



➔ Plateforme CIRRUS

Exemples de projets HPC... et plus @ USPC

Christophe Cérin

Université de Paris 13, LIPN, CNRS UMR 7030, France



➔ Table des matières

- 1 État des lieux et rappels
- 2 Types de grands instruments
 - Clusters (super-ordinateurs)
 - Les clouds... dont CUMULUS
 - Illustrations de la démarche et de résultats au sein de USPC
- 3 CIRRUS dans le futur...



⊕ De quoi s'agit-il ? <http://cirrus.uspc.fr>

- ⊕ L'Université Sorbonne Paris Cité (SPC) a annoncé en janvier 2016 la création de sa nouvelle plateforme numérique partagée CIRRUS ;
- ⊕ Nécessités :
 1. D'éviter la dispersion et la multiplication de « petites » plateformes ;
 2. De susciter des collaborations inter-labo-établissements ;
 3. De partager les expériences et les savoir faire ;
 4. D'analyser les processus métiers et les attentes – Le rapport d'enquête sur les usages du numérique rendu disponible (soon)



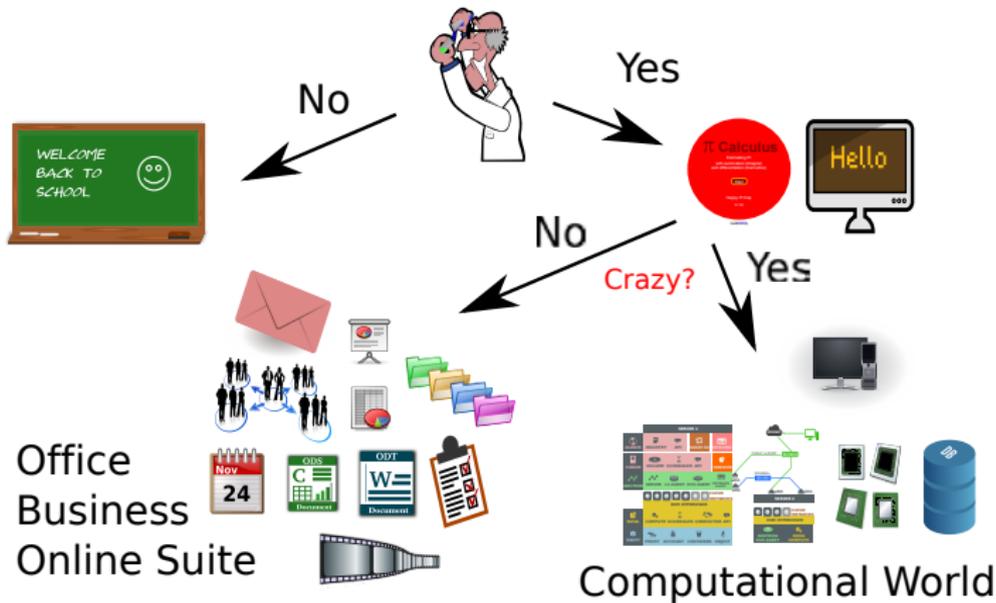
⊕ De quoi s'agit-il ? <http://cirrus.uspc.fr>

- ⊕ L'Université Sorbonne Paris Cité (SPC) a annoncé en janvier 2016 la création de sa nouvelle plateforme numérique partagée CIRRUS ;
- ⊕ Nécessités :
 1. D'éviter la dispersion et la multiplication de « petites » plateformes ;
 2. De susciter des collaborations inter-labo-établissements ;
 3. De partager les expériences et les savoir faire ;
 4. D'analyser les processus métiers et les attentes – Le rapport d'enquête sur les usages du numérique rendu disponible (soon)
- ⊕ Recherche : investissement de l'ordre de 1M€ pour passer à un total de 4500 cœurs, 2000To de stockage et 500 machines virtuelles ;
- ⊕ Mise en place par les DSI des établissements ;

⊕ De quoi s'agit-il? <http://cirrus.uspc.fr>

Homo Sapiens Calculus

relationship to machines





⊙ Éléments de vocabulaire de l'informaticien

⊙ Infrastructure : des processeurs, du stockage et du réseau ;



⊙ Éléments de vocabulaire de l'informaticien

- ⊙ Infrastructure : des processeurs, du stockage et du réseau ;
- ⊙ Recherche en Système : découverte de nouveaux principes, modèles, métriques et outils pour la couche entre le matériel et le logiciel applicatif :



⊕ Éléments de vocabulaire de l'informaticien

- ⊕ Infrastructure : des processeurs, du stockage et du réseau ;
- ⊕ Recherche en Système : découverte de nouveaux principes, modèles, métriques et outils pour la couche entre le matériel et le logiciel applicatif :
 - ⊕ Système d'exploitation ;
 - ⊕ Environnement d'exécution : services d'exécution de programmes tels que les entrées-sorties, l'arrêt des processus, l'utilisation des services du système d'exploitation, le traitement des erreurs de calcul, la génération d'événements,



