



# Conférence Aramis 2022

Retour d'expérience du Centre Blaise Pascal  
sur ses services de visualisation

... ou comment s'adapter aux nouvelles  
contraintes d'exploitation...

Emmanuel Quémener

# La visualisation : 1 des 4 piliers de l'informatique scientifique



# Référence napoléonienne (détachée de tout contexte politique)



*« Un bon croquis vaut  
toujours mieux qu'un  
long discours ! »*

Napoléon Bonaparte

By Henri Félix Emmanuel Philippoteaux - Transferred from de.wikipedia to Commons by Stefan Bernd.Alt source: [1], Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5556134>

# Un croquis, ça aide en quoi ?

## Exemple numérique : Runge Kutta

The Runge–Kutta method [\[ edit \]](#)

The most widely known member of the Runge–Kutta family is generally referred to as "RK4", the "classic Runge–Kutta method" or simply as "the Runge–Kutta method".

Let an [initial value problem](#) be specified as follows:

$$\frac{dy}{dt} = f(t, y), \quad y(t_0) = y_0.$$

Here  $y$  is an unknown function (scalar or vector) of time  $t$ , which we would like to approximate; we are told that  $\frac{dy}{dt}$ , the rate at which  $y$  changes, is a function of  $t$  and of  $y$  itself. At the initial time  $t_0$  the corresponding  $y$  value is  $y_0$ . The function  $f$  and the [initial conditions](#)  $t_0, y_0$  are given.

Now pick a step-size  $h > 0$  and define

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{6}h(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4),$$

$$t_{n+1} = t_n + h$$

for  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ , using<sup>[3]</sup>

$$k_1 = f(t_n, y_n),$$

$$k_2 = f\left(t_n + \frac{h}{2}, y_n + h\frac{k_1}{2}\right),$$

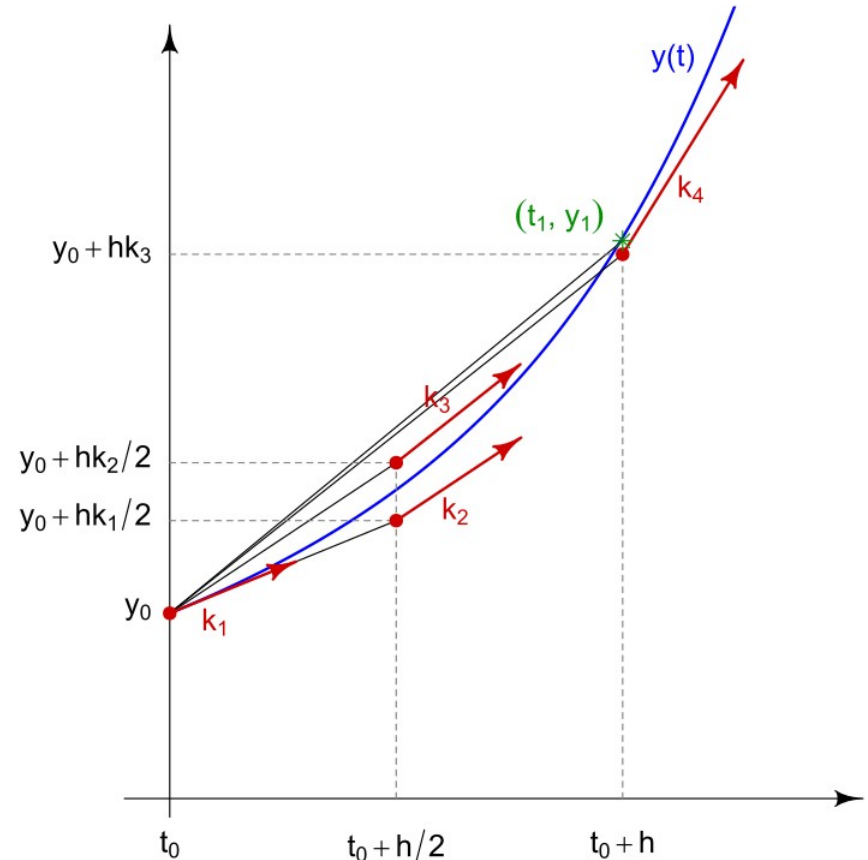
$$k_3 = f\left(t_n + \frac{h}{2}, y_n + h\frac{k_2}{2}\right),$$

$$k_4 = f(t_n + h, y_n + hk_3).$$

(Note: the above equations have different but equivalent definitions in different texts).<sup>[4]</sup>

