gipsa-lab

Grenoble | images | parole | signal | automatique | laboratoire

Introduction au langage de programmation Python

Une pas si courte introduction à Python comme alternative à Matlab pour réaliser des calculs scientifiques ou d'autres applications.

Guillaume Becq

January 28, 2016

cnrs Grenoble INP Université Grenoble Alpes UMR 5216



Outline



Historique

Python

- 1989–1995 : Hollande
- 1995–1999 : USA
- 1999+ : Worldwide open source

sources : `http://www.wikipedia.org`, `http://www.python.org`

Historique

Python

- 1989–1995 : Hollande
  - Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI).
  - *Guido von Rossum*, fan des Monty Python, travaille sur :
    - ABC : langage de script, syntaxe et indentation.
    - Modula-3 : gestion des exceptions, orienté objet.
    - langage C, Unix.
    - OS distribué Amoeba: accès difficile en shell.
  - Créée le langage Python :
    - 1991/02 : versions 0.9.06 déposée sur un newsgroup de Usenet
    - 1995 : dépôt de la version 1.2
- 1995–1999 : USA

Historique

Python

- 1989–1995 : Hollande
- 1995–1999 : USA
  - Corporation for National Research Initiatives (CNRI), non profit organisation, Reston, USA.
  - Grail7 : navigateur internet utilisant Tk.
  - 1999 : projet *Computer Programming for Everybody* (CP4E) (CNRI, DARPA Defense Advanced Research Projects Agency) :
    - Python comme langage d'enseignement de la programmation.
    - Création de l'IDLE (Integrated DeveLopment Environment)
  - 1999 : Python 1.6

Historique

Python

- 1989–1995 : Hollande
- 1995–1999 : USA
- 1999+ : Worldwide open source
  - BeOpen.com :
    - compatibilité GPL (General Public Licence)
    - création de la branche pythonLabs
  - 2000 : Python Software Foundation
    - Python 2.1 : changement licence, dérivée de Apache Software Foundation (OO, svn, commons plutôt java) (`http://www.apache.org`).
  - 2008: Python 3.0

sources : `http://www.wikipedia.org`, `http://www.python.org`

Historique

Guido van Rossum

- Guido van Rossum :
  - 31 janvier 1956 (60 ans)
  - Développeur néerlandais
  - 1982 : M. Sc
  - Développeur ABC.
- Créateur Python : *Benevolent Dictator For Life (BDFL)*
  - 1991 : Python 0.9.06
  - 1999 : Grail
- 2002 : Prix pour le développement du logiciel libre 2001 décerné par la *Free Software Foundation*
- 2005–2012 : Google (python)
- 2013 : Dropbox

2006, source wikipedia

Spécificités

`http://www.python.org/about/`

- Fortement typé.
- Objet.
- Script, séquentiel, interprété : fichier génère du byte code.
- Comparé à Tcl, Perl, Ruby, Scheme, Java.

Spécificités

Exemple 1er programme

Dans le fichier "hello.py" :

```
print("Bonjour monde")
```

Exécution dans une interface système (terminal, shell) :

```
~/python/example> python hello.py
Bonjour monde
```

Spécificités

Exemple shell scripting

Exemple copies des fichiers '.txt' et '.tex' du répertoire 'a' vers 'b'.

```
# -*- encode:  utf-8 -*-
import shutil, os
extList = ['.txt', '.tex']
pathSrc = 'a'
pathDst = 'b'
fileList = os.listdir(pathSrc)
for fileSrc in fileList:
    if (os.path.splitext(fileSrc)[1] in extList):
        fullfileSrc = os.path.join(pathSrc, os.path.basename(fileSrc))
        fullfileDst = os.path.join(pathDst, os.path.basename(fileSrc))
        shutil.move(fullfileSrc, fullfileDst)
```

Utilisations

A partir du shell

- Fichiers "*.py" contient des scripts, des définitions de fonctions, de classes... Ils sont exécutés dans le shell avec la commande "python".
  Exemple : "python hello.py"
- La commande "python" ouvre une console utilisateur (*interpreter*) avec une invite de commande (prompt) caractéristique "> > > "

```
Python 3.5.1 (v3.5.1:37a07cee5969, Dec  5 2015, 21:12:44)
[GCC 4.2.1 (Apple Inc. build 5666) (dot 3)] on darwin
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

Utilisations

Utilisation de l'interpréteur

- Association d'une valeur à une variable : a = 'abc'
- Affichage de la valeur : print()
- Liste des variables, attributs, fonctions disponibles. . . : dir()

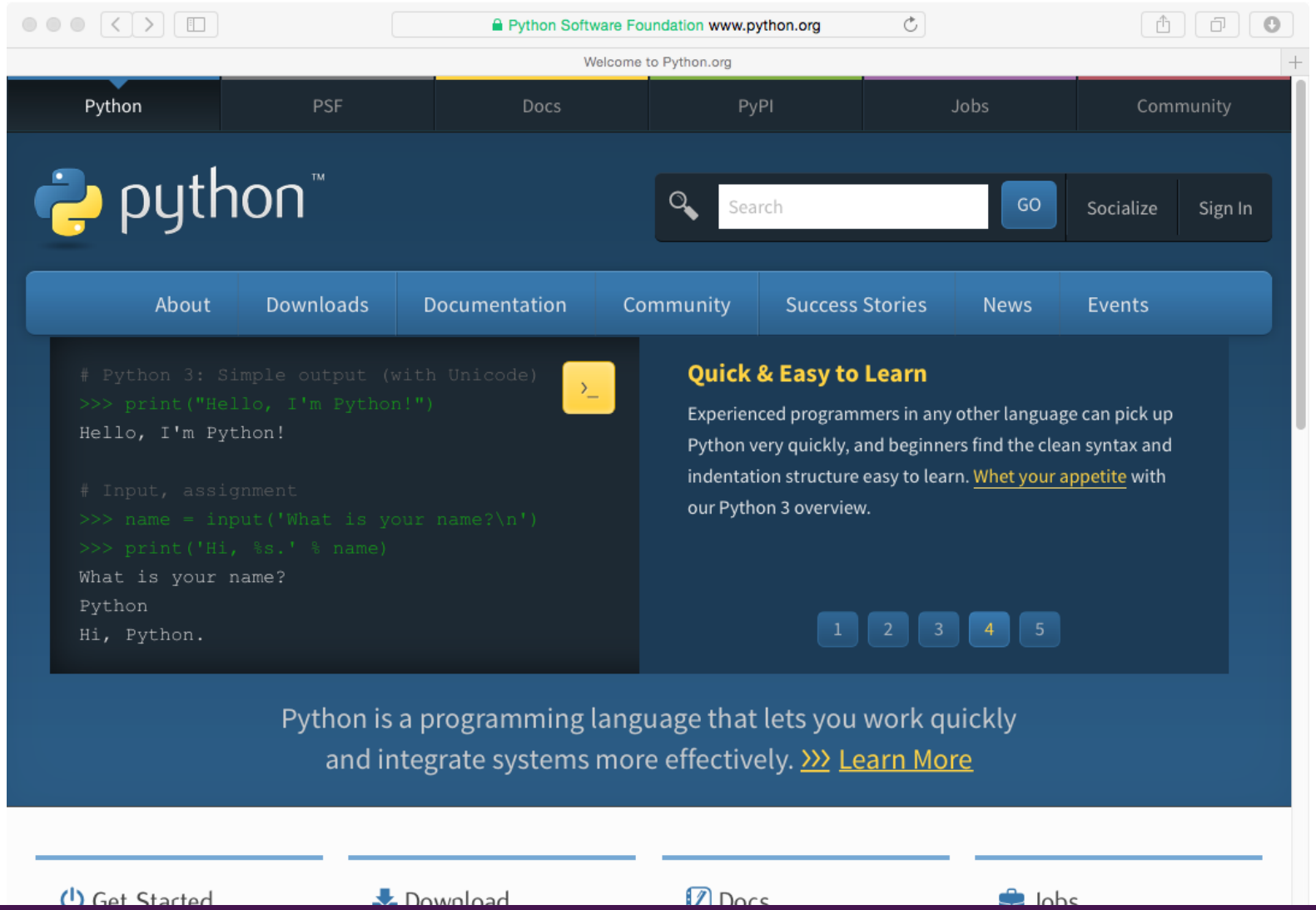
```
>>> a = "abc"
>>> print(a)
abc
>>> dir()
['__builtins__', '__doc__', '__name__', '__package__', 'a']

>>> dir(a)
['__add__', '__class__', '__contains__', '__delattr__', '__doc__',
'__eq__', '__format__', '__ge__', '__getattribute__', '__getitem__',
'__getnewargs__', '__getslice__', '__gt__', '__hash__', '__init__',
'__le__', '__len__', '__lt__', '__mod__', '__mul__', '__ne__', '__new__',
'__reduce__', '__reduce_ex__', '__repr__', '__rmod__', '__rmul__',
'__setattr__', '__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__',
'_formatter_field_name_split', '_formatter_parser', 'capitalize',
'center', 'count', 'decode', 'encode', 'endswith', 'expandtabs', 'find',
'format', 'index', 'isalnum', 'isalpha', 'isdigit', 'islower', 'isspace',
'istitle', 'isupper', 'join', 'ljust', 'lower', 'lstrip', 'partition',
'replace', 'rfind', 'rindex', 'rjust', 'rpartition', 'rsplit', 'rstrip',
'split', 'splitlines', 'startswith', 'strip', 'swapcase', 'title',
'translate', 'upper', 'zfill']
```

- Besoin d'aide : help()

```
>>> help(a.find)

Help on built-in function find:

find(...)
    S.find(sub [,start [,end]]) -> int

    Return the lowest index in S where substring sub is found,
    such that sub is contained within S[start:end].  Optional
    arguments start and end are interpreted as in slice notation.

    Return -1 on failure.
(END)
```

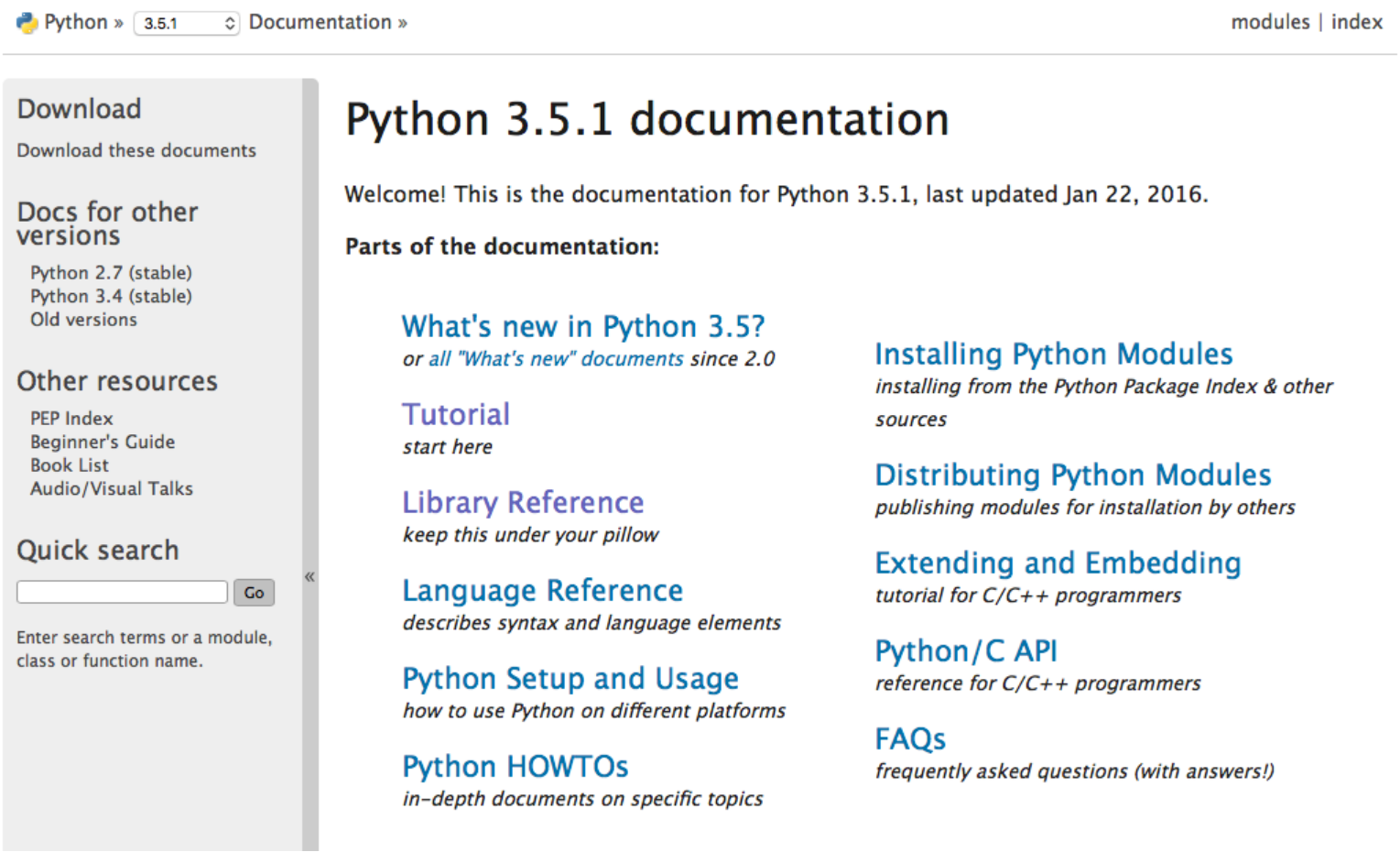
Site Web

www.python.org



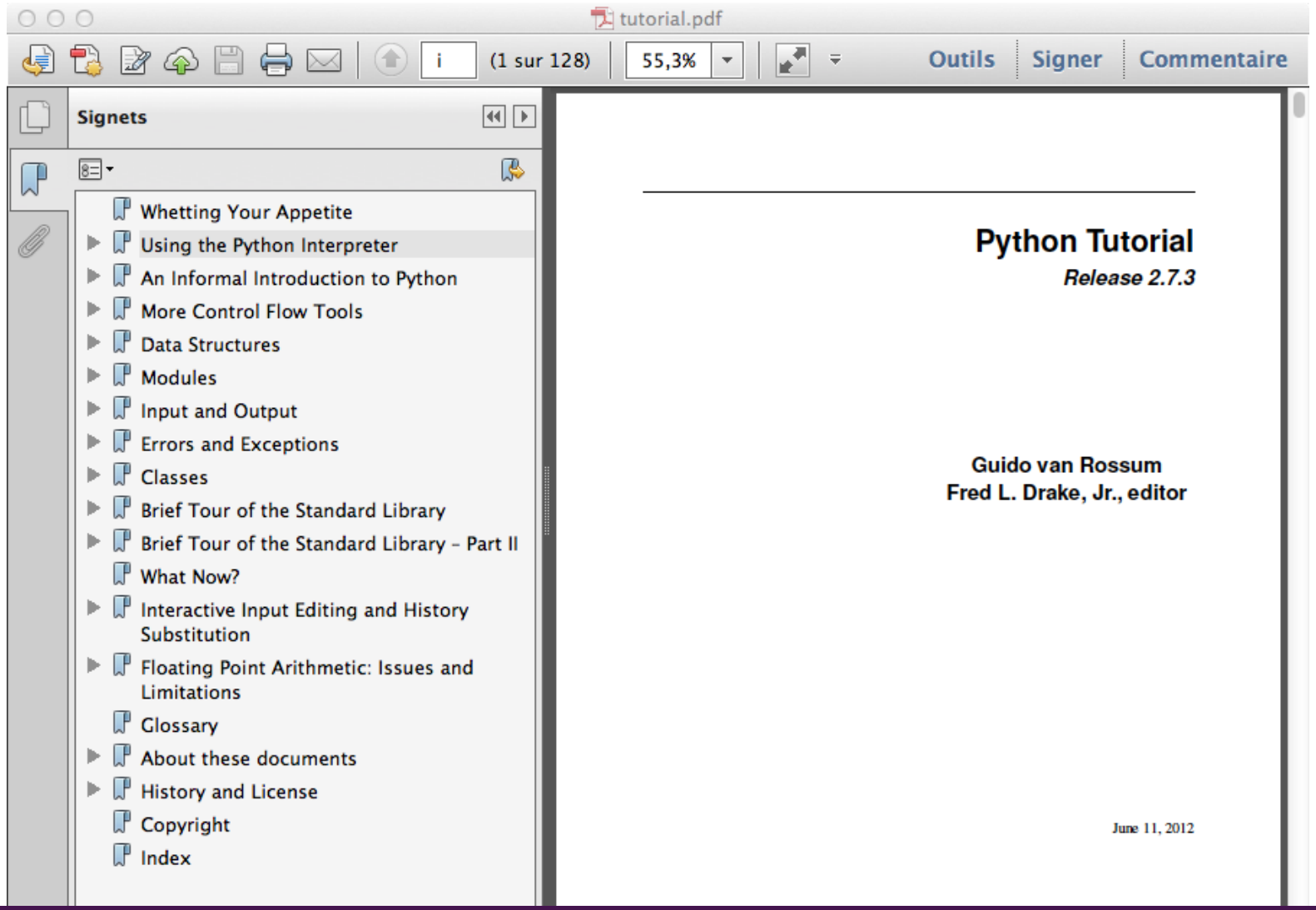
Documentation

Trouver la documentation



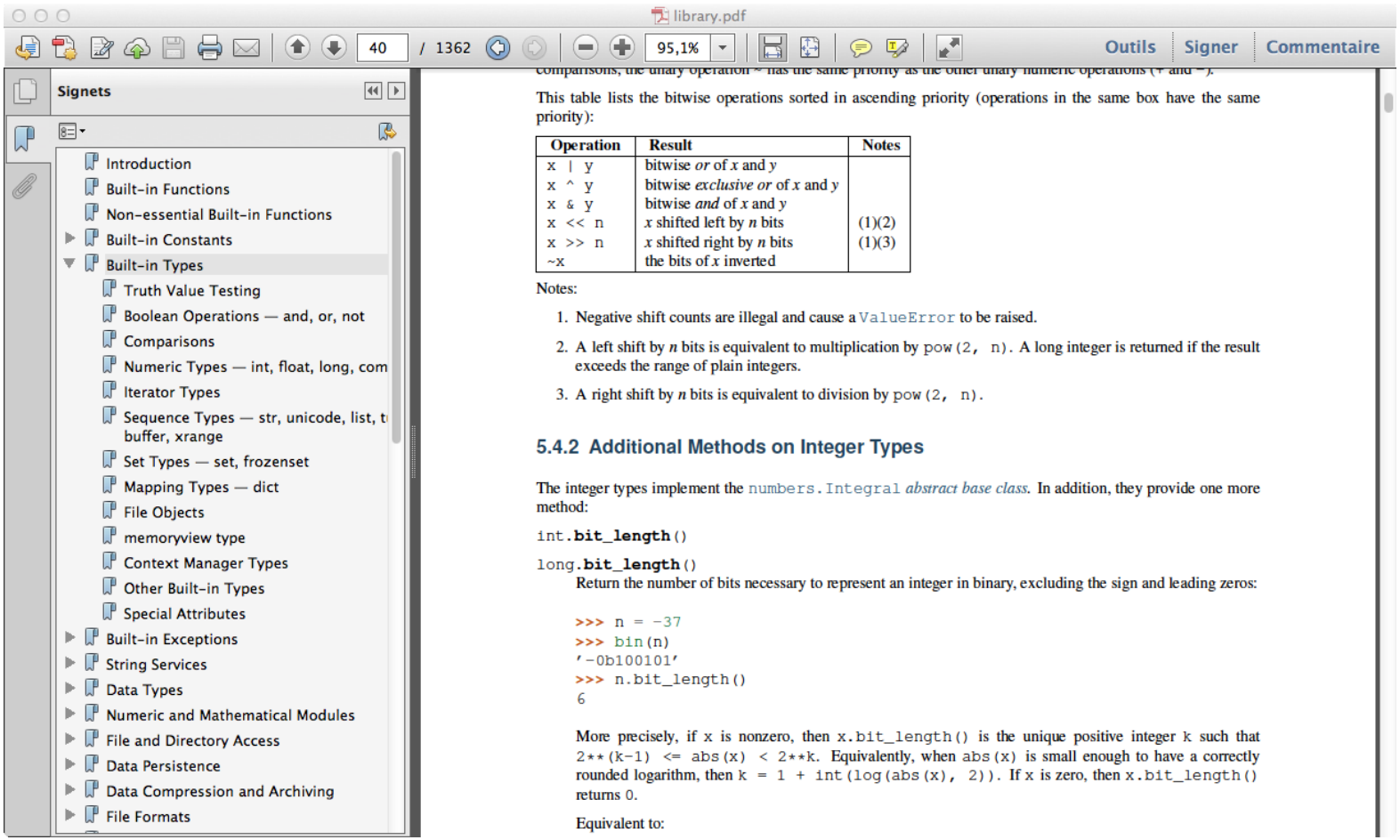
Documentation

Lire la documentation - Tutorial



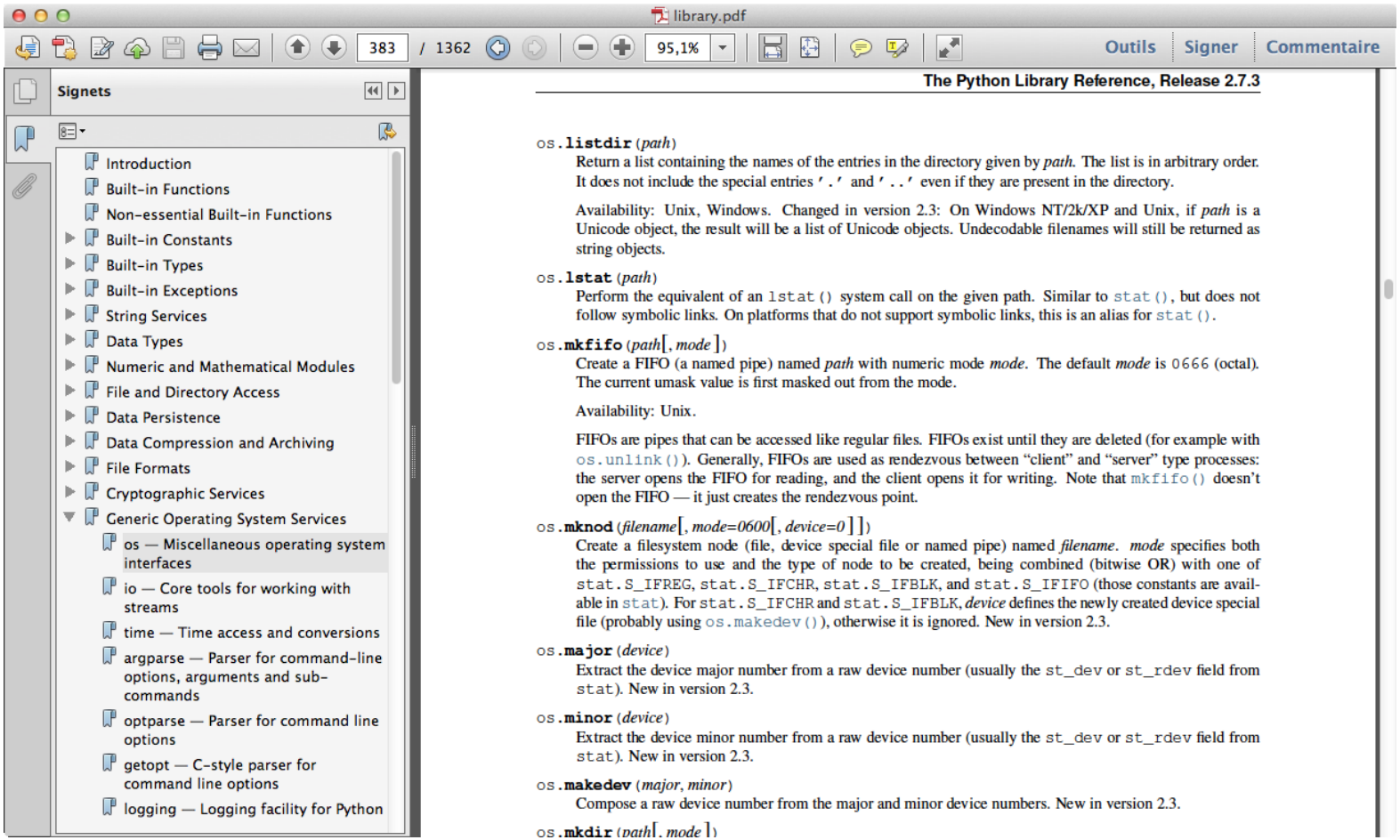
Documentation

Lire la documentation - Library reference



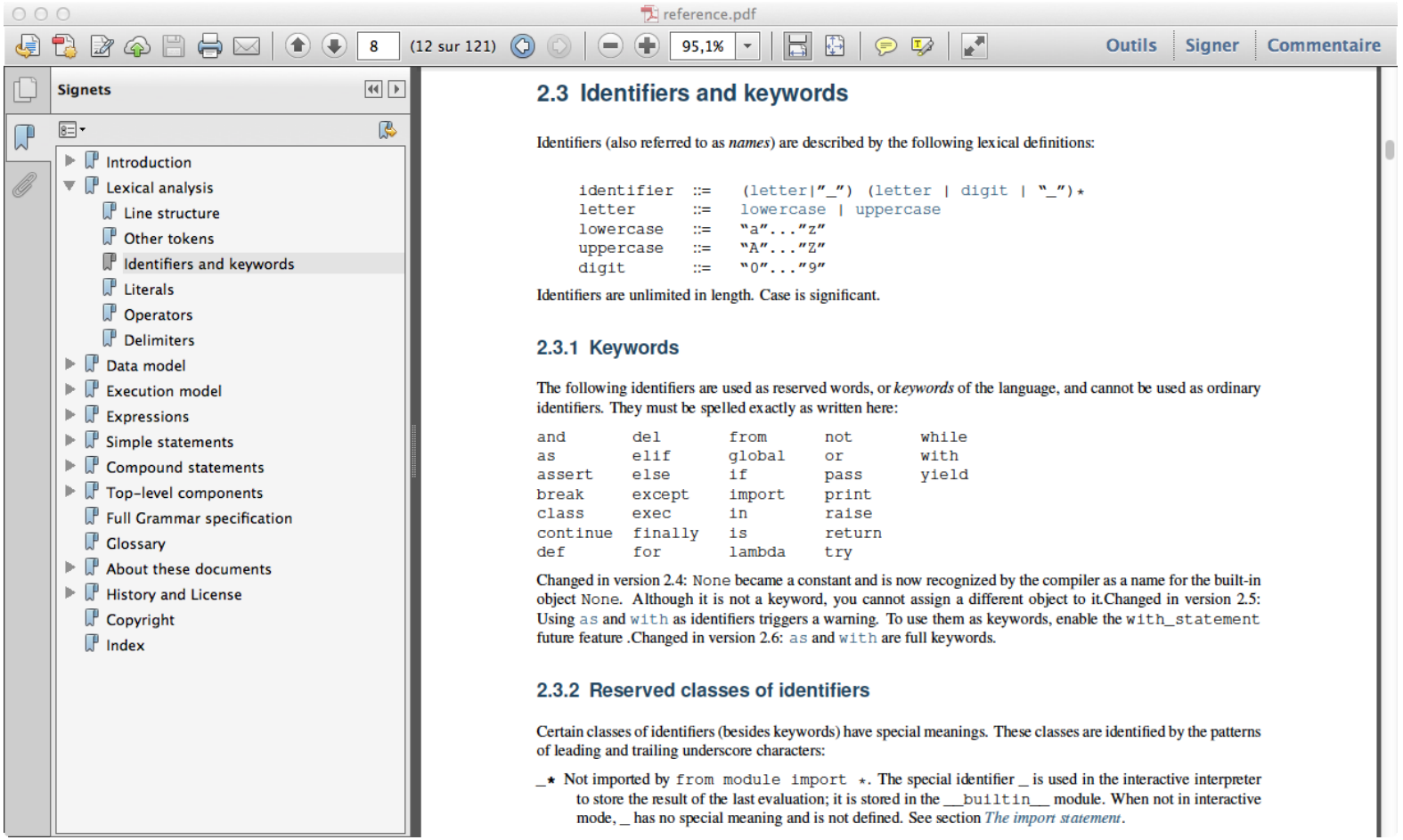
Documentation

Lire la documentation - Library reference



Documentation

Lire la documentation - Language reference

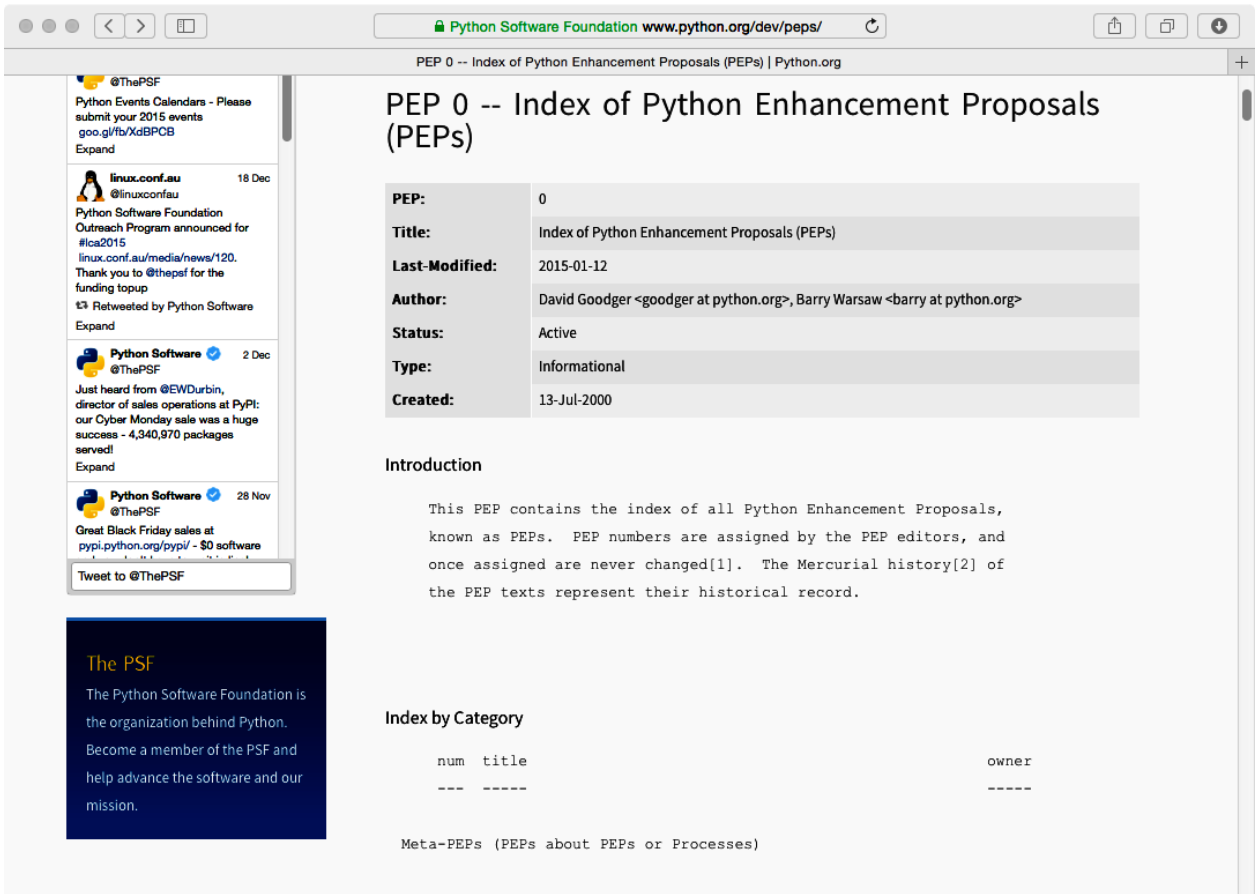


p. ex. grammaire sous forme de Backus-Naur (BNF)

Python Enhancements Proposals

PEPs

Propositions et conseils pour l'utilisation et l'amélioration du langage.



Installation

- Téléchargement sous `www.python.org` pour les OS courants : Windows, Linux, Mac.
- 32 bits vs 64 bits :
  - Performances vs compatibilités bibliothèques (paquets)
  - Problèmes de configuration des compilateurs (gcc).
- Autres distributions : Enthought Canopy, pythonXY, Anaconda, WinPython, ...
- Implémentations alternatives :
  - Langage identique mais implémentation différentes permet par exemple : d'interfacer du java facilement (Jython), d'être plus performant pour les calculs avec un compilateur JIT (Pypy)...

Installation

Python 2.7 vs 3.x

- 2.7 : figée.
- 3.x : présent et futur :
  - *better Unicode support*
  - Quelques inconsistences du langage (ex print 'a' vs print('a')).
  - Résultats de la division des entiers (1/2 : 2.x, = 0 ; 3.x, = 0.5).
  - ...
- Peut poser des problèmes :
  - Paquets portées sur 3.x ?
  - Compatibilité 64 bits ?

Outline



Type de base

- **Nombres** : entiers (int, long), réels (float), complex (complex), booléens (bool).
- **Séquences** : Chaînes de caractères (str), bytes (bytes), listes (list), tuples (tuple), dictionnaires (dict), ensembles (set),

Nombres

Entiers

- Attention à la division entière en 2.7.

