Le Green HPC à EDF

Green Days, Toulouse

2 Juillet 2018

Mehdi Dogguy

EDF

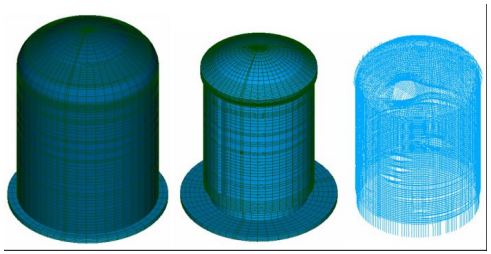
1 Calcul scientifique

Calcul scientifique à EDF

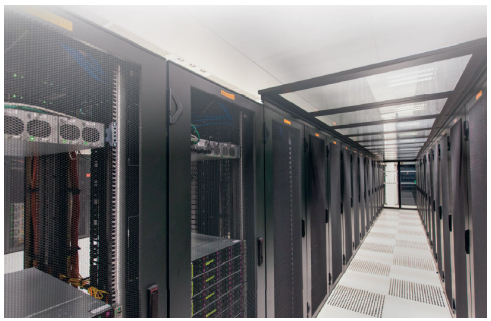
- R&D
  - Conception
  - Technologie de l'information
  - Énergies renouvelables
  - Réseaux électriques
  - ...
- Ingénierie
- Le management de l'énergie
  - Réduire le temps d'arrêt de tranches dans les réacteurs nucléaires
  - Planification de la consommation et production des semaines en avance

Calcul scientifique en quelques mots

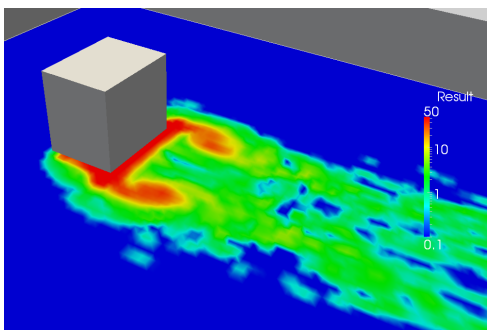
- Modélisation
  - Approximer la réalité à l'aide d'un modèle



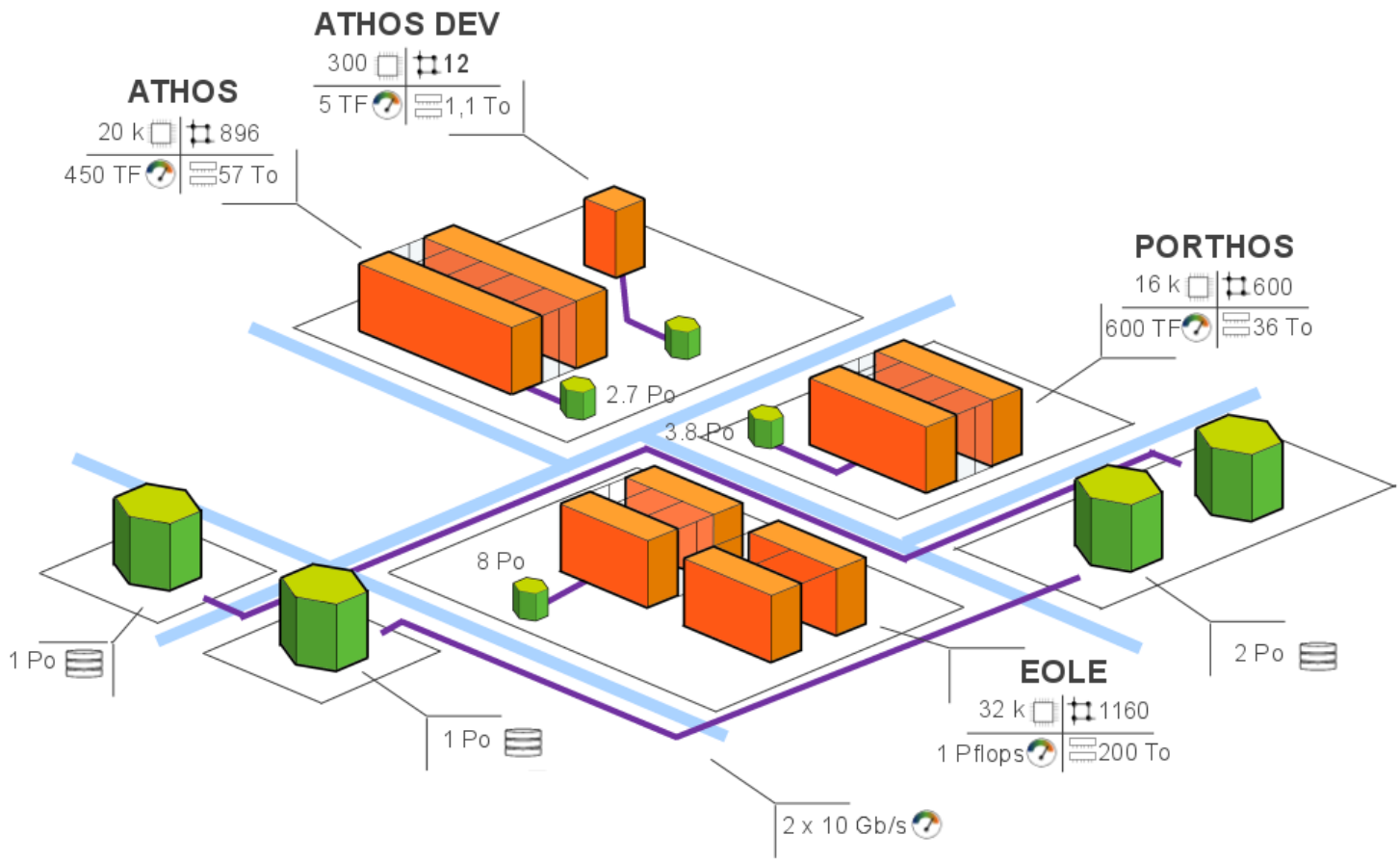
- Simulation
  - Exécution d'un code qui calcule le comportement d'un système
  - Un domaine de recherche en soi
  - Besoin d'avoir du matériel adapté pour calculer rapidement sur des nombre à virgule flottante



