

Introduction au logiciel SageMath



(<https://www.sagemath.org>)

10 juin 2021, LaBRI

Vincent Delecroix, CNRS - Université de Bordeaux

présentation disponible sur <https://wiki.sagemath.org/thursdaysbdx>

Aujourd'hui

Déroulement de la matinée

- 10h00 - 10h10 : petit tour de salle
- 10h15 - 10h25 : présentation (Vincent Delecroix)
- 10h30 - 11h15 : tutoriel (Sébastien Labbé)
- 11h15 - 12h00 : questions / réponses

Motivations

Pourquoi vous voulez un (bon) logiciel de calcul ?

Pourquoi vous voulez un (bon) logiciel de calcul ?

- vérifiez vos calculs,

 jupyter SageMath Moscou Last Checkpoint: 4 hours ago (autosaved)

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help

         Code  CellToolbar

In [34]: `1 + 1`

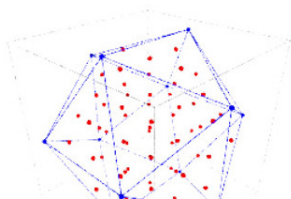
Out[34]: 2

In []:

Pourquoi vous voulez un (bon) logiciel de calcul ?

- vérifiez vos calculs,
- faire des illustrations,

```
In [42]: P = 3 * polytopes.icosahedron()  
I = P.integral_points()  
G = P.plot(polygon=False) + point3d(I, color='red')  
G.show(viewer='tachyon', figsize=3)
```



Pourquoi vous voulez un (bon) logiciel de calcul ?

- vérifiez vos calculs,
- faire des illustrations,
- gros calculs, vérifier des conjectures,

 jupyter SageMath Moscou Last Checkpoint: 5 hours ago (unsaved changes)

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help

          Code  CellToolbar

```
In [68]: G = graphs.RandomGNP(150, 0.5)
         tsp = G.traveling_salesman_problem()
```

```
In [ ]:
```


Pourquoi vous voulez un (bon) logiciel de calcul ?

- vérifiez vos calculs,
- faire des illustrations,
- gros calculs, vérifier des conjectures,
- développer de nouveaux algorithmes,

 jupyter SageMath Moscou Last Checkpoint: 5 hours ago (unsaved changes)

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help

         Code  CellToolbar

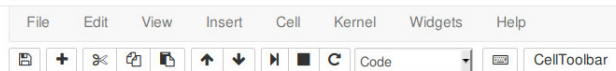
```
In [63]: def is_prime(n):  
          if n < 2:  
              return False  
          for i in range(2, n):  
              if n % i == 0:  
                  return False  
          return True
```

In []:

Pourquoi vous voulez un (bon) logiciel de calcul ?

- vérifiez vos calculs,
- faire des illustrations,
- gros calculs, vérifier des conjectures,
- développer de nouveaux algorithmes,
- terrain d'expérimentation, faire des conjectures.

 Jupyter SageMath Moscou Last Checkpoint: 4 hours ago (unsaved changes)



```
In [57]: from scipy.integrate import ode
y0, t0 = [1.0jr, 2.0r], 0r
def f(t, y, arg1): return [1jr*arg1*y[0] + y[1], -arg1*y[1]**2r]
def jac(t, y, arg1): return [[1jr*arg1, 1r], [0r, -arg1*2r*y[1]]]
r = ode(f, jac).set_integrator('zvode', method='bdf', with_jacobian=True)
r.set_initial_value(y0, t0).set_f_params(2.0r).set_jac_params(2.0r)
t1 = 10r
dt = 1r
while r.successful() and r.t < t1:
    r.integrate(r.t+dt)
    print("%g %g" % (r.t, r.y[-1]))
```

Pourquoi Sage

Quatre logiciels commerciaux dominent le champs du calcul mathématique : Mathematica, Maple, Matlab, Magma. . .

Pourquoi Sage

Quatre logiciels commerciaux dominant le champs du calcul mathématique : Mathematica, Maple, Matlab, Magma. . .

- Ils sont chers.

Pourquoi Sage

Quatre logiciels commerciaux dominent le champs du calcul mathématique : Mathematica, Maple, Matlab, Magma. . .