```
>>> a = 1
>>> b = 2
>>> c = a / b
>>> print(c)
0
```

Nombres

Réels

- Utilisation du point pour passer en réels.
- 'type()' indique le type d'une variable.

```
>>> a = 1.0
>>> b = 2.
>>> c = a / b
>>> print(c)
0.5
>>> print(type(c))
<class 'float'>
```

Nombres

Entiers long vs court (python 2.7

- Suffixe 'L' pour indiquer un passage en entier long.
- long n'existe plus en 3.x

```
>>> a = 2 ** 30
>>> b = 2 ** 31
>>> a
1073741824
>>> b
2147483648L
>>> print(b)
2147483648
>>> type(a)
<type 'int'>
>>> type(b)
<type 'long'>
>>> c = 12345L
>>> type(c)
<type 'long'>
```

Nombres

Réels notations scientifiques

- Notation scientifique de type signe, mantisse et exposant.

```
>>> a = 1.234e100
>>> a
1.234e+100
>>> type(a)
<class 'float'>
```

Nombres

Complexes

- z = x + yj (complex)
- Attention à la syntaxe.
- Génère une erreur (*exception*) de type "NameError".
- '_' variable courante (cf. *ans* matlab)

```
>>> a = 1 + 2j
>>> type(a)
<class 'complex'>
>>> a = 1 + j
Traceback (most recent call last):
  File " <stdin>", line 1, in <module>
NameError: name 'j' is not defined
>>> 123.456j
123.456j
>>> type(_)
<class 'complex'>
>>> a = 1 + 1j
>>> b = 2 + 3j
>>> c = a + b
>>> print(c)
(3+4j)
```

Nombres

Booléens

- True, False (bool)
- Attention aux résultats des opérations sur les booléens.
- + donne un int
- Opérateurs booléens spécifiques.

```
>>> a = True
>>> type(a)
<class 'bool'>
>>> b = False
>>> c = a + b
>>> print(c)
1
>>> type(c)
<class 'int'>
>>> c = a * b
>>> print(c)
0
>>> c = a & b
>>> print(c)
False
>>> c = a | b
>>> print(c)
True
```

Nombres

Opérateurs

- Redéfinition des opérateurs selon les types.
- Pour les règles de priorités, cf 'language reference'.
- Bitwise operations on integer, cf 'language reference'.

entiers	+	addition	-	substraction
	*	multiplication	/	division
	%	modulo	//	floor division
	**	power		
	«	shifting left	»	shifting right
réels	idem entiers hors shifting et bitwise op.			
complexes	idem réels			
booléens	&, and	and	|, or	or
	^	xor	not	not

Nombres

Opérateurs de comparaisons

Comparaisons > , < , >=, <=, ==
<>, != (mieux, version C)
in, not in (sequence)
is, is not (objet)

```
>>> a = 1
>>> a in [0, 1, 2]
True
>>> b = 2
>>> a is b
False
>>> a is 1
True
>>> c = a
>>> a is c
True
>>> 0 < a <= 2
True
```

Nombres

Typage explicite, conversion de type

- possibilité de typer explicitement avec la fonction associée au type voulue : int(), float() ...
- conversion, implicite pour certaines opérations.

```
>>> a = float(9)
>>> type(a)
<class 'float'>
>>> c = 1 / a
>>> print(c)
0.111111111111
>>> b = 9
>>> c = 1 / float(b)
>>> print(c)
0.111111111111
>>> d = complex(1, 2)
>>> print(d)
(1+2j)
>>> print(str(d))
(1+2j)
```

Nombres et Caractères

Binary, Hexadecimal, Octal, Character, Unicode Character

- binary (0b) (bin), hexadecimal (0x) (hex), octal (0c) (oct)
- character ascii + unicode (chr) (< 0x10FFFF)

```
>>> a = 0x597d
>>> print(a)
22909
>>> a = 0b0101
>>> print(a)
5
>>> a = chr(42)
>>> print(a)
*
>>> b = chr(0x597D)
>>> print(b)
chinese symbol ni
>>> a = bin(22909)
>>> print(a)
0b101100101111101
>>> type(a)
<class 'str'>
```

Séquences

Chaînes de caractères

- Texte délimité par ' ' ou " " (str)
- La chaîne de caractère a une longueur (len)

```
>>> a = 'abc'
>>> type(a)
<class 'str'>
>>> b = "def"
>>> c = a + b
>>> c
'abcdef'
>>> len(c)
6
```

Séquences

Chaînes de caractères

- Alternance des single/double quote.
- Caractères spéciaux à la C.

```
>>> a = "1. Bisque de pigeonneaux\n\t Prenez vos pigeonneaux apres qu'ils
seront bien nettoyez\n\t&'Troussez', faites les blanchir, \n\t& Les " +
'"empottez" avec un petit brin de fines herbes'
>>> print(a)
1. Bisque de pigeonneaux
    Prenez vos pigeonneaux apres qu'ils seront bien nettoyez
    & 'Troussez', faites les blanchir,
    & Les "empottez" avec un petit brin de fines herbes
```

Séquences

Chaînes de caractères

- forme multiligne """ """ ou ''' ''' (! caractères spéciaux).
- Représentation (repr) différente de (str).

```
>>> a = """1. Bisque de pigeonneaux\n
... \tPrenez vos pigeonneaux apres qu'ils seront bien nettoyez\n
...     & 'Troussez', faites les blanchir,
...     & Les "empottez" avec un petit brun de fines herbes
... """
>>> print(a)
1. Bisque de pigeonneaux

    Prenez vos pigeonneaux apres qu'ils seront bien nettoyez

    & 'Troussez', faites les blanchir,
    & Les "empottez" avec un petit brun de fines herbes
>>> repr(a)
'\'1. Bisque de pigeonneaux\\n\\n\\t\\tPrenez vos pigeonneaux apres qu\\\'
ils seront bien nettoyez\\n\\n\\t& \\\'Troussez\\\', faites les blanchir,\
\n\\t& Les "empottez" avec un petit brun de fines herbes\\n\''
>>> str(a)
"1. Bisque de pigeonneaux\n\n\tPrenez vos pigeonneaux apres qu'ils seront bien
nettoyez\n\n    & 'Troussez', faites les blanchir, \n    & Les "empottez" avec
un petit brun de fines herbes"
```

Séquences

Chaînes de caractères

- forme brute (r" " ou r' ' ou r""" """ ou r''' ''')
- forme unicode (" " ou u" " ou u' ' ou u""" """ ou u''' ''')

```
>>> a = r"Potage de santé\n\tLe potage de santé se fait de chapons..."
>>> print(a)
Potage de santé\n\tLe potage de santé se fait de chapons...
>>> repr(a)
"'Potage de sant\\xc3\\xa9\\\\n\\\\tLe potage de sant\\xc3\\xa9 se fait
de chapons...'"
>>> a = u"Potage de santé\n\tLe potage de santé se fait de chapons..."
>>> print(a)
Potage de santé
    Le potage de santé se fait de chapons...
>>> repr(a)
"'Potage de sant\\xe9\\n\\tLe potage de sant\\xe9 se fait de chapons...
'"
>>> print("\u4F60\u597D")
```

你好

Séquences

Chaînes de bytes

- Distinction entre chaîne de charactère et chaîne de bytes. (Python3.x)

```
>>> a = 'abcd'
>>> a.encode('utf8')
b'abcd'
>>> a.encode('ascii')
b'abcd'
>>> b = a.encode('utf32')
>>> print(b)
b'\xff\xfe\x00\x00a\x00\x00\x00b\x00\x00\x00c\x00\x00\x00d\x00\x00'
>>> c = b.decode('utf32')
>>> print(c)
abcdef
```

Séquences

Listes

- Listes d'éléments ([,], list)
- Longueur n (len)
- Accès aux élément : indices de 0 à $n-1$

```
>>> a = [1, 2, 3]
>>> type(a)
<class 'list'>
>>> len(a)
3
>>> b = ['abc', 'de', 'fghij']
>>> len(b)
3
>>> c = a + b
>>> print(c)
[1, 2, 3, 'abc', 'de', 'fghij']
>>> c[0]
1
>>> c[5]
'fghij'
```

Séquences

Listes

- découpage, slicing (:, i:, :j, i:j, i:j:k, slice(i,j,k))
- Indices négatifs de -1 à $-n$ permettent de parcourir en partant par la fin.

```
>>> a = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> a[:]
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> a[3:]
[4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> a[:3]
[1, 2, 3]
>>> a[2:2+4] # a[2:6]
[3, 4, 5, 6]
>>> a[2:6:2]
[3, 5]
>>> s = slice(2, 6, 2)
>>> a[s]
[3, 5]
>>> a[-1]
9
>>> a[-9]
1
```

Séquences

Listes

- Imbrications, nested.
- Attention aux erreurs d'indexation, les listes Python ne sont pas des matrices à la Matlab.

```
>>> a = [[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
>>> a
[[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
>>> len(a)
2
>>> a[0]
[1, 2, 3]
>>> a[0][0]
1
>>> a[0, 0]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: list indices must be integers, not tuple
```

Séquences

Tuples

- Couple, triplet, n-uplet, plus généralement tuple ((,), tuple)
- Ce sont des séquences (de même que les types str, bytes, list, tuple, buffer, xrange) : même indexation que les listes.

```
>>> couple = ('papa', 'maman')
>>> type(couple)
<class 'tuple'>
>>> couple[0]
'papa'
>>> a = ('bob', 'alice')
>>> b = ('pierre', 'paul')
>>> c = a + b
>>> print(c)
('bob', 'alice', 'pierre', 'paul')
```

Séquences

Tuples

- Taille fixe immuable (immutable en anglais).
- Pratique pour le passage de paramètres de taille fixe.
- Affectation multiple implicite.
- On ne peut pas changer les valeurs des tuples.