- Visualisation
  - Exploration des résultats et analyses
  - Besoin d'avoir les cartes graphiques et écrans adaptés



Infrastructures de calcul



Plus de 2 Pflops de puissance de calcul qui consomment beaucoup d'électricité !

2 Le Green HPC

Des datacenters green

Certification ISO 50001[1] des Datacenters d'EDF : Mise en place d'un système de Management de l'énergie qui vise à faire un meilleur usage de l'énergie

L'ISO 50001 en quelques actions :

- Élaborer une politique pour une utilisation plus efficace de l'énergie avec des objectifs de mise en œuvre
- Examiner l'efficacité de la politique
- Améliorer en continu le management de l'énergie.

[1] https://fr.wikipedia.org/wiki/ISO_50001
[2] https://bit.ly/2LkBl9j

Des datacenters green

Certification ISO 50001[1] des Datacenters d'EDF : Mise en place d'un système de Management de l'énergie qui vise à faire un meilleur usage de l'énergie

L'ISO 50001 en quelques actions :

- Élaborer une politique pour une utilisation plus efficace de l'énergie avec des objectifs de mise en œuvre
- Examiner l'efficacité de la politique
- Améliorer en continu le management de l'énergie.

En Février 2016, EDF a obtenu[2] cette certification environnementale pour la performance énergétique de tous ses datacenters.

---

[1] https://fr.wikipedia.org/wiki/ISO_50001

[2] https://bit.ly/2LkBl9j

Le HPC, grand consommateur d'énergie

Chez EDF, la consommation électrique du HPC peut atteindre 60% d'un des deux datacenters.

Le HPC, grand consommateur d'énergie

Chez EDF, la consommation électrique du HPC peut atteindre 60% d'un des deux datacenters.

Quelques actions identifiées pour réduire la consommation des clusters (de manière directe ou indirecte) :

- Réduire la fréquence CPU des nœuds, dès que possible
- Éteindre les nœuds inutilisés
- Une utilisation plus judicieuse des ressources de calcul
- Un meilleur rendement sur les clusters (ratio du nombre de jobs passés par électricité consommée)
- Augmentation de la température en salle d'hébergement
- ...

Le HPC, grand consommateur d'énergie

Chez EDF, la consommation électrique du HPC peut atteindre 60% d'un des deux datacenters.

