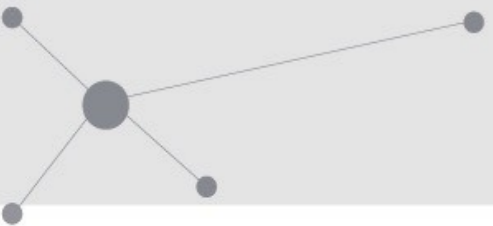


HPC dans le cloud

Etude UCit / Cerfacs / CNES

Nicolas Monnier





Février 1987

Groupement
scientifique
(11 membres)

Août 1988

GIP
(10 membres)

Avril 1996

Société Civile de
Recherche
(4 => 7 associés)

Janv 2021

Société par Actions
Simplifiée

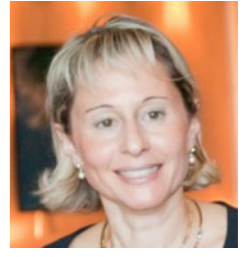
Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique



Jean-Claude André
Avr. 1996 / Sept 2010



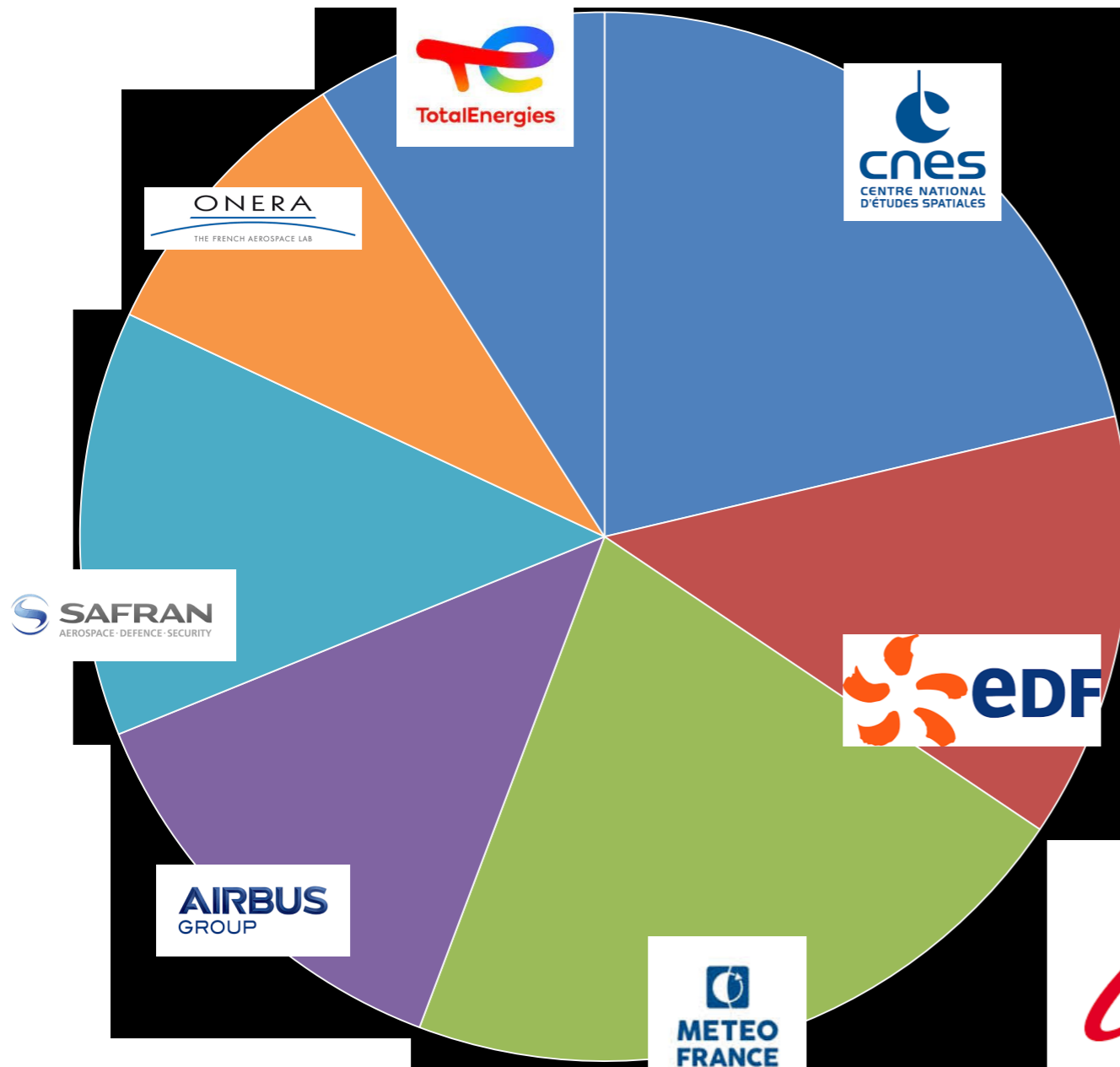
B. Mohammadi