```
>>> papa = 'bob'
>>> maman = 'alice'
>>> couple = (papa, maman)
>>> print(couple)
'bob', 'alice'
>>> couple = (papa, maman) = ('bob', 'alice')
>>> couple = papa, maman = 'bob', 'alice'
>>> couple[0] = 'robert'
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

Séquences

Tuples

- Attention : couples immuables, listes muables

```
>>> address = '0001'
>>> instr = '011'
>>> code1 = (instr, address)
>>> code2 = ('100', '0010')
>>> code3 = ('110', '0011')
>>> code4 = ('010', '0001')
>>> prog = [code1, code2, code3]
>>> prog.append(code4)
>>> print(progr)
[('011', '0001'), ('100', '0010'), ('110', '0011'), ('010', '0001')]
```

Séquences

Tuples

- Exemple de liste de couples.

```
>>> name = 'abc'
>>> value = 123
>>> entry1 = (name, value)
>>> entry2 = ('def', 234)
>>> dictionary = [entry1, entry2]
>>> dictionary.append(('efg', 345))
>>> print(dictionary)
[('abc', 123), ('def', 234), ('efg', 345)]
```

Séquences

Dictionnaires

- Dictionnaires (dict)
- key (str): value

```
>>> d = {'abc': 123, 'def': 234}
>>> type(d)
<class 'dict'>
>>> print(d)
{'abc': 123, 'def': 234}
>>> d['abc']
123
>>> for key in d:
...   print((key, d[key]))
...
('abc', 123)
('def', 234)
```

Séquences

Ensemble

- Ensemble ({ , }, set)
- Collections d'éléments uniques non ordonnés.
- Opération ensemblistes (add, discard, union, intersect, . . .)

```
>>> E = {1, 2, 3}
>>> type(E)
<class 'set'>
>>> print(E)
set([1, 2, 3])
>>> E[0]
... TypeError: 'set' object does not support indexing
>>> F = {1, 2, 3, 2, 1, 4, 1, -1}
>>> F
set([1, 2, 3, 4, -1])
>>> a = 1
>>> a in F
True
>>> G = E + F
... TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'set' and 'set'
>>> E.intersection(F)
set([1, 2, 3])
>>> E.add(-10)
>>> print(E)
set([1, 2, 3, -10])
```

Séquences

Résumé

- Chaîne de caractères " " ou ' '
- Liste [,]
- Tuple (,)
- Dictionnaire {": , ": }
- Ensemble { , }

Syntaxe

- Fonctions prédéfinies, 'Builtin' Functions
- Structures de contrôles
- Fonctions
- Objets et Classes

Syntaxe

Fonctions prédéfinies

- Built-in Functions : fonctions de base du langage.

abs()	divmod()	input()	open()	staticmethod()
all()	enumerate()	int()	ord()	str()
any()	eval()	isinstance()	pow()	sum()
basestring()	execfile()	issubclass()	print()	super()
bin()	file()	iter()	property()	tuple()
bool()	filter()	len()	range()	type()
bytearray()	float()	list()	raw_input()	unichr()
callable()	format()	locals()	reduce()	unicode()
chr()	frozenset()	long()	reload()	vars()
classmethod()	getattr()	map()	repr()	xrange()
cmp()	globals()	max()	reversed()	zip()
compile()	hasattr()	memoryview()	round()	__import__()
complex()	hash()	min()	set()	apply()
delattr()	help()	next()	setattr()	buffer()
dict()	hex()	object()	slice()	coerce()
dir()	id()	oct()	sorted()	intern()

Syntaxe

Fonctions prédéfinies

- Built-in Functions : fonctions de base du langage.

abs()	divmod()	input()	open()	staticmethod()
all()	enumerate()	int()	ord()	str()
any()	eval()	isinstance()	pow()	sum()
basestring()	execfile()	issubclass()	print()	super()
bin()	file()	iter()	property()	tuple()
bool()	filter()	len()	range()	type()
bytearray()	float()	list()	raw_input()	unichr()
callable()	format()	locals()	reduce()	unicode()
chr()	frozenset()	long()	reload()	vars()
classmethod()	getattr()	map()	repr()	xrange()
cmp()	globals()	max()	reversed()	zip()
compile()	hasattr()	memoryview()	round()	__import__()
complex()	hash()	min()	set()	apply()
delattr()	help()	next()	setattr()	buffer()
dict()	hex()	object()	slice()	coerce()
dir()	id()	oct()	sorted()	intern()

déjà rencontrées

Syntaxe

Fonctions prédéfinies

- Built-in Functions : fonctions de base du langage.

abs()	divmod()	input()	open()	staticmethod()
all()	enumerate()	int()	ord()	str()
any()	eval()	isinstance()	pow()	sum()
basestring()	execfile()	issubclass()	print()	super()
bin()	file()	iter()	property()	tuple()
bool()	filter()	len()	range()	type()
bytearray()	float()	list()	raw_input()	unichr()
callable()	format()	locals()	reduce()	unicode()
chr()	frozenset()	long()	reload()	vars()
classmethod()	getattr()	map()	repr()	xrange()
cmp()	globals()	max()	reversed()	zip()
compile()	hasattr()	memoryview()	round()	__import__()
complex()	hash()	min()	set()	apply()
delattr()	help()	next()	setattr()	buffer()
dict()	hex()	object()	slice()	coerce()
dir()	id()	oct()	sorted()	intern()

abordées tôt ou tard

Syntaxe

Structure de contrôle

- **blocs conditionnels** : if else
- **boucles conditionnelles** : while
- **boucles** : for in
- **gestion d'exceptions** : try except

Syntaxe

Structure de contrôle - if else

- blocs conditionnels : if else
- ':' et indentation suivie d'un bloc d'instruction.

```
>>> a = 1
>>> if (a == 1):
...     print("a vaut 1")
... else:
...     print("a ne vaut pas 1")
...
a vaut 1
```

Syntaxe

Indentation

- Pour l'indentation dans un fichier, il est conseillé d'utiliser 4 espaces plutôt qu'une tabulation.
- Possibilité de régler ces paramètres dans les éditeurs de texte : tabulation souple émulée avec des espaces ('soft tab' with 4 spaces vs 'hard tab').

```
if (a == 1):
    print("a vaut 1")
else:
    print("a ne vaut pas 1")
```

Syntaxe

Structure de contrôle - if elif else

- blocs conditionnels : if elif else

```
>>> a = 2
>>> if (a == 1):
...     print("a vaut 1")
... elif a == 2:
...     print("a vaut 2")
... elif a == 3:
...     print("a vaut 3")
... else:
...     print("a ne vaut ni 1 ni 2 ni 3")
...
a vaut 2
```

cf matlab (if elseif else end, switch case otherwise end)

Syntaxe

Structure de contrôle - if elif else

- blocs conditionnels : if elif else

```
>>> a = "green"
>>> if (a is "green"):
...     print("00FF00")
... elif (a == "red"):
...     print("FF0000")
... elif (a is "blue"):
...     print("0000FF")
... else:
...     print("Unknown color")
...
00FF00
```

cf matlab (if elseif else end, switch case otherwise end)

Syntaxe

Structure de contrôle - while

- boucles conditionnelles : while

```
>>> question = "Voulez-vous continuer ? (o, oui, O, OUI) "
>>> cond = True
>>> reponseOK = {"o", "O", "oui", "OUI"}
>>> i = 0
>>> while cond:
...     i += 1
...     print(str(i) + " fois")
...     answer = input(question)
...     if (answer in reponseOK):
...         cond = True
...     else:
...         cond = False
...
1 fois
Voulez-vous continuer ? (o, oui, O, OUI) 'o'
2 fois
Voulez-vous continuer ? (o, oui, O, OUI) 'oui'
3 fois
Voulez-vous continuer ? (o, oui, O, OUI) 'non'
>>>
```

Syntaxe

Structure de contrôle - for

- boucles : for in :
- Dans 'language reference' :
  for_stmt ::= "for" target_list "in" expression_list ":" suite
  ["else" ":" suite]

```
>>> for i in [0, 1, 2, 3]:
...     print(i)
...
0
1
2
3
```

Syntaxe

Structure de contrôle - for

- une étendue (range) de $[0, n[$: range(n)
- $[i, i + k, \ldots, j[$: range(i, j, k)

```
>>> for i in range(4):
...     print(i)
...
0
1
2
3
```

```
>>> x = [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> x[range(1, 5, 2)]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: list indices must be integers, not list
>>> x[slice(1, 5, 2)]
[1, 3]
>>> range(1, 5, 2)
[1, 3]
>>> slice(1, 5, 2)
slice(1, 5, 2)
```

Syntaxe

Structure de contrôle - for

- boucles : for

```
>>> for (i, j) in [(1, 2), (2, 3), (3, 4)]:
...     print((i,j))
...
(1, 2)
(2, 3)
(3, 4)
```

```
>>> for [i, j] in [[1, 2], [2, 3], [3, 4]]:
...     print([i, j])
...
[1, 2]
[2, 3]
[3, 4]
```

Syntaxe

Structure de contrôle - break, continue

- possibilité de break et continue.

```
>>> for i in range(10):
...     if (i % 2 == 0):
...         continue
...     if (i == 9):
...         break
...     print(i)
...
1
3
5
7
```

Syntaxe

Structure de contrôle - try except

- Gestion des erreurs ou exceptions : try except

```
>>> a = "abc"
>>> a += 1
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: cannot concatenate 'str' and 'int' objects
```

```
>>> a = 'abc'
>>> try:
...     a += 1
... except :
...     print("problem" )
...
problem
```

Syntaxe

Structure de contrôle - try except else finally

- Gestion des erreurs ou exceptions : try except else finally

```
>>> a = 'abc'
>>> try:
...     a += 1
... except IOError as e :
...     print("problem entrées sorties : " + str(e))
... except TypeError as e :
...     print("problem de types : " + str(e))
... finally:
...     print("Avec ou sans erreurs, on continue")
problem de types : cannot concatenate 'str' and 'int' objects
Avec ou sans erreurs, on continue
```

```
>>> a = 1
>>> try:
...     a += 1
... except IOError as e :
...     print("problem entrées sorties : " + str(e))
... except TypeError as e :
...     print("problem de types : " + str(e))
... else:
...     print("a = " + str(a))
... finally:
...     print("Avec ou sans erreurs, on continue")
a = 2
Avec ou sans erreurs, on continue
```

Syntaxe

Fonctions - Définition d'une fonction

- définition d'une fonction : "def" funcname "(" [parameter_list] ")" ":" suite
- indentation nécessaire pour le bloc d'instructions.

```
>>> def sayHello():
...     print("Hello")
...
>>> sayHello()
Hello
```




Syntaxe

Fonctions - passage de paramètres obligatoires

- Les arguments (dit args) sont définis entre parenthèse.
- args : obligatoires et ordonnés

```
>>> def sayHello(titre, prenom, nom):
...     print("Hello " + str(titre) + " " + str(prenom) + " " + str(nom))
...
>>> sayHello("détective privé de classe R", "John", "Difool")
Hello détective privé de classe R John Difool
```

```
>>> sayHello()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: sayHello() takes exactly 3 arguments (0 given)
```

Syntaxe

Fonctions - passage de paramètres optionnels

- arguments mots clés (keywords arguments dits kwargs) non obligatoires.
- args avant les kwargs
- kwargs : optionnels et non ordonnés

```
>>> def sayHello(titre, prenom="", nom=""):
...     print("Hello " + str(titre) + " " + str(prenom) + " " + str(nom))
...
>>> sayHello("old")
Hello old
>>> sayHello("old", prenom="Nick")
Hello old Nick
>>> sayHello("old", "Tom", "Bombadil")
Hello old Tom Bombadil
>>> sayHello("old", nom="Bombadil", prenom="Tom")
Hello old Tom Bombadil
>>> sayHello(nom="Bombadil")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: sayHello() takes at least 1 argument (1 given)
>>> sayHello("old", nom="Bombadil", "Tom")
  File "<stdin>", line 1
SyntaxError: non-keyword arg after keyword arg
```

Syntaxe

Fonctions - renvoi de valeurs

- renvoi de valeurs : return

```
>>> def fun(x):
...     y = 2 * x
...     return y
...
>>> fun(3)
6
```

```
>>> def fun(x):
...     y1 = x
...     y2 = 2 * x
...     y3 = 3 * x
...     name = "1, 2, 3 * " + str(x) + " = "
...     return name, y1, y2, y3 # the tuple (name, y1, y2, y3)
...
>>> fun(3)
('1, 2, 3 * 3 = ', 3, 6, 9)
>>> (name, y1, y2, y3) = fun(3)
>>> name, y1, y2, y3 = fun(3)
```

Syntaxe

Fonctions - autres spécificités

- bloc vide : pass
- None values
- variables de fonctions

```
>>> def fonctionQuiNeFaitRienEtQuiAUnNomHorribleMaisDescriptif(x):
...     pass
...
>>> def fonctionQuiNeFaitRienEtQuiAUnNomHorribleMaisDescriptif(x):
...     return
...
>>> def fonctionQuiNeFaitRienEtQuiAUnNomHorribleMaisDescriptif(x):
...     return None
...
>>> a = fonctionQuiNeFaitRienEtQuiAUnNomHorribleMaisDescriptif(3)
>>> a == None
True
>>> pfff = fonctionQuiNeFaitRienEtQuiAUnNomHorribleMaisDescriptif
>>> pfff(1)
>>> pfff("abc")
>>> pfff
<function fonctionQuiNeFaitRienEtQuiAUnNomHorribleMaisDescriptif at 0x2d49b0>
```

Syntaxe

Objets - Notion de programmation orientée objet

- Un objet possède :
  - des propriétés ou attributs, variables spécifiques à l'objet.
  - des méthodes, fonctions qui permettent de communiquer entre objets ou avec l'extérieur.
- Un objet appartient à une classe: *Un objet est une instance de classe.*
- Les propriétés et méthodes sont définies dans la classe.

```
3 canards : riri, fifi, loulou

classe Canard :
propriétés, attributs : 2 pattes, 2 ailes, état d'activité
méthodes : manger, chanter, ne rien faire.

Canard :
 à 2 pattes
 à 2 ailes
 status par défaut : ne fais rien

 mange(aliments)
  vérification aliments : herbivore, carnivore occasionnel

 chante()
```

Syntaxe

Objets : définition en Python

- Définition d'une nouvelle : "class" classname ":" suite
- propriétés : variables avec une valeur par défaut.
- méthodes : fonctions avec le premier argument l'objet lui même par convention 'self'

```
>>> class Canard:
...     pattes = 2
...     ailes = 2
...     status = "en attente"
...     def mange(self, aliment):
...         self.status = "mange"
...         if aliment in {"grain", "feuille", "fleur", "tige", "racine"}:
...             print("miam")
...         elif aliment in {"ver", "insecte", "friture"}:
...             print("j'avais faim")
...         else :
...             print("non merci")
...     def chante(self):
...         self.status = "chante"
...         print("couin couin")
...     def espere(self):
...         self.status = "en attente"
...         return 0
...
```

Syntaxe

Objets : définition en Python

- `__init__` : création lors de l'instanciation. Il est conseillé d'initialiser les attributs dans ce bloc.

```
>>> class Canard:
...     def __init__(self):
...         self.pattes = 2
...         self.ailes = 2
...         self.status = "en attente"
...
```

Syntaxe

Objets : instanciation et usage

- instanciation : objet = Classname()
- propriétés obtenues par : objet.property (cf structure en C)
- méthodes obtenues par : objet.method(argument)

```
>>> riri = Canard()
>>> riri
<__main__.Canard instance at 0x2c8760>
>>> fifi = Canard()
>>> loulou = Canard()
>>> riri.ailes
2
>>> riri.status
en attente
>>> riri.chante()
couin couin
>>> loulou.mange("grain")
miam
>>> riri.status, loulou.status, fifi.status
('chante', 'mange', 'en attente')
>>> fifi.espere()
0
>>> dir(riri)
[..., 'ailes', 'chante', 'espere', 'mange', 'pattes',
'status']
```

Syntaxe

Objets : exemple avec des nombres

- En python toutes les variables sont des objets.

```
>>> a = 123
>>> dir(a)
['__abs__', '__add__', '__and__', '__bool__', '__ceil__', '__class__',
'__delattr__', '__dir__', '__divmod__', '__doc__', '__eq__', '__float__',
'__floor__', '__floordiv__', '__format__', '__ge__', '__getattribute__',
'__getnewargs__', '__gt__', '__hash__', '__index__', '__init__', '__int__',
'__invert__', '__le__', '__lshift__', '__lt__', '__mod__', '__mul__', '__ne__',
'__neg__', '__new__', '__or__', '__pos__', '__pow__', '__radd__', '__rand__',
'__rdivmod__', '__reduce__', '__reduce_ex__', '__repr__', '__rfloordiv__',
'__rlshift__', '__rmod__', '__rmul__', '__ror__', '__round__', '__rpow__',
'__rrshift__', '__rshift__', '__rsub__', '__rtruediv__', '__rxor__',
'__setattr__', '__sizeof__', '__str__', '__sub__', '__subclasshook__',
'__truediv__', '__trunc__', '__xor__', 'bit_length', 'conjugate', 'denominator',
'from_bytes', 'imag', 'numerator', 'real', 'to_bytes']
>>> type(a)
<class 'int'>
>>> a.real
123
>>> a.bit_length()
7
```

Syntaxe

Objets : exemple avec les listes et les tuples

```
>>> a = [1, 2, 3, 1, 2]
>>> dir(a)
[..., 'append', 'clear', 'copy', 'count', 'extend', 'index', 'insert', 'pop',
'remove', 'reverse', 'sort']
>>> type(a)
<class 'list'>
>>> a.append(3)
>>> a
[1, 2, 3, 1, 2, 3]
>>> a.pop()
>>> a
[1, 2, 3, 1, 2]
```

```
>>> a = (1, 2, 3, 1, 2)
>>> dir(a)
[..., 'count', 'index']
>>> type(a)
<class 'tuple'>
>>> a.count(1)
2
>>> a.index(1)
0
```

Syntaxe

Objets : exemple avec les chaînes de caractères

```
>>> a = "abc.def"
>>> dir(a)
[..., 'capitalize', 'casefold', 'center', 'count', 'encode', 'endswith',
'expandtabs', 'find', 'format', 'format_map', 'index', 'isalnum', 'isalpha',
'isdecimal', 'isdigit', 'isidentifier', 'islower', 'isnumeric', 'isprintable',
'isspace', 'istitle', 'isupper', 'join', 'ljust', 'lower', 'lstrip',
'maketrans', 'partition', 'replace', 'rfind', 'rindex', 'rjust', 'rpartition',
'rsplit', 'rstrip', 'split', 'splitlines', 'startswith', 'strip', 'swapcase',
'title', 'translate', 'upper', 'zfill']
>>> a.upper()
ABC.DEF
>>> a.index('.')
3
>>> (head, sep, tail) = a.partition('.')
('abc', '.', 'def')
>>> (head, sep, tail) = a.partition('.')
>>> head
'abc'
```




Module

Exécution dans le shell

- Enregistrement du code dans un fichier module1.py
- Contient des définitions des classes ou de fonctions, des scripts, une documentation (docstring).
- Exécution du code dans le shell : python module1.py

```
def f1(x):
    y = 10 * x
    return y
def f2(x):
    y = 100 * x
    return y
x = 3
y1 = f1(x)
y2 = f2(x)
print("(x, y1, y2) : " + str((x, y1, y2)))
```

```
~/python/example/module> python module1.py
(x, y1, y2) : (3, 30, 300)
```

Module

Importation de code : import

- Importation du code dans la console ou dans un autre module : import
- Variante en modifiant l'espace de nom (namespace) : import ... as fun

```
import module1
x = 4
y1 = module1.f1(x)
y2 = module1.f2(x)
print("from import -> (x, y1, y2) : " + (x, y1, y2))
```

```
(x, y1, y2) : (3, 30, 300)
from import -> (x, y1, y2) : (4, 40, 400)
```

```
import moduleQuiAUnNomBeaucoupTropLong as myMod
x = 4
y1 = myMod.f1(x)
y2 = myMod.f2(x)
```

Module

Importation de code : import

- importation spécifique d'une ou plusieurs fonctions : from ... import (f1, f2) ; from ... import (f1 as fun1, f2 as fun2) ; from ... import f1 as fun1, f2 as fun2
- from ... import *

```
>>> from module1 import f1
>>> f1(5)
50
```

```
>>> from module1 import f1 as fois10
>>> fois10(5)
50
```

```
>>> from module1 import *
>>> dir()
[..., 'f1', 'f2', 'x', 'y1', 'y2']
```

```
>>> import module1
>>> dir()
[..., 'module1']
>>> type(module1)
<class 'module'>
>>> dir(module1)
[..., 'f1', 'f2', 'x', 'y1', 'y2']
```

Module

Espace : __name__

- attribut système : '__name__'

```
print("Affichage en import ou en exécution")
print("__name__ : " + str(__name__))

if (__name__ == "__main__"):
    print("Que si executé de l'extérieur")
```

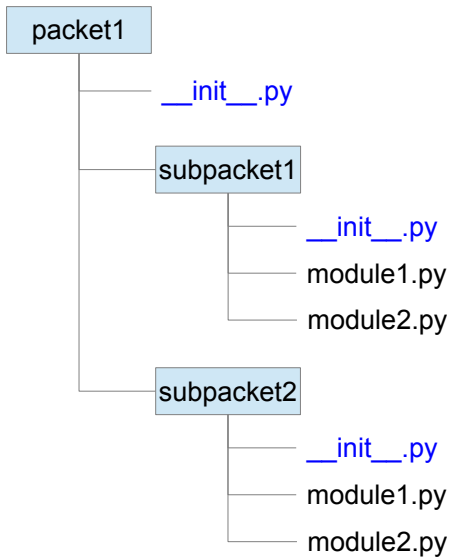
```
>>> import moduleMain
Affichage en import ou en exécution
__name__ : moduleMain
```

```
~/python/example/module> python moduleMain.py
Affichage en import ou en exécution
__name__ : __main__
```

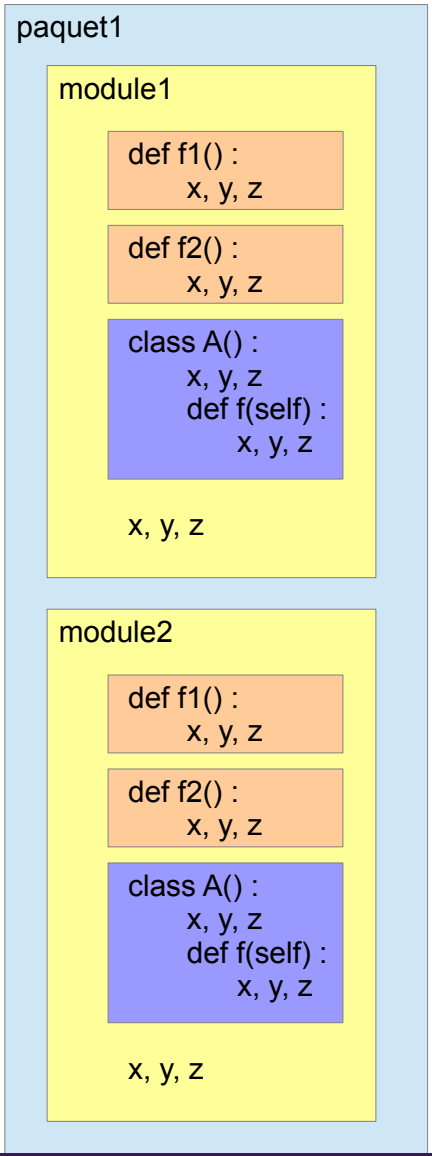
Paquet

- Un dossier contenant :
  - des modules
  - un fichier '__init__.py', vide ou non.
- possibilité de faire des sous-paquet.

```
>>> from packet1.subpacket1 import module1 as mod1
```



Portée



- paquet, module, def, class : chaque niveau à sa portée (scope).
- Attention à l'espace des noms (namespace) : par exemple, f1 est disponible dans module1 et module2.

```
>>> import paquet1
>>> x = 10
>>> a1 = paquet1.module1.A()
>>> a2 = paquet1.module2.A()
>>> a2.f()
>>> resF1 = paquet1.module1.f1(x)
>>> resF2 = paquet1.module2.f2(x)
>>> from paquet1.module1 import * # A EVITER
>>> resF1 = f1(x)
```

Standard library

- Un ensemble de paquets et modules sont déjà livrés avec Python (Battery included) : math, os, sys, datetime ...
- Avant de recoder quelque chose, vérifier si cela existe dans la documentation : 'The Python Library Reference'.

Exemple

Math

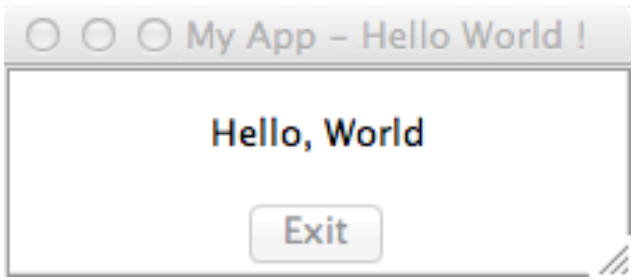
```
>>> import math
>>> dir(math)
['__doc__', '__file__', '__loader__', '__name__', '__package__', '__spec__',
'acos', 'acosh', 'asin', 'asinh', 'atan', 'atan2', 'atanh', 'ceil', 'copysign',
'cos', 'cosh', 'degrees', 'e', 'erf', 'erfc', 'exp', 'expm1', 'fabs',
'factorial', 'floor', 'fmod', 'frexp', 'fsum', 'gamma', 'gcd', 'hypot', 'inf',
'isclose', 'isfinite', 'isinf', 'isnan', 'ldexp', 'lgamma', 'log', 'log10',
'log1p', 'log2', 'modf', 'nan', 'pi', 'pow', 'radians', 'sin', 'sinh', 'sqrt',
'tan', 'tanh', 'trunc']
>>> math.cos(math.pi/3)
0.5000000000000001
```

Exemple

Graphical User Interface / GUI

- interface graphique pour Tk (tkinter), GTK (PyGTK), wxWidgets (wxPython), Qt (PyQt).

