

Introduction à la programmation pour non-informaticiens

- ▶ 11 cours de 2h: CM et TP
- ▶ Évaluation: Projet (pas d'examen) pour 3 ECTS.
- ▶ Aucune connaissance préalable en programmation n'est requise.
- ▶ But: découvrir un outil utile.

Projet

- ▶ Créer un programme python (de recherche, loisirs, d'automatisation, etc).

Projet

- ▶ Créer un programme python (de recherche, loisirs, d'automatisation, etc).
- ▶ Doit être approuvé par l'enseignant.

Projet

- ▶ Créer un programme python (de recherche, loisirs, d'automatisation, etc).
- ▶ Doit être approuvé par l'enseignant.
- ▶ Réfléchissez-y dès maintenant!

Projet

- ▶ Créer un programme python (de recherche, loisirs, d'automatisation, etc).
- ▶ Doit être approuvé par l'enseignant.
- ▶ Réfléchissez-y dès maintenant!
- ▶ Le cours sera adapté à vos besoins.

Apprendre à programmer

- ▶ Beaucoup de gain pour peu de travail au début.

Apprendre à programmer

- ▶ Beaucoup de gain pour peu de travail au début.
- ▶ Passer du temps à s'habituer aux outils entre les cours.

Contexte

- ▶ L'informatique

Contexte

- ▶ L'informatique
- ▶ Aujourd'hui: Langage de programmation en général.

Langage de programmation

- ▶ Pourquoi un autre langage?

Langage de programmation

- ▶ Pourquoi un autre langage?
- ▶ Réduire l'ambiguïté.

Langage de programmation

- ▶ Pourquoi un autre langage?
- ▶ Réduire l'ambiguïté.
- ▶ *Elle emporte les clefs de la maison au garage.*

Langage de programmation

- ▶ Pourquoi un autre langage?
- ▶ Réduire l'ambiguïté.
- ▶ *Elle emporte les clefs de la maison au garage.*
- ▶ Langage de programmation pour des descriptions et instructions précises.

Langage de programmation

- ▶ Pourquoi un autre langage?
- ▶ Réduire l'ambiguïté.
- ▶ *Elle emporte les clefs de la maison au garage.*
- ▶ Langage de programmation pour des descriptions et instructions précises.
- ▶ Programme: (fichier) texte contenant des instructions

Langage de programmation

- ▶ Pourquoi un autre langage?
- ▶ Réduire l'ambiguïté.
- ▶ *Elle emporte les clefs de la maison au garage.*
- ▶ Langage de programmation pour des descriptions et instructions précises.
- ▶ Programme: (fichier) texte contenant des instructions
- ▶ exécutés ligne par ligne, en ordre des priorités des opérations.

Langage de programmation

- ▶ Pourquoi un autre langage?
- ▶ Réduire l'ambiguïté.
- ▶ *Elle emporte les clefs de la maison au garage.*
- ▶ Langage de programmation pour des descriptions et instructions précises.
- ▶ Programme: (fichier) texte contenant des instructions
- ▶ exécutés ligne par ligne, en ordre des priorités des opérations.
- ▶ **Remarque:** Le langage est là pour vous aider à vous exprimer.

Autre différence entre langage de programmation et langages naturels

Un langage de programmation a typiquement

- ▶ Moins de vocabulaire (beaucoup d'expressivité même en connaissant une petite partie du langage).
- ▶ Syntaxe et grammaire plus rigide (moins de possibilité pour des phrases structurés différemment).
- ▶ Plus de ponctuations.

Python (avantages du langage)

- ▶ interprété

Python (avantages du langage)

- ▶ interprété
- ▶ lisible

Python (avantages du langage)

- ▶ interprété
- ▶ lisible
- ▶ facile pour débutants.