Quelques actions identifiées pour réduire la consommation des clusters (de manière directe ou indirecte) :

- Réduire la fréquence CPU des nœuds, dès que possible
- Éteindre les nœuds inutilisés
- Une utilisation plus judicieuse des ressources de calcul
- Un meilleur rendement sur les clusters (ratio du nombre de jobs passés par électricité consommée)
- Augmentation de la température en salle d'hébergement
- ...

Configurer l'extinction automatique

Dans Slurm, la configuration est assez simple :

```
ResumeProgram=/usr/lib/slurm-pwmgt/exec/slurm-start-nodes
SuspendProgram=/usr/lib/slurm-pwmgt/exec/slurm-stop-nodes
SuspendExcNodes=atcn[001-100,145],atbm[001-010,025-027]
SuspendTime=1800
```

Fonctionnement du mécanisme :

- Au bout de 30 minutes d'inactivité, le nœud est éteint
- Dès que Slurm le juge utile, il rallume le nœud, l'affecte à un job et met à jour son statut

Cf. `https://github.com/edf-hpc/slurm-llnl-misc-plugins/tree/master/pwmgt`

Configurer l'extinction automatique

```
SuspendExcNodes=atcn[001-100,145],atbm[001-010,025-027]
```

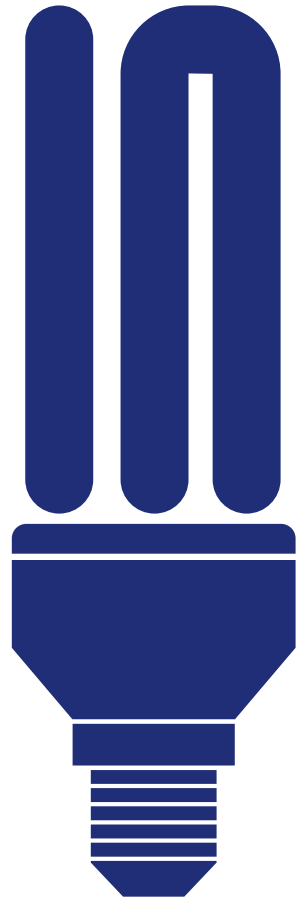
Quelques remarques :

- Exclure quelques nœuds du mécanisme pour qu'il y ait toujours des nœuds disponibles
- Exclure les nœuds difficile à démarrer
- Exclure les nœuds ayant un rôle spécial (Par exemple : Quorum GPFS)
- Souvent des régressions dans le code de Slurm, pour ce mécanisme. Il faut tester les nouvelles versions avant de déployer.
- Nécessite un système de déploiement pouvant encaisser le démarrage simultané de plusieurs (centaines+) de nœuds et leur intégration de manière automatique

Déploiement du mécanisme d'économie d'énergie sur les calculateurs

Déploiement sur les clusters :

- Décembre 2016 : Athos Dev
- Juin 2017 : Eole
- Juillet 2017 : Athos



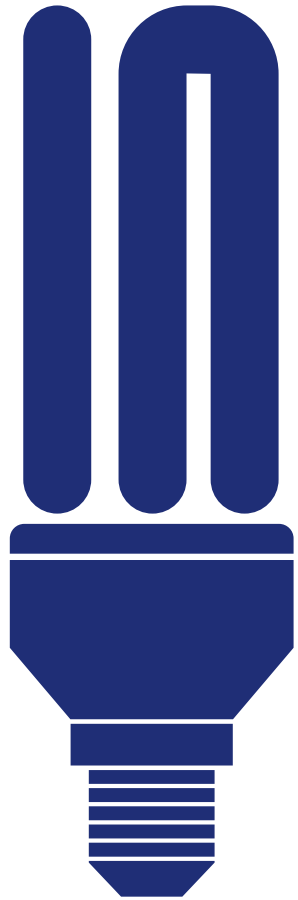
Déploiement du mécanisme d'économie d'énergie sur les calculateurs

Déploiement sur les clusters :

- Décembre 2016 : Athos Dev
- Juin 2017 : Eole
- Juillet 2017 : Athos

Résultats :

- Diminution de l'ordre de 20 % sur Athos Dev
- Diminution de l'ordre de 10 % sur Eole
- Économie non mesurée pour Athos