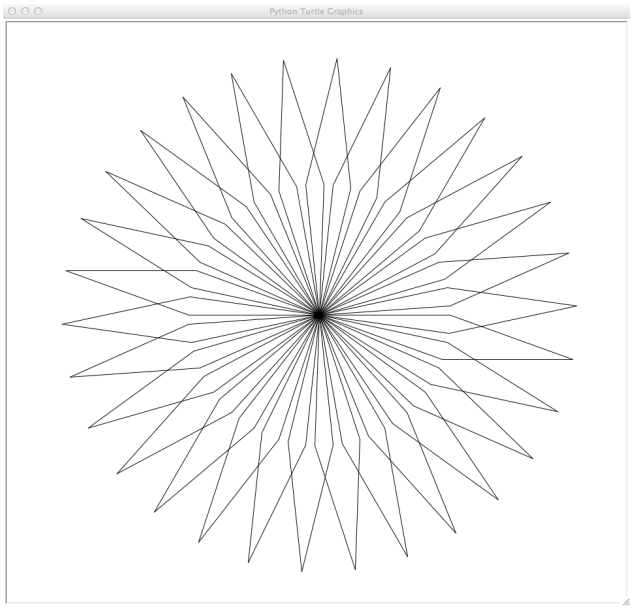
```
>>> import tkinter
>>> from tkinter.constants import *
>>> tk = tkinter.Tk()
>>> tk.title("My App - Hello World !")
>>> frame = tkinter.Frame(tk, relief=RIDGE, borderwidth=2)
>>> frame.pack(fill=BOTH,expand=1)
>>> label = tkinter.Label(frame, text="Hello, World")
>>> label.pack(fill=X, expand=1)
>>> button = tkinter.Button(frame,text="Exit",command=tk.destroy)
>>> button.pack(side=BOTTOM)
>>> tk.mainloop()
```



Exemple

Graphical User Interface / GUI

```
>>> import turtle
>>> for i in range(30):
...     turtle.forward(200)
...     turtle.rt(20)
...     turtle.forward(200)
...     turtle.rt(160)
...     turtle.forward(200)
...     turtle.rt(20)
...     turtle.forward(200)
...     turtle.rt(172)
...
```



Exemple

Base de données

```
>>> import sqlite3
>>> db = sqlite3.connect("myDB.sq3")
>>> cur = db.cursor()
>>> cur = cur.execute("CREATE TABLE membres
    (nom TEXT, prenom TEXT, institut TEXT)")
>>> cur = cur.execute("INSERT INTO membres(nom,prenom,institut)
    VALUES('Michel','Olivier','INPG')")
>>> cur = cur.execute("INSERT INTO membres(nom,prenom,institut)
    VALUES('Brossier','Jean-Marc','UJF')")
>>> cur = cur.execute("INSERT INTO membres(nom,prenom,institut)
    VALUES('Amblard','Pierre-Olivier','CNRS')")
>>> db.commit()
>>> cur = cur.execute("SELECT * FROM membres WHERE institut = 'CNRS'")
>>> list(cur)
[(u'Amblard', u'Pierre-Olivier', u'CNRS')]
>>> db.close()
```

Documentation

docstrings

- Commentaires : ligne qui commence par #
- Texte de documentation (Docstring): *Une chaîne de caractère qui apparaît comme première expression dans un module, une fonction ou une classe.*
- """ """ recommandé (see PEP257 : `http://www.python.org/dev/peps/pep-0257/`)

```
def times(x, y):
    """
    Multiply x by y

    Compute z = x * y

    Input parameters
    x and y, any numbers

    Output parameters
    z

    Copyright 2013 G. Becq, Gipsa-lab, UMR 5216, CNRS.
    """
    return x * y
```

Documentation

docstrings – exemple

- Première ligne est un résumé suivi d'une ligne vide.
- Première ligne vide et indentation seront effacées.

```
# -*- encoding:utf-8 -*-
"""
Module pour tester les docstrings.

Contient deux fonctions et une classe.
Ne fait rien.

Copyright 2013 G. Becq, Gipsa-lab, UMR 5216, CNRS.
"""

def fun1():
    """
    fun1 c'est bien.

    Fonction sans parametres
    Ne fait rien.
    """
    print("blah blah")
    """
    Ce texte ne sera pas visible
    """
    print("blah blah")
    "Ce texte non plus, les declarations vides non plus"
    1
```

Documentation

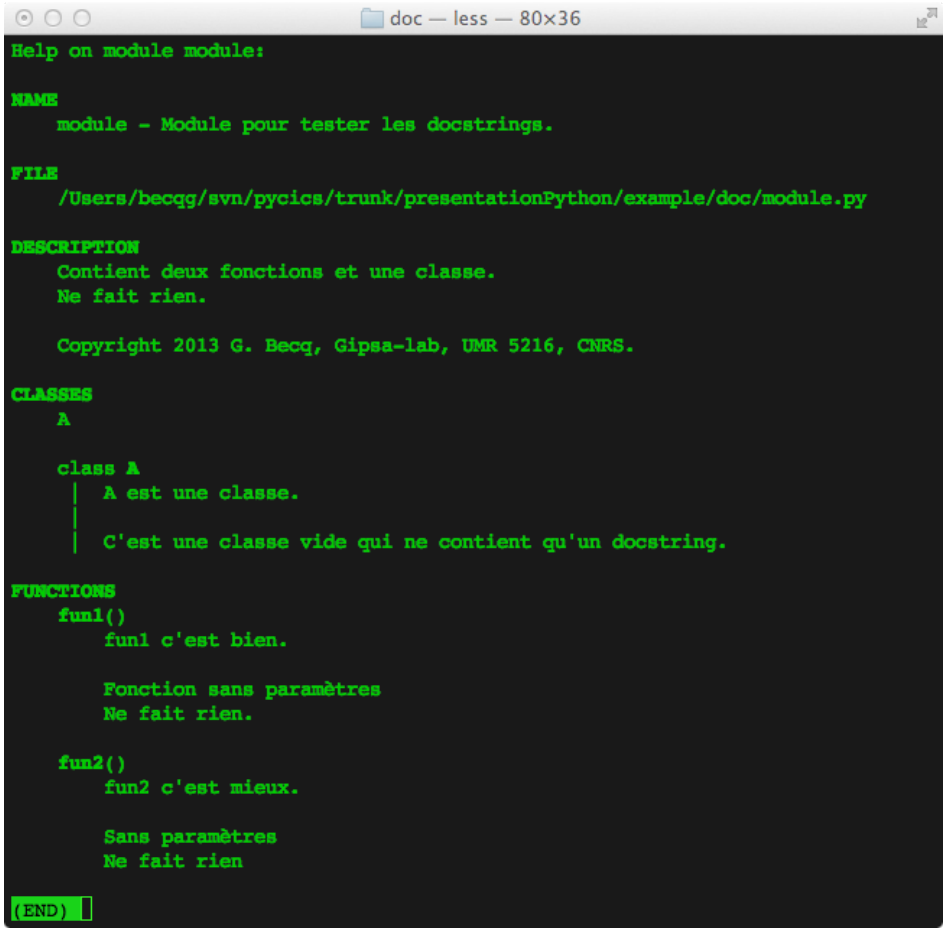
docstrings – exemple

```
def fun2():
    """
    fun2 c'est mieux.

    Sans parametres
    Ne fait rien
    """
    return

class A():
    """
    A est une classe.

    C'est une classe vide qui ne contient qu'un docstring.
    """
```

Documentation

help

- Génération automatique de documentation : help(nomDuModule)



Documentation

pydoc

- Dans le shell 'pydoc -g', lance un serveur de documentation accessible via un navigateur.
- 'pydoc' génère aussi d'autres sorties.

Packaging

- Repose sur *distutils* de la bibliothèque standard.
- Créer un fichier 'setup.py' qui contient des metadonnées.

```
from distutils.core import setup
setup(name="distrib1",
    description="une distribution de démos",
    version="1.0",
    author="Guillaume Becq",
    author_email="guillaume.becq@gipsa-lab.grenoble-inp.fr",
    url="http://example.iana.org",
    py_modules=["module1", "module2"],
    )
```

Packaging

- Distribution : fichier compressé de type 'zip' ou '.tar.gz'
- Exécuter dans un terminal "python setup.py sdist"
- Génère :
  - un dossier 'dist' : contenant la distribution.
  - un fichier MANIFEST : liste des fichiers inclus dans le paquet.
- possibilité d'utiliser MANIFEST.in pour dire quels fichiers à inclure.
- Faire un README.txt sinon warning.

```
~/myPackage> python setup.py sdist
writing manifest file 'MANIFEST'
creating packet1-1.0
making hard links in packet1-1.0...
hard linking setup.py -> packet1-1.0
creating dist
Creating tar archive
removing 'packet1-1.0' (and everything under it)
~/myPackage> cd dist
~/myPackage/dist> ls
packet1-1.0.tar.gz
```

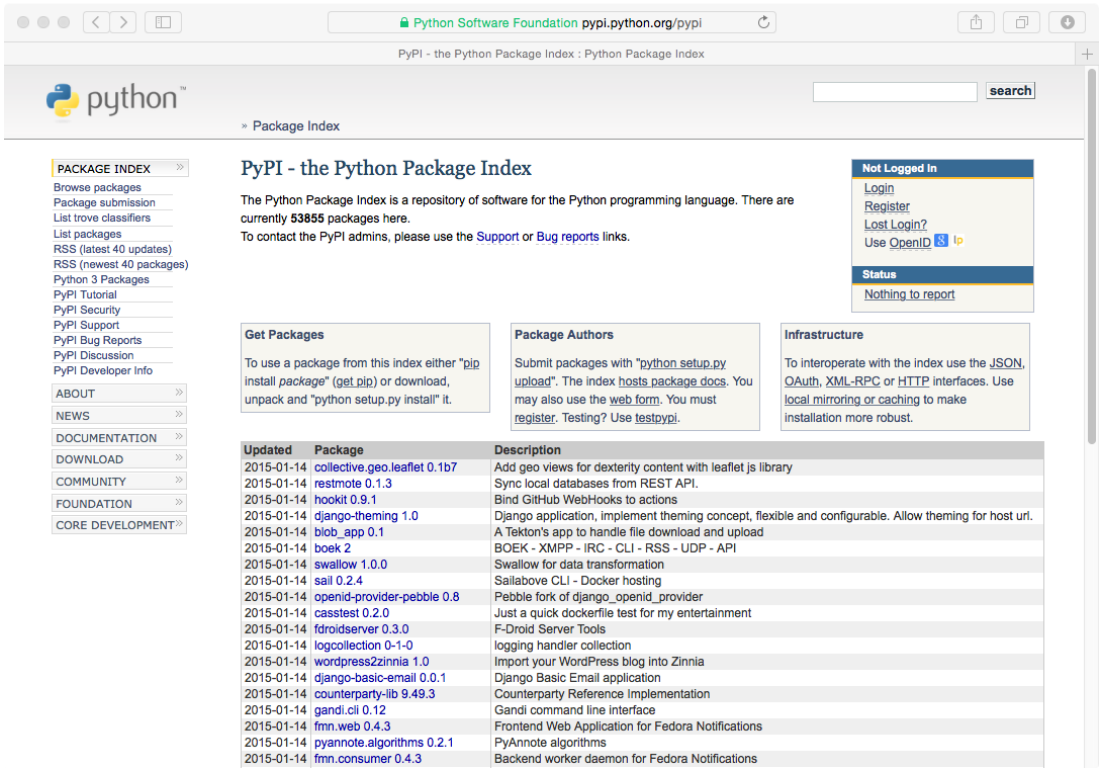
Installation des paquets

- Décompresser le paquet : il existe une bibliothèque 'tarfile' dans la librairie standard de Python qui permet de décompresser les fichiers 'tar'.
- Exécuter dans un terminal : "python setup.py"
- L'installation se fait dans "PYTHONHOME/site-packages".

```
~/tempdir/packageToInstall> python setup.py install
```

Python Package Index

- Python Package Index : PyPI
  `https://pypi.python.org/pypi`
- Base de données de paquets disponibles.



Installation des paquets

- A la base **distutils**, ne gère pas les dépendances : python setup.py
- **setuptools** : introduit la commande 'easy_install' qui opère sur de fichers 'egg': easy_install example.egg
- setuptools a généré **distribute** qui gère les dépendances.
- **pip** : remplace 'easy_install' : "pip install paquetExample"

Outline

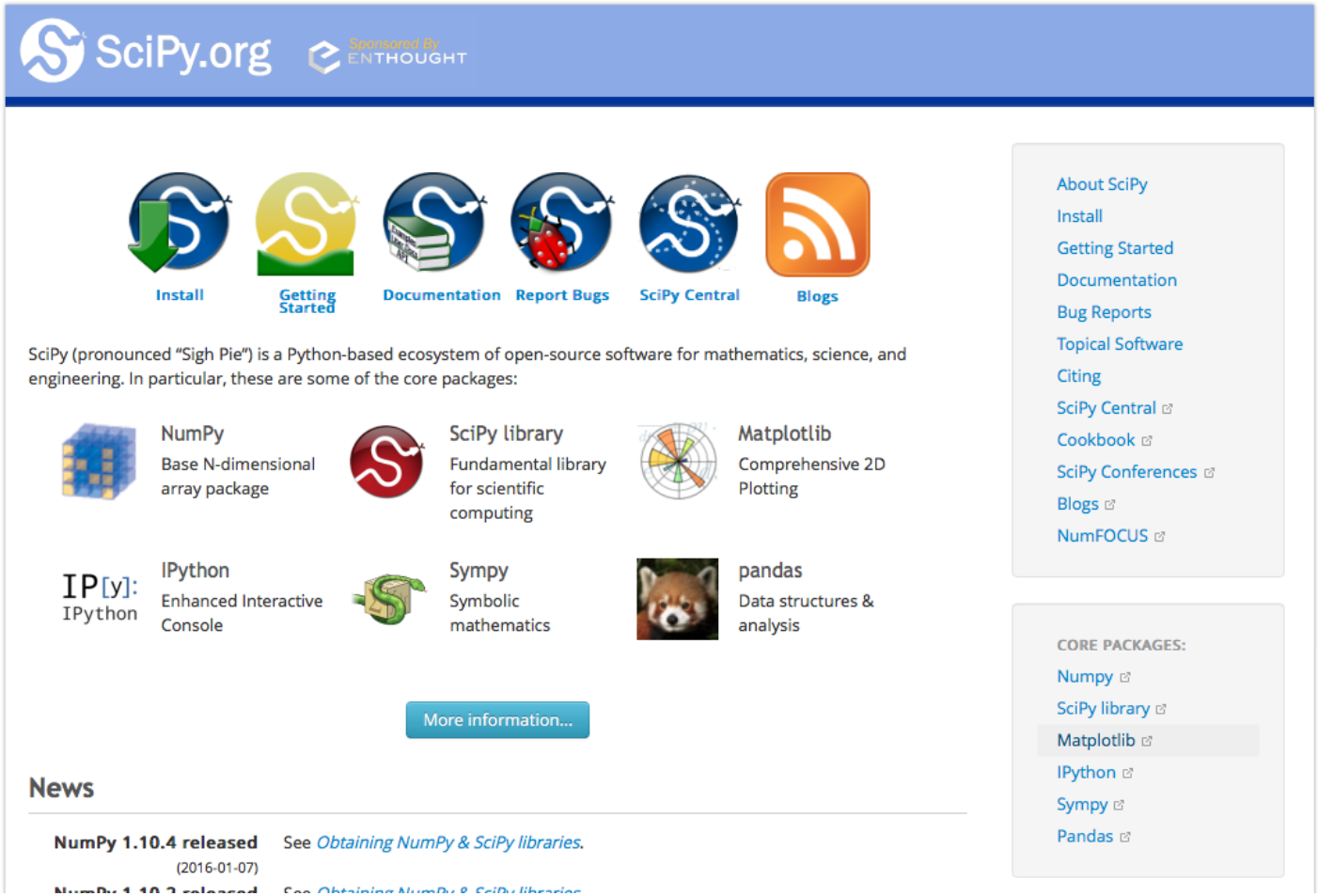


Quelques Paquets et Outils Scientifiques

- SciPy : Scientific Python
  - Numpy
  - SciPy library
  - Matplotlib
  - IPython
  - Pandas
- Mayavi : objets 3D avancés
- Scikit-learn : machine learning.
- ...

SciPy

- `http://www.scipy.org/`



Numpy

-  http://www.numpy.org
- *NumPy is the fundamental package for scientific computing with Python*

```
>>> import numpy
>>> help(numpy)

Help on package numpy:

NAME
    numpy

DESCRIPTION
    NumPy
    =====

    Provides
      1. An array object of arbitrary homogeneous items
      2. Fast mathematical operations over arrays
      3. Linear Algebra, Fourier Transforms, Random Number Generation
...
```

N-dimensional array Object

- N-dimensional array : ndarray
- Création d'un tableau vide et réservation de l'espace (empty)
- Accès aux éléments : A[i, j, . . .]
- indices de 0 à $n-1$
- indices négatifs de $-n$ à -1

```
>>> A = numpy.empty((2, 2))
>>> print(A)
[[ -1.28822975e-231   2.68678092e+154]
 [  2.24497156e-314   2.24499315e-314]]
>>> A[0, 0] = 1
>>> A[1, 0] = 2
>>> A[0, 1] = 11
>>> A[1, 1] = 12
>>> print(A)
[[  1.   2.]
 [ 11.  12.]]
>>> type(A)
<class 'numpy.ndarray'>
>>> A[-1, -2] = 11
```

N-dimensional array Object

- Rappel : accès aux propiétés et méthodes (dir)

```
>>> dir(A)
['T', ..., 'all', 'any', 'argmax', 'argmin', 'argpartition', 'argsort',
'astype', 'base', 'byteswap', 'choose', 'clip', 'compress', 'conj', 'conjugate',
'copy', 'ctypes', 'cumprod', 'cumsum', 'data', 'diagonal', 'dot', 'dtype',
'dump', 'dumps', 'fill', 'flags', 'flat', 'flatten', 'getfield', 'imag', 'item',
'itemset', 'itemsize', 'max', 'mean', 'min', 'nbytes', 'ndim', 'newbyteorder',
'nonzero', 'partition', 'prod', 'ptp', 'put', 'ravel', 'real', 'repeat',
'reshape', 'resize', 'round', 'searchsorted', 'setfield', 'setflags', 'shape',
'size', 'sort', 'squeeze', 'std', 'strides', 'sum', 'swapaxes', 'take',
'tobytes', 'tofile', 'tolist', 'tostring', 'trace', 'transpose', 'var', 'view']
```

N-dimensional array Object

Attributs sur la forme du tableau

- Forme du tableau (shape), c'est un tuple.
- Nombre de dimension (ndim)
- Type des éléments (dtype)
- Taille du tableau (size), c'est le nombre de cellules totales.

```
>>> A.shape
(2, 2)
>>> (nRow, nCol) = A.shape
>>> nRow = A.shape[0]
>>> nCol = A.shape[1]
>>> A.ndim
2
>>> A.dtype
dtype('float64')
>>> A.size
4
```

N-dimensional array Object

Changement de forme

- Pour changer la forme (reshape)
- Transposition (T)

```
>>> B = A.reshape((4, 1))
array([[  1.],
       [  2.],
       [ 11.],
       [ 12.]])
>>> B.ndim
2
>>> B.size
4
>>> B.T
array([[ 1.,   2.,  11.,  12.]])
```




N-dimensional array Object

Copie de tableaux

- Les éléments de B sont les mêmes que ceux de A, seule la forme change.
- Si on veut une copie (copy)

```
>>> B[0, 0] = 21
>>> print(A)
[[ 21.   2.]
 [ 11.  12.]]
>>> B[1, 0]
>>> C = A.copy()
>>> C[0, 0] = 31
>>> print(A[0,0], C[0,0])
(21.0, 31.0)
```

N-dimensional array Object

Création de tableaux

- tableau vide et réservation de l'espace (empty).
- initialisation à zeros (zeros) ou avec des uns (ones).
- tableau identité (eye) avec la dimension.
- à partir de listes (array) ou suivant une étendue (arange).

```
>>> A = numpy.zeros((2, 4))
>>> print(A)
[[ 0.  0.  0.  0.]
 [ 0.  0.  0.  0.]]
>>> A = numpy.ones((3, 2))
>>> print(A)
[[ 1.  1.]
 [ 1.  1.]
 [ 1.  1.]]
>>> A = numpy.eye(2)
>>> print(A)
[[ 1.  0.]
 [ 0.  1.]]
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]])
>>> print(A)
[[ 1  2]
 [11 12]]
>>> print(numpy.arange(0.5, 1.7, 0.1))
[ 0.5  0.6  0.7  0.8  0.9  1.   1.1  1.2  1.3  1.4  1.5  1.6]
```

N-dimensional array Object

Types

- Définition du type à la création
- Changement de type (astype)
- Multiplication ou addition avec un scalaire typé.

```
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]])
>>> print(A.dtype)
int64
>>> A = numpy.array([[1., 2], [11, 12]])
>>> print(A.dtype)
float64
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]], dtype="float")
>>> print(A.dtype)
float64
>>> A = A.astype("complex")
>>> print(A)
[[  1.+0.j   2.+0.j]
 [ 11.+0.j  12.+0.j]]
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]]) * 1.
>>> print(A.dtype)
float64
```

N-dimensional array Object

Additions, soustractions, multiplications sur les tableaux

- Addition, soustraction de tableaux ou d'un scalaire (+, -)
- Multiplication par un scalaire (*)
- Produit élément par élément (*)

```
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]])
>>> B = numpy.array([[3, 4], [13, 14]])
>>> print(A + 10)
[[ 11.  12.]
 [ 21.  22.]]
>>> print(A + B)
[[  4.   6.]
 [ 24.  26.]]
>>> print(A * 10)
[[  10.   20.]
 [ 110.  120.]]
>>> print(A * B)
[[   3.    8.]
 [ 143.  168.]]
>>> C = numpy.ones((10, ))
>>> print(A * C)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: operands could not be broadcast together with shapes (2,2) (10)
```

N-dimensional array Object

Produit scalaire

- Produit scalaire (dot)
- See also numpy.dot : en général, pour chaque méthode associée à un ndarray, il existe une fonction équivalente dans numpy.

```
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]])
>>> B = numpy.array([[3, 4], [13, 14]])
>>> print(A.dot(B))
[[  29.   32.]
 [ 189.  212.]]
>>> print(numpy.dot(A, B))
[[  29.   32.]
 [ 189.  212.]]
>>> C = numpy.ones((10, ))
>>> print(A.dot(C))
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: matrices are not aligned
>>>
```

N-dimensional array Object

Division

- Division par un scalaire (/)
- Division éléments par éléments (/)
- Attention au type en Python 2.7 !

```
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]])
>>> B = numpy.array([[3, 4], [13, 14]])
>>> print(A / 2)
python 3.x                          python 2.x
[[ 0.5  1. ]                                  [[0 1]
 [ 5.5  6. ]]                                  [5 6]]
>>> print(A / B)
python 3.x                          python 2.x
[[ 0.33333333  0.5        ]         [[0 0]
 [ 0.84615385  0.85714286]]          [0 0]]
>>> print(A / B.astype("float"))
[[ 0.33333333  0.5        ]
 [ 0.84615385  0.85714286]]
```