Python (avantages du langage)

- ▶ interprété
- ▶ lisible
- ▶ facile pour débutants.
- ▶ styles différents. Ce cours: *impératif. Fait ci! Fait ça!*

Python (avantages du langage)

- ▶ interprété
- ▶ lisible
- ▶ facile pour débutants.
- ▶ styles différents. Ce cours: *impératif. Fait ci! Fait ça!*
- ▶ introspectif (`dir`, `globals`, `locals`, `hasattr`, `inspect`, `pdb`, etc)

Python (avantages du langage)

- ▶ interprété
- ▶ lisible
- ▶ facile pour débutants.
- ▶ styles différents. Ce cours: *impératif. Fait ci! Fait ça!*
- ▶ introspectif (`dir`, `globals`, `locals`, `hasattr`, `inspect`, `pdb`, etc)
- ▶ *modules* inclus

Écriture d'un programme

- ▶ But: amener un programme à un état voulu.

Écriture d'un programme

- ▶ But: amener un programme à un état voulu.
- ▶ Comment? Décrire les étapes à partir d'un état de départ (le vide).

Écriture d'un programme

- ▶ But: amener un programme à un état voulu.
- ▶ Comment? Décrire les étapes à partir d'un état de départ (le vide).
- ▶ La modification de l'état de départ se fait étape par étape.

Écriture d'un programme

- ▶ But: amener un programme à un état voulu.
- ▶ Comment? Décrire les étapes à partir d'un état de départ (le vide).
- ▶ La modification de l'état de départ se fait étape par étape.
- ▶ Une telle description est un *programme*.

Écriture d'un programme

- ▶ But: amener un programme à un état voulu.
- ▶ Comment? Décrire les étapes à partir d'un état de départ (le vide).
- ▶ La modification de l'état de départ se fait étape par étape.
- ▶ Une telle description est un *programme*.
- ▶ D'abord, regardons des objectifs où il y a une seule étape.

Écriture d'un programme

- ▶ But: amener un programme à un état voulu.
- ▶ Comment? Décrire les étapes à partir d'un état de départ (le vide).
- ▶ La modification de l'état de départ se fait étape par étape.
- ▶ Une telle description est un *programme*.
- ▶ D'abord, regardons des objectifs où il y a une seule étape.
- ▶ **Remarque (avancée):** Écrire des instructions étape par étape n'est pas la seule façon de programmer.

Utilisation (console)

Commençons! Lancer l'interpréteur Python.

Après un peu de texte, vous êtes accueilli par l'invité de commande

```
>>>
```

Vous êtes maintenant dans l'interpréteur.

Utilisation (console)

Entrer votre première ligne de python.

```
>>> print "Hello world"
Hello world
>>>
```

Vous pouvez taper la prochain ligne et ainsi de suite.

```
>>> print "Hello world"
Hello world
>>> print 2+3*3
11
```

Pour quitter l'interpréteur, appuyez sur `ctrl-d` (appuyez sur `ctrl` et sans lâcher `ctrl`, appuyez sur `d`). Sous Windows, c'est `ctrl-z`.

Un point pratique: Python 2 et Python 3

Dans ce cours, nous allons utiliser Python 2 (c.-à-d. 2.7, 2.6, 2.5, etc) qui diffère légèrement de Python 3.

En Python 2

```
>>> print "Hello world"  
Hello world
```

En Python 3

```
>>> print("Hello world")  
Hello world
```


Utilisation (éditeur texte)

Au lieu de lancer l'interpréteur, vous pouvez

- ▶ écrire vos lignes directement dans un fichier texte,
- ▶ sauvegarder ce fichier (par ex sous le nom `test.py`) et
- ▶ le lancer avec `python test.py`.

L'interpréteur exécute le contenu de `test.py` ligne par ligne.

(Se placer au bon endroit d'abord.)

`test.py` est appelé un *script* Python.

Astuce: Recopier les lignes de l'interpréteur vers l'éditeur de texte.