3 Suivi de la performance

Outils développés chez EDF

- UncleBench : automatisation du lancement d'une série de benchmarks sur un cluster et aggrégation des résultats dans un rapport
  `https://github.com/edf-hpc/unclebench`

- LpProf : Outil de profiling léger
  `https://github.com/edf-hpc/lpprof`

- JobMetrics : Suivi de l'utilisation des ressources d'un job en temps réel
  `https://github.com/edf-hpc/jobmetrics`

Outils développés chez EDF

- UncleBench : automatisation du lancement d'une série de benchmarks sur un cluster et aggrégation des résultats dans un rapport
  `https://github.com/edf-hpc/unclebench`

- LpProf : Outil de profiling léger
  `https://github.com/edf-hpc/lpprof`

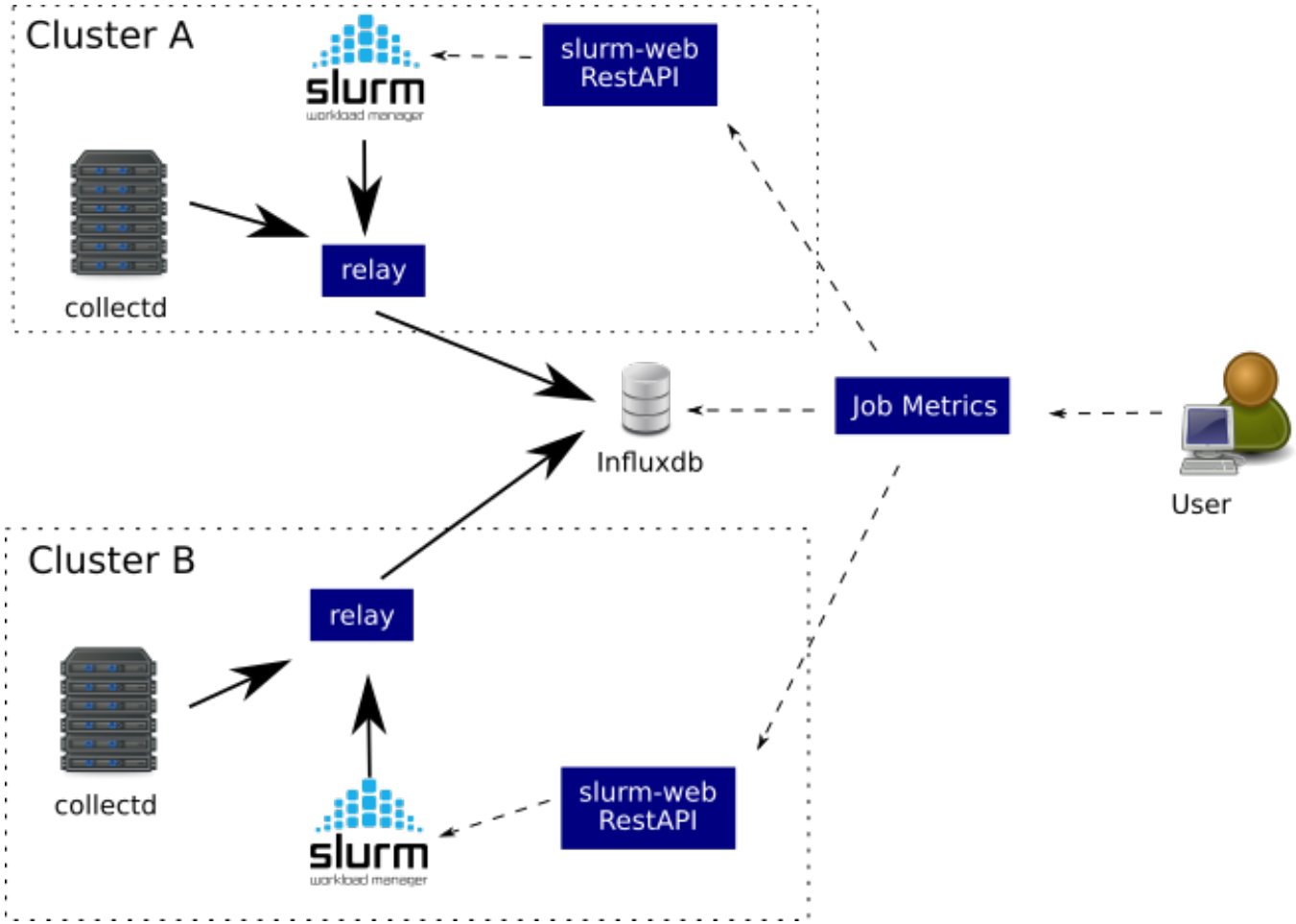
- JobMetrics : Suivi de l'utilisation des ressources d'un job en temps réel
  `https://github.com/edf-hpc/jobmetrics`