N-dimensional array Object

Autres méthodes

- max, min, sum, mean, std, cumsum, cumprod . . . sur tous les éléments ou sur une dimension particulière (kwarg axis).

```
>>> A = numpy.ones((2, 3, 4))
>>> print(A)
[[[ 1.  1.  1.  1.]
  [ 1.  1.  1.  1.]
  [ 1.  1.  1.  1.]]

 [[ 1.  1.  1.  1.]
  [ 1.  1.  1.  1.]
  [ 1.  1.  1.  1.]]]
>>> print(A.cumsum())
[  1.   2.   3.   4.   5.   6.
7.   8.   9.  10.  11.  12.  13.
14.  15.  16.  17.  18.  19.  20.
21.  22.  23.  24.]
>>> print(A.cumsum(axis=0))
[[[ 1.  1.  1.  1.]
  [ 1.  1.  1.  1.]
  [ 1.  1.  1.  1.]]

 [[ 2.  2.  2.  2.]
  [ 2.  2.  2.  2.]
  [ 2.  2.  2.  2.]]]
```

```
>>> print(A.cumsum(axis=1))
[[[ 1.  1.  1.  1.]
  [ 2.  2.  2.  2.]
  [ 3.  3.  3.  3.]]

 [[ 1.  1.  1.  1.]
  [ 2.  2.  2.  2.]
  [ 3.  3.  3.  3.]]]
>>> print(A.cumsum(2))
[[[ 1.  2.  3.  4.]
  [ 1.  2.  3.  4.]
  [ 1.  2.  3.  4.]]

 [[ 1.  2.  3.  4.]
  [ 1.  2.  3.  4.]
  [ 1.  2.  3.  4.]]]
```

N-dimensional array Object

Sélection de sous-tableaux

- découpage, slicing, comme pour les séquences.

```
>>> A = numpy.array([[1, 2, 3, 4], [11, 12, 13, 14]])
>>> print(A)
[[ 1  2  3  4]
 [11 12 13 14]]
>>> print(A[1, :])
[11 12 13 14]
>>> print(A[:, 1:3])
[[ 2  3]
 [12 13]]
```

N-dimensional array Object

Sélection de sous-tableaux

- Comparaison et opérateurs logiques
- Opérations logiques pour sélectionner des éléments (masking)
- Récupérer les indices (where)

```
>>> A = numpy.array([[1, 2, 3, 4], [11, 12, 13, 14]])
>>> print(A)
[[ 1  2  3  4]
 [11 12 13 14]]
>>> B = A > 2
>>> print(B)
[[False False  True  True]
 [ True  True  True  True]]
>>> print(A[B])
[ 3  4 11 12 13 14]
>>> indices = numpy.where(B)
>>> print(indices[0])
array([0, 0, 1, 1, 1, 1])
>>> print(indices[1])
array([2, 3, 0, 1, 2, 3])
>>> (i, j) = numpy.where(A > 2)
```

N-dimensional array Object

Concaténations

- Concaténation verticale (vstack, r_[])
- Concaténation horizontale (hstack, c_[])
- Concatenate (concatenate, kwarg axis)

```
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]])
>>> B = numpy.array([[3, 4], [13, 14]])
>>> C = numpy.vstack((A, B)) # r_[A, B]
>>> print(C)
[[ 1  2]
 [11 12]
 [ 3  4]
 [13 14]]
>>> D = numpy.hstack((A, B, A, A)) # c_[A, B, A, A]
>>> print(D)
[[ 1  2  3  4  1  2  1  2]
 [11 12 13 14 11 12 11 12]]
>>> E = numpy.concatenate((A, B, A, A), axis=1)
>>> print(E)
[[ 1  2  3  4  1  2  1  2]
 [11 12 13 14 11 12 11 12]]
```

N-dimensional array Object

Structured Arrays

- Possibilité de mettre des éléments de types différents.
- Possibilité de tableaux structurés . . .

```
>>> A = numpy.array([["a", 1], ["b", 2]], dtype="object")
>>> print(A)
[['a' 1]
 ['b' 2]]
>>> print(A.dtype)
object

>>> A = numpy.array([(1, "abc"), (2, "def")], dtype=[("index", "int"),
        ("name", "S8")])
>>> print(A)
[(1, b'abc') (2, b'def')]
>>> A["index"]
array([1, 2])
>>> A["name"]
array([b'abc', b'def'],
      dtype='|S8')
```

Sauvegarde et lecture de données

- Enregistrement d'un tableau (save) dans un fichier ".npy"
- Enregistrement compressé de plusieurs tableaux (savez) au format ".npz"
- Lecture (load) des fichiers ".npy", ".npz"

```
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]])
>>> numpy.save("save_A", A)
>>> del(A)
>>> A = numpy.load("save_A.npy")
>>> print(A)
[[ 1  2]
 [11 12]]
>>> A = numpy.array([[1, 2], [11, 12]])
>>> B = numpy.array([[21, 22], [31, 32]])
>>> numpy.savez("save_AB", tab1=A, B=B)
>>> del(A, B)
>>> data = numpy.load("save_AB.npz")
>>> print(data["tab1"])
[[ 1  2]
 [11 12]]
>>> print(data["B"])
[[21 22]
 [31 32]]
```

Sauvegarde et lecture de données txt

- Lecture de fichier texte ".txt" (load ou loadtxt)
- Enregistrement (savetxt)

```
>>> A = numpy.loadtxt("data.txt")
>>> A
array([[  1.,   2.,   3.,   4.,   5.],
       [ 11.,  12.,  13.,  14.,  15.],
       [ 21.,  22.,  23.,  24.,  25.]])
>>> numpy.savetxt("data.txt", A)
```

Matrix

Définition

- Classe héritée de ndarray avec ndim = 2.

```
>>> help(numpy.matrix)
class matrix(numpy.ndarray)
 |  matrix(data, dtype=None, copy=True)
 |
 |  Returns a matrix from an array-like object, or from a string of data.
 |  A matrix is a specialized 2-D array that retains its 2-D nature
 |  through operations.  It has certain special operators, such as ``*``
 |  (matrix multiplication) and ``**`` (matrix power).
...
```

Matrix

Saisie

- Saisie directe de type ndarray avec des listes imbriquées.
- Possibilité de saisie type Matlab.

```
>>> A = numpy.matrix([[1, 2], [11, 12]])
>>> print(A)
[[ 1  2]
 [11 12]]
>>> type(A)
 <class 'numpy.matrixlib.defmatrix.matrix'>
>>> A = numpy.matrix("[1, 2, 3, 4; 11, 12, 13, 14]")
>>> print(A)
[[ 1  2  3  4]
 [11 12 13 14]]
```

Matrix

Multiplication et exposant

- Produit de matrices (*)
- Exposant de matrice (**)

```
>>> A = numpy.matrix([[1, 2], [11, 12]])
>>> B = numpy.matrix([[3, 4], [13, 14]])
>>> print(A * B)
[[ 29  32]
 [189 212]]
>>> print(A ** 2)
[[ 23  26]
 [143 166]]
```

Matrix

Opérateurs matriciels courants

- Transposition (T)
- Inversion (I)
- Opérateur Hermitien (H)

```
>>> A = numpy.matrix([[1, 2], [11, 12]])
>>> print(A)
[[ 1  2]
 [11 12]]
>>> print(A.T)
[[ 1 11]
 [ 2 12]]
>>> print(A.I)
print(A.I)
[[-1.2  0.2]
 [ 1.1 -0.1]]
>>> B = numpy.matrix([[1, 2+1j], [11+1j, 12]])
>>> print(B)
[[  1.+0.j   2.+1.j]
 [ 11.+1.j  12.+0.j]]
>>> print(B.H)
[[  1.-0.j  11.-1.j]
 [  2.-1.j  12.-0.j]]
```

Autres opérations d'algèbre linéaire

Sous paquet linalg

- Interface vers des bibliothèques d'algèbre linéaire (numpy.linalg).

```
>>> help(numpy.linalg)
...
    Linear algebra basics:
    - norm            Vector or matrix norm
    - inv             Inverse of a square matrix
    - solve           Solve a linear system of equations
    - det             Determinant of a square matrix
    - lstsq           Solve linear least-squares problem
    - pinv            Pseudo-inverse (Moore-Penrose)...
    - matrix_power    Integer power of a square matrix
    Eigenvalues and decompositions:
    - eig             Eigenvalues and vectors of a square matrix
    - eigh            Eigenvalues and eigenvectors of a Hermitian matrix
    - eigvals         Eigenvalues of a square matrix
    - eigvalsh        Eigenvalues of a Hermitian matrix
    - qr              QR decomposition of a matrix
    - svd             Singular value decomposition of a matrix
    - cholesky        Cholesky decomposition of a matrix
    Tensor operations:
    - tensorsolve     Solve a linear tensor equation
    - tensorinv       Calculate an inverse of a tensor
...
```

Autres paquets de numpy

```
>>> help(numpy)
...
    doc
        Topical documentation on broadcasting, indexing, etc.
    lib
        Basic functions used by several sub-packages.
    random
        Core Random Tools
    linalg
        Core Linear Algebra Tools
    fft
        Core FFT routines
    polynomial
        Polynomial tools
    testing
        Numpy testing tools
    f2py
        Fortran to Python Interface Generator.
    distutils
        Enhancements to distutils with support for
        Fortran compilers support and more.
...
```




Autres paquets de numpy

Random

- Sous paquet random : générateurs de nombres aléatoires.

```
>>> numpy.random.seed(0)
>>> A = numpy.random.randn(2, 3, 4)
>>> print(A)
[[[ 1.76405235  0.40015721  0.97873798  2.2408932 ]
  [ 1.86755799 -0.97727788  0.95008842 -0.15135721]
  [-0.10321885  0.4105985   0.14404357  1.45427351]]

 [[ 0.76103773  0.12167502  0.44386323  0.33367433]
  [ 1.49407907 -0.20515826  0.3130677  -0.85409574]
  [-2.55298982  0.6536186   0.8644362  -0.74216502]]]
```

Scipy library

Librairie scientifique

-  `http://www.scipy.org/scipylib/index.html`
- *It provides many user-friendly and efficient numerical routines such as routines for numerical integration and optimization.*

```
>>> import scipy
>>> help(scipy)
        ...
     cluster                      --- Vector Quantization / Kmeans
     fftpack                      --- Discrete Fourier Transform algorithms
     integrate                    --- Integration routines
     interpolate                  --- Interpolation Tools
     io                           --- Data input and output
     lib                          --- Python wrappers to external libraries
     lib.lapack                   --- Wrappers to LAPACK library
     linalg                       --- Linear algebra routines
     misc                         --- Various utilities that don't have
                                      another home.
     ndimage                      --- n-dimensional image package
     odr                          --- Orthogonal Distance Regression
     optimize                     --- Optimization Tools
     signal                       --- Signal Processing Tools
     sparse                       --- Sparse Matrices
     sparse.linalg                --- Sparse Linear Algebra
    ...
```

Scipy

- Optimisation, Intégration, Interpolation, Algèbre linéaire, Algèbre linaire creuse, Signal, Image, Statistiques, Fonctions spéciales (Γ, ψ)...

```
...
 sparse.linalg.dsolve          --- Linear Solvers
 sparse.linalg.dsolve.umfpack  --- :Interface to the UMFPACK library:
                                   Conjugate Gradient Method (LOBPCG)
 sparse.linalg.eigen.lobpcg    --- Locally Optimal Block Preconditioned
                                   Conjugate Gradient Method (LOBPCG) [*]
 special                       --- Airy Functions [*]
 lib.blas                      --- Wrappers to BLAS library [*]
 sparse.linalg.eigen           --- Sparse Eigenvalue Solvers [*]
 stats                         --- Statistical Functions [*]
 lib                           --- Python wrappers to external libraries
                                   [*]
 lib.lapack                    --- Wrappers to LAPACK library [*]
 integrate                     --- Integration routines [*]
 ndimage                       --- n-dimensional image package [*]
 linalg                        --- Linear algebra routines [*]
 spatial                       --- Spatial data structures and algorithms
 special                       --- Airy Functions
 stats                         --- Statistical Functions
...
```

Scipy

lecture de fichiers Matlab

- Exemple, lectures de fichiers Matlab dans le subpackage io (scipy.io)

```
>>> import scipy.io
>>> data = scipy.io.loadmat('file.mat')
```




Matplotlib

- 

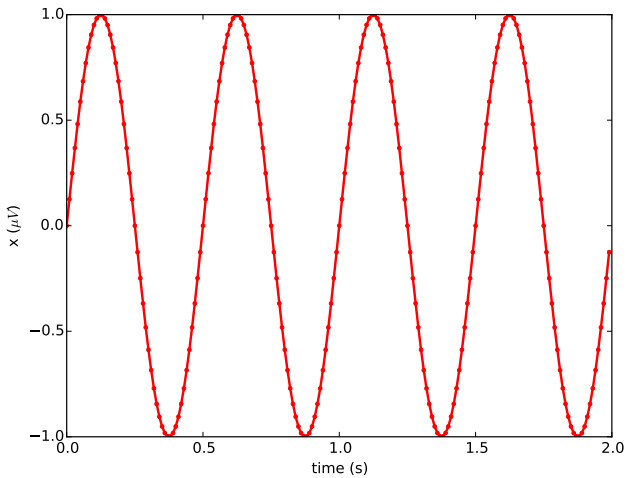
: `http://www.matplotlib.org`
- *matplotlib is a python 2D plotting library which produces publication quality figures in a variety of hardcopy formats and interactive environments across platforms.*
- Contient des classes : programmation orientée objets avec différents backends pour différentes interfaces graphiques, graphical user interfaces (GUI) : agg, gtk, qt, svg, ps, pdf...
- Contient des procédures pour faciliter l'accès à ces classes : matlab style.

Matplotlib

pyplot

- Fonctions procédurales dans le sous-paquet pyplot (matplotlib.pyplot)

```
>>> import matplotlib.pyplot
>>> t = numpy.arange(0, 10, 0.01)
>>> x = numpy.sin(2 * numpy.pi * 3 * t)
>>> matplotlib.pyplot.plot(t, x)
>>> matplotlib.pyplot.xlabel("time (s)")
>>> matplotlib.pyplot.ylabel("x ($\mu V$)")
>>> matplotlib.pyplot.show()
```



Matplotlib

Saving figures

- Sauvegarde manuelle à partir de la fenêtre ouverte sur l'icône save.
- sauvegarde en ligne de commande (savefig) sans passage par un affichage à l'écran.

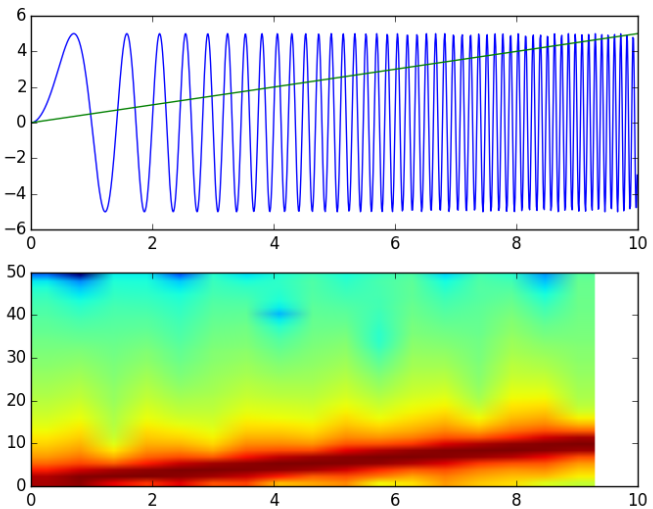
```
...
>>> matplotlib.pyplot.ylabel("x ($\mu V$)")
>>> # matplolib.pyplot.show()
>>> matplotlib.pyplot.savefig("./sinus.ps")
>>> matplotlib.pyplot.savefig("./sinus.pdf")
>>> matplotlib.pyplot.savefig("./sinus.svg")
>>> matplotlib.pyplot.savefig("./sinus.tiff")
>>> matplotlib.pyplot.savefig("./sinus.png")
>>> matplotlib.pyplot.savefig("./sinus.jpg")
```

Matplotlib

Pylab

- Fonctions à la Matlab dans le sous-paquet pylab (matplotlib.pylab)
- Beaucoup de fonctions (≈ 973) sous formes abrégées . . .

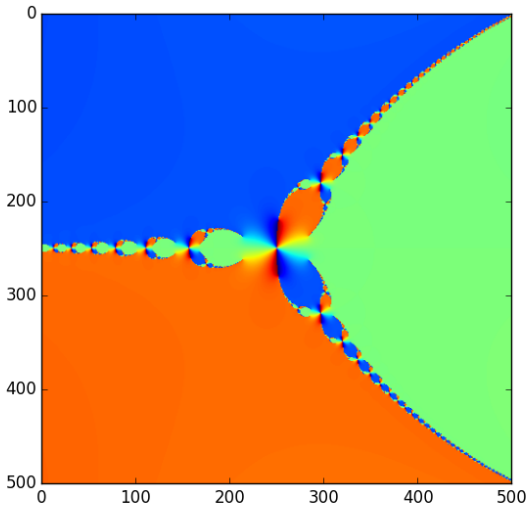
```
>>> import matplotlib.pylab as pylab
>>> len(dir(pylab))
973

>>> from pylab import *
>>> t = arange(0, 10, 0.01)
>>> f = arange(0, 5, 0.005)
>>> x = sin(2 * pi * f * t)
>>> subplot(2, 1, 1)
>>> plot(t, x * 5)
>>> plot(t, f)
>>> subplot(2, 1, 2)
>>> res = specgram(x, NFFT=64,
... Fs=100, noverlap=8)
>>> show()
```



Matplotlib

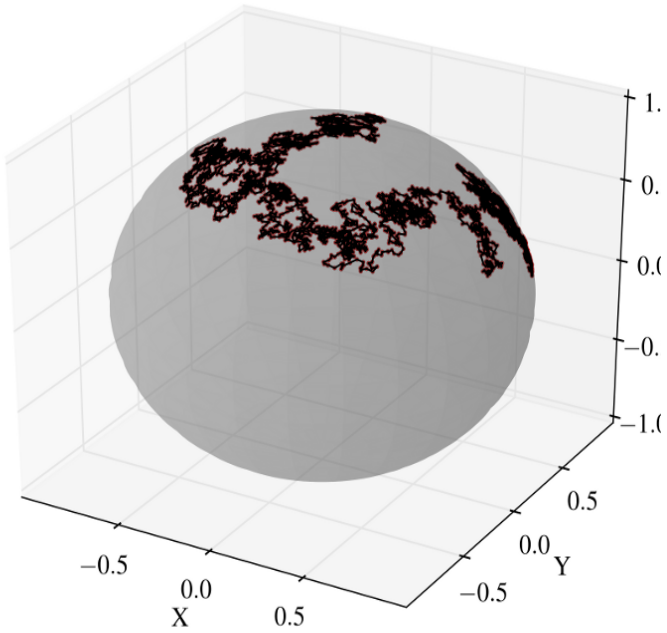
Pylab

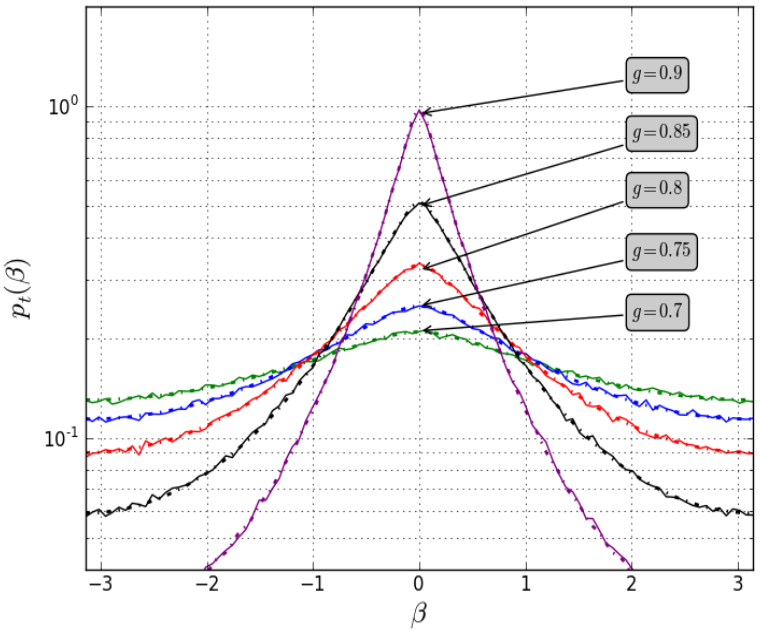
```
>>> (X, Y) = meshgrid(linspace(-2, 2,
... 500), linspace(-2, 2, 500))
>>> Z = X + Y * 1j
>>> for k in range(76):
...  Z -= (Z / 3 - 1) / (3 * Z ** 2)
>>> close("all")
>>> imshow(angle(Z))
>>> # savefig('/MonChemin/Lenom.pdf')
>>> show()
```



Matplotlib

Exemples de Nicolas Le Bihan





Pandas

-  `http://www.scipy.org/scipylib/index.html`
- *data structure and analysis*
- ressemble au traitement de données sous R (data.frame)

```
>>> import pandas as pd
>>> a = [1, 2, 3, 2, 1, 2, 3, 2, 1]
>>> data = pd.DataFrame(a)
>>> print(data)
   0
0  1
1  2
2  3
3  2
4  1
5  2
6  3
7  2
8  1
```

Pandas

- facilité de traitement des données

```
>>> import numpy as np
>>> taille = 170 + 10 * np.random.randn(100)
>>> masse = 70 + 10 * np.random.randn(100)
>>> dico = {'taille': taille, 'masse': masse}
>>> data = pd.DataFrame(dico)
>>> data.describe()
             masse       taille
count   100.000000  100.000000
mean     70.507943  169.915690
std       9.999280   10.264489
min      45.467455  144.149219
25%      63.300037  162.736237
50%      70.043825  171.168028
75%      78.153612  176.164359
max      94.118966  201.781565
```




Pandas

- Possibilité d'indexation spéciale.

```
>>> help(pd.Series)
class Series(Series)
 |  One-dimensional ndarray with axis labels (including time series).
>>> t = np.arange(0, 3, 0.1)
>>> x = np.cos(2 * np.pi * 2 * t)
>>> s = pd.Series(x, t)
>>> print(s[0:0.5])
0.0    1.000000
0.1    0.309017
0.2   -0.809017
0.3   -0.809017
0.4    0.309017
0.5    1.000000
```

IPython

- IP[y]: IPython Interactive Computing http://ipython.org
- *Enhanced python console*
- Attention, ce n'est pas un paquet mais une console améliorée !
- Accessible à partir d'un terminal (ipython)
- aide simplifiée

```
$ ipython
```

```
Python 3.5.1 (v3.5.1:37a07cee5969, Dec  5 2015, 21:12:44)
Type "copyright", "credits" or "license" for more information.

IPython 4.0.1 -- An enhanced Interactive Python.
?         -> Introduction and overview of IPython's features.
%quickref -> Quick reference.
help      -> Python's own help system.
object?   -> Details about 'object', use 'object??' for extra details.
```