Oct 2010 / Sept 2013



C. Lambert
Oct 2013 ...

Les directeurs du Cerfacs

Partenaires



Collaborations

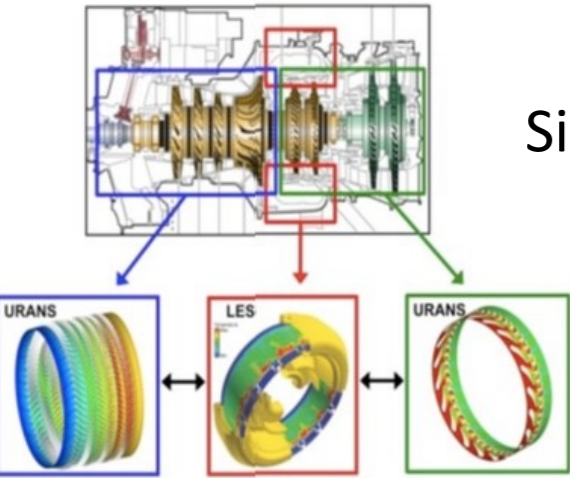
1999 - .. :
Climat, Environnement,
Couplages et Incertitudes,
UMR 5318

1997 - .. :
Convention de Collaboration

2013 - .. :
Laboratoire commun

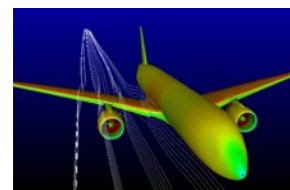
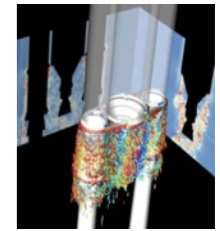
2009 - .. :
Convention de Collaboration





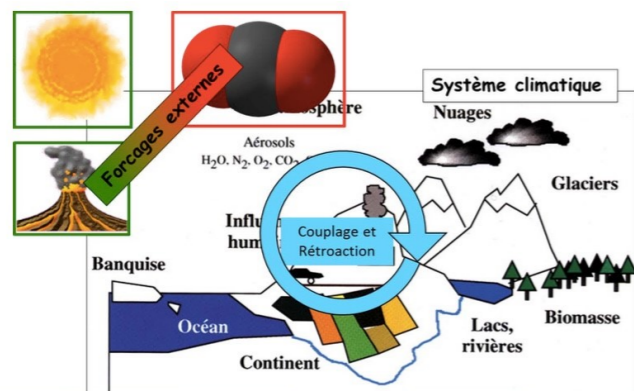
Turbines à Gaz
Simulation de turbine complète