⊕ Éléments de vocabulaire de l'informaticien

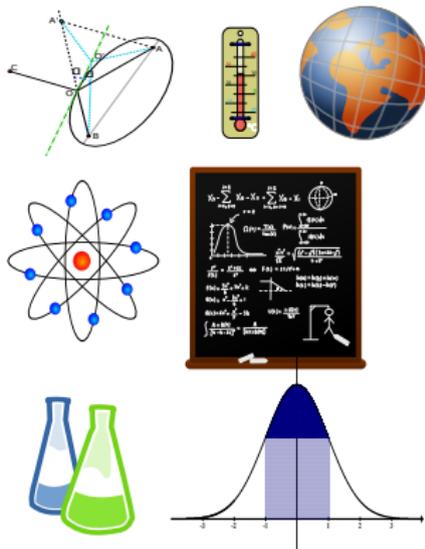
- ⊕ Infrastructure : des processeurs, du stockage et du réseau ;
- ⊕ Recherche en Système : découverte de nouveaux principes, modèles, métriques et outils pour la couche entre le matériel et le logiciel applicatif :
 - ⊕ Système d'exploitation ;
 - ⊕ Environnement d'exécution : services d'exécution de programmes tels que les entrées-sorties, l'arrêt des processus, l'utilisation des services du système d'exploitation, le traitement des erreurs de calcul, la génération d'événements,
 - ⊕ Pour les grandes infrastructures ⇒ algorithmes efficaces de lancement des processus (diffusion arborescente) ;

⊕ Nos grands équipements dans CIRRUS

YOU&ME



Scientific methods



PLATFORM

MAGI

S-CAPAD

CUMULUS

CIRRUS TODAY

(SaaS)

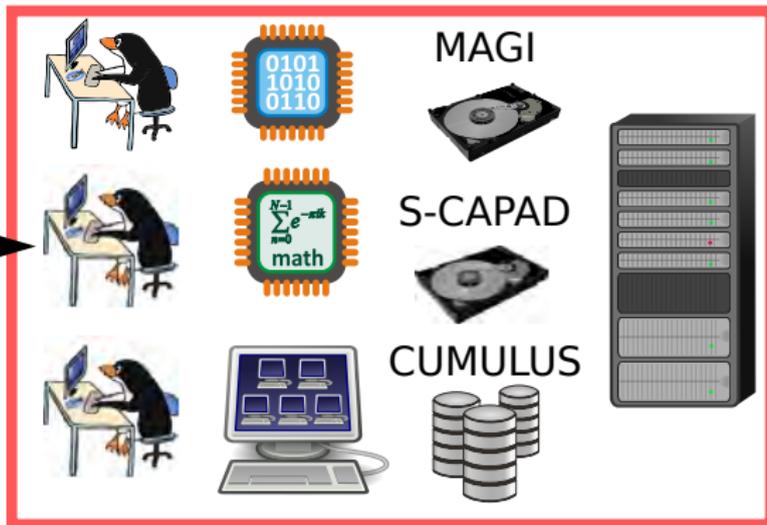
⊕ Nos grands équipements

- 1) Request Software install
- 2) Reserve nodes
- 3) Send job
- 4) Get results



- 1) VM install
- 2) Software install inside VM
- 3) Use Software
- 4) Network of VMs (soon)

USER  SYS ADMIN



CIRRUS TODAY (SaaS)



⊕ Caractères structurants



Des instruments pour des démarches scientifiques expérimentales

Exemple de la démarche expérimentale en informatique :

- ⊕ Un problème, sa modélisation, sa solution rigoureuse, sa représentation informatique, **passage devant une machine**, l'évaluation/retour sur l'expérience.



⊕ Caractères structurants



Des instruments pour des démarches scientifiques expérimentales

Exemple de la démarche expérimentale en informatique :

- ⊕ Un problème, sa modélisation, sa solution rigoureuse, sa représentation informatique, **passage devant une machine**, l'évaluation/retour sur l'expérience.
- ⊕ Simulation ; Émulation ; Vraie grandeur ;



⊕ Caractères structurants

Des instruments pour des démarches scientifiques expérimentales

Exemple de la démarche expérimentale en informatique :

- ⊕ Un problème, sa modélisation, sa solution rigoureuse, sa représentation informatique, **passage devant une machine**, l'évaluation/retour sur l'expérience.
- ⊕ Simulation ; Émulation ; Vraie grandeur ;
- ⊕ De nouvelles méthodologies scientifiques et approches de modélisation deviennent envisageables ;



