

Introduction à SageMath

Laissez une rangée libre sur deux dans l'amphi !

Il y a des multiprises pour les 4 premiers rangs !

présentation disponible à

<http://www.labri.fr/perso/vdelecro/ejcim-2018.html>

Introduction à SageMath

EJCIM Nancy, du 26-30 mars 2018

Vincent Delecroix (Bordeaux)

Bruno Grenet (Montpellier)

Damien Jamet (Nancy)



<https://www.sagemath.org>

présentation disponible à

<http://www.labri.fr/perso/vdelecro/ejcim-2018.html>

Pourquoi des (bons) logiciels de calcul formel ?

Pourquoi des (bons) logiciels de calcul formel ?

- vérifier des petits calculs,

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

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help

          Code   CellToolbar

In [34]: `1 + 1`

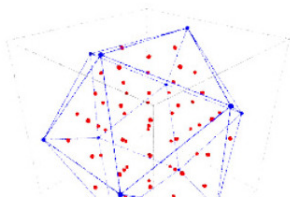
Out[34]: 2

In []:

Pourquoi des (bons) logiciels de calcul formel ?

- vérifier des petits calculs,
- faire des jolis dessins,

```
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 des (bons) logiciels de calcul formel ?

- vérifier des petits calculs,
- faire des jolis dessins,
- faire des gros calculs, tester 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 des (bons) logiciels de calcul formel ?

- vérifier des petits calculs,
- faire des jolis dessins,
- faire des gros calculs, tester 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

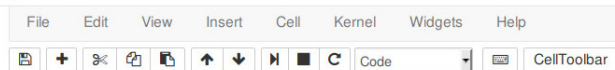
```
In [63]: def is_prime(n):  
          if n < 2:  
              return False  
          for i in range(2, n):  
              if n % i == 0:  
                  return False  
          return True
```

In []:

Pourquoi des (bons) logiciels de calcul formel ?

- vérifier des petits calculs,
- faire des jolis dessins,
- faire des gros calculs, tester des conjectures,
- développer de nouveaux algorithmes,
- expérimentation, produire 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 SageMath

Il y a 3.5 logiciels commerciaux qui concentrent une bonne partie de l'activité autour du calcul formel : Mathematica, Maple et Magma (Matlab s'occupe quant à lui de calcul scientifique).

Pourquoi SageMath

Il y a 3.5 logiciels commerciaux qui concentrent une bonne partie de l'activité autour du calcul formel : Mathematica, Maple et Magma (Matlab s'occupe quant à lui de calcul scientifique).

- Ces logiciels sont chers.

Pourquoi SageMath

Il y a 3.5 logiciels commerciaux qui concentrent une bonne partie de l'activité autour du calcul formel : Mathematica, Maple et Magma (Matlab s'occupe quant à lui de calcul scientifique).

- Ces logiciels sont chers.
- Il est impossible de voir comment il marche.

Pourquoi SageMath

Il y a 3.5 logiciels commerciaux qui concentrent une bonne partie de l'activité autour du calcul formel : Mathematica, Maple et Magma (Matlab s'occupe quant à lui de calcul scientifique).

- Ces logiciels sont chers.
- Il est impossible de voir comment il marche.
- Parfois impossible de voir des bogues corrigés.

Pourquoi SageMath

Il y a 3.5 logiciels commerciaux qui concentrent une bonne partie de l'activité autour du calcul formel : Mathematica, Maple et Magma (Matlab s'occupe quant à lui de calcul scientifique).

- Ces logiciels sont chers.
- Il est impossible de voir comment il marche.
- Parfois impossible de voir des bogues corrigés.
- Un logiciel propriétaire peut disparaître.

Pourquoi SageMath

Il y a 3.5 logiciels commerciaux qui concentrent une bonne partie de l'activité autour du calcul formel : Mathematica, Maple et Magma (Matlab s'occupe quant à lui de calcul scientifique).

