

Le notebook Jupyter

Un outil pour l'enseignement

Qui suis-je ?

- ▶ Maîtresse de conférences en informatique à l'université Paris-Saclay
- ▶ J'enseigne la programmation et l'algorithmique du L1 au M2
- ▶ Je fais de la recherche en combinatoire algébrique

Le code dans ma recherche

Je fais de la recherche fondamentale en *combinatoire algébrique*, un domaine à l'intersection des mathématiques et de l'informatique théorique. Je programme BEAUCOUP.

- ▶ Le code me sert à *expérimenter* et *explorer* les propriétés des objets mathématiques
- ▶ Tous mes résultats de recherche sont obtenus en partie grâce à de l'expérimentation / exploration
- ▶ Par la combinatoire : une conception très algorithmique des mathématiques et des objets à l'interface des deux domaines (permutations, arbres)

Attachement au logiciel libre

- ▶ Utilisatrice et contributrice au logiciel libre de mathématique SageMath
- ▶ Membre du projet Européen OpenDreamKit (2015 – 2019) sur le développement libre en mathématique
 - ▶ recrutement d'ingénieurs
 - ▶ développement logiciel
 - ▶ soutien matériel de la communauté
 - ▶ organisation de workshops, conférences, formations
- ▶ De façon générale : implication dans la communauté Open-Source et la science ouverte

Ce que j'enseigne : exemples

- ▶ Introduction à l'informatique (L1, python)
- ▶ Programmation impérative (L1, C++)
- ▶ Projet Math-informatique (L1, SageMath, python)
- ▶ Algorithmique (école d'ingénieur niveau L3, python)
- ▶ Algorithmique avancée (M1, python)
- ▶ Combinatoire (M1 et M2, SageMath, python)

Beaucoup de TP

Qu'est-ce que Jupyter ?

Un système de **notebook** permettant de mêler des cellules de textes et des cellules de code. C'est le descendant du "notebook ipython" mais fonctionne maintenant avec des **noyaux** (kernel) de différents langages.

exemple

Comment utiliser Jupyter ?

- ▶ Installation locale (par exemple, avec conda)
- ▶ Installation sur un serveur (par exemple, au niveau de l'université)
- ▶ Utilisation d'un service en ligne (solution la plus simple)

Mon premier cours “Jupyter”

Contexte

2014, nouvellement recrutée, en charge du “projet Pluridisciplinaire Math-Informatique” en L1

Ce que je veux faire

Faire découvrir SageMath aux étudiants, les faire travailler sur des projets mathématiques ambitieux qui nécessitent l’outil informatique.

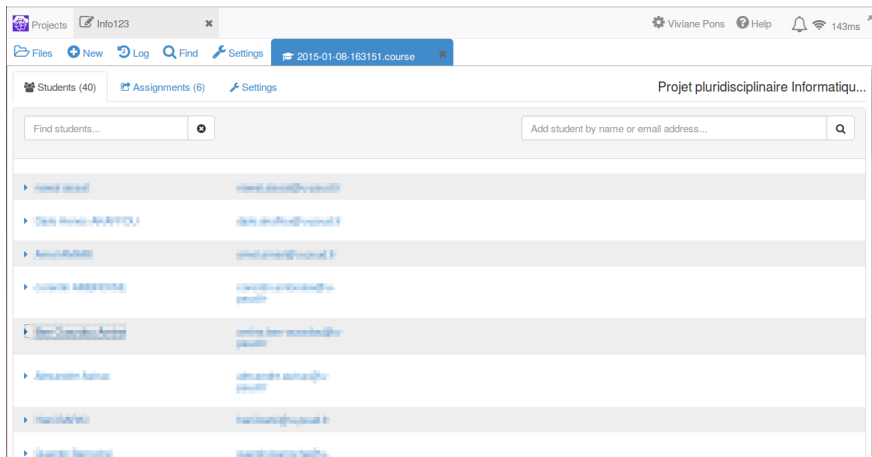
Mes étudiants...

sont débutants et de niveau hétérogènes

Quelle solution technique ?

Le plus simple : utiliser la plateforme **cocalc**.

- ▶ Des machines virtuelles pour les étudiants avec une panoplie de logiciel scientifique (dont SageMath et Jupyter)
- ▶ Un système d'édition collaborative
- ▶ Un système de cours pour "distribuer" des feuilles de TP et les récupérer.



The screenshot shows the JupyterLab interface. At the top, there are tabs for 'Projects' and 'Info123'. The right sidebar contains 'Viviane Pons', 'Help', and a notification bell with '143ms'. The main area has tabs for 'Files', 'New', 'Log', 'Find', 'Settings', and a course tab '2015-01-08-163151.course'. Below these, there are tabs for 'Students (40)', 'Assignments (6)', and 'Settings'. The 'Students' tab is active, showing a search bar 'Find students...' and a button to 'Add student by name or email address...'. Below the search bar, a list of students is displayed, each with a name and an email address.

Name	Email
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr
David de la Torre	de la Torre David@jupyter.fr

Projects Info123 x

Viviane Pons ? Help 373ms

Files + New Log Find Settings 2015-01-08-163151.course x

psuq.fr

Ben-Ouassim Hmoune

Open student project Delete...