⊕ Caractères structurants

Des instruments pour des démarches scientifiques expérimentales

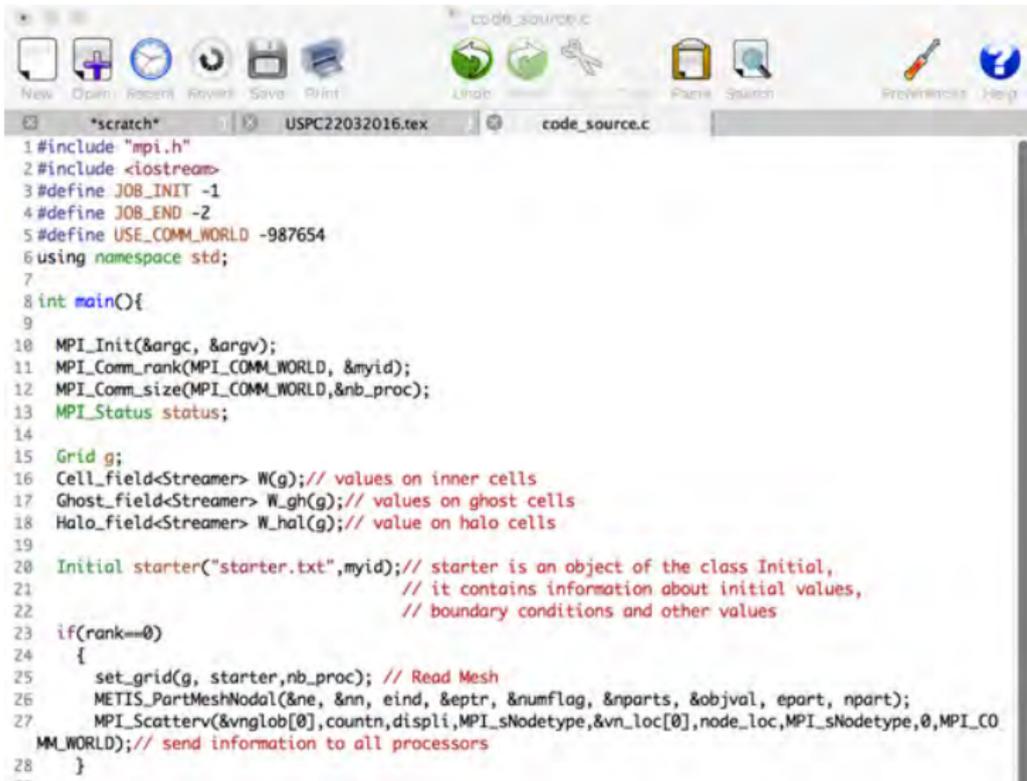
Exemple de la démarche expérimentale en informatique :

- ⊕ Un problème, sa modélisation, sa solution rigoureuse, sa représentation informatique, **passage devant une machine**, l'évaluation/retour sur l'expérience.
- ⊕ Simulation ; Émulation ; Vraie grandeur ;
- ⊕ De nouvelles méthodologies scientifiques et approches de modélisation deviennent envisageables ;
- ⊕ **Nouveaux mots clés** : phase de calibration, plan d'expérimentation, reproductibilité des expériences, validation à grande échelle, simulation des grands systèmes, discussion sur la validité du modèle. . .



- 1 État des lieux et rappels
- 2 Types de grands instruments
 - Clusters (super-ordinateurs)
 - Les clouds... dont CUMULUS
 - Illustrations de la démarche et de résultats au sein de USPC
- 3 CIRRUS dans le futur...

⊕ Clusters (super-ordinateurs) : casser du nombre

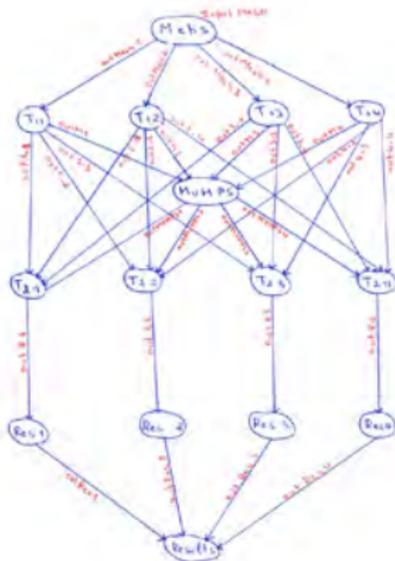


```

1 #include "mpi.h"
2 #include <iostream>
3 #define JOB_INIT -1
4 #define JOB_END -2
5 #define USE_COMM_WORLD -987654
6 using namespace std;
7
8 int main(){
9
10 MPI_Init(&argc, &argv);
11 MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &myid);
12 MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &nb_proc);
13 MPI_Status status;
14
15 Grid g;
16 Cell_field<Streamer> W(g); // values on inner cells
17 Ghost_field<Streamer> W_gh(g); // values on ghost cells
18 Halo_field<Streamer> W_hal(g); // value on halo cells
19
20 Initial starter("starter.txt", myid); // starter is an object of the class Initial,
21 // it contains information about initial values,
22 // boundary conditions and other values
23
24 if(rank==0)
25 {
26     set_grid(g, starter, nb_proc); // Read Mesh
27     METIS_PartMeshNodal(&ne, &nn, eind, &epr, &numflag, &nparts, &objval, epart, npart);
28     MPI_Scatterv(&vnglob[0], countn, displi, MPI_SNode, &vn_loc[0], node_loc, MPI_SNode, 0, MPI_CO
29     MM_WORLD); // send information to all processors
30 }

```

⊕ Clusters (super-ordinateurs) : casser du nombre



Algorithm 1: Algorithm of parallel ADAPT

```

1 W:=double;
2 if rank==0 then /* for the master
processor */
3   Read mesh data;
4   Split mesh with METIS;
5   Distribute mesh to all processors;
6 end
7 W:=0;
8 for each rank do /* for each processor */
9   Initialize conditions and create constants;
10  Send the informations of halos cells to neighbor
subdomains;
11  Apply boundary conditions;
12 end
13 if rank==0 then
14   Construct matrix of linear system;
15   Split the matrix and send part of each processor;
16 end
17 for each iteration do
18   for all rank do /* for all processors
*/
19     Solve linear system using MUMPS;
20   end
21   for each rank do
22     Send the informations of halos cells to
neighbor subdomains;
23     Apply boundary conditions;
24     Compute fluxes of convection, diffusion and
source term;
25     Update solution :  $W^{n+1} = W^n + \Delta t *
(res\_conv + res\_dissip + res\_source)$ ;
26     Save results in parallel way using Paraview;
27   end
28 end

```



- 1 État des lieux et rappels
- 2 Types de grands instruments
 - Clusters (super-ordinateurs)
 - Les clouds... dont CUMULUS
 - Illustrations de la démarche et de résultats au sein de USPC
- 3 CIRRUS dans le futur...



