

## Le système Sage

Support partiellement repris de Franco Saliola, Florent Hivert, Dan Drake, William Stein, ...

EJCIM 2012, Rennes



Sage ?

## La mission de Sage

« Créer une alternative libre et viable à Maple<sup>TM</sup>,  
Mathematica<sup>TM</sup>, Magma<sup>TM</sup> et MATLAB<sup>TM</sup>

...

## La mission de Sage

« Créer une alternative libre et viable à Maple<sup>TM</sup>,  
Mathematica<sup>TM</sup>, Magma<sup>TM</sup> et MATLAB<sup>TM</sup>

...

et une communauté accueillante d'utilisateurs et de  
développeurs»

# Principes fondateurs de Sage

- Développé par des chercheurs pour des chercheurs
- Entièrement libre (GPL)

## Principes fondateurs de Sage

- Développé par des chercheurs pour des chercheurs
- Entièrement libre (GPL)
  
- « Construire la voiture, plutôt que de réinventer la roue »
  - Atlas, GAP, GMP, Linbox, Maxima, MPFR, PARI/GP, NetworkX, NTL, Numpy/Scipy, Singular, Symmetrica, ...
  - Langage de programmation standard (Python)

## Principes fondateurs de Sage

- Développé par des chercheurs pour des chercheurs
- Entièrement libre (GPL)
  
- « Construire la voiture, plutôt que de réinventer la roue »
  - Atlas, GAP, GMP, Linbox, Maxima, MPFR, PARI/GP, NetworkX, NTL, Numpy/Scipy, Singular, Symmetrica, ...
  - Langage de programmation standard (Python)
  
- Modèle de développement type « Bazar »
- Prosélytisme actif

# Sage est une distribution de logiciels mathématiques

Arithmétique	GMP, MPFR, MPFI, NTL, ...
Algèbre	GAP, Maxima, Singular
Géométrie algébrique	Singular, Macaulay2 (optionel)
Géométrie arithmétique	PARI, NTL, mwrnk, ecm, ...
Calcul symbolique	Maxima, Sympy
Algèbre linéaire exacte	Linbox, IML
Algèbre linéaire numérique	GSL, Scipy, Numpy
Combinatoire	Symmetrca, Lrcalc, PALP, ...
Théorie des graphes	NetworkX, graphviz (optionel)
Théorie des groupes	GAP

*... et bien d'autres !*

# Sage Demo

Demo !



# Sage est une distribution de logiciels mathématiques

```
> sage -singular
```

```
                SINGULAR                               /  Development
A Computer Algebra System for Polynomial Computations /  version 3-1-1
                                                    0<
    by: G.-M. Greuel, G. Pfister, H. Schoenemann      \  Feb 2010
FB Mathematik der Universitaet, D-67653 Kaiserslautern \
>
```

# Sage est une distribution de logiciels *mathématiques*

```
> sage -maxima
```

```
Maxima 5.22.1 http://maxima.sourceforge.net  
using Lisp ECL 10.4.1  
Distributed under the GNU Public License. See the file COPYING.  
Dedicated to the memory of William Schelter.  
The function bug_report() provides bug reporting information.  
(%i1)
```

# Sage est une distribution de logiciels mathématiques

```
> sage -gp
```

```
GP/PARI CALCULATOR Version 2.4.3 (development svn-12623)
amd64 running linux (x86-64/GMP-4.2.1 kernel) 64-bit version
compiled: Apr 20 2011, gcc-4.4.3 (Ubuntu 4.4.3-4ubuntu5)
(readline v6.1 enabled, extended help enabled)
```

```
Copyright (C) 2000-2008 The PARI Group
```

```
PARI/GP is free software, covered by the GNU General Public License, and
comes WITHOUT ANY WARRANTY WHATSOEVER.
```

```
Type ? for help, \q to quit.
```

```
Type ?12 for how to get moral (and possibly technical) support.
```

```
parisize = 8000000, primelimit = 500509
```

```
?
```

