class App:
    def __init__(self, master):
        self.result = Pmw.EntryField(master, entry_width=8,
                                     value='10',
                                     label_text='Affichage retourné : ',
                                     labelpos=W, labelmargin=1)
        self.result.pack(padx=15, pady=15)
```

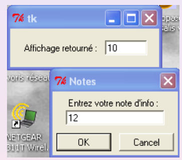
« Saisie » : programmation *OO* (3/4)

Le programme principal :

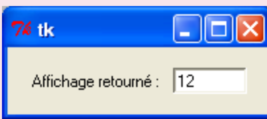
```
# programme principal ------------------------------------
root = Tk()
display = App(root)
retVal = askinteger("Notes",
                    "Entrez votre note d'info :",
                    minvalue=0, maxvalue=50)
display.result.setentry(retVal)
root.mainloop()
```

« Saisie » : programmation *OO* (4/4)

Le programme ouvre deux fenêtres. On saisit une note...



...qui est reportée dans la première fenêtre.



Gérard Swinnen
Apprendre à programmer avec Python
O'Reilly, 2005.

Mark Lutz
Python précis et concis
O'Reilly, 2005.

Alex Martelli
Python en concentré
O'Reilly, 2004.

Wesley J. Chun
Au cœur de Python. Version 2.5
CampusPress, 2007.

iUT ORSAY