⊕ Ne sert pas à casser (que) du nombre



Le cloud d'après le NIST

Cloud computing is a model for enabling convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.



⊕ Ne sert pas à casser (que) du nombre

Le cloud d'après le NIST

Cloud computing is a model for enabling convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.

Ce qui est important :

- ⊕ L'utilisateur est au centre des préoccupations ;
- ⊕ Configurable – Automatisation ;
- ⊕ Tout est service (y compris le calcul) ;
- ⊕ Le bac à sable ! (la machine virtuelle ou VM)

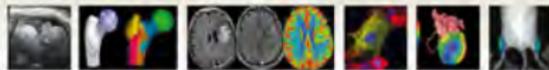
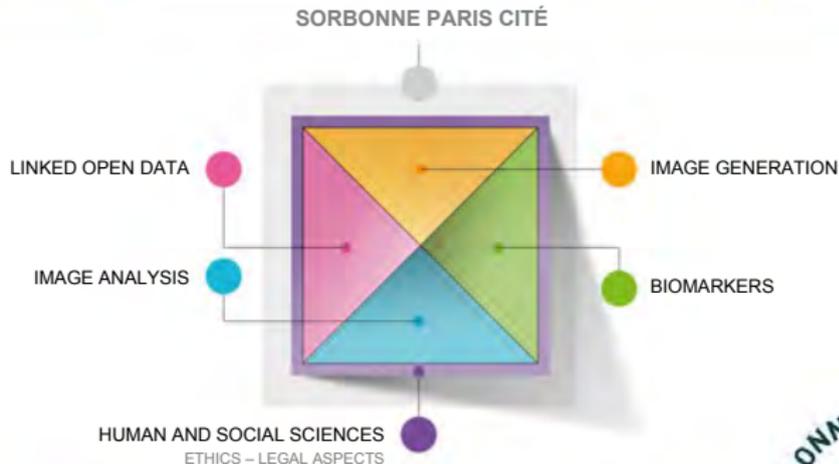


- 1 État des lieux et rappels
- 2 Types de grands instruments
 - Clusters (super-ordinateurs)
 - Les clouds... dont CUMULUS
 - Illustrations de la démarche et de résultats au sein de USPC
- 3 CIRRUS dans le futur...

⊕ (1) Un beau projet

A suitable case-study for cloud adoption and migration: the **Life Imaging** program (IDV)

Coordinators : C.A. Cuenod (Paris Descartes) - F. Dibos (Paris 13) - D. Le Guludec (Paris Diderot)



⊕ (2) Une belle analyse des processus métiers

Formats



Software



➔ (3) Une belle intégration

OpenNebula

Virtual Machines

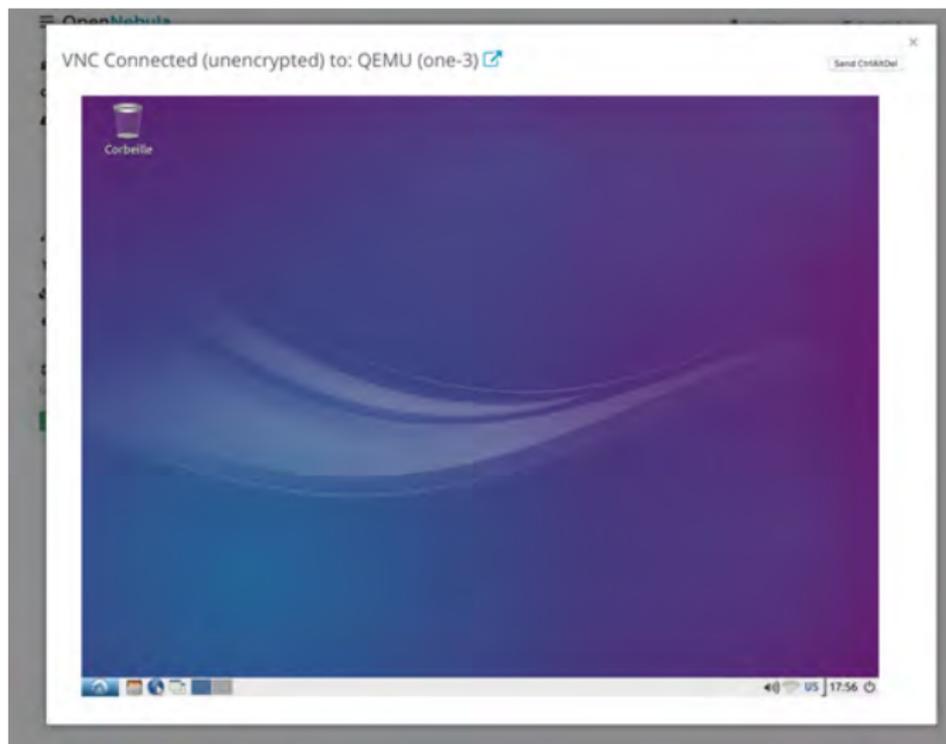
ID	Owner	Group	Name	Status	Host	IPs
1	oneadmin	oneadmin	idv-1	RUNNING	antimoine.dig.univ-paris5.fr	172.17.34.60