Utilisation (combiné)

Au lieu de lancer l'interpréteur, vous pouvez

- ▶ écrire vos lignes directement dans un fichier texte,
- ▶ sauvegarder ce fichier (par ex sous le nom `test.py`) et
- ▶ le lancer avec `python -i test.py`. **Notez l'ajout du `-i`!**

Cela exécute le contenu de `test.py` **et** vous donne un invité de commande

```
>>>
```

à l'arrêt (qui arrive soit à la fin de la dernière ligne ou lors d'une erreur).

Erreur

Une des première choses que vous allez rencontrer est une erreur, qui est soit de *syntaxe*

```
>>> pas du python
      File "<stdin>", line 1
        pas du python
            ^
SyntaxError: invalid syntax
```

ou *d'exécution*.

```
>>> print 2/0
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ZeroDivisionError: integer division or modulo by zero
```

Corrigez et re-essayez!

Mode d'apprentissage

Quel est le prochain chiffre dans cette suite?
1, 4, 9, 16, 25, ?

- ▶ Au début: Apprendre par déduction.

Mode d'apprentissage

Quel est le prochain chiffre dans cette suite?
1, 4, 9, 16, 25, ?

- ▶ Au début: Apprendre par déduction.
- ▶ Plus tard: Apprendre en lisant les descriptions.

Mode d'apprentissage

Quel est le prochain chiffre dans cette suite?
1, 4, 9, 16, 25, ?

- ▶ Au début: Apprendre par déduction.
- ▶ Plus tard: Apprendre en lisant les descriptions.
- ▶ Donc générer beaucoup d'erreurs au début.

Mode d'apprentissage

Quel est le prochain chiffre dans cette suite?

1, 4, 9, 16, 25, ?

- ▶ Au début: Apprendre par déduction.
- ▶ Plus tard: Apprendre en lisant les descriptions.
- ▶ Donc générer beaucoup d'erreurs au début.
- ▶ Autre possibilité: modifier des lignes correctes.

Mode d'apprentissage

Quel est le prochain chiffre dans cette suite?

1, 4, 9, 16, 25, ?

- ▶ Au début: Apprendre par déduction.
- ▶ Plus tard: Apprendre en lisant les descriptions.
- ▶ Donc générer beaucoup d'erreurs au début.
- ▶ Autre possibilité: modifier des lignes correctes.
- ▶ **Astuce:** Naviguer l'historique dans l'interpréteur avec les flèches.

Opérations arithmétiques

Remarque: L'interpréteur affiche aussi sans `print`.

- ▶ Vous pouvez utiliser Python pour de longs calculs.

```
>>> 5*5
```

```
25
```

```
>>> (3*3) + (4*4)
```

```
25
```

- ▶ Deuxième exemple: Trouver les racines de $2x^2 - 11x + 3$.

```
>>> (-11)*(-11) - 4*2*3
```

```
97
```

```
>>> ( -(-11) + 97**0.5 ) / (2.0*2)
```

```
5.212214450449026
```

- ▶ multiplication explicite (avec `*`)
- ▶ résultat tronqué si on divise deux entier
- ▶ opération modulo

```
>>> 20 % 3
```

```
2
```

Variables

Dans ce deuxième exemple, on aurait bien voulu avoir des variables comme en mathématiques. On peut.

```
>>> a = 2
>>> b = -11
>>> c = 3
>>> d = b*b - 4*a*c
>>> ( -b + d**0.5 ) / (2.0*a)
5.212214450449026
>>> ( -b - d**0.5 ) / (2.0*a)
0.28778554955097402
```

Variables

- ▶ Les variables sont des *noms* (que vous choisissez) associé à des *valeur*.
- ▶ Écrire son nom dans un expression le remplace par sa valeur à *ce moment*.
- ▶ Associer une deuxième *valeur* au même *nom* remplace l'ancienne valeur associée.
- ▶ Autre modification de valeurs (plus tard)
- ▶ Quelques restrictions s'appliquent aux noms qu'on peut utiliser.
- ▶ Pour des *types* plus complexes, la valeur est en fait un emplacement dans la mémoire (mais nous n'avons pas encore vu ce qu'est un type).

