

Logiciel de calcul formel

Cours 1

Julien Lavauzelle

Université Paris 8

Licence Mathématiques

24/01/2023

Quelques informations personnelles :

- Julien Lavauzelle, maître de conférences depuis 2020, Univ. Paris 8
- email : julien.lavauzelle@univ-paris8.fr
- Ma recherche : codes correcteurs, applications en cryptographie
- J'enseigne aussi :
 - algèbre linéaire 1 : pratique (L1)
 - tremplin master (L3)
 - théorie de l'information (M1)
 - cryptographie à clef publique (M1)
 - algorithmes arithmétiques II (M2)

Le cours **Moodle** (seulement pour étudiant.e.s P8), dans la section STN →
Mathématiques → L2 :

« Logiciel de Calcul Formel L2 »

→ **vous inscrire dès que possible**
la clé d'inscription est CALCULFORMEL-L2

La page Moodle contiendra :

- les sujets d'exercices d'application (en cours) et de TP (à rendre),
- les supports de cours (slides et feuilles de calcul),
- les sujets d'interrogation et leur corrigé,
- le dépôt pour les TP à rendre.

Une **page web** (ouverte à tou.te.s) est également disponible :

www.math.univ-paris13.fr/~lavauzelle/teaching/2022-23/calcul-formel.html

12 séances de cours prévues, le mardi de 9h00 à 11h30, salle A188

Programme provisoire du cours :

- Utilisation du notebook *Jupyter*.
- Rappels sur python.
- Arithmétique élémentaire.
- Polynômes.
- Matrices et systèmes linéaires.
- Calcul symbolique.
- Algorithmes probabilistes.
- Algorithmique sur des graphes.

Modalités d'évaluation de l'UE : par contrôle continu.

1. Première note : interrogations écrites

- ▶ Au début des séances 4, 6, 8, 10 et 12.
- ▶ Interrogation de 15-20 minutes. Début à 9h00 précises.
- ▶ Typiquement, 1 QCM + 1 application directe du cours.

2. Seconde note : TPs à rendre

- ▶ Sujets donnés aux séances 4, 6, 8, 10, 12.
- ▶ À rendre avant le début de la séance suivante (respectivement 5, 7, 9, 11, et une semaine après la dernière séance).
- ▶ À rendre sur Moodle.

Note finale : 50 % note 1 + 50 % note 2

1. Qu'est ce que le calcul formel ?
2. Sagemath
3. Introduction à python
4. Partie pratique

1. Qu'est ce que le calcul formel ?

2. Sagemath

3. Introduction à python

4. Partie pratique

Qu'est ce que le **calcul formel** ?

- ▶ **But** : obtenir les **solutions d'un problème mathématique** par des moyens informatiques
- ▶ algorithmes fondés sur des opérations mathématiques **exactes**, sur des objets que l'on peut **décrire par une quantité finie de données** mais pouvant être « abstraits » (symboles, variables, etc.)
- ▶ aussi appelé **calcul symbolique**, ou **calcul algébrique**.

On l'oppose au **calcul scientifique**, ou **calcul numérique** (qui donne des solutions approchées, avec des nombres « flottants »).

Quelques problèmes que l'on pourra voir en cours :

- Trouver tous les couples de rationnels $(x, y) \in \mathbb{Q}^2$ tels que
$$\begin{cases} 3x + y = 7 \\ x - \frac{1}{2}y = 9 \end{cases}$$
- Calculer le pgcd de 123456 et 345678.
- Trouver les solutions d'une équation polynomiale de degré 4.
- Calculer la primitive d'une fonction.
- Calculer une puissance de matrice.
- etc.

Applications :

- Aide à la preuve mathématique, « démonstration automatique »
- Cryptographie (factorisation, logarithme discret)
- Résolution d'équations différentielles

1. Qu'est ce que le calcul formel ?

2. Sagemath

3. Introduction à python

4. Partie pratique



Logiciel de calcul formel pour ce cours : Sagemath

- ▶ depuis 2005 (dernière version stable : sagemath 9.7, sept. 2022)
- ▶ <https://www.sagemath.org/>

Sagemath est un logiciel **libre**, sous licence GPL :

- ▶ le code source est disponible en ligne
- ▶ on peut l'utiliser, le modifier, proposer de nouvelles versions, etc.
- ▶ plusieurs centaines de développeurs réguliers à travers le monde

« alternative à Magma, Maple, Mathematica et Matlab »

Sagemath s'appuie sur de nombreux logiciels et bibliothèques préexistantes :

- ▶ Maxima et Singular (génériques)
- ▶ PARI/GP et NTL (théorie des nombres)
- ▶ LinBox (algèbre linéaire)

Il s'interface également avec d'autres logiciels comme GAP, Magma, Mathematica, Maple.

Sagemath utilise python comme langage de base

→ la syntaxe est celle de python

Sondage : qui a déjà utilisé python ?

En ligne de commande :

1. Ouvrir un terminal : l'icône ressemble à →
2. Taper : `python`
3. Vous devriez obtenir quelque chose comme :



```
Python 3.9.2 (default, Apr 30 2021, 15:28:52)
[GCC 9.3.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> █
```

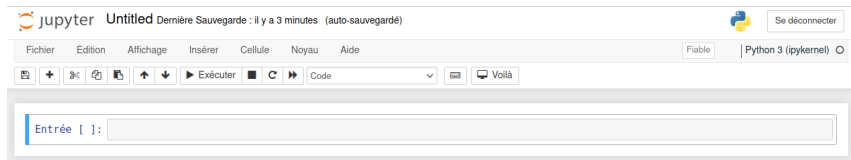
C'est le mode d'utilisation « fondamental » :

- on peut taper des instructions directement dans l'invite de commande (après les triples chevrons >>>)
- on peut éditer un fichier externe, puis l'exécuter.

Démonstration...

C'est un mode d'utilisation avec une **interface plus confortable** visuellement :

- ▶ on édite des blocs de code dans des **cellules**,
- ▶ on peut exécuter les cellules une à une,
- ▶ l'affichage se fait directement sous la cellule.



Démonstration...

1. Qu'est ce que le calcul formel ?

2. Sagemath

3. Introduction à python

4. Partie pratique

Une introduction à Python 3, par Bob Cordeau et Laurent Pointal, disponible ici :

<https://perso.limsi.fr/pointal/python:courspython3>

Apprendre à programmer avec Python, par Gérard Swinnen, disponible ici :

<https://www.inforef.be/swi/python.htm>

Programmation en Python pour les sciences de la vie, par Patrick Fuchs et Pierre Poulain, disponible :

<https://python.sdv.univ-paris-diderot.fr/>

Passage en revue de la syntaxe de python et de ses fonctionnalités élémentaires

→ démonstration

1. Qu'est ce que le calcul formel ?
2. Sagemath
3. Introduction à python
4. Partie pratique

`www.math.univ-paris13.fr/~lavauzelle/teaching/2022-23/calcul-formel.html`

Aussi accessible sur la page Moodle du cours.

- ▶ un premier sujet pour l'installation et la mise en main : **[exos0.pdf]**
- ▶ le support de cours : **[support.pdf]**
- ▶ un premier sujet d'exercices d'applications : **[exos1.ipynb]**

À vous de jouer!