

CAMPUS DU LIBRE, 21 OCTOBRE 2023

Marc BUFFAT
Université Claude Bernard Lyon 1

21st Oct, 2023

département Mécanique Université Claude Bernard  Lyon 1

Keywords

1 Retour d'expériences sur un environnement de cours basé sur JupyterHub, Nbgrader et Flask dans l'enseignement supérieur en sciences

version html sur <https://perso.univ-lyon1.fr/marc.buffat>



Campus du libre, Octobre 2023

Marc BUFFAT département mécanique, Université Lyon 1

**Université
Claude Bernard**  **Lyon 1**



département
Mécanique

2 Plan de l'exposé

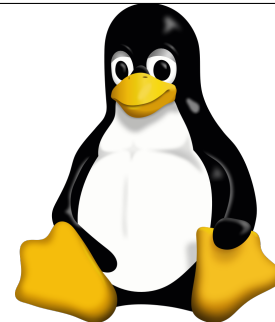
- 1 Contexte personnel
- 2 Contexte professionnel
- 3 Choix de la solution
- 4 Infrastructure mise en place

- 5 Cas d'usage
- 6 Jupyter-book: livre de cours interactif
- 7 Bilan
- 8 Questions ?

2.1 Contexte personnel

Tombé jeune dans la marmite du logiciel libre

Linux



Stallmanoramix
guy.pastre.org

(*crédit* Tavernier 6809 128ko en 1985

Noyau linux sur disquettes 3 1/2 dès 1995

2.2 Contexte professionnel

Besoins

Méthode

Enseignant en mécanique, modélisation numérique, calcul scientifique

- Approche **KISS** (Philosophie d'Unix)
- **Simple is better than complex**

Besoin d'outils numériques adaptés à mes enseignements et mes étudiants

Outils comme Matlab et Maple trop contraignants

1. **Adaptation des outils à ma pédagogie et non l'inverse**

2. Développement basé sur les **besoins pédagogiques**

3. Utilisation de **notebook Jupyter** des 2015

- Utilisation de Python dans ma recherche (HPC) dès 2010 | Problématique environnementale | 4. Solution mutualisée **éco-éfficiente**

2.3 Choix de la solution

Logiciels libres que l'on peut étendre, adapter aux besoins et faire communiquer

Python

Jupyter

Flask

Debian linux

GitLab



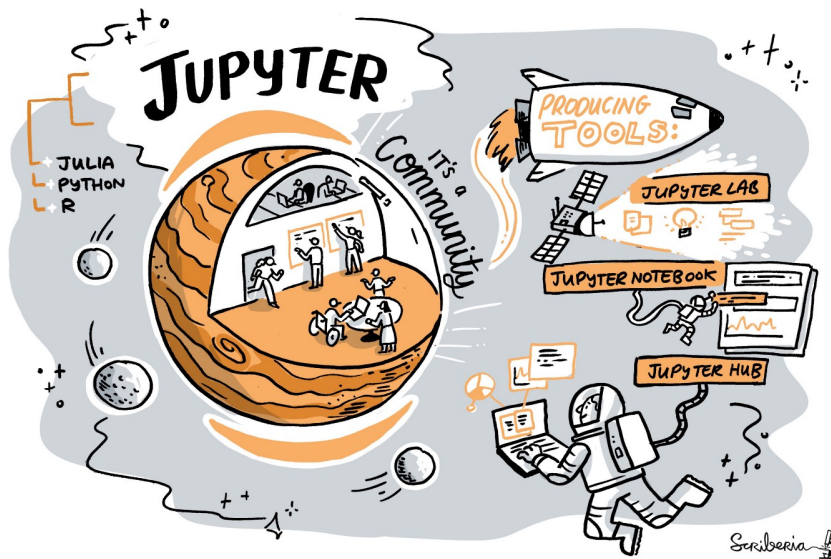
- Serveurs debian virtualisés avec un environnement virtuel python avec jupyterhub

- Gestion de cours par année , par portail et par UE
- Mise a jour automatique avec GitLab

Jupyter book sur le système de cours [Jupyter/nbgrader/Flask](#)

Basé sur l' EcoSystème Jupyter (pour l'éducation)

Ensemble d'outils open source pour l'informatique interactive et exploratoire, et une plate-forme interactive pour créer des récits informatiques



Large communauté internationale avec une convention internationale annuelle **JupyterCon** (Paris mai 2023)