IPython

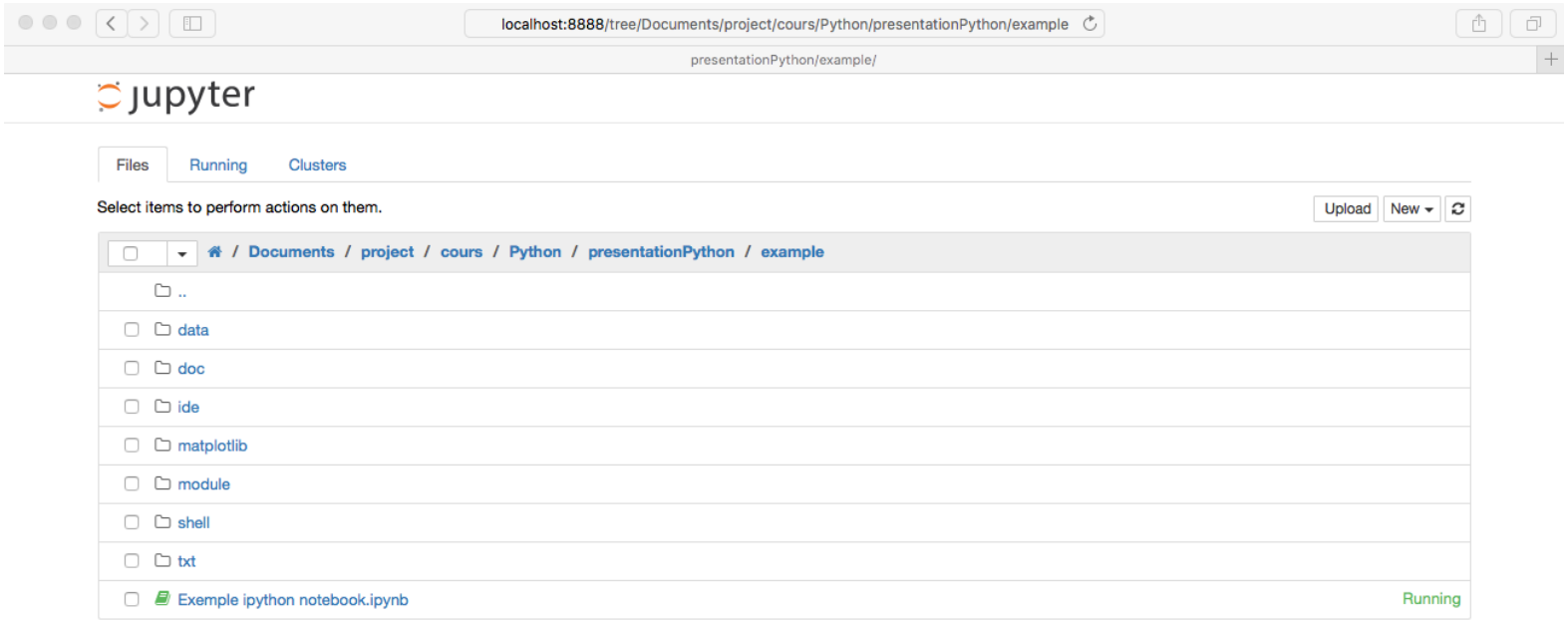
- Complétion automatique avec la touche tab
- Fonctions magiques (magic)

```
In [1]: %pylab
Using matplotlib backend: MacOSX
Populating the interactive namespace from numpy and matplotlib
In [1]: g = lambda x: cos(x ** 2)
In [2]: %timeit g(10)
The slowest run took 12.59 times longer than the fastest.
This could mean that an intermediate result is being cached
100000 loops, best of 3: 2.77 $\mu$s per loop
```

IPython

notebook

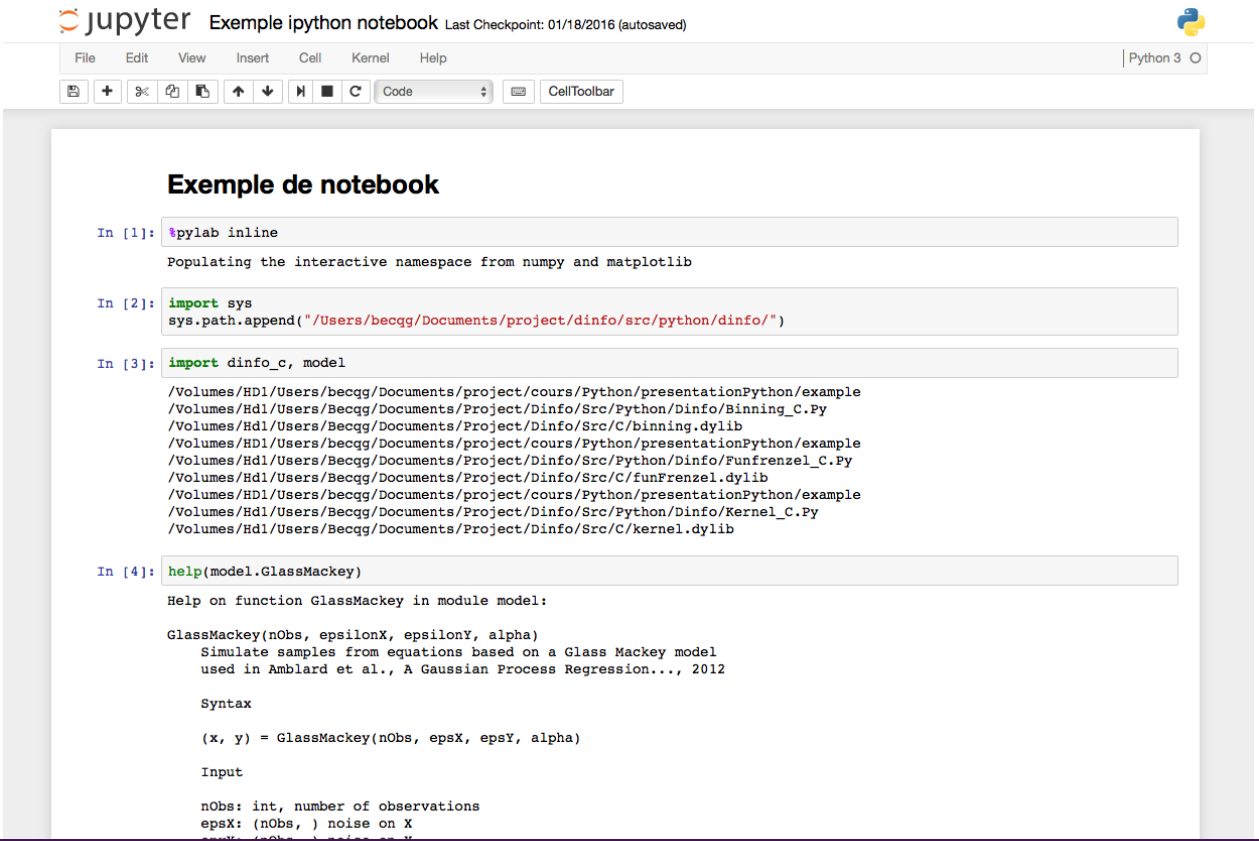
- Accessible à partir d'un terminal (ipython notebook, jupyter notebook)
- Ouverture et création de notebooks (*.ipynb)



IPython

ipython notebook

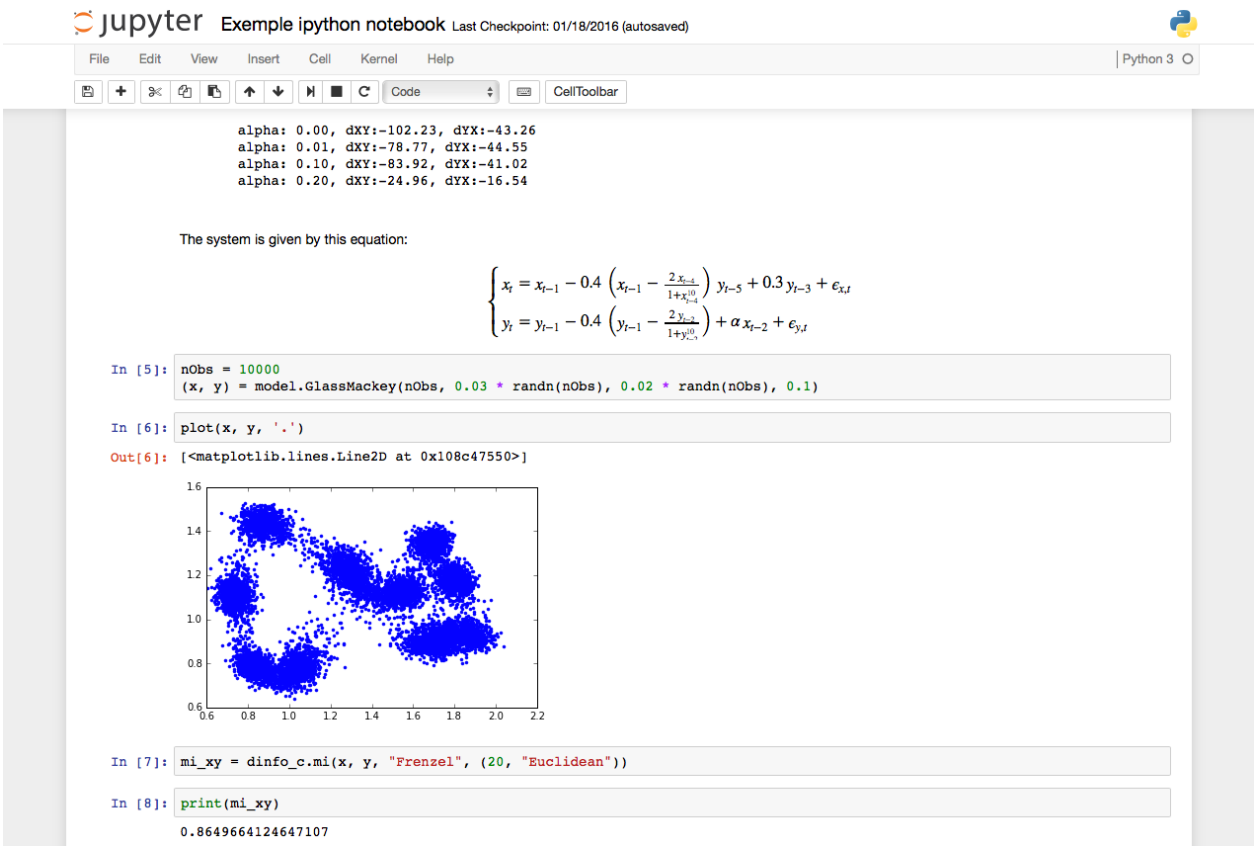
- Les cellules exécutent du code ou formatent du texte
- Chargement des fonctions pylab avec affichage dans le notebook : %pylab inline



IPython

ipython notebook

- Saisie et affichage en HTML et LaTeX, entre autres.



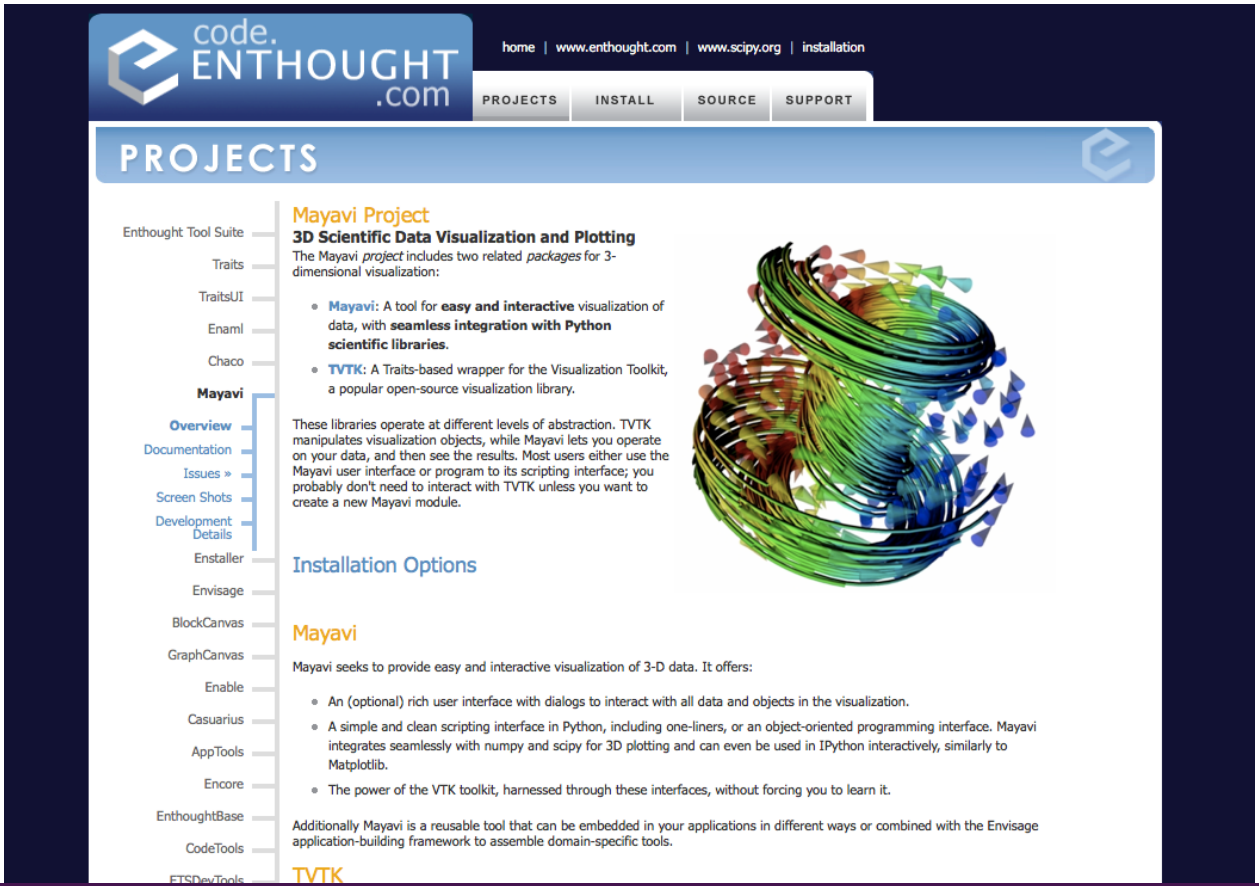
IPython

ipython notebook

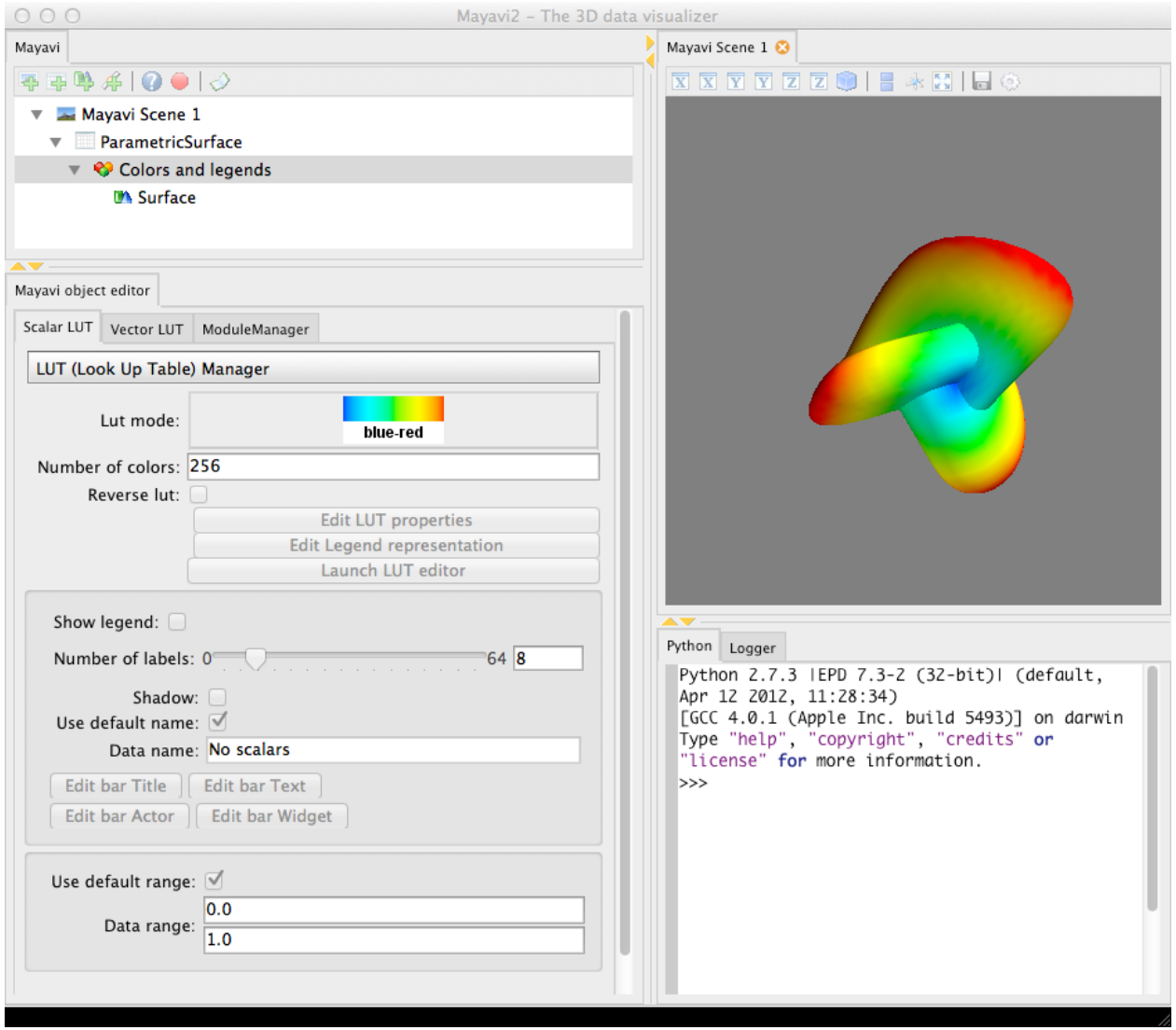
- the future : `https://jupyter.org`

Mayavi

- `http://code.enthought.com/projects/mayavi/`
- `https://github.com/enthought/mayavi`
- Manipulation des objets 3D améliorée (objet vtk).



Mayavi


Mayavi2 - The 3D data visualizer
Mayavi
Mayavi Scene 1
ParametricSurface
Colors and legends
Surface
Mayavi object editor
Scalar LUT
Vector LUT
ModuleManager
LUT (Look Up Table) Manager
Lut mode:
blue-red
Number of colors:
256
Reverse lut:
Edit LUT properties
Edit Legend representation
Launch LUT editor
Show legend:
Number of labels:
0
64
8
Shadow:
Use default name:
Data name:
No scalars
Edit bar Title
Edit bar Text
Edit bar Actor
Edit bar Widget
Use default range:
Data range:
0.0
1.0
Mayavi Scene 1
Python
Logger
Python 2.7.3 |EPD 7.3-2 (32-bit)| (default, Apr 12 2012, 11:28:34)
[GCC 4.0.1 (Apple Inc. build 5493)] on darwin
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>

Mayavi

import mayavi.engine

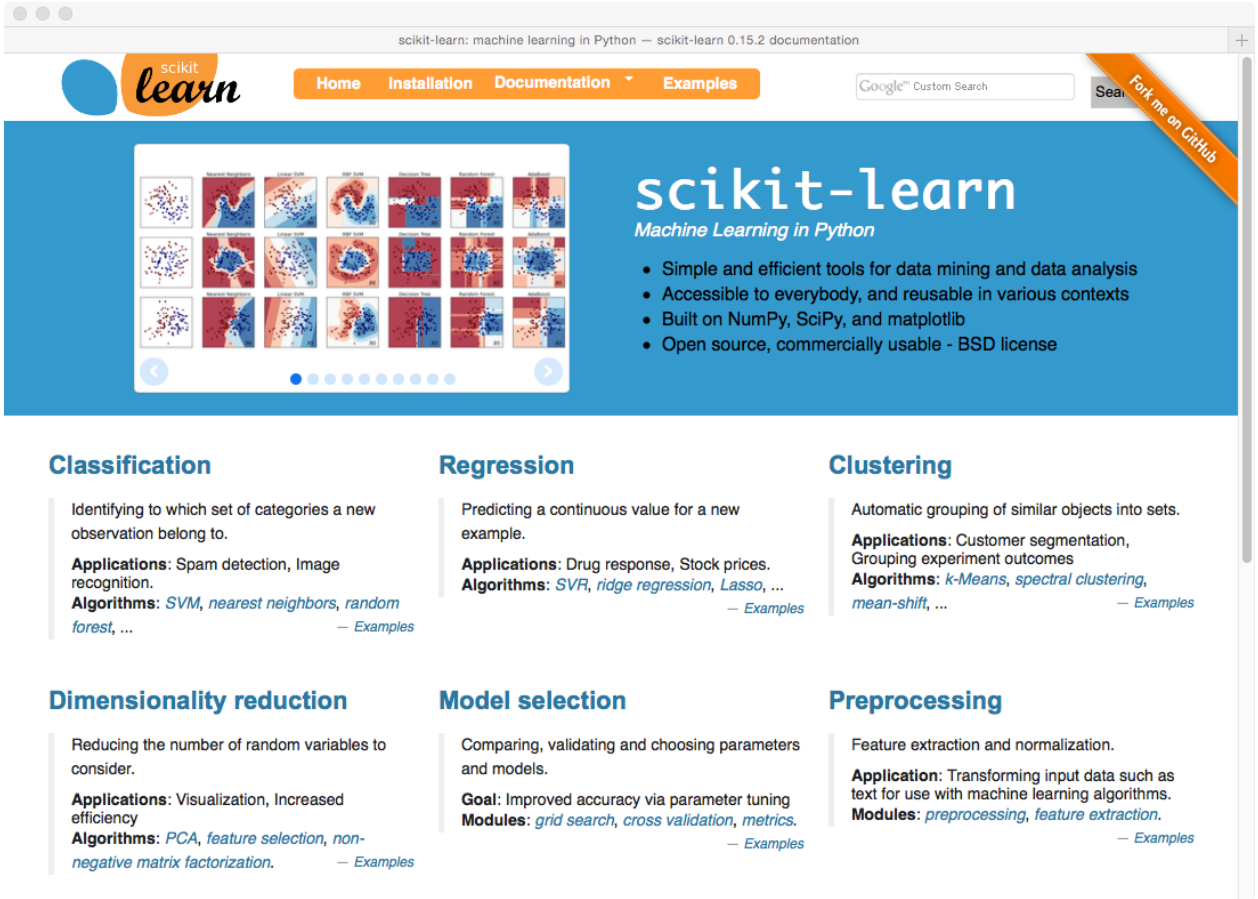
- Dans une console Python : import mayavi. . . .

```
>>> from mayavi.api import Engine
>>> engine = Engine()
>>> engine.start()
>>> engine.new_scene()
>>> from mayavi.sources.parametric_surface import ParametricSurface
>>> parametric_surface1 = ParametricSurface()
>>> scene = engine.scenes[0]
>>> engine.add_source(parametric_surface1, scene)
>>> from mayavi.modules.surface import Surface
>>> surface1 = Surface()
>>> engine.add_filter(surface1,parametric_surface1)
```