Variables (syntaxe)

- ▶ L'association (ou l'*assignation*): `nom = expression`.
- ▶ Nous verrons que les variables ont beaucoup plus d'utilité qu'une simple fonction de mémoire comme dans une calculatrice.
- ▶ Plus tard, il faudra aussi faire attention à bien choisir les noms de variables pour représenter leur contenu.

Chargement des données

- ▶ Remise à zéro des variables au lancement
- ▶ Utiliser l'instruction `input()` pour lancer les mêmes instructions sur des entrées différentes.
- ▶ `input()` demande à l'utilisateur pour une entrée

Si le fichier `exemple_lecture.py` contient

```
a = input("Entrez la valeur de a: ")
b = input("Entrez la valeur de b: ")
c = input("Entrez la valeur de c: ")
d = b*b - 4*a*c
print "Les deux racines sont"
print ( -b + d**0.5 ) / (2.0*a)
print ( -b - d**0.5 ) / (2.0*a)
```

Chargement des données: lancement

Au lancement,

```
$ python exemple_lecture.py
```

```
Entrez la valeur de a: 2
```

```
Entrez la valeur de b: -11
```

```
Entrez la valeur de c: 3
```

```
Les deux racines sont
```

```
5.21221445045
```

```
0.287785549551
```

Quelques types

Implicitement nous avons déjà vu les deux types

- ▶ `int` pour des entiers (comme 1, -11 et 3)
- ▶ `float` pour des nombre à virgule (comme 0.5 et 3.141592653589793)

Attention: Les floats ne sont pas des fractions exactes.

```
>>> 0.1 + 0.1 + 0.1  
0.30000000000000004
```

La fonction type

La fonction `type` permet d'obtenir le type d'une expression.

```
>>> type(3)
<type 'int'>
>>> x = 1/2.0
>>> type(x)
<type 'float'>
>>> type(0.1 + 0.1 + 0.1)
<type 'float'>
```

Cette fonction est peu utilisée hors de l'interpréteur et typiquement utilisée pour examiner le type d'une variable.

Conversion de types

Nous avons déjà vu comment créer des constantes d'un type (par ex 3 et 0.1). Voici une autre façon.

Nous pouvons appeler la fonction du nom du type (comme `int` et `float`) pour convertir une valeur en ce type.

Convertir le `int` 9 en un `float` et le `float` 3.2 en un `int`.

```
>>> float(9)
9.0
>>> int(3.2)
3
```

C'est aussi une autre façon d'obtenir une valeur de ce type.

```
>>> x = int()
>>> x
0
```

Le type booléen bool

- ▶ bool: prends deux valeurs True et False (et les constantes bool sont créés ainsi).
- ▶ Seront utilisé pour l'exécution conditionnelle d'instructions. *
- ▶ Beaucoup d'opérations retournent un bool, comme les comparateurs

```
>>> 2 > 8
```

```
False
```

```
>>> 3 == 3
```

```
True
```

```
>>> x = (5 < 7)
```

```
>>> x
```

```
True
```

Opérations sur bool

Il existe plusieurs opération booléennes dont or, and et not.

```
>>> (2 > 8) or (3 == 3)
```

```
True
```

```
>>> not (2 > 8)
```

```
True
```

```
>>> (2 > 8) and x
```

```
False
```

```
>>> (9 > 24) and inexistant
```

```
False
```

Remarque (avancée): Python utiliser une évaluation paresseuse: si le premier élément de and évalue à True alors, il n'évalue pas le deuxième élément.