- Ils sont chers.
- Aucun moyen de vérifier comment ils fonctionnent.

Pourquoi Sage

Quatre logiciels commerciaux dominent le champs du calcul mathématique : Mathematica, Maple, Matlab, Magma. . .

- Ils sont chers.
- Aucun moyen de vérifier comment ils fonctionnent.
- Souvent impossible de faire corriger un bug.

Pourquoi Sage

Quatre logiciels commerciaux dominent le champs du calcul mathématique : Mathematica, Maple, Matlab, Magma. . .

- Ils sont chers.
- Aucun moyen de vérifier comment ils fonctionnent.
- Souvent impossible de faire corriger un bug.
- Ces logiciels peuvent disparaître.

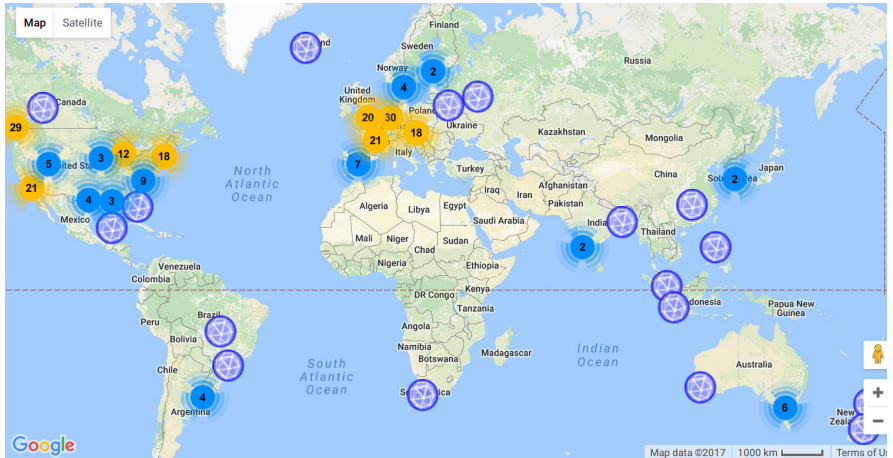
Pourquoi Sage

Quatre logiciels commerciaux dominent le champs du calcul mathématique : Mathematica, Maple, Matlab, Magma. . .

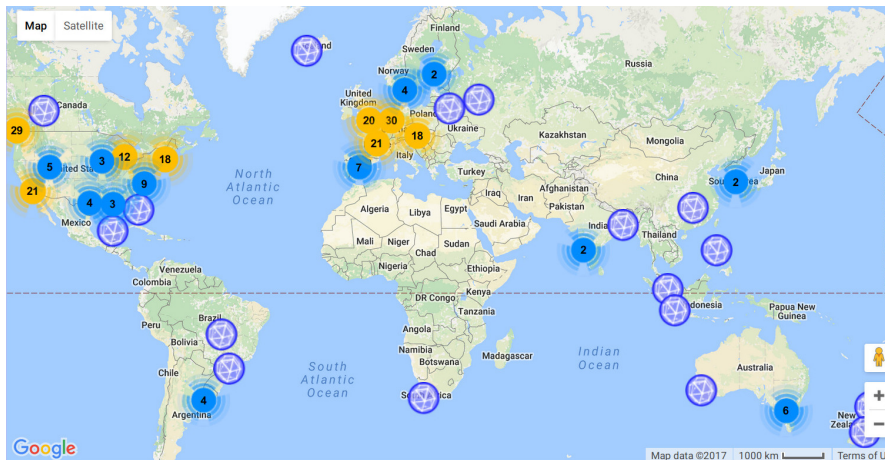
- Ils sont chers.
- Aucun moyen de vérifier comment ils fonctionnent.
- Souvent impossible de faire corriger un bug.
- Ces logiciels peuvent disparaître.

Les logiciels libres de mathématiques existent depuis les années 80' : GAP, R, Maxima, PARI/GP. Chacun d'eux est plutôt spécialisé. SageMath commencé en 2005 est un projet international avec un spectre assez large.