Here  $y_{n+1}$  is the RK4 approximation of  $y(t_{n+1})$ , and the next value ( $y_{n+1}$ ) is determined by the present value ( $y_n$ ) plus the [weighted average](#) of four increments, where each increment is the product of the size of the interval,  $h$ , and an estimated slope specified by function  $f$  on the right-hand side of the differential equation.

- $k_1$  is the slope at the beginning of the interval, using  $y$  (Euler's method);
- $k_2$  is the slope at the midpoint of the interval, using  $y$  and  $k_1$ ;
- $k_3$  is again the slope at the midpoint, but now using  $y$  and  $k_2$ ;
- $k_4$  is the slope at the end of the interval, using  $y$  and  $k_3$ .

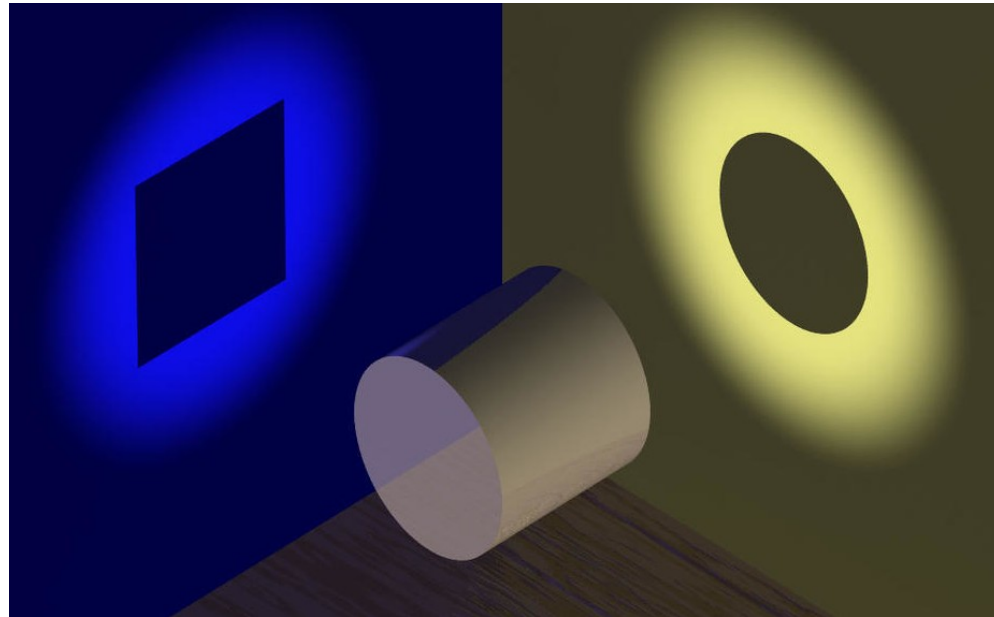


By HilberTraum - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=64366870>

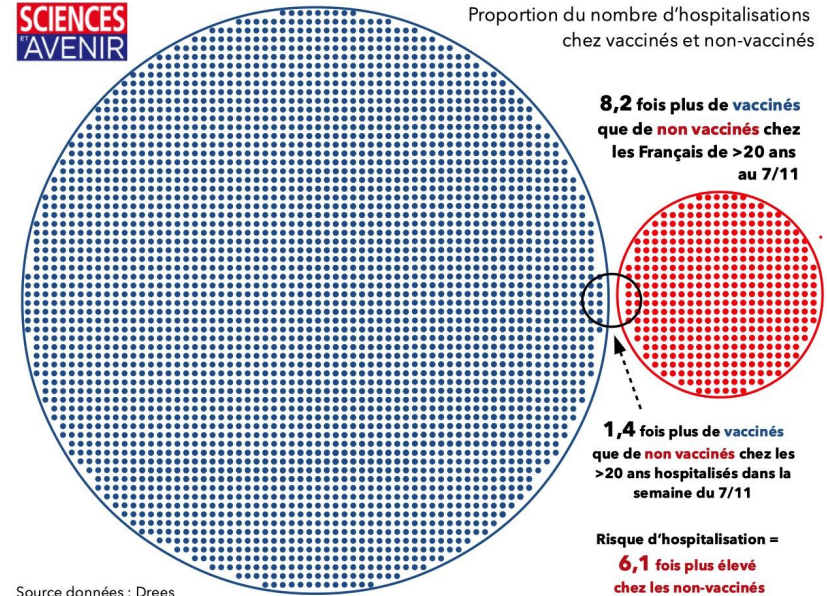


# La visualisation, c'est aussi : changer son regard...

- Changer de point de vue... Deux affirmations vraies, mais...
- Changer de perspective... Des faits à leur interprétation...



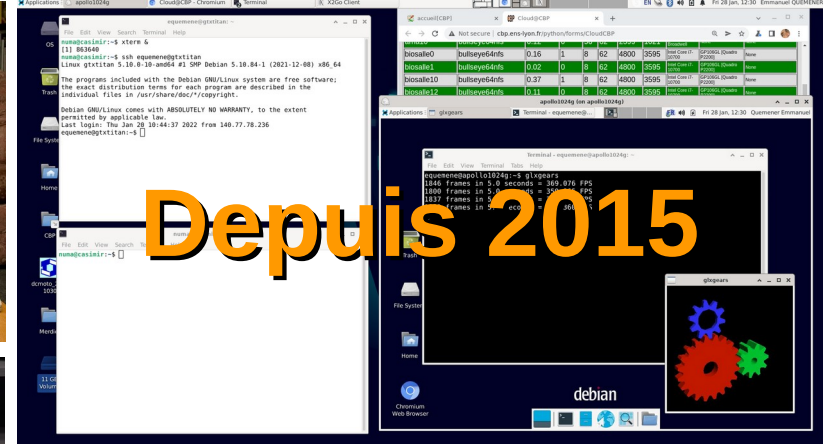
SCIENCES  
L'AVENIR



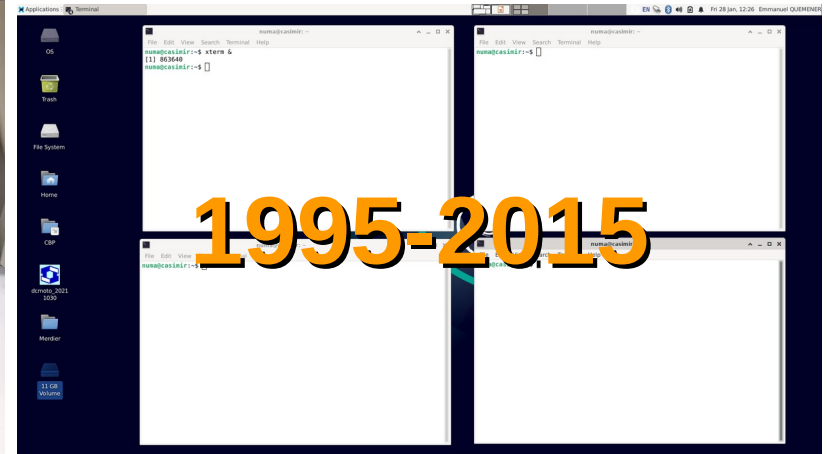
# La visualisation, des caractères aux pixels : une déjà longue histoire...

Au commencement, il y avait la « console »...