Showing 1 of 1 total entries

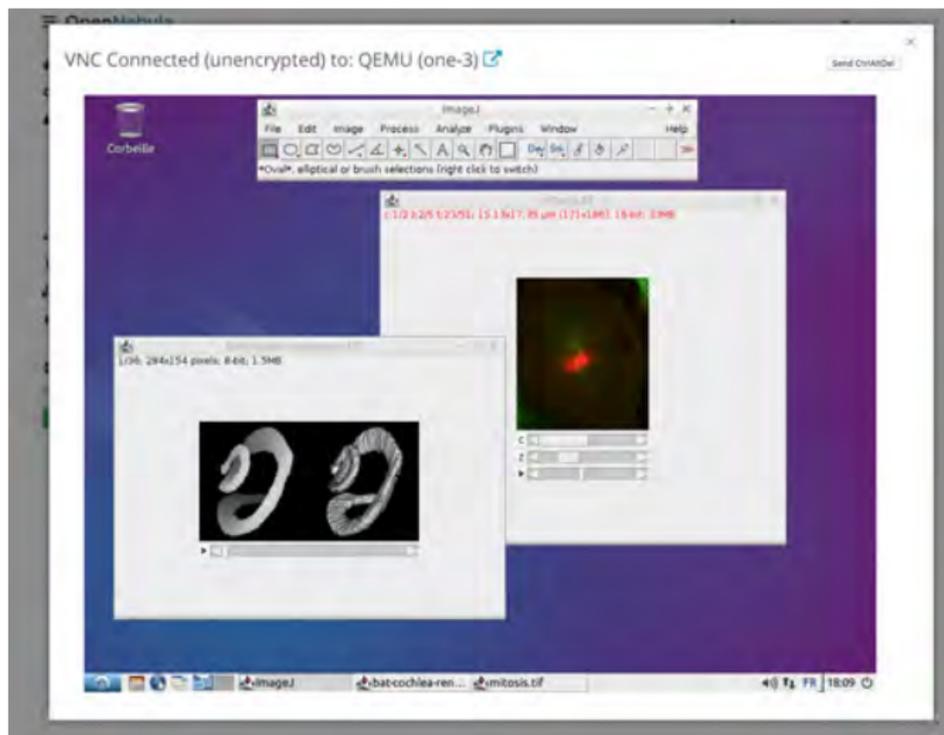
1 TOTAL 1 ACTIVE 0 OFF 0 STOPPED 0 ERROR

OpenNebula 5.10.0 by OpenNebula Systems

⊕ (3) Une belle intégration

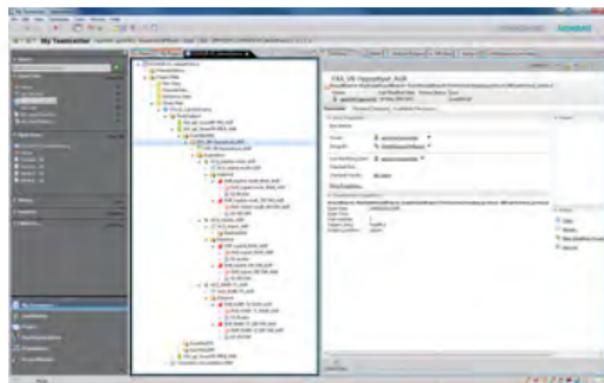
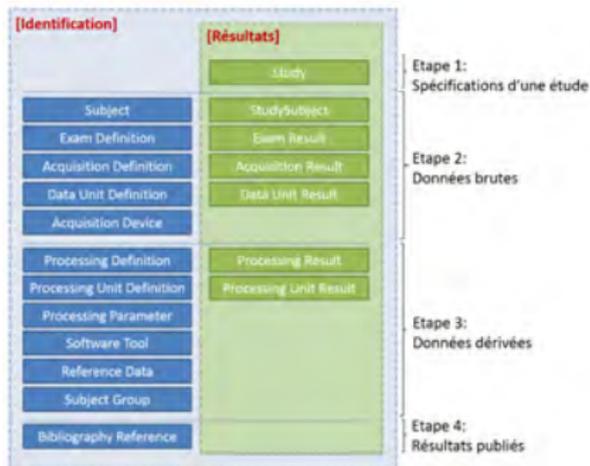


⊕ (3) Une belle intégration



⊕ Projet SPC DRIVE

- ⊕ Cycle de vie d'une étude médicale.
- ⊕ Outil TeamCenter de CADESIS dans CUMULUS





⊕ Outils communs entre disciplines différentes

⊕ Sac de tâches :

1. FreeSurfer : analyse des données d'imagerie cérébrale (logiciel de référence pour analyser l'épaisseur locale du cortex cérébral). (Neurosciences Paris Descartes)
2. MIT Photonic-bands : calcule le diagramme de bandes et le champ électromagnétique de structures photoniques, par exemple des cristaux photoniques. (LPL Paris 13)
3. Graphlab : modélisation des réseaux écologiques à partir de la théorie des graphes. (LADYSS Géographie Paris Diderot)