Sage est un projet mondial



Sage est un projet mondial



Contributeurs à Bordeaux : Bill Allombert, Karim Belabas, Xavier Caruso, Henri Cohen, Vincent Delecroix, Andreas Enge, Fredrik Johansson, Sébastien Labbé, Pascal Weil

Modes d'utilisation de Sage

La console

```
[vincent@mangouste ~]$ sage
```

SageMath version 8.0, Release Date: 2017-07-21
Type "notebook()" for the browser-based notebook interface.
Type "help()" for help.

```
sage: V = ZZ^3
sage: v1 = V([1, 3, 5])
sage: v2 = V([-1, 1, 0])
sage: v1.dot_product(v2).is_prime()
True
sage: □
```

Les feuilles de travail Jupyter

File Edit View History Bookmarks Tools Help

Un exemple de feuille de travail Jupyter

localhost:8888/notebooks/Un exemple de feuille de travail Jupyter.ipynb 133% Search

GT Bordeaux cuisine sage math python bac bidouille samba chile langues pad

jupyter Un exemple de feuille de travail Jupyter Last Checkpoint: 11 minutes ago (unsaved changes)

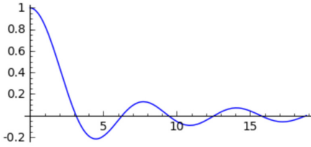
File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help

Code CellToolbar

```
In [1]: V = ZZ^3
v1 = V([1, 3, 5])
v2 = V([-1, 1, 0])
v1.dot_product(v2).is_prime()

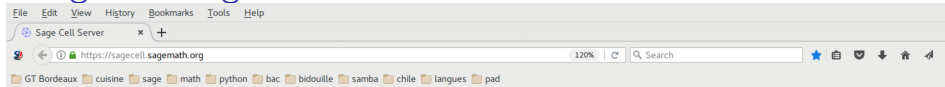
Out[1]: True

In [31]: plot(sin(x)/x, (x, 0, 6*pi)).show(figsize=(4,2))
```



In []:

En ligne via sage math cell



Type some Sage code below and press Evaluate.

```
1 V = ZZ^3
2 v1 = V([1, 3, 5])
3 v2 = V([-1, 1, 0])
4 v1.dot_product(v2).is_prime()
```

Evaluate

Language:

True

[Help](#) | Powered

About

[SageMathCell](#) project is an easy-to-use web interface to a free open-source mathematics software system [SageMath](#).

It allows **embedding Sage computations into any webpage**: check out [short instructions](#) or [comprehensive description of capabilities](#).

Resources for your computation are provided by [Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid](#). You can easily [set up your own server](#).

General Questions on Using Sage

En ligne via cocalc

File Edit View History Bookmarks Tools Help

exemple EJCIM - CoCalc x

https://cocalc.com/projects/f4e2738e-6a72-4b82-a241-f8b0c667d92e/files/2017-11-07-144327.sagews?session= 170% Search

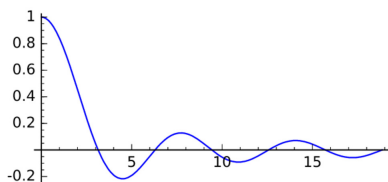
GT Bordeaux cuisine sage math python bac bidouille samba chile langues pad

Projects exemple EJCIM Account About Help

Files New Log Find Settings 2017-11-07-144327.sagews

Save

```
1 V = ZZ^3
2 v1 = V([1, 3, 5])
3 v2 = V([-1, 1, 0])
4 v1.dot_product(v2).is_prime()
5 True
6
7
8 plot(sin(x)/x, (x, 0, 6*pi)).show(figsize=(4,2))
9
```



Fonctionnement de Sage

Quatre ingrédients



une licence libre

Quatre ingrédients



une licence libre



un langage de programmation
populaire

Quatre ingrédients



une licence libre



un langage de programmation
populaire



une interface graphique générique

Quatre ingrédients



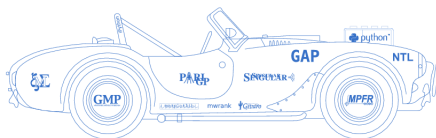
une licence libre



un langage de programmation
populaire



une interface graphique générique



»Every free computer algebra system I've tried has
reinvented many times the wheel without being able to build the car.«

sur les épaules d'une centaine de bibliothèques mathématiques



- SageMath est libre.
- S'installe depuis votre gestionnaire de paquet ou se télécharge depuis internet <https://www.sagemath.org/>
- Le code source est en ligne <https://git.sagemath.org/sage.git/>
- Les contributions sont ouvertes à toutes et à tous <https://trac.sagemath.org>