- Ces logiciels sont chers.
- Il est impossible de voir comment il marche.
- Parfois impossible de voir des bogues corrigés.
- Un logiciel propriétaire peut disparaître.

Les logiciels de calculs formels libres existent depuis longtemps : Axiom (1970), Maxima et PARI/GP (début 80) et GAP (fin 80). Chacun de ces projets a mis l'accent sur quelques aspects.

Pourquoi SageMath

Il y a 3.5 logiciels commerciaux qui concentrent une bonne partie de l'activité autour du calcul formel : Mathematica, Maple et Magma (Matlab s'occupe quant à lui de calcul scientifique).

- Ces logiciels sont chers.
- Il est impossible de voir comment il marche.
- Parfois impossible de voir des bogues corrigés.
- Un logiciel propriétaire peut disparaître.

Les logiciels de calculs formels libres existent depuis longtemps : Axiom (1970), Maxima et PARI/GP (début 80) et GAP (fin 80). Chacun de ces projets a mis l'accent sur quelques aspects.

L'ambition de SageMath (démarré en 2005) est de couvrir l'essentiel des mathématiques et de l'informatique théorique.

Quatre ingrédients



Quatre ingrédients



langage de programmation
populaire

Quatre ingrédients



langage de programmation
populaire



interface générique

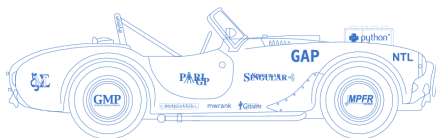
Quatre ingrédients



langage de programmation
populaire



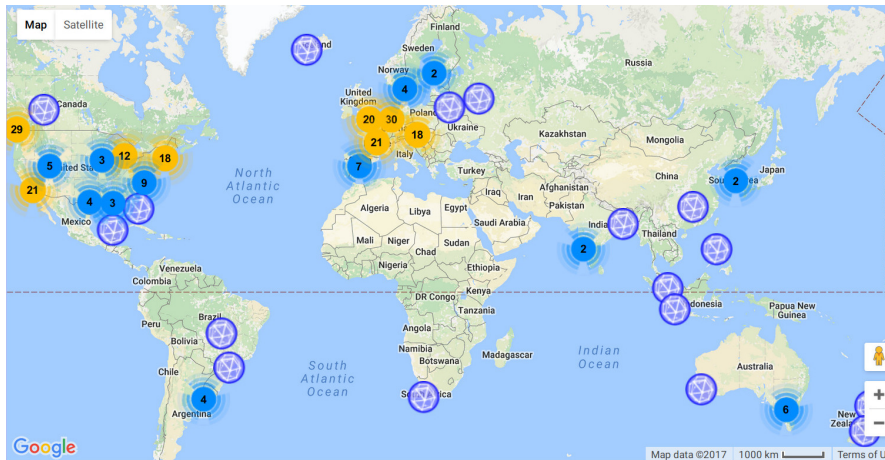
interface générique



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

sur les épaules de centaines de librairies

La carte des développeurs de SageMath





- SageMath est libre et gratuit (et de plus en plus populaire).



- SageMath est libre et gratuit (et de plus en plus populaire).
- On peut le télécharger <https://www.sagemath.org/>,



Free as in Freedom

- SageMath est libre et gratuit (et de plus en plus populaire).
- On peut le télécharger <https://www.sagemath.org/>,
- ainsi que son source code <https://git.sagemath.org/sage.git/>.



Free as in Freedom

- SageMath est libre et gratuit (et de plus en plus populaire).
- On peut le télécharger <https://www.sagemath.org/>,
- ainsi que son source code <https://git.sagemath.org/sage.git/>.

SageMath est distribué sous licence GNU GPL.



Python est un langage de programmation populaire et qui, dans une certaine mesure, est facile à lire.



Python est un langage de programmation populaire et qui, dans une certaine mesure, est facile à lire. L'ensemble

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

peut-être construit via

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



Python est un langage de programmation populaire et qui, dans une certaine mesure, est facile à lire. L'ensemble

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

peut-être construit via

$$[x \text{ for } x \text{ in } [1..20] \text{ if } \text{is_prime}(2*x^2 - 1)]$$

Python est utilisé à de nombreuses fins : programmation web, langage de script, systèmes embarqués, biologie, analyse de données, robotique, etc



Jupyter est une interface générique aux langages de programmation et logiciels de calcul. On peut l'utiliser avec : SageMath, PARI/GP, C, C++, etc. La liste des "noyaux" se trouve à

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