# Sage est une distribution de logiciels mathématiques

```
> sage -R
```

```
R version 2.10.1 (2009-12-14)
```

```
Copyright (C) 2009 The R Foundation for Statistical Computing
```

```
ISBN 3-900051-07-0
```

```
R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.  
You are welcome to redistribute it under certain conditions.  
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.
```

```
    Natural language support but running in an English locale
```

```
R is a collaborative project with many contributors.  
Type 'contributors()' for more information and  
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.
```

```
Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or  
'help.start()' for an HTML browser interface to help.  
Type 'q()' to quit R.
```

```
>
```

Sage contient une *bibliothèque native*

Sage contient aussi du *nouveau code*  
avec de nouvelles fonctionnalités,  
disponibles nulle part ailleurs.

- 500k lignes de code
- 2500 classes
- 27200 fonctions
- contenu mathématique riche : catégories, combinatoire, graphes, théorie des nombres, ...
- De nombreux algorithmes exclusifs

Sage contient une *bibliothèque native*

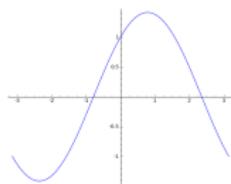
Demo !

# Sage contient une *bibliothèque native*

```
> sage
```

```
-----  
| Sage Version 4.8, Release Date: 2012-01-20           |  
| Type notebook() for the GUI, and license() for information. |  
-----
```

```
sage: pi.numerical_approx(digits=100)  
3.14159265358979323846264338327950288419716939937510582097494459230781640628620  
sage: plot(cos(x)+sin(x), (x,-pi,pi))
```



```
sage: 123598194374328467.factor()  
175981261 * 702337247  
sage: a,b = 0,1  
sage: for i in xrange(10):  
....     print a,  
....     a,b = b,a+b  
0 1 1 2 3 5 8 13 21 34 55 89 144 233 377 610 987 1597 2584 4181
```

# Mini historique de Sage

## Mini historique de Sage

- *2002* : Atelier Calcul Formel Libre à Lyon
- *1999-2005* : William Stein écrit plus de 25,000 lignes de code Magma pour sa recherche. Il réalise que c'est un mauvais investissement à long terme car il ne peut ni voir ni changer l'intérieur de Magma.
- *Fev. 2005* : Sage 0.1, une bibliothèque Python liant ensemble PARI, Maxima, Python, Singular, GAP.

## Mini historique de Sage

- *2002* : Atelier Calcul Formel Libre à Lyon
- *1999-2005* : William Stein écrit plus de 25,000 lignes de code Magma pour sa recherche. Il réalise que c'est un mauvais investissement à long terme car il ne peut ni voir ni changer l'intérieur de Magma.
- *Fev. 2005* : Sage 0.1, une bibliothèque Python liant ensemble PARI, Maxima, Python, Singular, GAP.
- *Fev. 2006* : Sage 1.0  
Sage Days 1, San Diego, 10 participants ?

## Mini historique de Sage

- *2002* : Atelier Calcul Formel Libre à Lyon
- *1999-2005* : William Stein écrit plus de 25,000 lignes de code Magma pour sa recherche. Il réalise que c'est un mauvais investissement à long terme car il ne peut ni voir ni changer l'intérieur de Magma.
- *Fev. 2005* : Sage 0.1, une bibliothèque Python liant ensemble PARI, Maxima, Python, Singular, GAP.
- *Fev. 2006* : Sage 1.0  
Sage Days 1, San Diego, 10 participants ?
- *Fev. 2010* : Sage 4.4.2  
Sage Days 20, Luminy (France), 120 participants
- *Version actuelle* : Sage 4.8
- 10000 utilisateurs ?
- *Financements* (postdoc, workshops, matériel) : NSF, ANR, CNRS, Nombreuses universités et instituts, Google, Microsoft Research, ...

## Sage est très jeune !

Sage a :

- des bogues
- des incohérences
- des domaines vierges ou non documentées

Sage manque :

- de support natif sous Windows
- de paquet fonctionnel sous Debian / Ubuntu / ...
- d'une bonne modularisation

Liberté !