Scikit-learn

- `http://scikit-learn.org/`
- `https://github.com/scikit-learn/scikit-learn`



Scikit-learn

Help content

```
>>> import sklearn
>>> help(sklearn)

DESCRIPTION
    Machine learning module for Python
    ==================================

    sklearn is a Python module integrating classical machine
    learning algorithms in the tightly-knit world of scientific Python
    packages (numpy, scipy, matplotlib).

    It aims to provide simple and efficient solutions to learning problems
    that are accessible to everybody and reusable in various contexts:
    machine-learning as a versatile tool for science and engineering.

    See http://scikit-learn.org for complete documentation.

PACKAGE CONTENTS
    __check_build (package)
    _build_utils
    _hmmc
    _isotonic
    base
    cluster (package)
    covariance (package)
    cross_decomposition (package)
    cross_validation
    datasets (package)
```




Scikit-learn

Help content

```
feature_extraction (package)
feature_selection (package)
gaussian_process (package)
grid_search
hmm
isotonic
kernel_approximation
lda
learning_curve
linear_model (package)
kernel_approximation
lda
learning_curve
linear_model (package)
manifold (package)
metrics (package)
mixture (package)
multiclass
naive_bayes
neighbors (package)
neural_network (package)
pipeline
pls
preprocessing (package)
qda
random_projection
semi_supervised (package)
setup
```




Scikit-learn

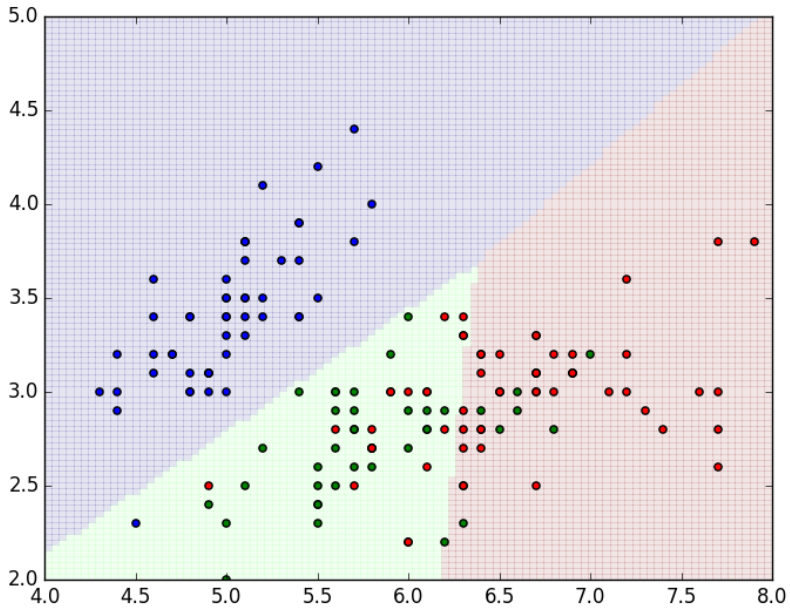
Exemple de Classifieur : Linear Discriminant Analysis

```
>>> from pylab import *
>>> from sklearn.datasets import load_iris
>>> from sklearn.discriminant_analysis import LinearDiscriminantAnalysis as LDA
>>> dic = load_iris()
>>> x = dic["data"]
>>> y = dic["target"]
>>> nClasses = unique(y).size
>>> clf = LDA()
>>> clf.fit(x[:, :2], y)
```

Scikit-learn

Exemple de Classifieur : Linear Discriminant Analysis

```
>>> (mx1, mx2) = meshgrid(linspace(4, 8, 100), linspace(2, 5, 100))
>>> Z = clf.predict(vstack((mx1.flatten().T, mx2.flatten())).T)
>>> pcolor(mx1, mx2, Z.reshape(mx1.shape), alpha=0.1)
>>> colors = ["b", "g", "r"]
>>> for i in range(nClasses):
>>>   scatter(x[y==i, 0], x[y==i, 1], c=colors[i])
>>> axis(xmin=4, xmax=8, ymin=2, ymax=5)
>>> show()
```



Importation de bibliothèques de fonctions écrites en C

Exemple using module ctypes

```
import ctypes
libName = './clz.lib'
libCLZ = ctypes.CDLL(libName)
clz_c = libCLZ.clz
clz_c.restype = ctypes.c_uint
sequence = numpy.ctypeslib.ndpointer(dtype=numpy.int)
clz_c.argtypes = ([sequence, ctypes.c_uint])
# conversion of s into sequence with numpy.asarray
c = clz_c(numpy.asarray(s, dtype='int'), n)
```

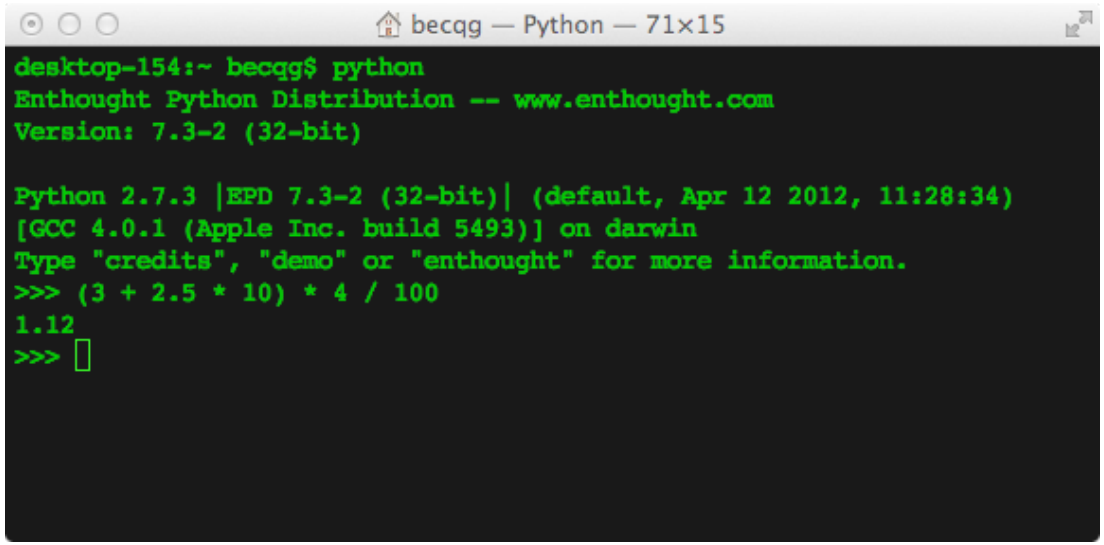
Outline



Python.org

Official

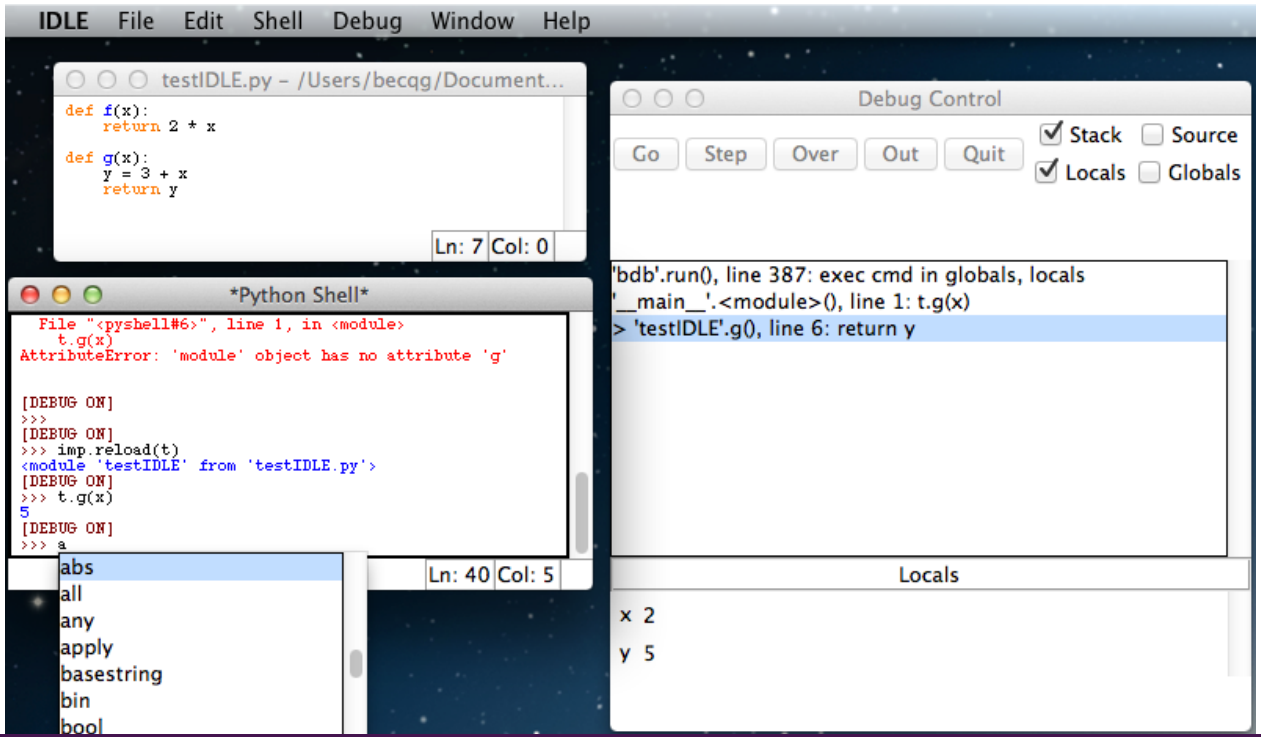
- Python 2.7 ou 3.x téléchargeable sur `www.python.org`.
- Livré uniquemenent avec la bibliothèque standard.
- Inclus l'interpréteur Python natif accessible à partir de l'environnement système.
- Parfait pour tester des petits bouts de codes.



Python IDLE

official

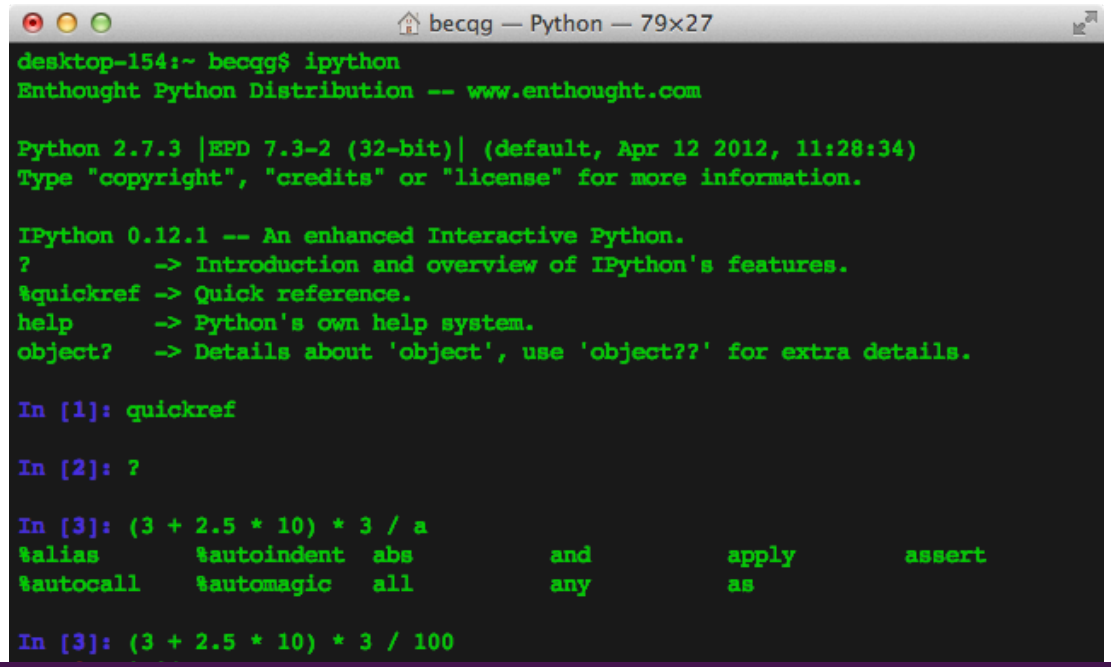
- Python livré avec un Integrated DeveLopment Environment (IDLE) :
  - Une console Python : coloration automatique, autocomplétion . . .
  - Un éditeur de texte : indentation automatique, coloration syntaxique, debuggueur, . . .



IPython

Intro

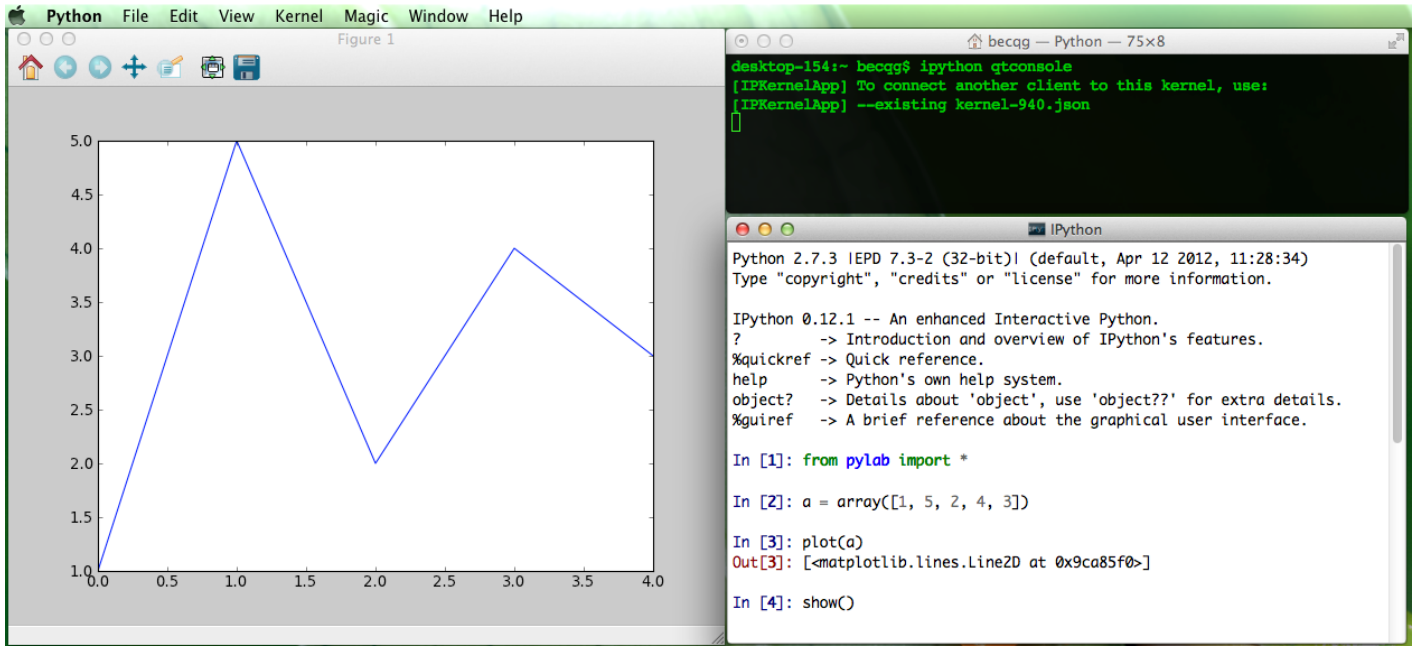
- IP[y]: IPython Interactive Computing IPy: `http://ipython.org`
- Console interactive accessible via le shell : coloration syntaxique, fonctions magiques, mémorisation des commandes, débuggueur, profileur, calculs parallèles . . .
- Plusieurs options cf. 'man ipython' ou 'ipython -help'.



IPython

Qtconsole

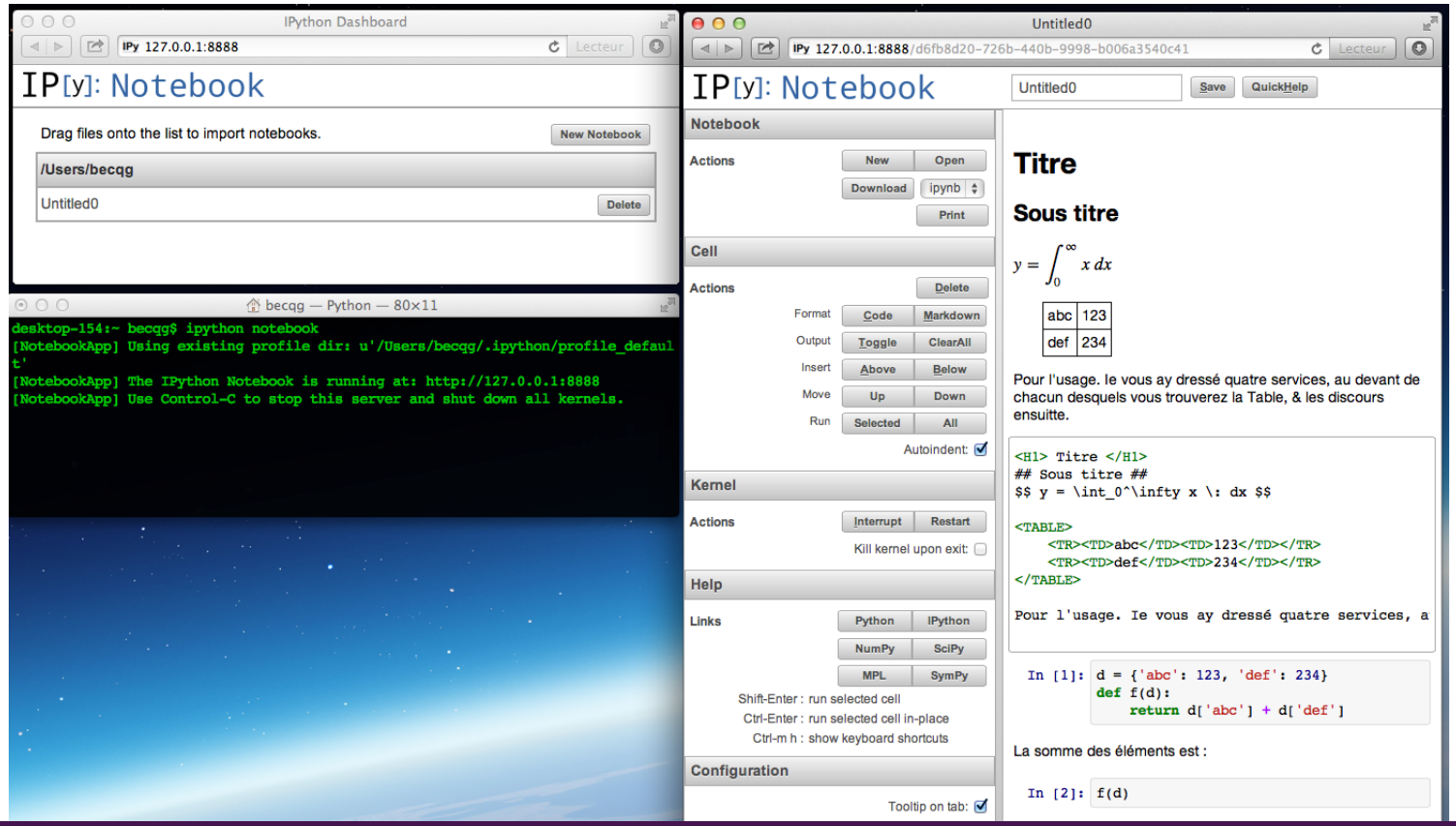
- Commande dans le shell : ipython qtconsole
- Environnement graphique Qt qui permet de tracer des figures via matplotlib ou pylab.
- Commande directe : ipython qtconsole –pylab



IPython

notebook

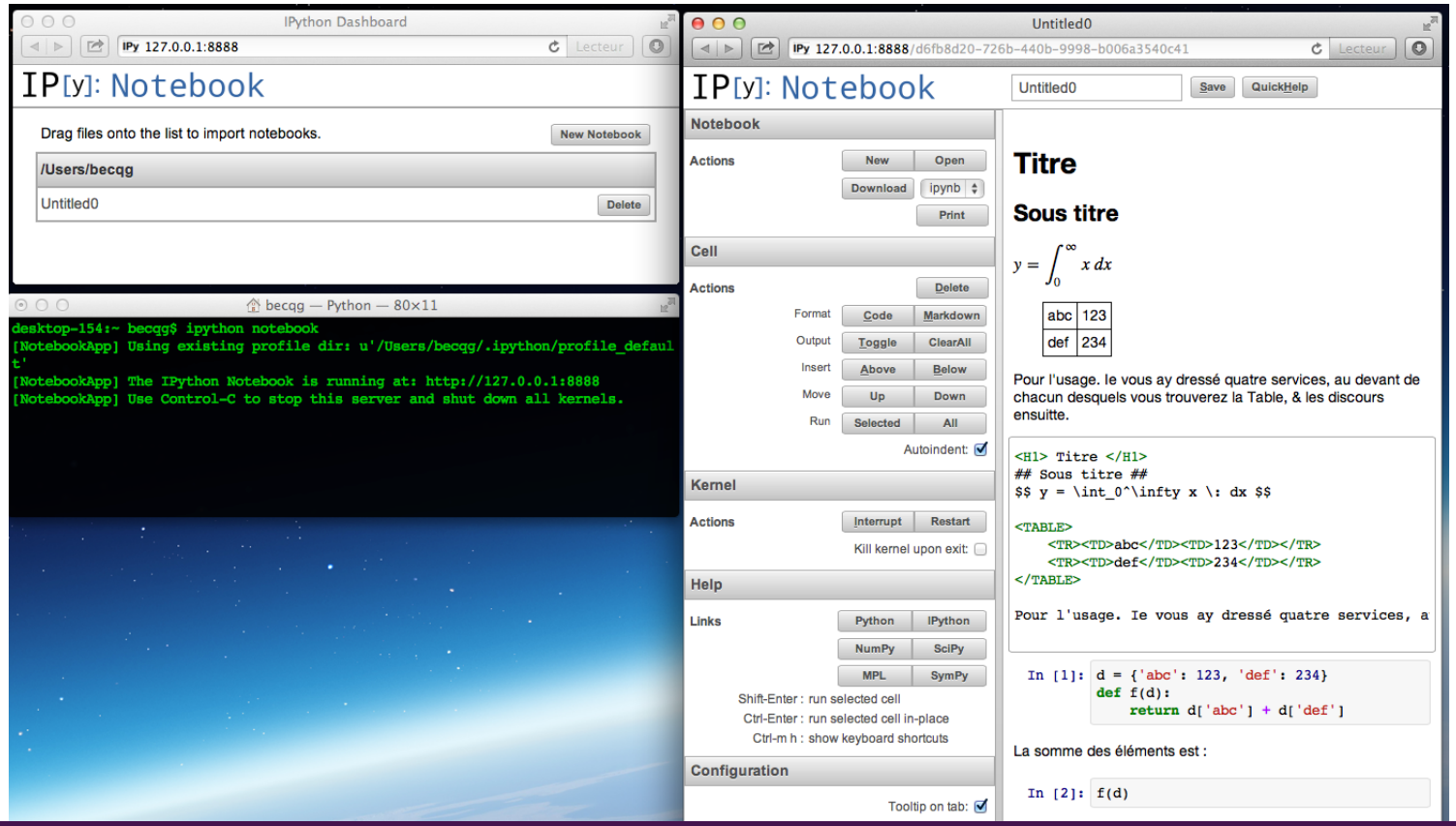
- Commande dans le shell : ipython notebook
- Editeur dans le navigateur HTML, *Web-based interactive computational environment*.