Contrôle du flux des instructions

- ▶ L'interpréteur Python exécute les instructions ligne par ligne. Mais...
- ▶ nous allons maintenant voir des instructions qui peut guider son exécution.
- ▶ Notamment en sautant des instructions ou en répétant des lignes.

```
>>> x = 3
>>> if x < 0:
...     print "x est négatif"
...
>>> x = -1
>>> if x < 0:
...     print "x est négatif"
...
x est négatif
```

Exécution contionnelle elif et else

```
if x <= 0:
    print "x est négatif"
elif x % 2 == 1:
    print "x est positif et impair"
else:
    print "x n'est pas négatif et est pair"
```

Vous pouvez visualiser les lignes exécutés ici.

Essayez de changer la valeur de x sur la première ligne.

Exécution contionnelle: utilisation

Concrètement, on utilise `if`, `then` et `else` lorsque les lignes que l'on veut exécuter sont différentes selon la valeur des variables.

```
x_neg = (x <= 0)
if x_neg:
    print "x est négatif"
```

Remarque (avancée): Des variables de type différent de `bool` peuvent aussi être mis comme condition. Ils sont normalement considérés comme `False` lorsqu'ils sont vides (et `True` sinon).

Blocs d'instruction

- ▶ Nous venons de voir notre premier exemple de bloc indenté. C'est une particularité du Python.

Blocs d'instruction

- ▶ Nous venons de voir notre premier exemple de bloc indenté. C'est une particularité du Python.
- ▶ Les instructions avec la même indentation (nombre d'espace en début de ligne) appartiennent au même bloc.

Blocs d'instruction

- ▶ Nous venons de voir notre premier exemple de bloc indenté. C'est une particularité du Python.
- ▶ Les instructions avec la même indentation (nombre d'espace en début de ligne) appartiennent au même bloc.
- ▶ Les blocs peuvent être emboîtés autant qu'on veut. Nous verrons des exemples bientôt.

Boucle while

Pour re-exécuter les mêmes lignes plusieurs fois, nous pouvons utiliser l'instruction `while`.

```
>>> x = 257
>>> compte = 0
>>> while x > 1:
...     x = x / 2
...     compte = compte + 1
...
>>> compte
8
```

Cet exemple calcule le log en base 2 de x arrondi vers le bas.

Remarque: À la ligne `x = x / 2` nous avons un exemple d'une assignation à `x` d'une valeur obtenue de la valeur de `x` avant l'assignation. C'est un outil très utile.

Interrompre une boucle

Nous pouvons aussi sortir d'une boucle avec l'instruction `break`.

```
>>> x = 257
>>> compte = 0
>>> while True:
...     x = x / 2
...     compte = compte + 1
...     if x <= 1:
...         break
...
>>> compte
8
```

Cette version est *presque* équivalent à la boucle précédente.
Qu'arrive-t-il si on met `x = 257` en première ligne?

Les chaînes de caractères str

Un autre type sont les *chaînes de caractères* str.

```
>>> print "Hello world"
Hello world
>>> type("Hello world")
<type 'str'>
>>> "Hello world"
'Hello world'
```

"Hello world" est une chaîne de longueur 11.

```
>>> len("Hello world")
11
```

Comme son nom l'indique, ce sont les caractères suivants les unes après les autres 'H', 'e', 'l', 'l', 'o', ' ', 'w', 'o', 'r', 'l', 'd'.

Création de chaînes de caractères

Les chaînes de caractères sont un peu plus complexe que les `int`, `float` et `bool` déjà vu pour cette raison.

Voici trois syntaxes différentes pour créer des chaînes de caractères.

```
>>> s1 = "Hello world"  
>>> s2 = 'Hello world'  
>>> s3 = """Hello world"""
```

Chaînes de caractères: caractère d'échappement

À priori, nous voulons être capable de représenter tout caractère.
Comment peut-on créer une chaîne avec un seul caractère: " ?

```
>>> ' "'
```

```
' "'
```

```
>>> "\""
```

```
' "'
```

`\` est un *caractère d'échappement*. Le caractère qui vient après est interprété différemment.

(Comment concevoir un tel système de représentation?)