Accès  
Distant



Accès  
Local



# Centre Blaise Pascal et son centre d'essais...

- Centre Blaise Pascal : 3 hébergements

- Hôtels à conférences
- Hôtel à formations
- Hôtel à projets

- Centre d'essais : 3 quêtes

- Reproductibilité
- Scalabilité
- Simplicité

- Ses propres plateaux techniques

**Plateau multi-nœuds : 9 grappes**  
116 nœuds, 4 vitesses réseaux

- 1 serveur Sun X4270 avec AMD C120  
4 cœurs physiques @ 2.6GHz  
16 Go de RAM
- 1 serveur Sun X4270 avec AMD C120  
4 cœurs physiques @ 2.6GHz  
16 Go de RAM
- 1 serveur Sun X4270 avec AMD C120  
4 cœurs physiques @ 2.6GHz  
16 Go de RAM
- 14 serveurs Dell R410 avec Intel Xeon E5  
11.2 cœurs physiques HP Q 3566MHz  
Interconnexion InfiniBand QDR 40 Gbit/s  
4 baies avec 40 Gbit/s
- 1 serveur Dell C120 avec Intel Xeon E5  
4 cœurs physiques HP Q 3566MHz  
Interconnexion InfiniBand QDR 40 Gbit/s
- 14 serveurs Dell R410 avec Intel Xeon E5  
11.2 cœurs physiques HP Q 3566MHz  
Interconnexion InfiniBand QDR 40 Gbit/s
- 1 serveur HP BL220 avec Intel Xeon ES 2667  
4 cœurs physiques HP Q 3566MHz  
Interconnexion InfiniBand QDR 40 Gbit/s
- 14 serveurs HP BL220 avec Intel Xeon ES 2667  
4 cœurs physiques HP Q 3566MHz  
Interconnexion InfiniBand QDR 40 Gbit/s
- 4 serveurs Sun X4270 avec AMD C120  
16 cœurs physiques @ 2.6GHz  
Interconnexion InfiniBand QDR 40 Gbit/s

**Plateau multi-cœurs : petit bestiaire**  
42 types de CPU différents

**Plateau myriALUs**  
Multi-shaders : 77 types de (GP)GPU différents  
Accélérateur : 1 Xeon Phi Intel

GPU Gamer : 21

- Nvidia GTX 560 Ti
- Nvidia GTX 680
- Nvidia GTX 690
- Nvidia GTX Titan
- Nvidia GTX 780
- Nvidia GTX 780 Ti
- Nvidia GTX 750
- Nvidia GTX 750 Ti
- Nvidia GTX 980
- Nvidia GTX 970
- Nvidia GTX 980
- Nvidia GTX 980 Ti
- Nvidia GTX 1080
- Nvidia GTX 1080 Ti
- Nvidia GTX 1090
- Nvidia GTX 1090 Ti
- Nvidia RTX 2070
- Nvidia RTX 2080
- Nvidia RTX 2080 Ti
- Nvidia GTX 1660 Ti

GPU desktop & pro : 28

- Intel Xeon Phi 7200
- Nvidia Quadro 4000
- Nvidia V10
- Nvidia V100
- Nvidia Quadro P5000
- Nvidia Quadro P4000
- Nvidia Quadro P3000
- Nvidia Quadro P2000
- Nvidia Quadro P1000
- Nvidia Quadro P520
- Nvidia Quadro P420
- Nvidia Quadro P320
- Nvidia Quadro P220
- Nvidia Quadro P120
- Nvidia Quadro P113
- Nvidia Quadro P1020
- Nvidia Quadro P1020M
- Nvidia Quadro P1000
- Nvidia Quadro M2200
- Nvidia Quadro M1200
- Nvidia Quadro M1080

GPU AMD : 19

- AMD R9
- AMD R7
- AMD R5
- AMD R3
- AMD R2
- AMD R1
- AMD R900
- AMD R800
- AMD R700
- AMD R600
- AMD R500
- AMD R400
- AMD R300
- AMD R200
- AMD R100
- AMD R900F
- AMD R800F
- AMD R700F
- AMD R600F
- AMD R500F
- AMD R400F
- AMD R300F
- AMD R200F
- AMD R100F

GPU : 9

- Nvidia Tesla C1060
- Nvidia Tesla M2050
- Nvidia Tesla M2070
- Nvidia Tesla M2090
- Nvidia Tesla K20m
- Nvidia Tesla K40c
- Nvidia Tesla K40m
- Nvidia Tesla K80
- Nvidia Tesla P100

**Plateau 3IP (prononcez "Trip")**  
"Introduction Inductive à l'Informatique et au Parallélisme"  
Computheque

Atelier

- Diagnostics
- Désassemblage
- Tests unitaires
- (Re)Qualification
- Récupération supports

Refuge

- Machines "ouvertes"
- Machines "exotiques"
- Composants obsolesces

Salle de formation

- Ateliers 3IP
- Fête de la science



# Le Centre Blaise Pascal : c'est aussi ... plus de 300 machines actives

- +4600 (vrais) coeurs, 28 TiB RAM, +1200 HDD, ~4PiB
- Récupération : PSMN, DSI, labos internes & externes...
- +130 machines directement accessibles en graphique !
- Accès multiples : physique, SSH, VirtualGL, x2go...