## Sage est entièrement libre

*“You can read Sylow’s Theorem and its proof in Huppert’s book in the library ... then you can use Sylow’s Theorem for the rest of your life free of charge, but for many computer algebra systems license fees have to be paid regularly ....*

*With this situation two of the most basic rules of conduct in mathematics are violated : In mathematics information is passed on free of charge and everything is laid open for checking.”*

— J. Neubüser (1993)

*(créateur de GAP en 1986)*

## Liberté d'exécution

En tout lieu, pour tout usage, dans les seules limites de la loi.

### Liberté de redistribution de copies

Inclue la liberté de  *vendre*  des copies !

Intérêt :

## Liberté d'exécution

En tout lieu, pour tout usage, dans les seules limites de la loi.

### Liberté de redistribution de copies

Inclue la liberté de  *vendre*  des copies !

### Intérêt :

- Simplicité administrative et technique

## Liberté d'exécution

En tout lieu, pour tout usage, dans les seules limites de la loi.

### Liberté de redistribution de copies

Inclue la liberté de  *vendre*  des copies !

#### Intérêt :

- Simplicité administrative et technique
- Utilisation par les étudiants chez eux

## Liberté d'exécution

En tout lieu, pour tout usage, dans les seules limites de la loi.

### Liberté de redistribution de copies

Inclue la liberté de *vendre* des copies !

#### Intérêt :

- Simplicité administrative et technique
- Utilisation par les étudiants chez eux
- Calcul distant, déploiement à large échelle

## Liberté d'exécution

En tout lieu, pour tout usage, dans les seules limites de la loi.

### Liberté de redistribution de copies

Inclue la liberté de *vendre* des copies !

#### Intérêt :

- Simplicité administrative et technique
- Utilisation par les étudiants chez eux
- Calcul distant, déploiement à large échelle
- Partage de vos programmes, feuilles de travail

## Liberté d'exécution

En tout lieu, pour tout usage, dans les seules limites de la loi.

### Liberté de redistribution de copies

Inclue la liberté de *vendre* des copies !

#### Intérêt :

- Simplicité administrative et technique
- Utilisation par les étudiants chez eux
- Calcul distant, déploiement à large échelle
- Partage de vos programmes, feuilles de travail
- Libre accès aux non académiques

## Liberté d'exécution

En tout lieu, pour tout usage, dans les seules limites de la loi.

### Liberté de redistribution de copies

Inclue la liberté de *vendre* des copies !

#### Intérêt :

- Simplicité administrative et technique
- Utilisation par les étudiants chez eux
- Calcul distant, déploiement à large échelle
- Partage de vos programmes, feuilles de travail
- Libre accès aux non académiques
- Libre accès pour les pays en voie de développement

# Liberté d'étude du fonctionnement

Logiciel *ouvert* : accès au code source

Intérêt :

## Liberté d'étude du fonctionnement

Logiciel *ouvert* : accès au code source

Intérêt :

- Enseignement, diffusion de la science

# Liberté d'étude du fonctionnement

Logiciel *ouvert* : accès au code source

Intérêt :

- Enseignement, diffusion de la science
- Reproductibilité des résultats scientifiques

# Liberté d'étude du fonctionnement

Logiciel *ouvert* : accès au code source

## Intérêt :

- Enseignement, diffusion de la science
- Reproductibilité des résultats scientifiques
- Vérification de démonstrations

# Liberté d'étude du fonctionnement

Logiciel *ouvert* : accès au code source

## Intérêt :

- Enseignement, diffusion de la science
- Reproductibilité des résultats scientifiques
- Vérification de démonstrations
- Maîtrise des hypothèses, modèles et algorithmes

# Liberté d'étude du fonctionnement

Logiciel *ouvert* : accès au code source

## Intérêt :

- Enseignement, diffusion de la science
- Reproductibilité des résultats scientifiques
- Vérification de démonstrations
- Maîtrise des hypothèses, modèles et algorithmes
- Analyse de bogues ou de comportements surprenants

# Liberté d'améliorer et de publier ses améliorations

Intérêt :