Propulsion Spatiale
Simulation de moteurs
Methane / Oxygène Liquide



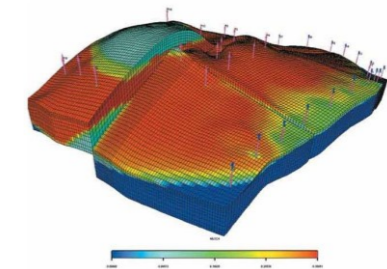
Modélisation Avion

Simulation multi-physique d'un avion complet



Changement Climatique

Prévision décennale



Modélisation de réservoirs

Assimilation de données
UQ, Deep Learning

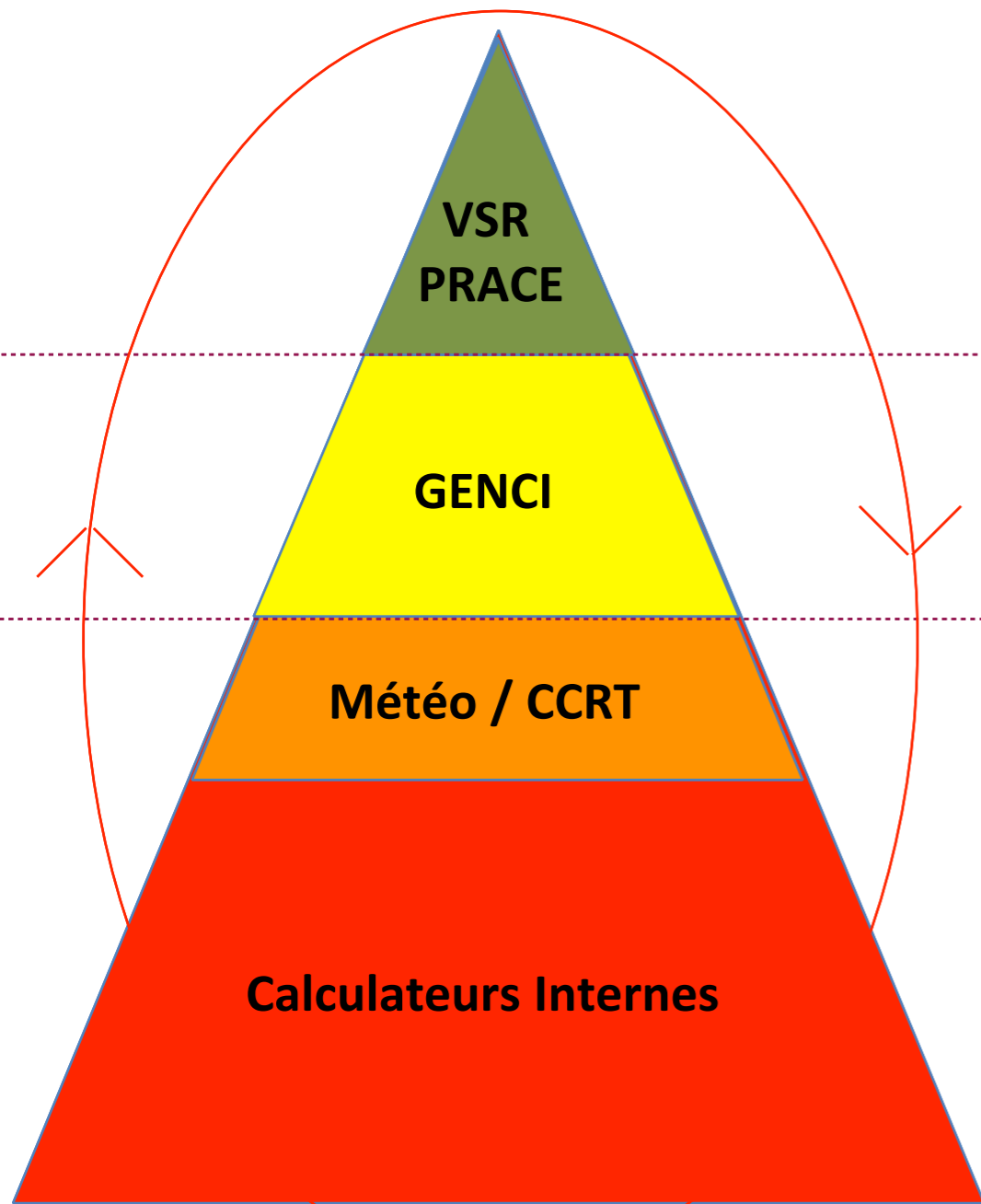


Environnement et sécurité

Diffusion de polluants, Gestion des risques

Evolution de la capacité de simulation 2020

Organisation des ressources de simulation du Cerfacs



Des ressources complémentaires

Simulations frontières

Support aux thèses
Recherche ouverte

Recherche Industrielle

Volumes

Attributions « Opportunistes »
et hautement compétitives

44 % des ressources en 2021

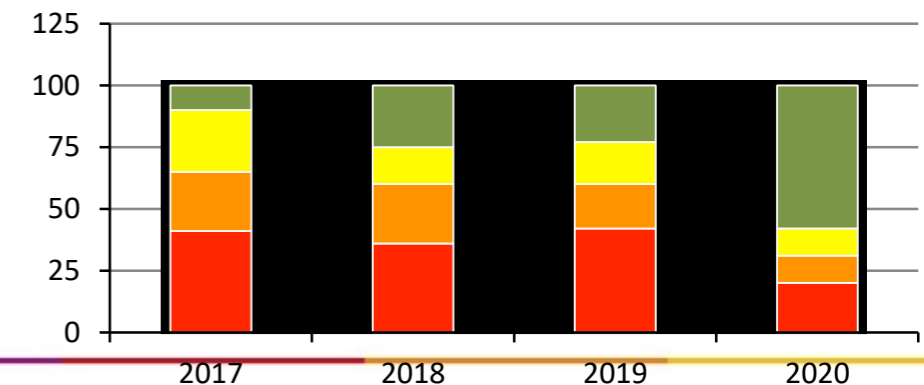
Piloté par le rythme de croissance
des calculateurs de GENCI

18 % des ressources en 2021

Rythme de croissance « maîtrisé » sur
les calculateurs internes et
partenaires

38 % des ressources en 2021

Evolution du % de contribution de chaque secteur :
interne, part., Genci, Prace. Puissance soutenue



(Classement au Top500 de Juin 2021)

Réseaux : OPA, Mellanox, BXI, Cray/Aries

Processeurs : Intel Xeon & KNL, AMD EPYC, IBM Power, ARM

Accélérateurs : GPU Nvidia

FS : Lustre, GPFS



Atos : JUWELS - Top08

- 936 GPU nodes (2 x AMD + 4 x A100)
- 71 Pflop/s
- HDR / Lustre



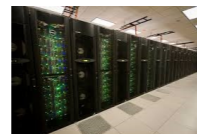
Cray : Piz Daint - Top15

- 7 553 noeuds SKL
- 27,1 Pflop/s
- ARIES / Sonexion



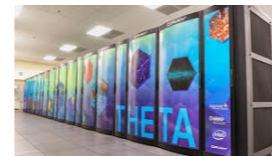
Lenovo : SuperMuc-NG - Top17