Assignment	1. Assign to Student	2. Collect from Student	3. Grade	4. Return to Student
Fiches TP/TP1	Re-assign... Open Assigned 8 months ago (5/2/2015 16:36:55)	Re-collect... Open Collected 4 months ago (30/5/2015 10:57:10)	Enter grade	
Fiches TP/TP2	Re-assign... Open Assigned 8 months ago (19/2/2015 18:08:12)	Re-collect... Open Collected 4 months ago (30/5/2015 10:58:21)	Enter grade	
Fiches TP/TP3	Re-assign... Open Assigned 8 months ago (19/2/2015 18:08:52)	Re-collect... Open Collected 4 months ago (30/5/2015 10:58:53)	Enter grade	
Fiches TP/TP_Geologie	Re-assign... Open Assigned 8 months ago (20/2/2015 14:08:17)	Re-collect... Open Collected 4 months ago (30/5/2015 10:59:17)	Enter grade	
Fiches TP/TP Recurs	Re-assign... Open	Re-collect... Open	Enter grade	

Avantages

- ▶ très rapide à mettre en place
- ▶ demande peu de compétences techniques périphériques
- ▶ relativement solide
- ▶ projet développé en open-source

Inconvénients

- ▶ plateforme externe
- ▶ le coût? Une solution gratuite est proposée mais sans garantie technique. Solution payante : entre 200 et 1000 dollars pour un semestre de cours.

Sur le plan pédagogique

Rappels

les étudiants de première année

- ▶ ne connaissent pas SageMath
- ▶ ne connaissent pas trop python (ça dépend)
- ▶ ne connaissent pas tellement de chose
- ▶ ne sont pas toujours très autonomes
- ▶ ni toujours très motivés

Mais...

Utiliser cocalc et des notebook interactifs Jupyter permet

- ▶ de briser les barrières techniques (rien à installer pour les étudiants)
- ▶ de guider les étudiants tout en les laissant progresser à leur rythme
- ▶ et de façon autonome
- ▶ et de les inciter à tester et expérimenter
- ▶ En plus, je leur donne des projets sympa (enfin, moi je trouve)

En pratique

Premières semaines

Les étudiant-es travaillent sur des notebooks pour se familiariser avec SageMath et python : un mix d'exercices de programmations et de petits problèmes mathématiques.

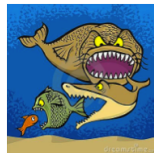
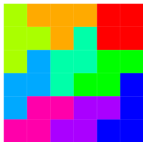
Ensuite

Ils et elles travaillent en groupe sur des projets autour de questions mathématiques avec exploration par ordinateur. Les enseignant-es pour les guider.

À la fin

Exposés de 10 minutes sur leurs résultats.

Les projets



Et donc...

- ▶ Un cours qui fonctionne très bien depuis 7 ans
- ▶ Entre 30 et 70 étudiants par an
- ▶ de très jolis résultats

Et après ? Que s'est-il passé ?

- ▶ J'utilise Jupyter (et cocalc) dans d'autres cours : algo en L3, combinatoire en M2...
- ▶ On décide d'utiliser Jupyter en L1 pour les premiers cours de programmation

C++ en L1 avec Jupyter

- ▶ Environ 400 étudiants de première année

C++ en L1 avec Jupyter

- ▶ Environ 400 étudiants de première année
- ▶ Entre 10 et 13 groupes par an

C++ en L1 avec Jupyter

- ▶ Environ 400 étudiants de première année
- ▶ Entre 10 et 13 groupes par an
- ▶ Équipe enseignante : 1 prof + 2 Mcf (dont moi) + une dizaine d'autres intervenants

C++ en L1 avec Jupyter

- ▶ Environ 400 étudiants de première année
- ▶ Entre 10 et 13 groupes par an
- ▶ Équipe enseignante : 1 prof + 2 Mcf (dont moi) + une dizaine d'autres intervenants
- ▶ En C++

Pourquoi utiliser Jupyter ?

- ▶ pour que les étudiants puissent voir immédiatement le résultat de leurs calculs
- ▶ pour décaler l'apprentissage de la compilation à un peu plus tard
- ▶ pour casser la barrière technique initiale
- ▶ pour inciter les étudiants à plus tester et expérimenter

Un challenge technique

- ▶ Quel noyau ?
- ▶ Comment l'installer ? (Sur nos machines, sur les machines étudiantes)
- ▶ Comment les étudiants peuvent-ils travailler chez eux ?
- ▶ Comment distribuer / récupérer les notebook ?
- ▶ Comment exécuter / tester les rendus des étudiants ?

Solutions...

Basée sur une petite montagne de technologies :

- ▶ noyau **xseus-cling** pour C++ développé par Sylvain Corlay
- ▶ conda package management system
- ▶ git
- ▶ gitlab
- ▶ bibliothèque open-source (développée en partie par nous) **travo**
<https://gitlab.info.uqam.ca/info/travo/>
- ▶ Maintenance d'un serveur Jupyter sur les serveurs de l'université
- ▶ nbgrader

exemple sur le cours de M1

Un système en cours de développement

- ▶ d'abord sur le cours de L1, puis petit à petit sur d'autres cours
- ▶ on corrige les bugs, on améliore le process, on documente, etc.

Soutien de l'université

- ▶ Un projet pédagogique obtenu sur 2020 – 2021 (= décharges en heures eqtd)
- ▶ Deux projets déposés pour 2021 – 2022 : décharges pédagogiques et financements

On en est où

On essaie des solutions TP Jupyter petit à petit.

Deux solutions

- ▶ La solution cocalc “clé en main” : très utile pour un déploiement rapide sans investissement technique.
- ▶ La solution faite maison en cours de développement : indépendante d’une plateforme externe, plus de liberté technologiques, beaucoup plus de travail.

On veut faire...

- ▶ Former les collègues à plus grande échelle
- ▶ Réfléchir à d'autres solutions techniques (serveur cocalc en local ?)
- ▶ Améliorer et documenter notre système pour le rendre plus facilement utilisable à grande échelle.