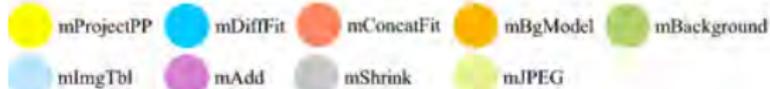
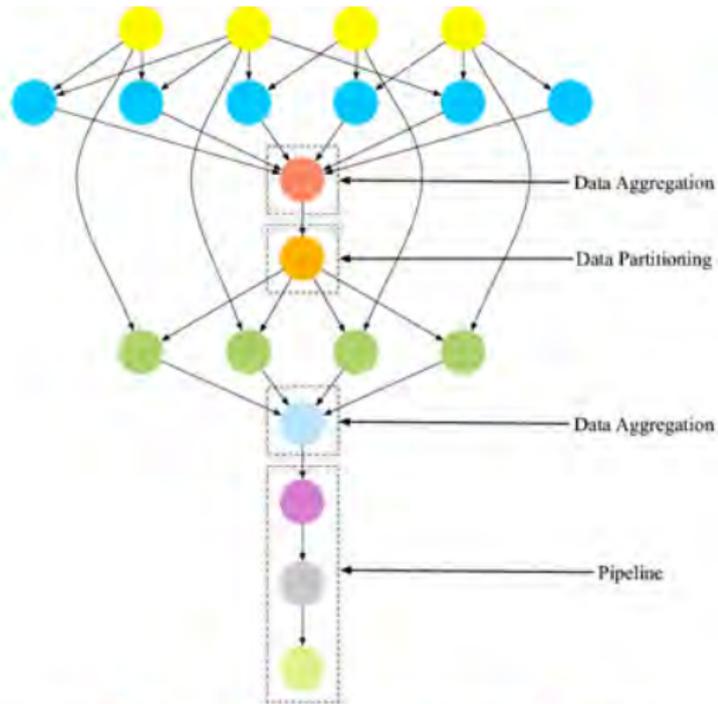
⊕ Outils communs entre disciplines différentes

⊕ Sac de tâches :

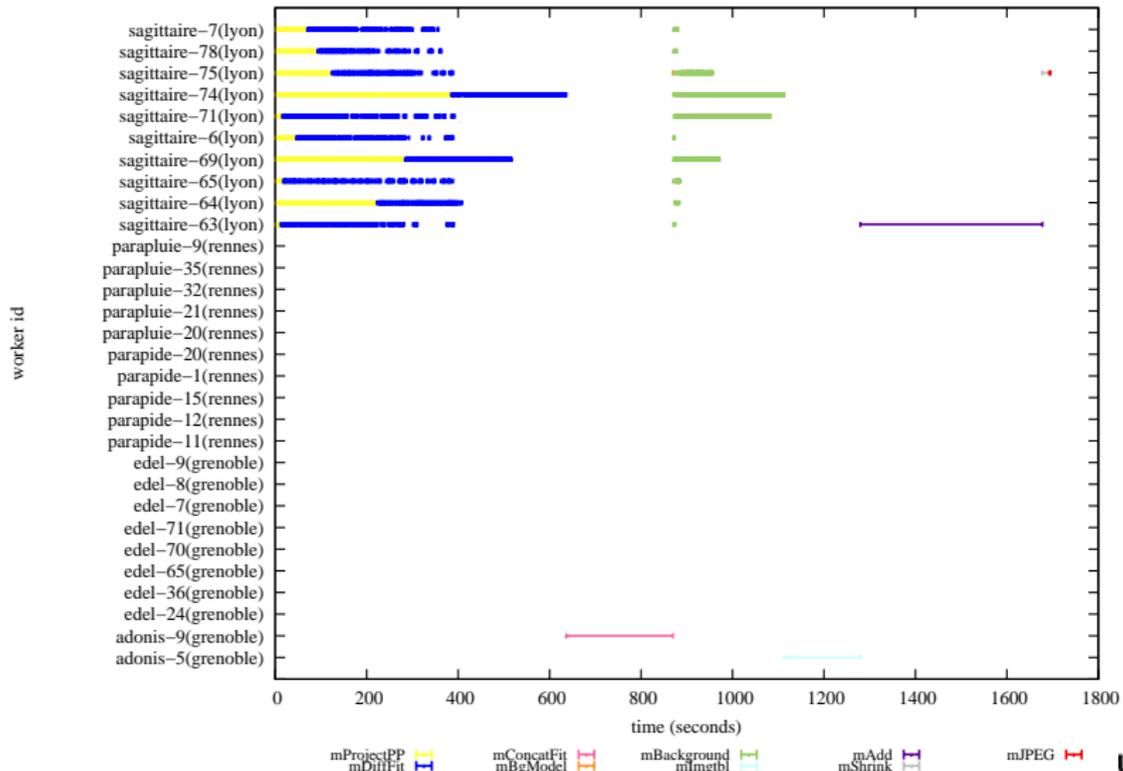
1. FreeSurfer : analyse des données d'imagerie cérébrale (logiciel de référence pour analyser l'épaisseur locale du cortex cérébral). (Neurosciences Paris Descartes)
2. MIT Photonic-bands : calcule le diagramme de bandes et le champ électromagnétique de structures photoniques, par exemple des cristaux photoniques. (LPL Paris 13)
3. Graphlab : modélisation des réseaux écologiques à partir de la théorie des graphes. (LADYSS Géographie Paris Diderot)

⊕ HTC Condor (UW-Madison) ou BonjourGrid / RedisDG du LIPN de Paris 13 ;