# Pour bien visualiser, ce qu'il faut : ... ben une « bonne machine » !

- Dans le [cloud@CBP](#), 5 types de machines :
  - Des postes de travail de salles de formations
  - Des stations de travail dans des bureaux ou dans la salle serveur
  - Des serveurs équipés d'équipement généralement spécifiques
  - Des machines « ouvertes » sans boîtier
  - Des machines virtuelles à ressources dédiées
- La « bonne machine » :
  - C'est celle « adaptée » au « cas d'usage » : côté fonctionnel
  - C'est celle qui dispose de l'architecture spécifique : côté technique

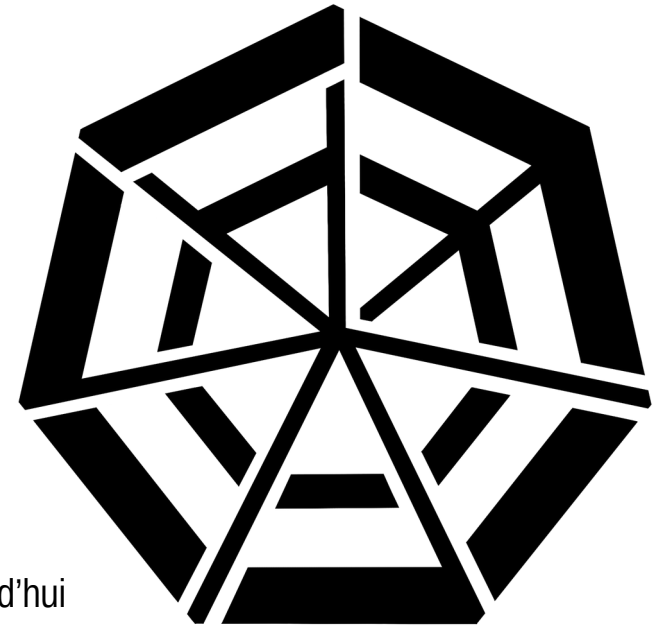
# La « bonne machine » : la machine adaptée au « cas d'usage »

- Des composants : en reprenant Von Neumann
  - **Processeurs** : de 2 à 128 coeurs physiques, 55 modèles différents
  - **Mémoire vive** : de 16 GiB à 2 TiB
  - **Stockages réseau adaptés aux usages** : \$HOME, projets, scratch
  - **Stockage local** : de 500 GB à 50 TB, HDD, SSD, NVMe
  - **GPU ou GPGPU** : de 2008 à 2021 encore actifs,
    - de C1060 à A100, de HD7900 à RX6900XT, de 1 GB à 40 GB
  - **Système unifié** : SIDUS (couramment Debian Bullseye)
- De la diversité (des équipements) vient la force :
  - Et du système unifié vient la maîtrise...

# Sur les Machines du CBP : SIDUS

## *Je n'installe pas, je démarre !*

- **Quoi ?**
  - Déployer un système simplement sur un parc de machines
- **Pourquoi ?**
  - Assurer l'unicité des configurations
  - Limiter l'empreinte du système sur les disques
- **Pour qui ?**
  - Étudiants (vous quoi!), enseignants, chercheurs, ingénieurs, ...
- **Quand & Où ?**
  - Centre Blaise Pascal : depuis 2010, plus de 280 machines aujourd'hui
  - PSMN : depuis 2011, plus de ~800 nœuds (sa propre instance) aujourd'hui
- **Comment ?**
  - Utiliser un partage en réseau d'une arborescence
  - Détourner le mécanisme de LiveCD