Chaînes de caractères: caractère d'échappement

Quelques combinaisons courantes sont

- ▶ `\\` donne `\`
- ▶ `\n` donne une fin de ligne
- ▶ `\t` donne un tab (normalement 4 espaces)

```
>>> print "Ligne 1\nLigne 2\nLigne 3"
Ligne 1
Ligne 2
Ligne 3
>>>
```

Chaînes de caractères: chaînes multi-lignes

La syntaxe à trois guillemets permet aussi d'obtenir des chaînes multi-lignes.

```
>>> s = """Ligne 1
... Ligne 2
... Ligne 3"""
>>> s
'Ligne 1\nLigne 2\nLigne 3'
>>> print s
Ligne 1
Ligne 2
Ligne 3
```


Chaînes de caractères: Opérations courantes

- ▶ Concaténation

```
>>> s + s
'Ligne 1\nLigne 2\nLigne 3Ligne 1\nLigne 2\nLigne 3'
```

- ▶ Répétition

```
>>> "oysters "*3 + "eat "*3
'oysters oysters oysters eat eat eat '
```

- ▶ Élimination d'espaces blancs (espace, fin de ligne, etc)

```
>>> "  ab cd  \n".strip()
'ab cd'
```

Chaînes de caractères: Opérations courantes

- ▶ Séparation et recombinaison (interaction avec le type `list`, à voir au prochain cours). Très utile pour charger des données.

```
>>> s = "Des mots separes d'espaces"  
>>> liste_de_mots = s.split()  
>>> liste_de_mots  
['Des', 'mots', 'separes', "d'espaces"]  
>>> s_virgule = ",".join(liste_de_mots)  
>>> s_virgule
```

- ▶ Remplacement

```
>>> s_virgule.replace("d'espaces", "de, virgules")  
'Des,mots,separes,de, virgules'
```

- ▶ Tests

```
>>> s_virgule.startswith("Des,")  
True  
>>> s_virgule.endswith("x")  
False
```

Chaînes de caractères: Opérations courantes

- ▶ Sous-chaîne (nous verrons la syntaxe plus en détails lors de la discussion des `list`)

```
>>> s_virgule[2:21]
"s,mots,separés,d'es"
```

Ici nous voyons aussi un premier exemple d'appel de fonctions.

- ▶ `len(s)` (appel `nom_de_fonction(parametre1, parametre2, ...)`)
- ▶ `s.replace("a", "b")` (appel `variable.nom_de_fonction(parametre1, parametre2, ...)`)

C'est une syntaxe que nous allons souvent revoir.

Sortie et chaînes formatées

Nous avons déjà utilisé plusieurs fois l'instruction `print`. Voici quelques (autres) forme de son utilisation.

```
>>> a = 2
>>> b = 5
>>> print "La somme de", a, "et", b, "est", a + b
```

On passe ici une liste de 6 arguments à `print` (séparés de virgules):

- ▶ "La somme de"
- ▶ a
- ▶ "et"
- ▶ b
- ▶ "est"
- ▶ a + b

Sortie et chaînes formatées

Deux alternatives plus “modernes”.

```
print "La somme de %s et %s est %s" % (a, b, a + b)
print "La somme de {} et {} est {}".format(a, b, a + b)
```

% est un autre caractère d'échappement pour les chaînes de caractères.

Commentaires

Rappel: Vos programmes seront constamment lu par des humains, incluant vous même lors de sa modification.

Commentaires: texte non-exécuté

```
>>> x = 3 # Ceci est un commentaire  
>>> # Ceci est un autre commentaire
```

Ajout d'information supplémentaire lorsque le fonctionnement n'est pas évident.

Tout ce qui est après # sur une ligne est ignoré par l'interpréteur.

Commentaires multi-lignes

Les chaînes de caractères multi-lignes servent aussi de commentaires. Rappel qu'ils ne sont pas affichés s'ils sont exécuté à l'intérieur d'un script.

```
""" Ceci est  
un commentaire sur  
plusieurs lignes  
"""
```