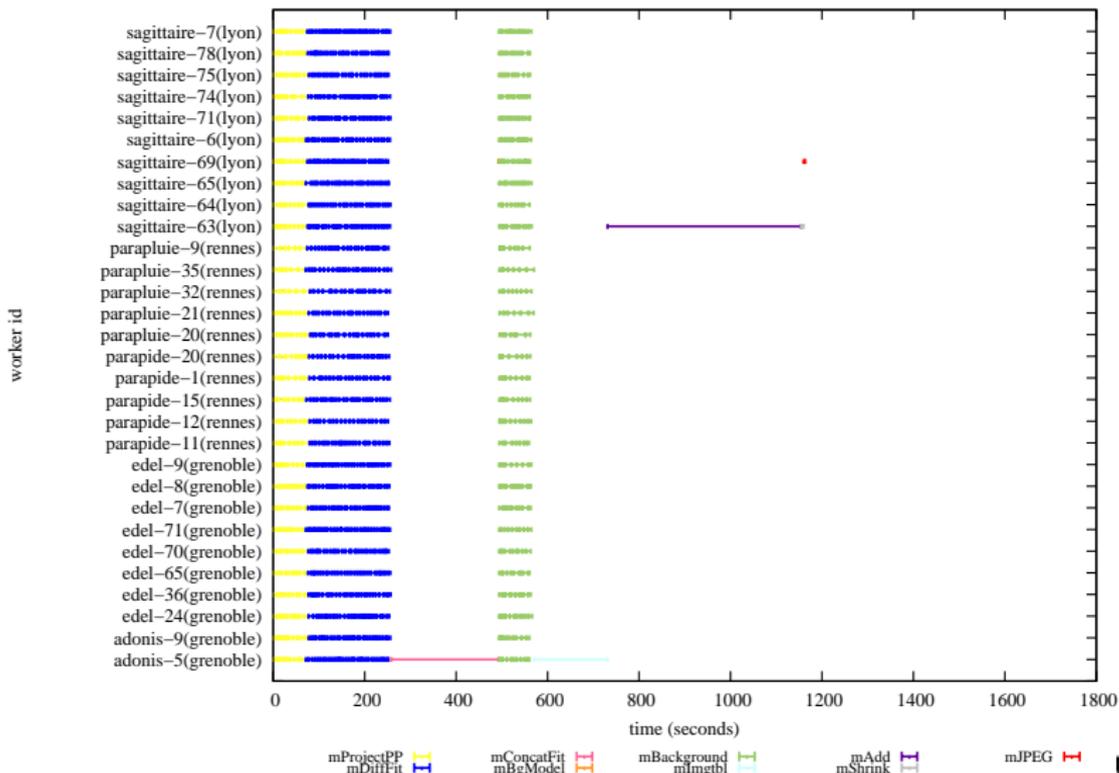
RedisDG du LIPN de Paris 13



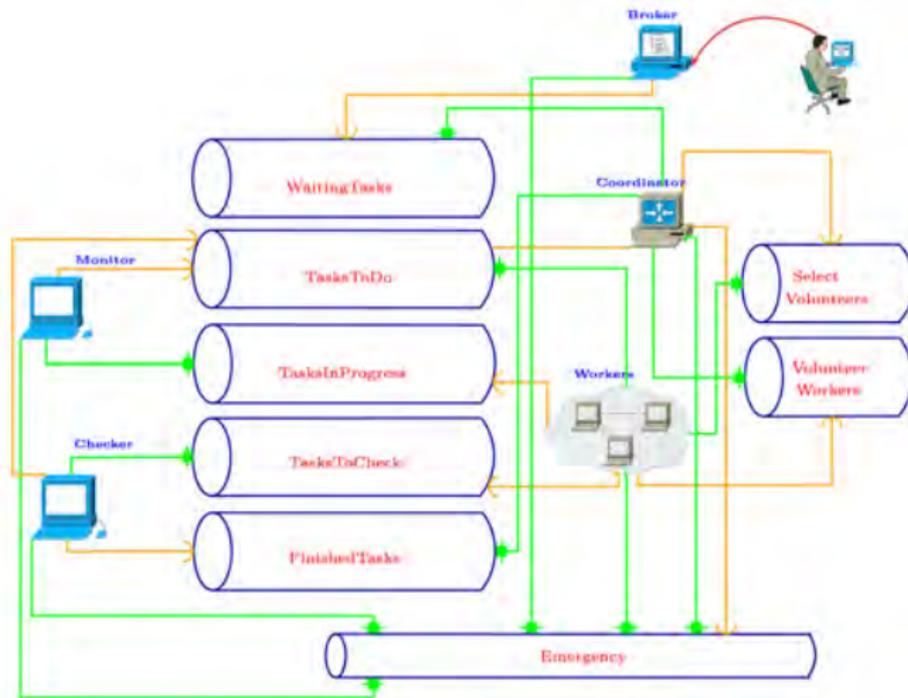
RedisDG du LIPN de Paris 13



RedisDG du LIPN de Paris 13



RedisDG du LIPN de Paris 13



⊕ Big Data

APPRENTISSAGE NON SUPERVISÉ (M. LEBBAH, H. AZZAG)