**« Deux machines ayant démarré SIDUS ne peuvent pas ne pas avoir le même système ! »**

# Bureau à distance : le couple x2go/VirtualGL

- Pourquoi visualiser ?
  - Parce que la puissance d'analyse est derrière les yeux !
- Pourquoi visualiser à distance ?
  - Parce que l'accès physique n'est pas possible 7j/7, 24h/24
  - Parce que c'est plus pratique pour suivre les évolutions d'un job...
- Quelles contraintes de la visualisation à distance :
  - Sur un canal RDP : multi-plateforme, assez efficace, restreint en 3D
  - Sur un canal TeamViewer : très efficace, mais double tunnel...
  - Sur un canal SSH : lourd, passage OpenGL, multi-plateforme difficile



# VirtualGL : efficace mais pénible...

- Shading par la carte graphique
- Transport par canal SSH
- Utilisation :
  - Sous GNU/Linux, pas trop difficile :
    - Sur le poste client : `vglconnect -s <MonLogin>@<MaVisu>`
    - Sur le poste <MaVisu> : `vglrun <MonAppli3D>`
  - Sous les autres OS, bonne chance...

VirtualGL  
3D Without Boundaries

# x2go : la transformation d'une session en vidéo

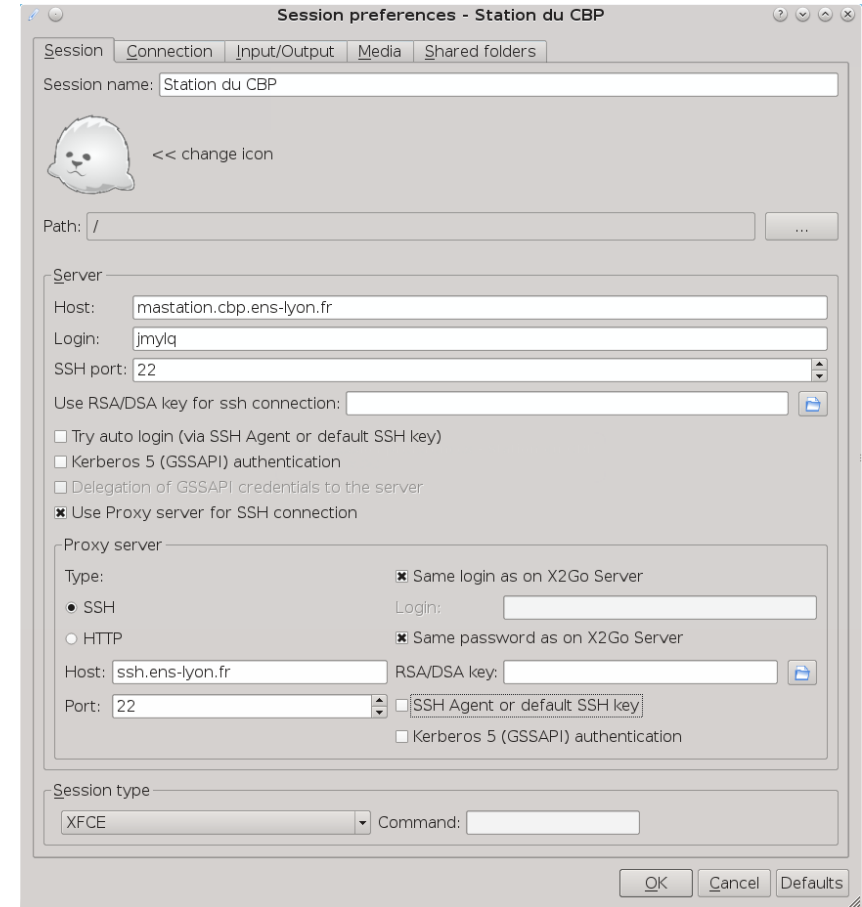
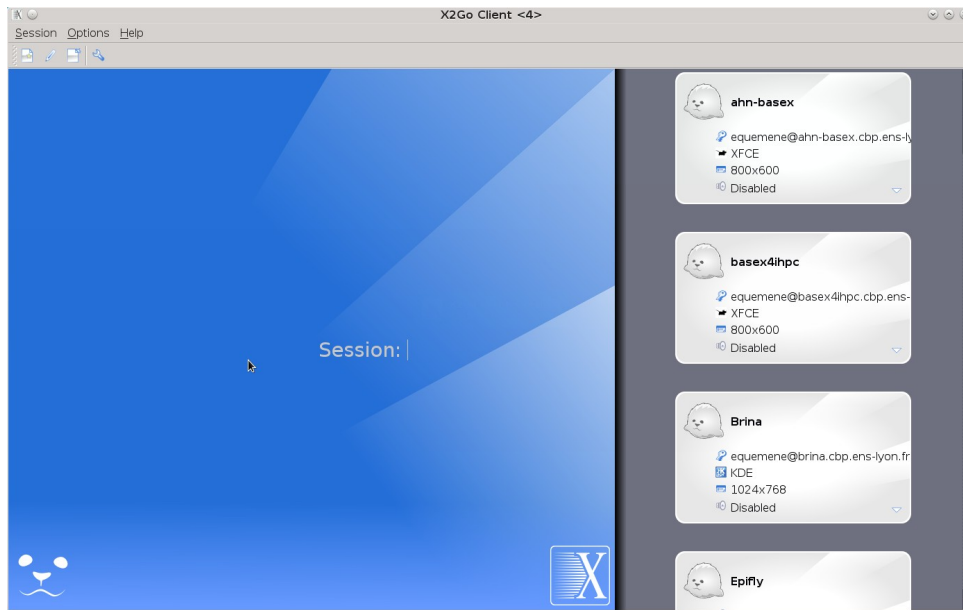
- 3 principes de base :
  - SSH, avec sa polyvalence, est le canal rêvé
  - Chaque image est transférée en jpg
  - Seule la modification de l'écran est transférée (comme MP4)
- Ses avantages :
  - Son multiplateforme : GNU/Linux, Windows, MacOSX, ChromeBook
  - Très faible bande passante utilisée : un 4G correct suffit
  - Passage de périphériques (son), espace de stockage, etc...
  - Exploitation de MesaGL pour la 3D, mais insuffisante...