JobMetrics

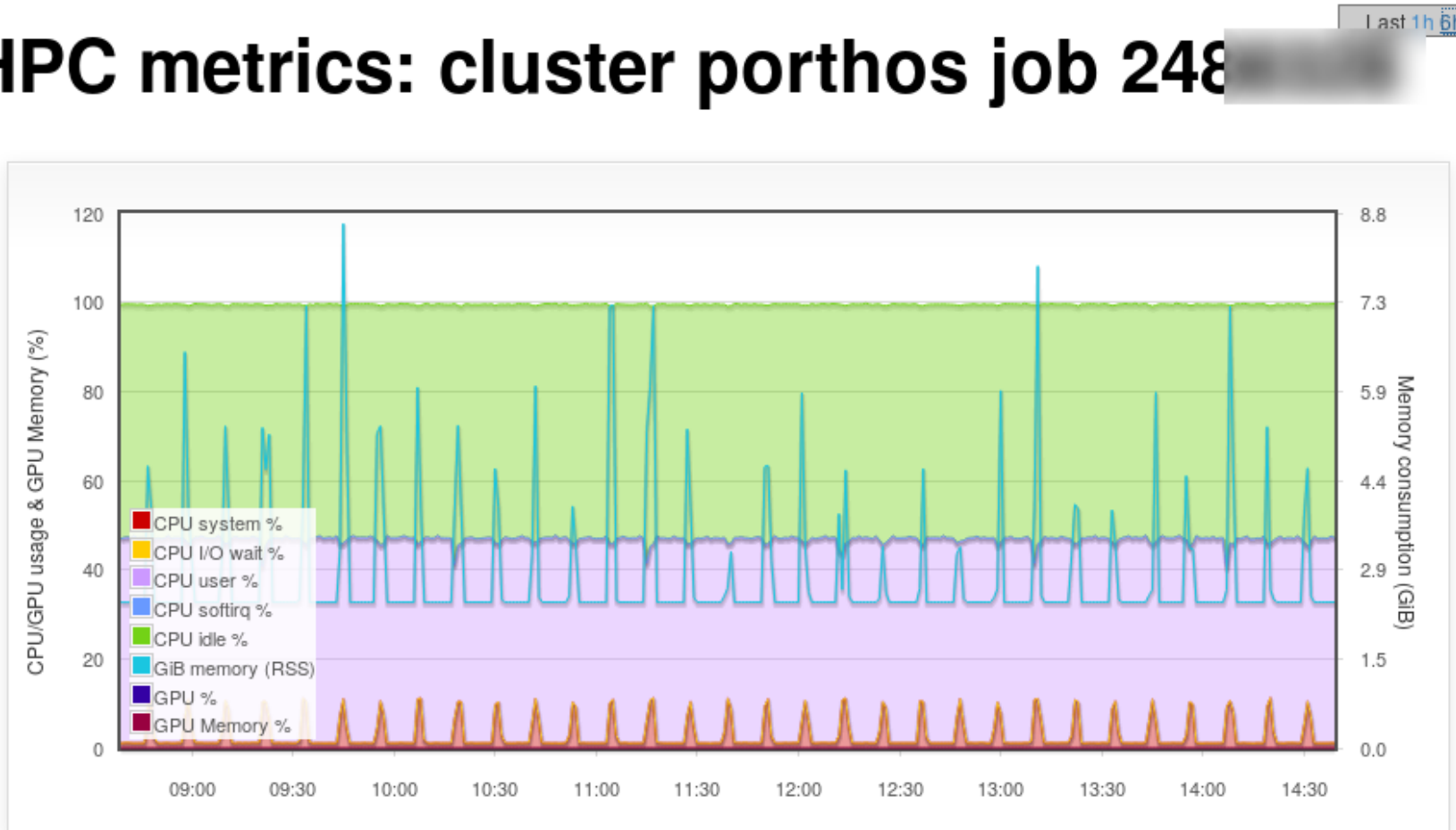
Systèmes de visualisation de la consommation des ressources sur les jobs