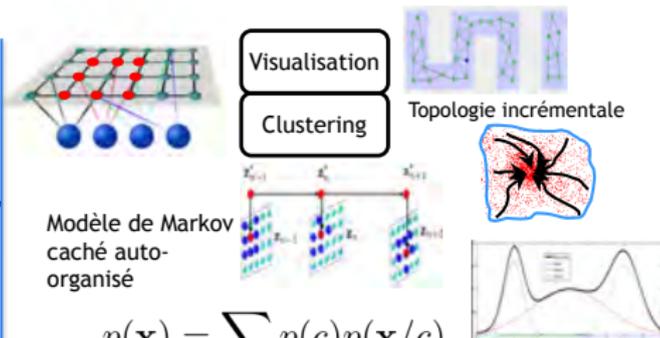
Continues



Binaires, catégorielles, mixtes



Data stream



$$p(\mathbf{x}) = \sum_c p(c)p(\mathbf{x}/c)$$

$$J_{som}^T(\mathcal{W}, \phi) = \sum_{\mathbf{x}_i \in \mathcal{A}} \sum_{c \in \mathcal{C}} K^T(\delta(c, \phi(\mathbf{x}_i))) \|\mathbf{x}_i - \mathbf{w}_c\|^2$$

$$J_{bin}^T(\phi, \mathcal{W}, \Pi) = \sum_{\mathbf{x}_i \in \mathcal{A}} \sum_{c \in \mathcal{C}} K^T(\delta(c, \phi(\mathbf{x}_i))) \Pi^\beta \|\mathbf{x}_i - \mathbf{w}_c\|^2$$

$$\mathcal{R}_{wBtM}(\mathbf{W}, \mathbf{Z}, \mathbf{G}, \Pi) = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \sum_{x_i^l \in B_k^l} \sum_{r=1}^K K^T(\delta(r, k)) (\pi_{r,x_i^l}^l - g_r^l)^2$$

1



⊕ Big Data

BIG DATA ET APPRENTISSAGE MASSIVEMENT DISTRIBUÉ

(M. LEBBAH, H. AZZAG, D. BOUTHINON)

Un projet Big Data (2013-2016)



Visitez ce site
<https://lipn.univ-paris13.fr/bigdata>

Bientôt !

<https://github.com/Spark-clustering-notebook/>

Version Batch :
 NNMS

Nearest neighbour mean shift clustering (NNMS).

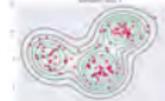


Image originale
 481x321



Image à 43 clusters
 200 blocs

20 min (4 cœurs)
 4 min (20 cœurs)

La même qualité d'image est
 obtenue en **8h de calcul sous R**

2



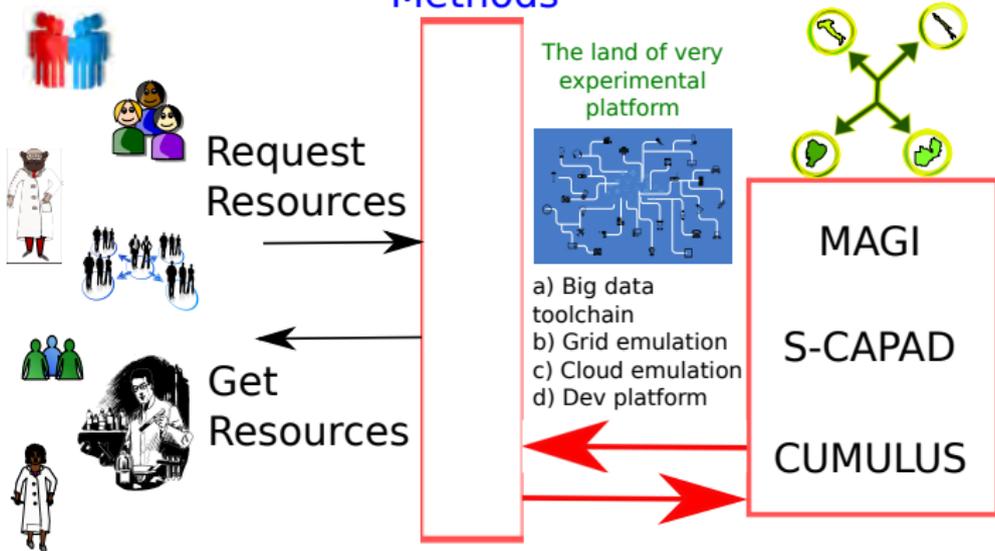
- 1 État des lieux et rappels
- 2 Types de grands instruments
 - Clusters (super-ordinateurs)
 - Les clouds... dont CUMULUS
 - Illustrations de la démarche et de résultats au sein de USPC
- 3 CIRRUS dans le futur...

⊕ Nos grands grands équipements

YOU&ME

Old & New Scientific Methods

Production



CIRRUS TOMORROW: SYSTEM OF SYSTEMS (?)

⊕ Nos grands grands équipements

BE PROACTIVE:
 o convergence of Systems
 o evolutions of Systems
 THROUGH ACTIVE RESEARCHES



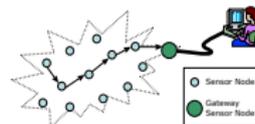
Cray (1980)
Centralized



Grid (1990)
Distributed



Cloud (2000)
Centralized



IoT (2010)
Distributed



➔ Plateforme CIRRUS

Exemples de projets HPC... et plus @ USPC

Christophe Cérin

Université de Paris 13, LIPN, CNRS UMR 7030, France

« *Comme le langage, la connaissance scientifique est intrinsèquement la propriété d'un groupe, ou bien elle ne l'est pas* » – Thomas K. Kuhn