# x2go & VirtualGL :

## enfin un mariage qui marche !

- Utiliser x2go pour :
  - Son multi-plateforme : Windows, MacOSX, GNU/Linux, ChromeBook
  - Sa faible bande passante utilisée (300KB/s pour une vidéo HD)
  - Son passage de périphériques :
    - Même la carte son peut passer !
    - Mais pour MacOSX, inférieur à 10.5 pour passer les périphériques
- Utiliser VirtualGL pour :
  - Les grosses applications 3D & GPU (Cuda & OpenCL) : MorphoGraphX, Paraview, VMD, ...
  - Préfixer « juste » la commande par vglrun
- Comme ça :
  - Transfert des données primaires plus accessibles
  - Exploitation plus rationnelle des stations de travail

# Connexion par x2go Une configuration aisée...



Le plus dur, c'est de suivre scrupuleusement la doc :-/



# Exploitation x2go/VirtualGL

## Pas seulement la visualisation...

Traitement  
avec MorphoGraphX

Visualisation  
avec VMD

Une petite « démo » ?

# X2go & VirtualGL

## Une petite démonstration ?

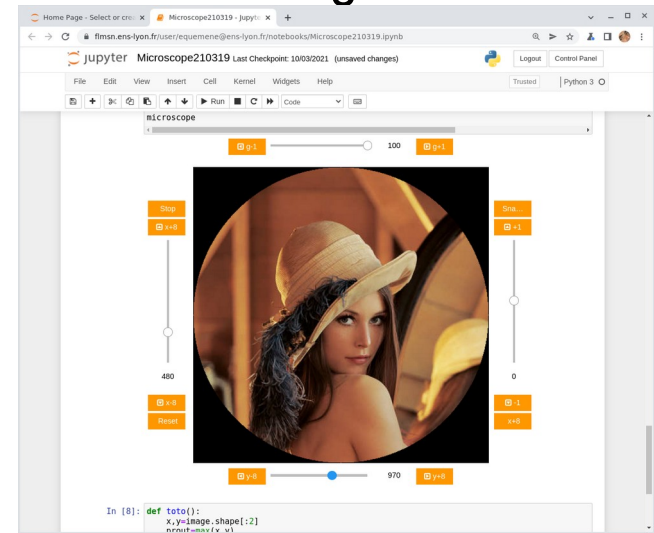
- Se connecter par x2go au travers d'une passerelle SSH
- Ouvrir une application graphique standard
- Ouvrir une application graphique avec accélération locale
- Appréciez ;-) !