- Graphique
- Données temporelles
- Granularité fine
- Léger
- Temps Réél

JobMetrics - Fonctionnement



JobMetrics - Exemple Simple



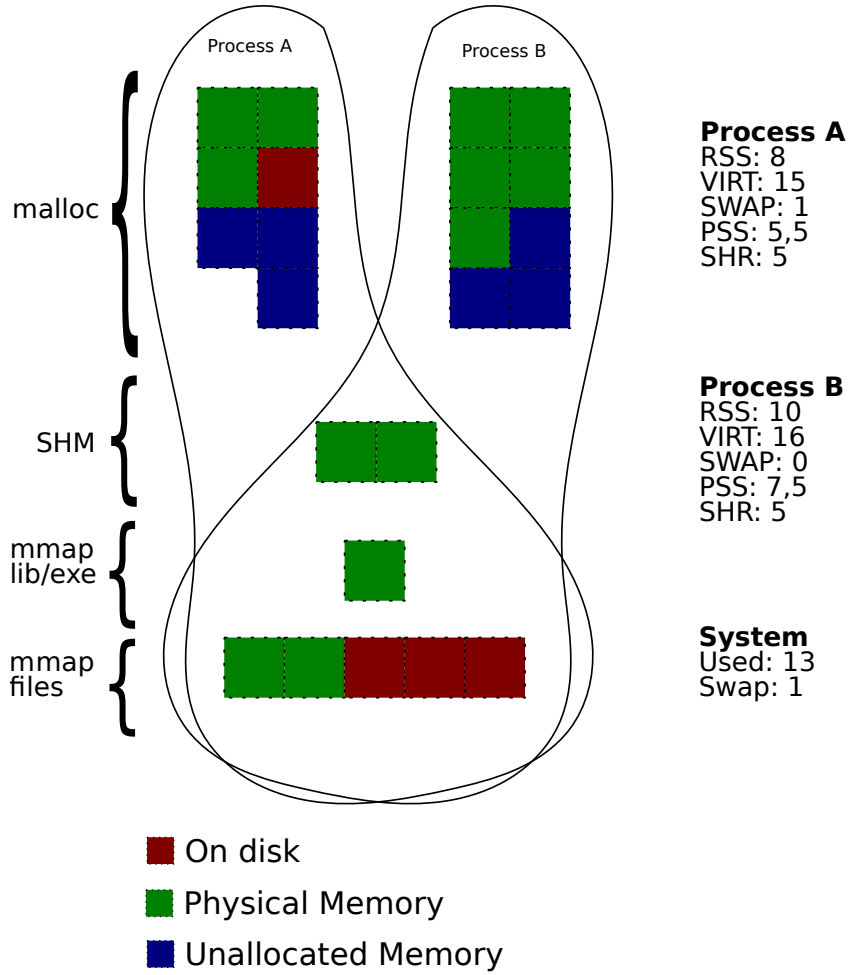
JobMetrics - CPU

Utilisation des CPU alloués par les process attachés au job, les métriques affichées sont :