- 6 480 noeuds SKL
- 26,8 Pflop/s
- OPA / GPFS



DELL : Stampede2 - Top35

- 5 397 noeuds Xeon Phi
- 18,3 Pflop/s
- HDR / Lustre



Cray : Theta - Top60

- 4 392 noeuds KNL
- 11.7 Pflop/s
- Aries / Lustre



Lenovo : Marenstrum - Top63

- 3 456 noeuds SKL
- 11.7 Pflop/s
- OPA / GPFS

Atos : Irène - Top59

- 2 292 noeuds AMD
- 12 Pflop/s
- HDR / Lustre



VSR
PRACE

GENCI

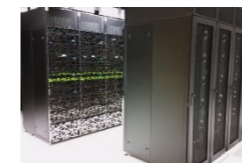
Météo / CCRT

Calculateurs Internes



HPE : JeanZay - Top92

- 1 789 noeuds Xeon / V100
- 13,9 Pflop/s
- HPE / GPFS



ATOS : Occigen2 - Top192

- 3 366 noeuds HWL / BDW
- 3,5Pflop/s
- FDR / Lustre

Atos : Irene

- 828 noeuds KNL
- 2,3 Pflop/s
- BXI / Lustre

Atos : Irene - Top101

- 1 656 noeuds SKL
- 6,6 Pflop/s
- EDR / Lustre

ATOS : Belenos/Taranis - Top55/Top49

- 2 304 noeuds AMD Rome
- 10,5Pflop/s
- HDR / Lustre



IBM : PangeaIII - Top21

- 8021 noeuds P9 / GV100
- 25 Pflop/s
- EDR



ATOS : Cobalt

- 1 422 noeuds Broadwell
- 1,5 Pflop/s
- FDR / Lustre



IBM : Nemo

- 288 noeuds Haswell, 4 KNL
- 0,3 Pflop/s
- FDR / GPFS



Lenovo : Kraken

- 187 noeuds Skylake, 2 noeuds AMD
- 0,58 Pflop/s
- OPA / GPFS

Durée de vie et stratégie d'upgrade

Evolution des ressources internes : 2012 - 2025

73 Tflop/s

340 Tflop/s

608 Tflop/s

787 Tflop/s

1.3 Pflop/s

HP C7000. Oct 2010 - Dec 2015

20 Tflop/s peak

CORAIL

2304 AMD MagnyCours Cores

Arrêt de la maintenance des noeuds de calcul en fin de période

BULL B510. Aug 2012 - Jan 2018

53 Tflop/s peak

NEPTUNE

2528 Intel SandyBridge Cores

IBM. Sept 2015 - 3Q 2021 ?