IPython

notebook

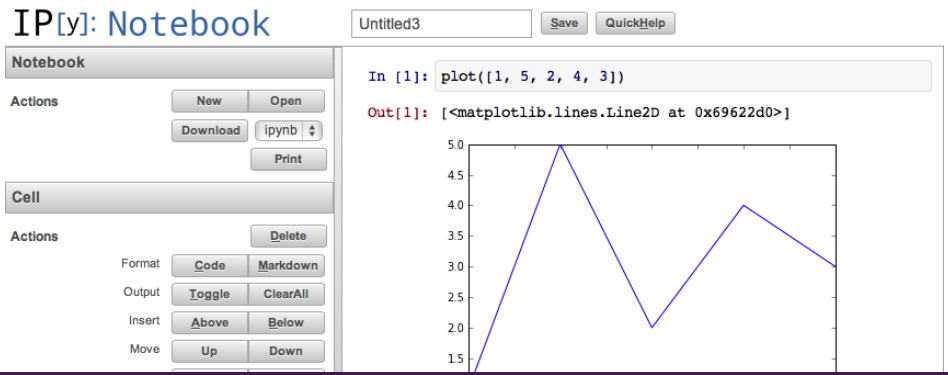
- Cellules de codes ou de documentation : *Cell Mode* à la Matlab, *Document-Based Workflow* à la Mathematica.
- Balisage du texte en LaTeX, HTML ou Markdown.



IPython

notebook

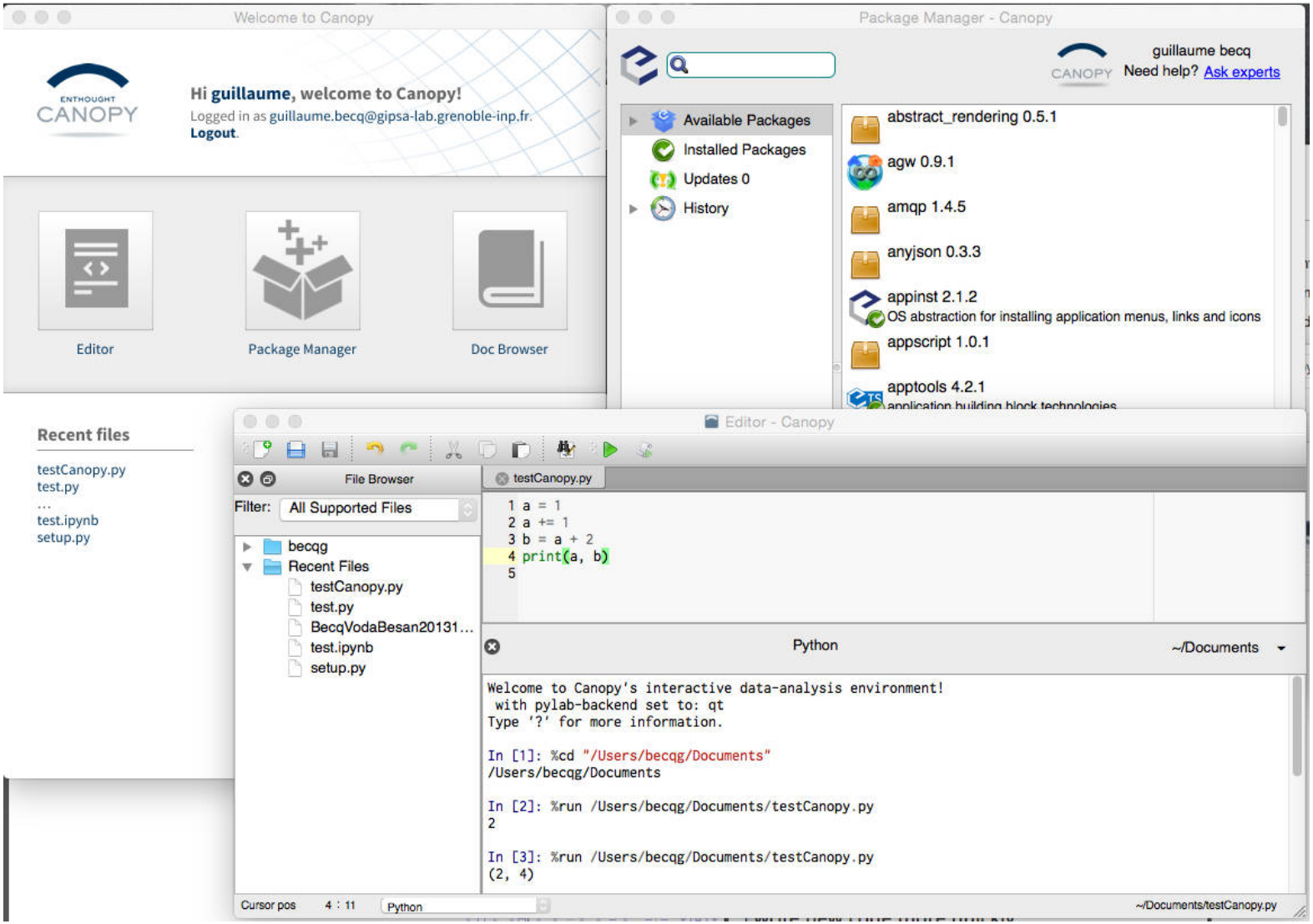
- Commande pour importer pylab et graphique dans l'interface html : 'ipython notebook' '%pylab inline'
- Génération de rapports dans le menu 'notebook > action > print' puis impression en pdf pour le navigateur HTML ou commande 'convert'
- ou via nbconvert en HTML : 'ipython nbconvert notebook.ipynb'
- ou via nbconvert en PDF via LaTeX : 'ipython nbconvert notebook.ipynb –to latex –post PDF'



Enthought Canopy

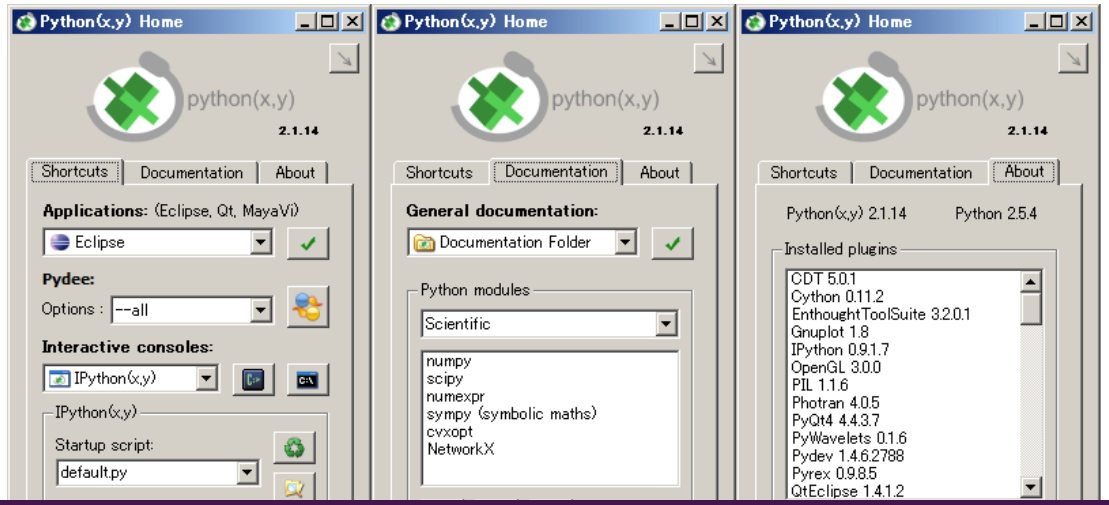
- ENTHOUGHT :
  `https://www.enthought.com/products/canopy/`
- Contient Python et +100 librairies orientées applications scientifiques.
- Multi-plateformes, *Easy installation and update*.
- Gratuit pour les étudiants et les universitaires.
- Anciennement Enthought Python Distribution EPD.
- QtConsole, iPython.

Enthought Canopy



Python(x,y)

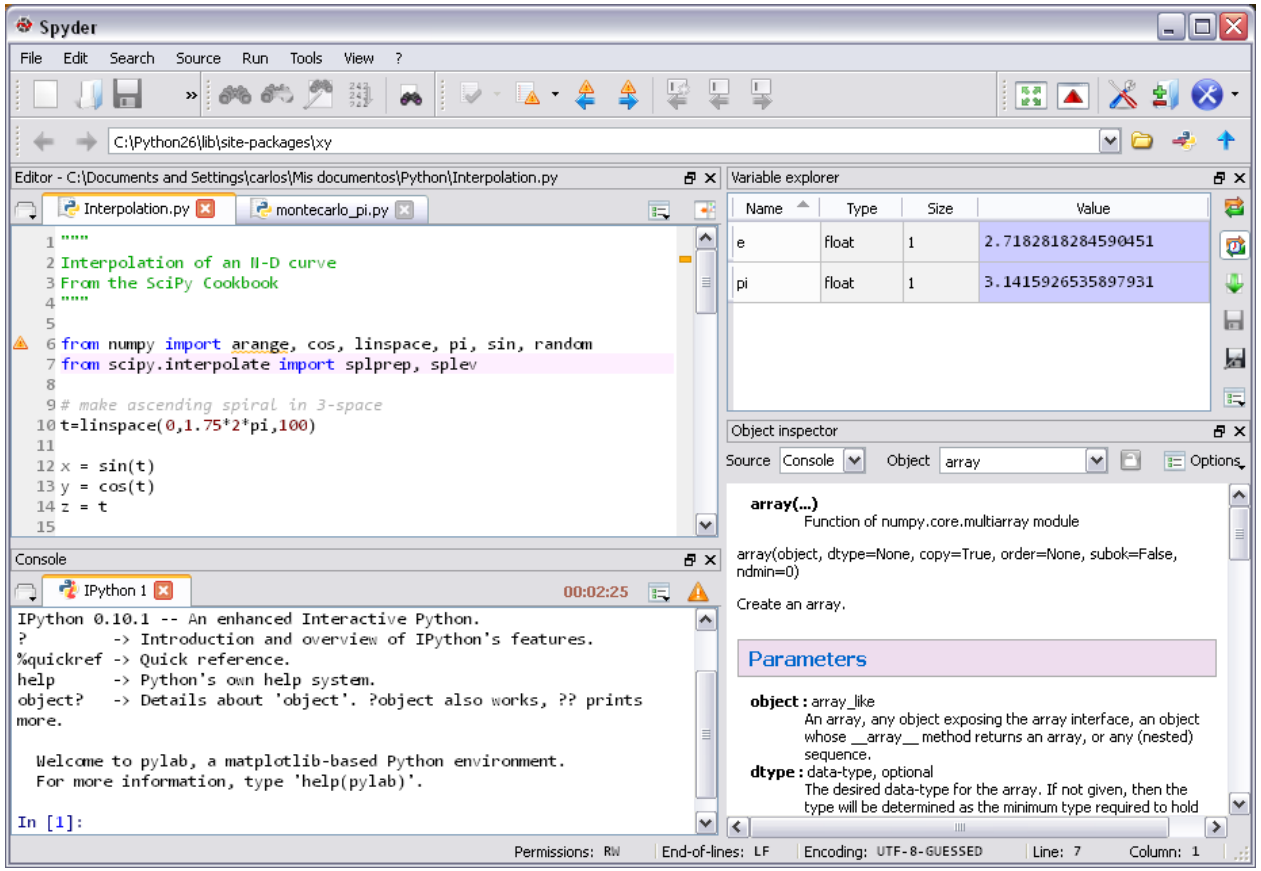
- Python(x,y) : `https://code.google.com/p/pythonxy/`
- *Python(x,y) is a free scientific and engineering development software for numerical computations, data analysis and data visualization based on Python programming language, Qt graphical user interfaces and Spyder interactive scientific development environment.*
- Un grand nombre de librairies scientifiques, entre autres.
- Interface avec Eclipse (IDE principalement pour Java mais aussi Python).



Python(x,y)

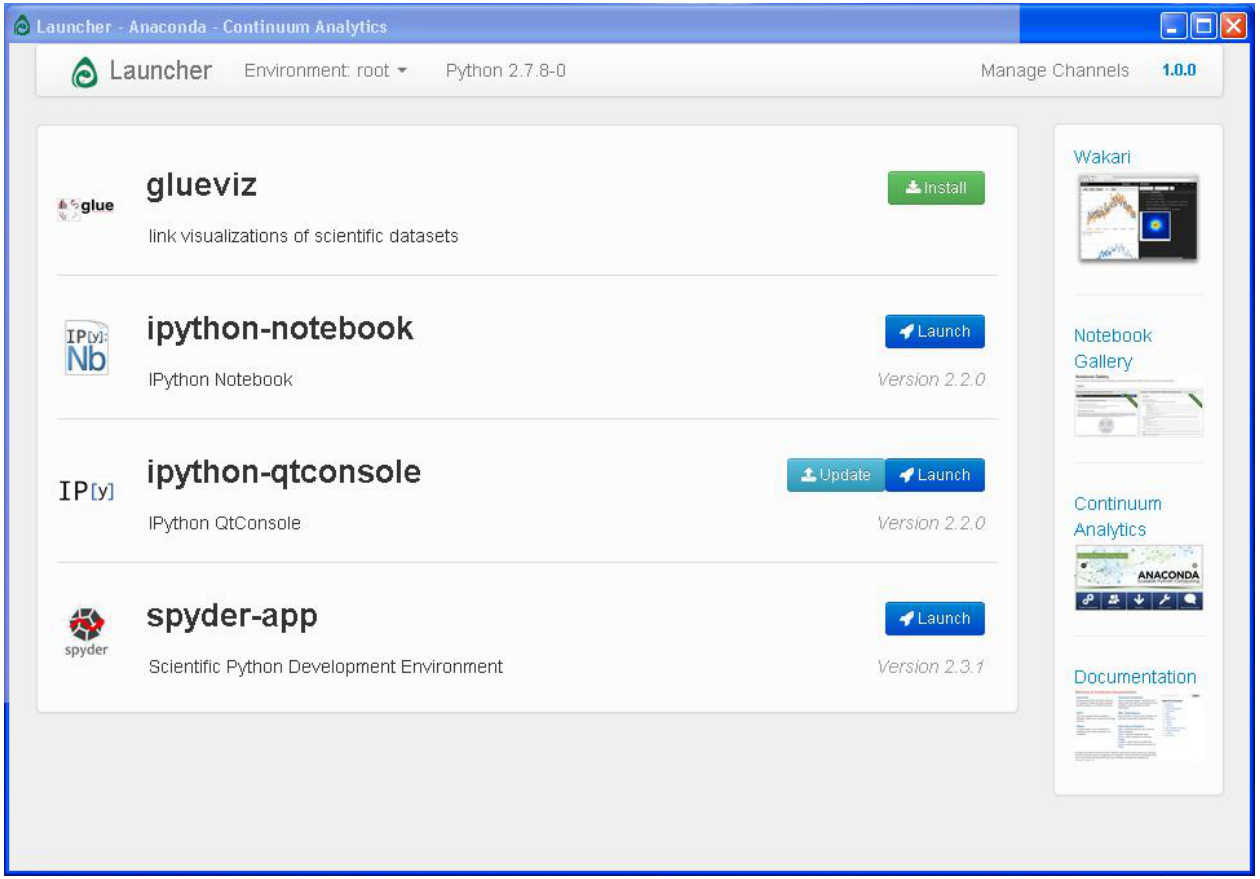
Spyder

- Spyder (multiplateforme) : environnement de type Matlab pour Python.



Anaconda

- CONTINUUM ANALYTICS `http://continuum.io/downloads`
- Anaconda propose Spyder.

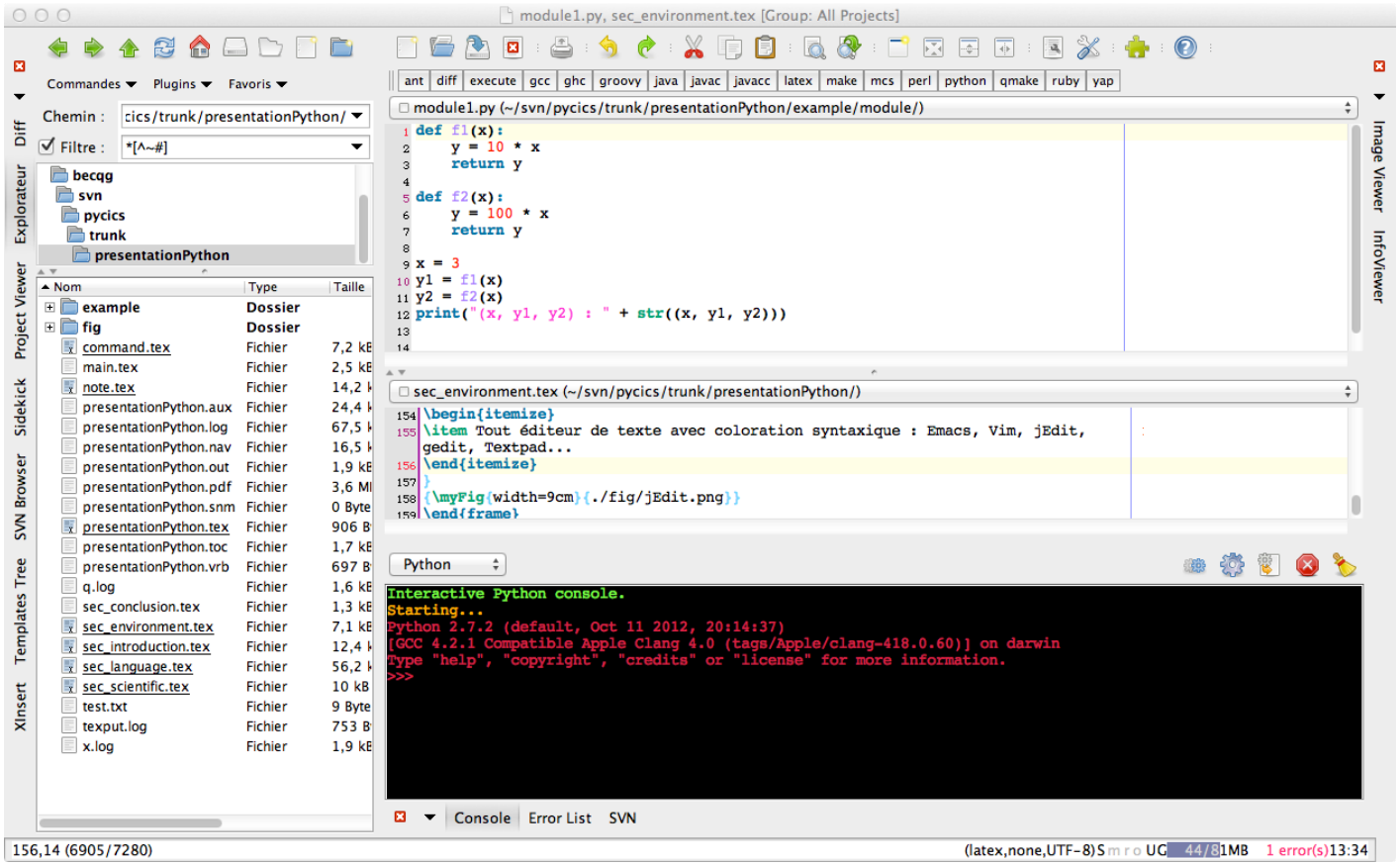


SageMath

- http://www.sagemath.org

Autres Integrated Development Environment

- Tout éditeur de texte avec coloration syntaxique : Emacs, Vim, jEdit, gedit, Textpad...

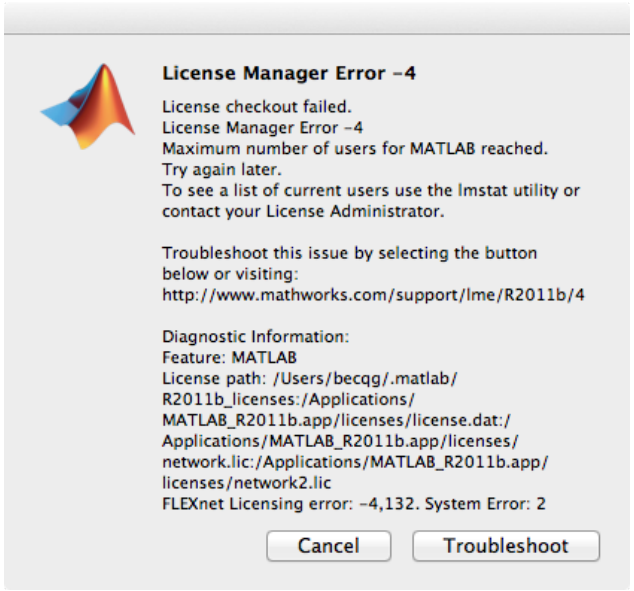


Outline



Python vs Matlab

- Outils équivalents : matrices vs ndarray, console, script, graphisme, GUI, cell mode vs ipython notebook ...
- Matlab, Matrix Laboratory, a des bibliothèques d'algèbre linéaire plus rapide que Numpy ou Scipy (sauf avec certaines distributions payantes).
- Python est un langage de programmation.
- Python est plus proche du code C pour prototyper.
- Chargement des modules à la volée en Python.
- Python est gratuit.
- Votre code en Python peut être utilisé gratuitement.





Outline

classe et variable 'self'



Classe exemples avec self

- Dans le corps de la classe, 'self' n'est pas défini.

```
class Canard():
...     self.a = 10
...
Traceback (most recent call last):
 File "<stdin>", line 1, in <module>
 File "<stdin>", line 2, in Canard
NameError: name 'self' is not defined
```

Classe exemples avec self

- Dans une méthode seul self.nomAttribut est accessible.

```
class Canard():
...     a = 10
...     def __init__(self):
...             self.b = 100
...             print(self.a)
...             print(b)
...
riri = Canard()
10
Traceback (most recent call last):
 File "<stdin>", line 1, in <module>
 File "<stdin>", line 6, in __init__
NameError: global name 'b' is not defined
```

Classe exemples avec self

- 'self' est conventionnel.
- Le premier paramètre d'une méthode est considéré comme l'objet lui même.

```
class Canard():
...     def __init__(obj):
...             obj.a = 10
...             print(obj.a)
...
riri = Canard()
10
```

Classe exemples avec self

- Possibilité de rajouter des arguments optionnels lors de l'instanciation d'un objet.

```
class Canard():
...     def __init__(self, patte=2):
...             self.a = patte
...             print(self.a)
...
riri = Canard(patte=3)
3
```

Transposition NDaray exemple 3D

- A.shape (1, 2, 3, 4)
- A.T.shape (4, 3, 2, 1) by default.
- can set the axes order. see help(numpy.matrix.transpose)

```
>>> A = numpy.array([[[[1, 2, 3, 4], [11, 12, 13, 14], [21, 22, 23, 24]], [[101, 102, 10

>>> A
array([[[[  1,   2,   3,   4],
         [ 11,  12,  13,  14],
         [ 21,  22,  23,  24]],

        [[101, 102, 103, 104],
         [111, 112, 113, 114],
         [121, 122, 123, 124]]]])

>>> A.T
array([[[[  1],
         [101]],
         ...
        [[ 24],
         [124]]]])
```