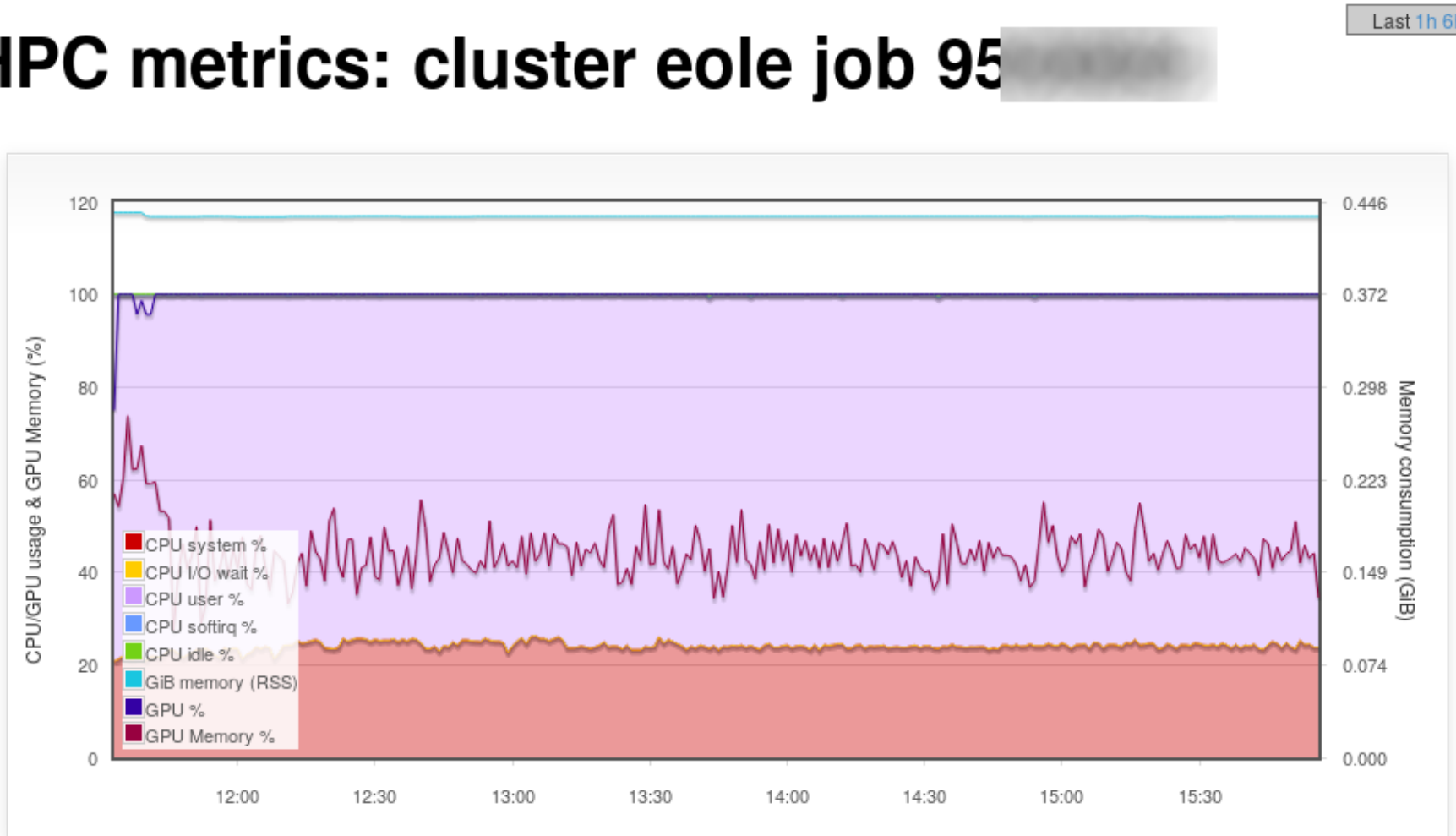
- User: Utilisation du CPU par du code en espace utilisateur (idéal=100%).
- System: Utilisation du CPU par du code en espace kernel (idéal=0%).
- IO Wait: Le CPU est en attente d'une IO (idéal=0%).
- SoftIRQ: Le CPU traite une interruption logicielle (idéal=0%).
- Idle: Le CPU n'a rien a faire, aucun processus ne le solicite (idéal=0%).

JobMetrics - Mémoire

- La mémoire est la somme des Resident Set Size (RSS) des processus attachés au job.
- L'utilisation des RSS fait que la mémoire peut être comptés plusieurs fois dans certains cas



JobMetrics - Exemple GPU



JobMetrics - GPU

Pourcentage d'utilisation des ressources GPU sur les noeuds :

- GPU: Pourcentage d'utilisation des GPU des noeuds du job.
- GPU Memory: Pourcentage d'utilisation de la mémoire GPU des noeuds du job.

L'information vient de l'outil `nvidia-smi`. Elle est globale au noeud.

JobMetrics - Limites

- Certaines métriques lourdes a capturer (RSS/PSS)
- Difficultés liées au cgroups (process en dehors, utilisation non associée...)
- Information pas suffisante pour trouver tous les problèmes (flops, réseau...)

JobMetrics - Évolutions

- Archivage des jobs passés
- Analyse des jobs pour détecter les cas défaillants
- Amélioration de la présentation

JobMetrics - Évolutions

- Archivage des jobs passés
- Analyse des jobs pour détecter les cas défaillants
- Amélioration de la présentation

Merci !