NEMO

242 Tflop/s (2015) => 280 Tflop/s (2016) => 300 Tflop/s (2020)

6 048 Intel Haswell Cores upgraded to 7 200 cores

LENOVO. Mai 2018 - 2025 ?

KRAKEN

321 Tflop/s (2018) => 500 Tflop/s (2019) => 1 Pflop/s (2021)

4 356 Intel Skylake Cores upgraded to 10 000+ cores

Toujours 2 calculateurs en production:

- Redondance
- Nouvelle technologie introduite tous les 3 ans.

4Q 2022- 4Q 2028 ?

X Tflop/s (2022) + upgrades

?? Cores ??

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

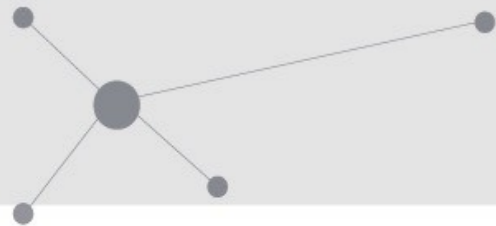
2021

2022

2023

2024

2025



Les moyens HPC du Cerfacs

Ressources internes de simulation numérique (Novembre 2021)

NEMO (2015 - 2022) 0,3 Pflop/s crête

1 Pflop/s crête. KRAKEN (2018 - 2025)

Crête : 287 Tflop/s

288 noeuds Intel Haswell
(2 x 12 Coeurs @ 2.5 Ghz)
+
4 noeuds Intel KNL
(1 x 64 Coeurs @ 1.3 Ghz)

Réseau IB FDR 56 Gb/s



Crête : 729 Tflop/s

187 noeuds Intel Skylake
(2 x 18 Coeurs @ 2.3 Ghz)

40 noeuds Intel IceLake
(2 x 38 Coeurs @ 2.4 Ghz)

Réseau OPA 100 Gb/s

Calcul Hybride - 186 Tflop/s

Intelligence Artificielle - 83 Tflop/s

Pre & post traitement

13 Tflop/s - 26 Tflop/s

8 noeuds IceLake 2x16c + quadri-A30

2 noeuds AMD GPU A100 - 512 GO
1 Noeud GPU 4xV100 - 192 GO
2 Noeuds GPU Volta V100 - 192 GO
1 noeud GPU T4 - 192 GO