# Liberté d'améliorer et de publier ses améliorations

## Intérêt :

- Adaptation aux besoins locaux (langue, terminologie métier)

# Liberté d'améliorer et de publier ses améliorations

## Intérêt :

- Adaptation aux besoins locaux (langue, terminologie métier)
- Corrections de bogues

# Liberté d'améliorer et de publier ses améliorations

## Intérêt :

- Adaptation aux besoins locaux (langue, terminologie métier)
- Corrections de bogues
- Autonomie

# Liberté d'améliorer et de publier ses améliorations

## Intérêt :

- Adaptation aux besoins locaux (langue, terminologie métier)
- Corrections de bogues
- Autonomie
- Mutualisation des efforts

# Communauté

## La communauté Sage dans le monde



Il y a actuellement **244** contributeurs à **165** endroits.

## La communauté Sage

### *sites web*

`http://www.sagemath.org/`

`http://www.sagemath.fr/`

### *listes de diffusion*

`sage-devel` : développement

`sage-windows` : port vers Windows

`sage-release` : gestion des distributions

`sage-algebra` : algèbre

`sage-combinat-devel` : combinatoire

`sage-finance` : finance

`sage-nt` : théorie des nombres

`sage-grid` : calcul scientifique en grille

`sage-edu` : enseignement

`sagemath-edu` : enseignement (en Français)

### *IRC*

`#sagemath` on `freenode.net`

## Journées Sage en 2010

- Sage Days 19 : Seattle, WA (January 2010)
- Sage Days 20 : Marseille (February 2010)
- Sage Days 20.25 : Montreal (March 2010)
- Sage Days 20.5 : Fields Institute (May 2010)
- Sage Days 21 : Seattle, WA (June 2010)
- Sage-Combinat/Chevie Workshop : France (June 2010)
- Sage Days 22 : Berkeley, CA (July 2010)
- Sage Days 23 : Leiden, Netherlands (July 2010)
- Sage Days 23.5 : Kaiserslautern, Germany (July 2010)
- Sage Days 24 : Linz, Austria (July 2010)
- Sage Days 25 : Mumbai, India (August 2010)
- Sage Days 25.5 Montréal, Canada (September 2010)
- Sage Days 26 Seattle, Washington (December 7-10, 2010)

## Journées Sage en 2011

- Joint Math Meetings : New Orleans, LA (January)
- Sage Days 27 : Seattle, WA (January)
- Sage Days 28 : Orsay, France (January)
- Sage Days 29 : Seattle, WA (March)
- Sage Days 30 : Wolfville, NS (May)
- Sage Days 31 : Seattle, WA (June)
- Sage Education Days 3 : Seattle, WA (June)
- Sage Bug Fix Days 32 : Seattle, WA (August)
- Sage Days 33 : Seattle, WA (September); Women in Sage
- Sage Singular Days 34 : Kaiserslautern, Germany (September)
- Sage Days 34.5 : Bobo Dioulasso, Burkina Faso (October)
- Sage Flint Days 35 : Warwick UK (December)

2012 : Cernay, Bristol, Boston, San-Diego, Montréal, South Korea, Minneapolis, Seattle, Bobo Dioulasso, ...

## Quelques livres libres

- *Calcul Mathématique avec Sage*

Alexandre Casamayou, Guillaume Connan  
Thierry Dumont, Laurent Fousse  
François Maltey, Matthias Meulien  
Marc Mezzarobba, Clément Pernet  
Nicolas M. Thiéry, Paul Zimmermann

<http://sagebook.gforge.inria.fr/>  
July 2010 : 1.0 online    2012 : printed

- *The Sage tutorial* : <http://www.sagemath.org/doc>

David Joyner, William Stein et al.

- *A First Course in Linear Algebra* : <http://linear.ups.edu>

Robert Beezer

# Sage et enseignement en France

- <http://sagemath-edu.fr/wiki/>
- Utilisation à large échelle à Lyon, Strasbourg
- *Nouveauté* : Sage accepté à l'oral de l'agreg 2012 !