2.4 Infrastructure mise en place

Serveurs virtualisés Debian + **JupyterHub** au dpt méca depuis 2015



Dans le cadre du projet **AMI INCLUDE**, déploiement à Lyon 1 depuis 2022

- un IR **Thomas DUPRIEZ** (déploiement/adaptation)
- une IE pédagogique **Sarah Pollet** (formation)
- en cours: gestion openstack des VM (un alternant **Sylvère Kanapa**)

Infrastructure actuelle: gestion des VM avec KVM

- 2x serveurs AMD 128 coeurs 512Go RAM (conso / serveur \approx 300W)
- 2x serveurs AMD 96 coeurs 768 Go RAM, 2 GPU AMD A40

2.4.1 Bilan d'utilisation

site <https://jupyter.univ-lyon1.fr>

- un serveur par année de formation

(L1 ~ 1500 étudiants, L2 ~ 470 étudiants, L3 ~280 étudiants, M1 ~ 230 étudiants, M2 170 étudiants)

- 7 portails (Méca, Physique, Chimie, Maths, Génie-électrique, Science de la terre, Info.)+ 1 transversal (~ ~3000 étudiants)
- 31 cours (UE) ouverts avec ~ 90 enseignants dans les équipes pédagogiques
- à terme 1ere et 2nd année INSA de Lyon (~ 900 étudiants)

exemple: serveur M2 [jupyterM2](#) cours [MGC2367MG1](#)

2.5 Cas d'usage

2.5.1 Objectifs pédagogiques

1. Apprentissage d'une méthode (et pas d'un langage)
 - en privilégiant une approche algorithmique
 - et l'utilisant approche scientifique (rigueur, validation)
2. Maîtrise de l'utilisation de l'informatique scientifique
 - pour du traitement de données
 - pour comprendre la modélisation et la simulation
 - pour l'analyse des données d'expériences ou de simulation
3. Apprentissage pas forcément axé sur le développement de code

2.5.2 Approche pédagogique

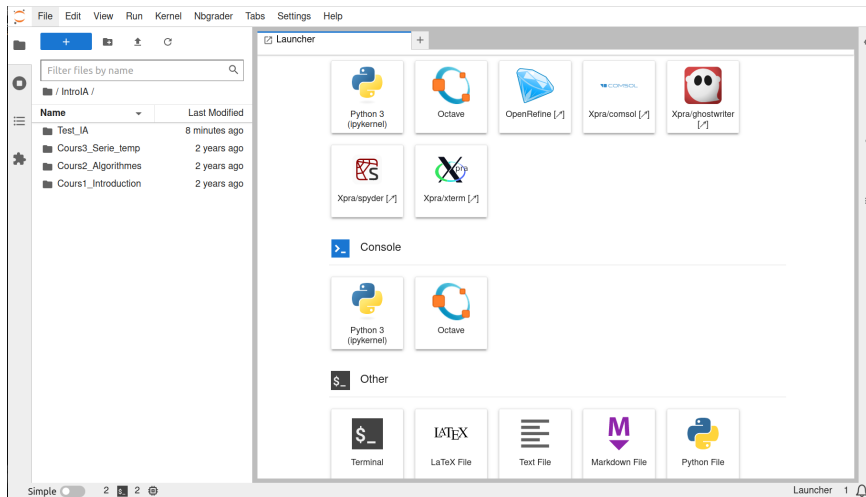
L'approche pédagogique "learning by doing"

What comes first, "using" or "understanding"? The natural mode of learning is to first use, leading slowly to understanding. (Seymour Papert)

2.5.3 Interfaces WEB

Interface Notebook classique ou JupyterLab (avec XPRA) + gestion GPU

exemple: serveur M2 [jupyterM2](#)



2.5.4 Notebooks pour des TPs numériques

traitement et analyse de données en L2 sur le réchauffement climatique

- [Notebook du TP de L2](#)
- [TP sur le serveur L2 cours MGC2028L](#)

Jupyter Traitement_de_donnees Dernière Sauvegarde : 18/10/2022 (modifié) Se déconnecter

Fichier Edition Affichage Insérer Cellule Noyau Navigue Widgets Aide Non fiable Python 3 (ipykernel)

Type de diapo Diapo

1 Objectifs

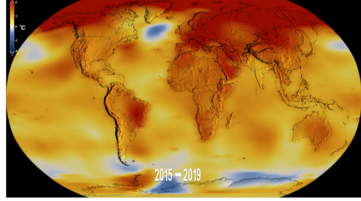
Apprendre à lire des données dans un fichier, les analyser et les traiter pour en déduire des prédictions.