5 Noeuds GPU Tesla M60 - 384 GO
1 Noeud GPU RTX5000 - 384 GO
3 Noeuds bigmem - 768 GO et 1.5 TO

2 Noeuds GPU Quadro M5000 - 256 GO
10 Noeuds GPU Quadro K600 - 256 GO
1 Noeud bigmem - 512 GO

Scratch GPFS : 1 PO utiles

Capacité de stockage interne : 1.9 PO

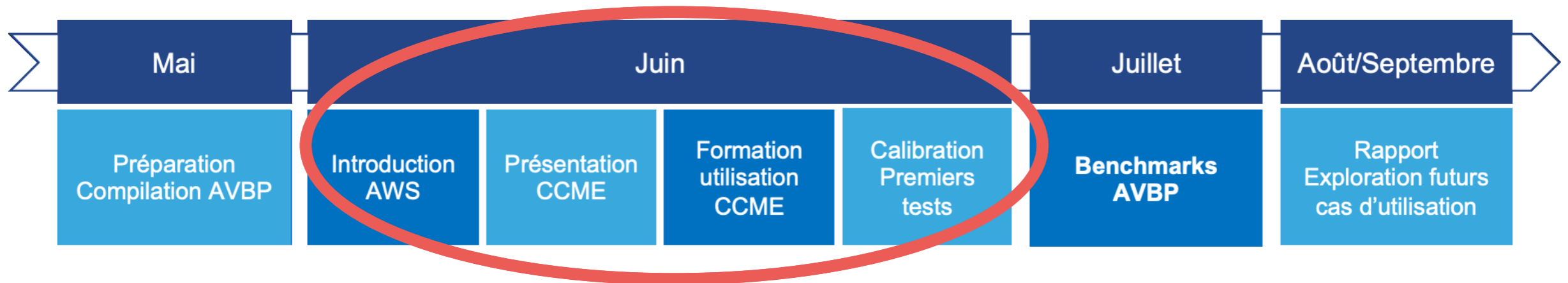
Scratch GPFS : 0.9 PO utiles

Stockage de second niveau : 3.1 PO utiles

Acquérir une première expérience représentative HPC dans

Comparer nos coûts de production HPC avec ceux d'Amazon Web Services (AWS),

Identifier les meilleurs usages du cloud dans le contexte HPC du Cerfacs.

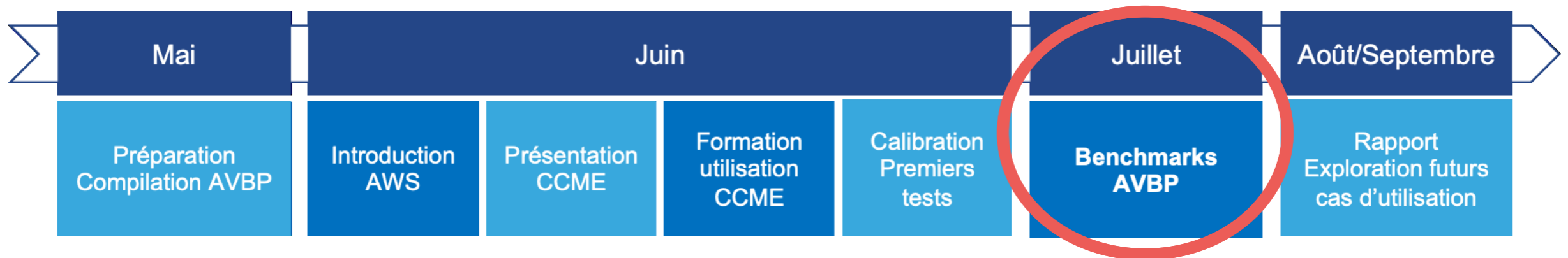


Nous nous sommes appuyés sur la société **UCit** dont l'outil **CCME** permet de **créer et gérer des clusters HPC** dans le cloud Amazon Web Services (**AWS**).

- Organisation de **présentations / formations** de prise en main
- Mise en place d'un **cluster dédié au projet** dans le cloud AWS à travers CCME.
- **L'analyse des coûts AWS** : prix tarifs de l'été 2020 en mode standard (On Demand) et en mode économique (Spot).

3 Benchmarks AVBP ont permis d'évaluer les **performances** obtenues chez **AWS** et de les **comparer** à celles obtenues sur les clusters **Kraken et Nemo** du Cerfacs.