- SageMath est libre.
- S'installe depuis votre gestionnaire de paquet ou se télécharge depuis internet <https://www.sagemath.org/>
- Le code source est en ligne <https://git.sagemath.org/sage.git/>
- Les contributions sont ouvertes à toutes et à tous <https://trac.sagemath.org>

La licence libre est garantie à vie.



Python est un langage populaire, plutôt facile à apprendre et relativement proche des notations mathématiques standards.



Python est un langage populaire, plutôt facile à apprendre et relativement proche des notations mathématiques standards. L'ensemble

$$\{x \in \{1, \dots, 20\} : 2x^2 - 1 \text{ is prime}\}$$

peut se construire dans Sage comme

```
[x for x in [1..20] if is_prime(2*x^2 - 1)]
```




Python est un langage populaire, plutôt facile à apprendre et relativement proche des notations mathématiques standards. L'ensemble

$$\{x \in \{1, \dots, 20\} : 2x^2 - 1 \text{ is prime}\}$$

peut se construire dans Sage comme

```
[x for x in [1..20] if is_prime(2*x^2 - 1)]
```

Python est aussi utile ailleurs : programmation web, scripts, biologie, analyse de données, etc



Jupyter (bientôt Jupyterlab) est une interface web générique pour les langages de programmation (Sage, PARI/GP, C, C++, etc). La liste des noyaux est accessible à

<https://github.com/jupyter/jupyter/wiki/Jupyter-kernels>

The screenshot shows the Jupyter web interface with a notebook titled "Untitled". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Insert, Cell, Kernel, Help) and a toolbar with icons for file operations, cell execution, and navigation. The notebook content is as follows:

```
In [1]: from sympy import init_printing
init_printing(use_latex='mathjax')
```

Out[1]:

```
In [2]: from sympy.abc import x,y,z,alpha,epsilon
x ** 2 / (alpha + epsilon)
```

Out[2]: $\frac{x^2}{\alpha + \epsilon}$

```
In [10]: from sympy import Integral, integrate, sin, pi, Eq
A = Integral(sin(x), (x,0,pi))
B = integrate(sin(x), (x,0,pi))
Eq(A, B)
```

Out[10]: $\int_0^{\pi} \sin(x) dx = 2$

```
In [11]: integrate(sin(x))
```

Out[11]: $-\cos(x)$

```
In [14]: %matplotlib inline
from sympy import plot
plot(sin(x), (x,-2*pi, 2*pi))
```

Out[14]: <sympy.plotting.plot.Plot object at 0x7f8daa3f2850>



*if every fine computer algebra system I've tried has
reversed many times the wheel without being able to build the car*

Sage est construit sur des centaines de bibliothèques et logiciels scientifiques.

- GMP et MPIR : bibliothèque C pour les entiers en précision arbitraire
- flint : bibliothèque C pour l'algèbre
- PARI/GP : une bibliothèque C et un logiciel pour la théorie des nombres
- GAP : un logiciel autour des groupes
- Cython : une interface et compilateur entre Python et C
- une liste complète à

<https://doc.sagemath.org/html/en/reference/spkg/>

- un site de développement <https://trac.sagemath.org>
- un forum d'entraide <https://ask.sagemath.org>
- une liste de discussion pour les développeurs
<https://groups.google.com/forum/#!forum/sage-devel>

Exemple de bug résolu <https://ask.sagemath.org/question/56590>

Resources

- documentation <https://doc.sagemath.org/>
- le livre libre calcul mathématique avec sage
<http://sagebook.gforge.inria.fr/>
- le forum <https://ask.sagemath.org>
- les jeudi sage à Bordeaux
<https://wiki.sagemath.org/thursdaysbdx>