La démarche consiste en

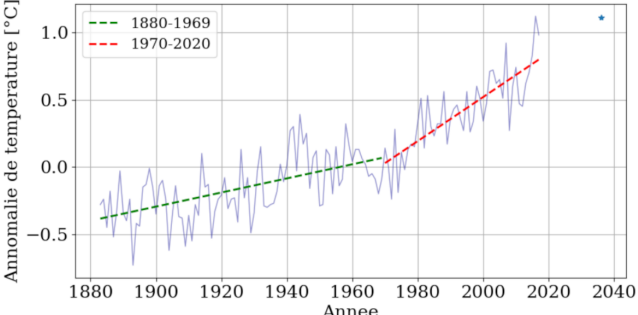
1. lecture des données
2. analyse des données
3. détermination d'une loi simple
4. prédiction à partir de cette loi
5. analyse des résultats

application

- problème du réchauffement climatique.



```
Entrée [33]: # tracer du résultat
### BEGIN SOLUTION
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(annee, anomalie_temp, color='#2929a3', linestyle='-', linewidth=1, alpha=0.5)
plt.plot(annee_1, f_lineaire_1(annee_1), 'g--', linewidth=2, label='1880-1969')
plt.plot(annee_2, f_lineaire_2(annee_2), 'r--', linewidth=2, label='1970-2020')
plt.plot([an], [prediction_2], '**')
plt.xlabel('Annee')
plt.ylabel('Anomalie de temperature [°C]')
plt.legend(loc='best', fontsize=15)
plt.grid();
plt.savefig("prediction2.png")
### END SOLUTION
```





2.5.5 Notebook d'illustrations interactives:

danse des pendules

- [Notebook explicatif](#) + [Vidéo](#)


Jupyter `Swinging_pendulum` Dernière Sauvegarde : il y a 21 heures (auto-sauvegardé) Se déconnecter

Fichier Edition Affichage Insérer Cellule Noyau Navigateur Widgets Aide Python 3 (ipykernel)

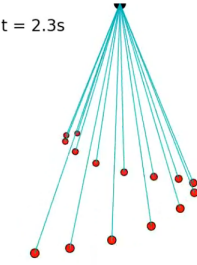
Université Claude Bernard  Lyon 1  département Mécanique

Danse des pendules (swinging pendulum)

Pr Marc BUFFAT, dpt Mécanique, université Lyon 1



$t = 2.3s$



0:02 / 0:36

Type de diapo Diapo

6 Conclusion

A l'aide d'une expérience numérique utilisant des notebooks Jupyter, un peu de code Python et des visualisations de simulation numérique, on a pu expliquer la danse des pendules observée sur la vidéo de l'expérience initiale. On a ainsi montré que

- le mouvement du pendule simple est sinusoïdal avec une période dépend de la racine carrée de sa longueur
- dans le cas de 2 pendules dont le rapport des longueurs est un rapport rationnel élevé au carré, on obtiens une courbe classique de Lissajous.
- en prenant une série de 15 pendules de longueurs croissantes dans un rapport rationnel élevé au carré, on retrouve les mouvements observés dans la vidéo initiale.

2.5.6 Notebook de cours

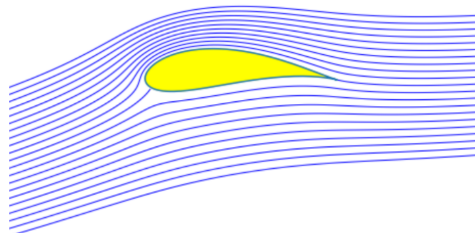
Notebook sur la théorie de l'aile et la transformation de Kutta Joukowski

- [cours MGC1061M sur le serveur M1](#)

Jupyter Theorie_aile Dernière Sauvegarde : 18/04/2023 (auto-sauvegardé) Python 3 (ipykernel)

Théorie de l'aile (transformation de Joukowski)