# De la diversité des « cas d'usage » à l'exigence d'espaces dédiés...

- Le Centre Blaise Pascal : une diversité insoupçonnée
  - +60 modèles de CPU, +100 modèles de GPU, +5 types de stockage, ...
- 3 approches proposées :
  - 1) Environnement Debian « de base » : le SIDUS de chaque machine
  - 2) Environnement Conda « commun » : Machine Learning & Visualisation
  - 3) Environnement Conda « projet » ou « jetable » : chacun le sien...
- Pour ses propres process (et visualisation) :
  - 1) Evaluer les 2 premières solutions, si insuffisantes (ou trop génériques)
  - 2) Créer son propre environnement : Conda, VirtualBox, Singularity...

# JupyterHub : tous les notebook dans une approche « Full Web »

- A l'origine :
  - Demande Ralf Everaers (directeur CBP) pour ses Notebook
  - Requête de développement de l'UJM : application de biologie
- Authentification Eduroam :
  - Connexion indispensable au RADIUS
- Environnement CONDA spécifique
  - Pour éviter les problèmes de dépendances
- Fonctionnel depuis un an, mais encore peu exploité...





# La 3D : demandes, moyens... Mais peu d'exploitation...

- Pourquoi ?
  - S'immerger dans la scène d'une visualisation physique
- Quoi ?
  - 1 station dans la salle de formation : k4000 + moniteur 24p
  - 1 station au M7-1H07 : k4000 + moniteur 27p
  - 4 paires de lunettes 3D
- Comment ?
  - Demander les lunettes
  - Accès direct obligatoire
- Applications validées : glxgears, PyMol, VMD, Paraview, ...



# Les contraintes des lunettes 3D

## Du « propriétaire » mais pas que...

- Disposer de :
  - Une carte Nvidia Quadro
    - Hors de matinfo parce que dans matinfo, livrée dans adaptateur PS2
  - Un moniteur avec un rafraichissement spécifique : au moins 120Hz
  - Un câble DVI bidirectionnel : pas si courant...
  - Des lunettes IR ou RF bien « chargées » : batterie dans les branches
  - Un vidéoprojecteur avec les bonnes spécifications (mais pas que...)
- Se placer bien en face (pour les IR)
- Utiliser les logiciels « prévus pour » : pas des masses...

# 3D : immersion avec casque VR

## « *Work in progress...* »

- Pourquoi :
  - Créer une « cave » d'exploration de données avec partage de vidéo
- Comment :
  - 1) Trouver un équipement compatible GNU/Linux
  - 2) Déterminer les spécifications matérielles minimales
  - 3) Tester l'équipement sous Windows avec des logiciels éprouvés
  - 4) Passer sous GNU/Linux avec StreamVR
  - 5) Suivre les projets « scientifiques » exploitant les casques
- Projet suspendu : arrêté au point 3, 2020Q1

# En conclusion

## La visualisation au CBP : futur...

- Domaine en perpétuelle évolution
  - Les exigences évoluent, les équipements aussi, et je dois suivre !
- Le « Virtual Reality » devrait se développer :
  - Mais le support Open Source reste marginal (rédhibitoire...)
- Les accès distants sont déjà majoritaires :
  - Mais la présence de machines « physiques » reste indispensable



# Appel aux dons !!!

## Computhèque comme sanctuaire

- Qui pourrait me fournir les composants suivants :
  - Carte contrôleur IDE sur port ISA 16 bits, disquettes 5.24 pouces
- Autrement, la computhèque du CBP accueille :
  - Tout équipement informatique le plus ancien possible :
    - Les vieux 8 bits des années 1980 : Sinclair ZX, Commodore, Oric, etc...
    - Les vieux PC avec des cartes ISA : 80286, 80386, ...
    - Les vieux périphériques : SCSI, scanner, disques durs, lecteurs de bande, etc...
  - Tout équipement informatique un peu exotique :
    - Machines de technologie : Dec Alpha 21264, HPPA, Sun...
- Merci pour votre générosité : [james.mylq@ens-lyon.fr](mailto:james.mylq@ens-lyon.fr)