The screenshot shows the Jupyter web interface. At the top, the title is "Untitled" with a subtitle "Last Checkpoint: 9 minutes ago (unsaved changes)". Below the title is a menu bar with "File", "Edit", "View", "Insert", "Cell", "Kernel", and "Help". Under the menu bar is a toolbar with icons for saving, undo, redo, and other editing functions. The main area displays a notebook with four cells. The first cell contains the code `from sympy import init_printing` and `init_printing(use_latex='mathjax')`, with the output being an empty cell. The second cell contains the code `from sympy.abc import x,y,z,alpha,epsilon` and `x**2 / (alpha + epsilon)`, with the output being the mathematical expression $\frac{x^2}{\alpha + \epsilon}$. The third cell contains the code `from sympy import Integral, integrate, sin, pi, Eq`, `A = Integral(sin(x), (x,0,pi))`, `B = integrate(sin(x), (x,0,pi))`, and `Eq(A, B)`, with the output being the integral equation $\int_0^{\pi} \sin(x) dx = 2$. The fourth cell contains the code `integrate(sin(x))`, with the output being $-\cos(x)$. Below the fourth cell is a plot of the function $\sin(x)$ from $x = -6$ to $x = 6$, with the y-axis ranging from -1.0 to 1.0 . The plot is a blue sine wave. The output of the fourth cell is `<sympy.plotting.plot.Plot object at 0x7f8daa3f2850>`.



*"Every free computer algebra system I've tried has
reversed many times the wheel without being able to build the car."*

SageMath est construit sur les épaules d'une centaine d'outils et de
bibliothèques scientifiques



*"Every free computer algebra system I've tried has
reversed many times the wheel without being able to build the car."*

SageMath est construit sur les épaules d'une centaine d'outils et de bibliothèques scientifiques

- GMP ou MPIR : bibliothèque C pour les entiers en précision arbitraire,
- MPFR : calcul flottant en précision arbitraire,
- PARI/GP : CAS pour la théorie des nombres,
- GAP : CAS pour la théorie des groupes,
- Cython : un compilateur "Python \rightarrow C",
- liste complète à
<http://www-ftp.lip6.fr/pub/math/sagemath/spkg/upstream/>.

SageMath n'est pas parfait et vous pouvez contribuer !

SageMath n'est pas parfait et vous pouvez contribuer !

- Python est lent mais il y a un remède simple : on écrit en C et Cython fait la colle

SageMath n'est pas parfait et vous pouvez contribuer !

- Python est lent mais il y a un remède simple : on écrit en C et Cython fait la colle
- SageMath a l'air monolithique mais il est en voie de modularisation. Il est par exemple très facile d'ajouter une interface à une librairie C/C++ avec Cython.

SageMath n'est pas parfait et vous pouvez contribuer !

- Python est lent mais il y a un remède simple : on écrit en C et Cython fait la colle
- SageMath a l'air monolithique mais il est en voie de modularisation. Il est par exemple très facile d'ajouter une interface à une librairie C/C++ avec Cython.
- Problèmes d'architecture logicielle, manque de cohésion... manque de "développeurs ingénieurs".

SageMath n'est pas parfait et vous pouvez contribuer !

- Python est lent mais il y a un remède simple : on écrit en C et Cython fait la colle
- SageMath a l'air monolithique mais il est en voie de modularisation. Il est par exemple très facile d'ajouter une interface à une librairie C/C++ avec Cython.
- Problèmes d'architecture logicielle, manque de cohésion... manque de "développeurs ingénieurs".

Les contributions sont ouvertes à tous <https://trac.sagemath.org> :
donnez de la visibilité à vos implantations !

Au travail !

- ❶ Installer SageMath : voir Section 5.2 "Installer et démarrer Sage" dans le livre.
- ❷ Démarrer SageMath (en console ou Jupyter).
- ❸ Aller sur
<http://www.labri.fr/perso/vdelecro/ejcim-2018.html>.