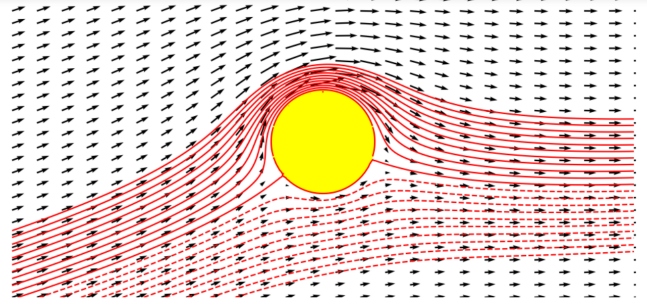
Marc BUFFAT département mécanique, Lyon 1



```
Entrée [1]: %matplotlib inline
import numpy as np
import sympy as sp
import matplotlib.pyplot as plt
```

1 Potentiel complexe

Pour un écoulement incompressible 2D de fluide parfait irrotationnel le potentiel $\phi(x, y)$ et la fonction de courant $\psi(x, y)$ vérifie l'équation de Laplace:

$$\Delta\psi = \Delta\phi = 0$$


3 Transformation conforme

On définit une transformation conforme $Z = F(z)$ qui préserve les angles dans le plan complexe.

3.1 Transformation de Joukowski

$$Z = z + \frac{c^2}{z}$$

2.5.7 Notebook pour des TP virtuels

TP en autonomie utilisant les notebooks + **streamlit**

- TP virtuel de mesures de portance sur une aile d'avion
- [cours MGC3062L sur le serveur L3](#)

Etude de la portance d'un profil

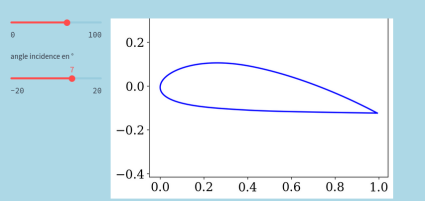
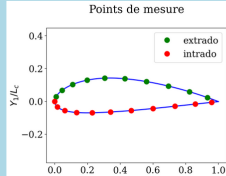


Etudiant NBGrader Course id=2592889824

Conditions exp.: T0=22 °C, P0=1012 hPa

Profil: naca 4421 Lc=0.12 m W=0.3 m

	Xc	Yc	Xi	Yi
0	0.9329	0.023	0	0.0000
1	0.8233	0.059	1	0.0360
2	0.6947	0.093	2	0.0618
3	0.5602	0.126	3	0.1340
4	0.4283	0.137	4	0.2285
5	0.3028	0.141	5	0.3412
6	0.1981	0.125	6	0.4672
7	0.1098	0.103	7	0.6006



Balace

Forces mesurées:

portance = 10.809 N

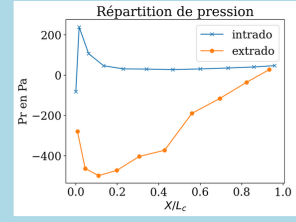
traînée = 0.208 N

Pression dynamique amont:

Pd = 255.23 Pa

Re = 162376

mesures sur le profil



Répartition de pression

2.5.8 Notebook sur le machine learning (prédiction météo)

- utilisation d'une très grosse BD Météo-France
- base de donnée brute nécessitant du nettoyage
- ressource de calcul importante pour la phase d'apprentissage
- environnement virtuel Python pour du machine learning (GPU)
 - Pansa, Seaborn, scikit-learn, tensor-flow, Keras, Pytorch

cours MGC2367M sur le serveur M2

attention ce modèle d'IA est non explicatif et donc limité

2.6 Jupyter-book: livre de cours interactif

valorisation des ressources pédagogiques avec l'outil jupyter book

- notebooks ipython
- fichiers en markdown (version myst) avec du code LaTeX
- utilisation de Sphinx , bibtex , ..

jupyter {book}

- exemples de livre sur <https://perso.univ-lyon1.fr/marc.buffat>

2.7 Bilan

- Bilan **très positif**
 - très forte communauté autour de Jupyter dans le monde de l'enseignement (essentiellement anglophone)
- Mais **ATTENTION** ce n'est qu'un outil au service de la pédagogie
 - **importance du papier et du crayon dans l'apprentissage**
- **Quelques difficultés**
 - qqes pbles de compatibilité entre les très nombreuses bibliothèques Python (gestion avec PIP)
 - solution : personnalisation des VM avec Openstack
 - nécessite des moyens humains, en particulier pour la formation

2.8 Questions ?



2.8.1 Bibliographie

- Jupyter book sur le système de cours **Jupyter/nbgrader/Flask**
- **Teaching and Learning with Jupyter** by Lorena A. Barba et al.
- site professionnel <https://perso.univ-lyon1.fr/marc.buffat>

References