CCME : Cloud Cluster Made Easy



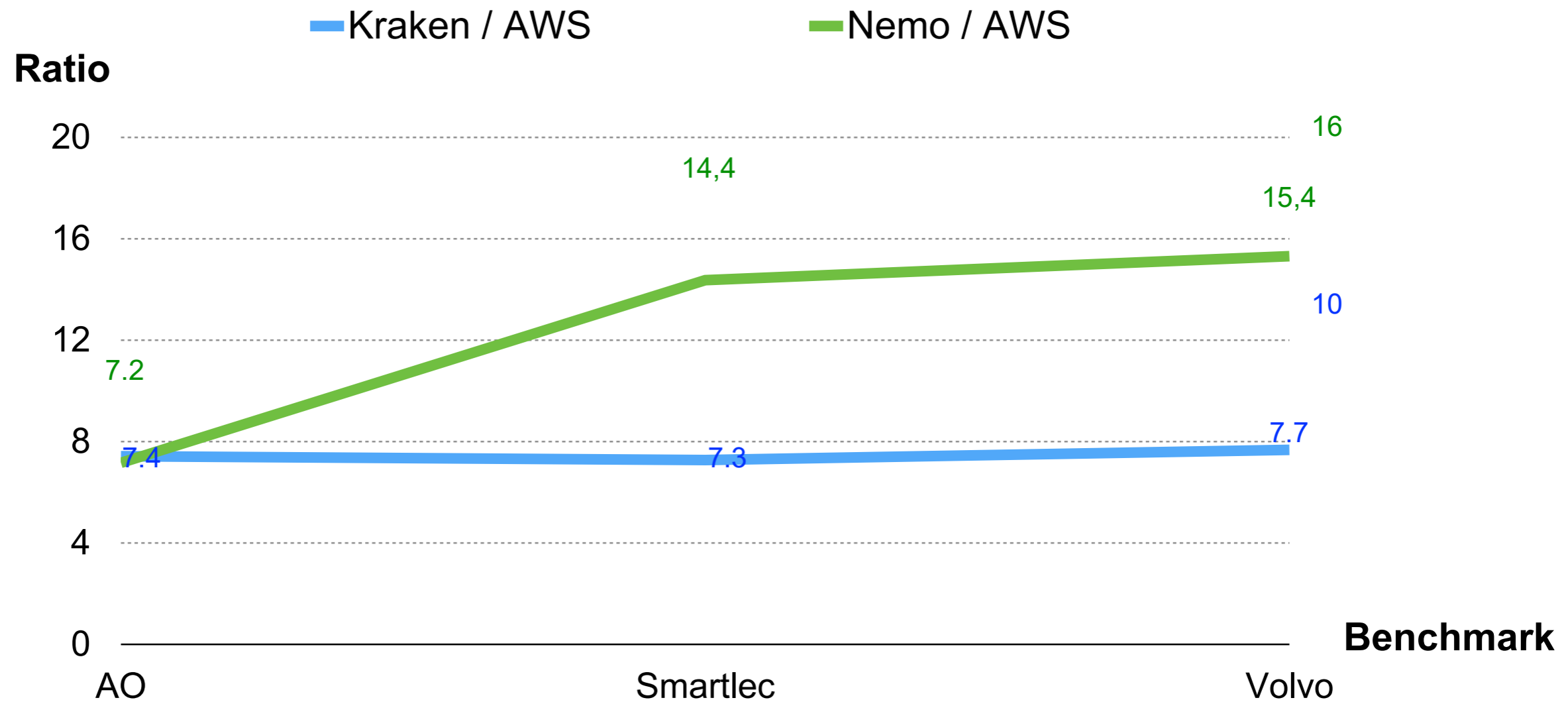
Les 3 **Benchmarks AVBP** utilisent autant de coeurs que ceux disponibles sur la queue Prod de Kraken, soit **540 coeurs**, pour une comparaison pertinente.

Comme attendu il s'avère **indispensable d'activer le réseau haute vitesse d'AWS (EFA)** et un **systeme de fichier parallèle (FSx for Luster)** pour obtenir des performances correctes

Plusieurs types de configurations processeurs ont été testées (Xeon et AMD) pour retenir la plus proche des performances d'AVBP mesurées sur Kraken.

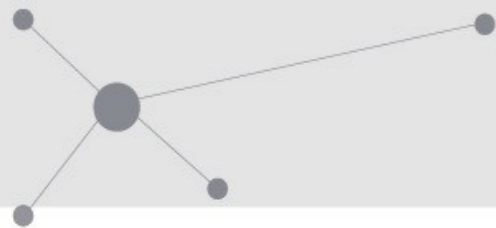
Le choix s'est arrêté sur des noeuds **AWS Xeon platinum** cadencés à 3 Ghz (a/c xeon silver à 2.3 Ghz sur Kraken) qui donnent des performances environ 15% meilleures sur AWS par rapport à kraken pour **comparer le coût des simulations** selon les plateformes.

Ratio Prix / Performance entre Nemo / Kraken et AWS suivant les benchmarks - Tarifs AWS on demand (Irlande juillet 2020) -



Les coûts de production d'une simulation sur AWS sont entre 7 et 16 fois plus coûteux qu'en interne.

Nota : Seuls les coûts CPU AWS sont pris en compte (Pas le stockage, ni les transferts de données, ni la visualisation,



Coût de production des simulations de Kraken au 1er trimestre 2020 comparé

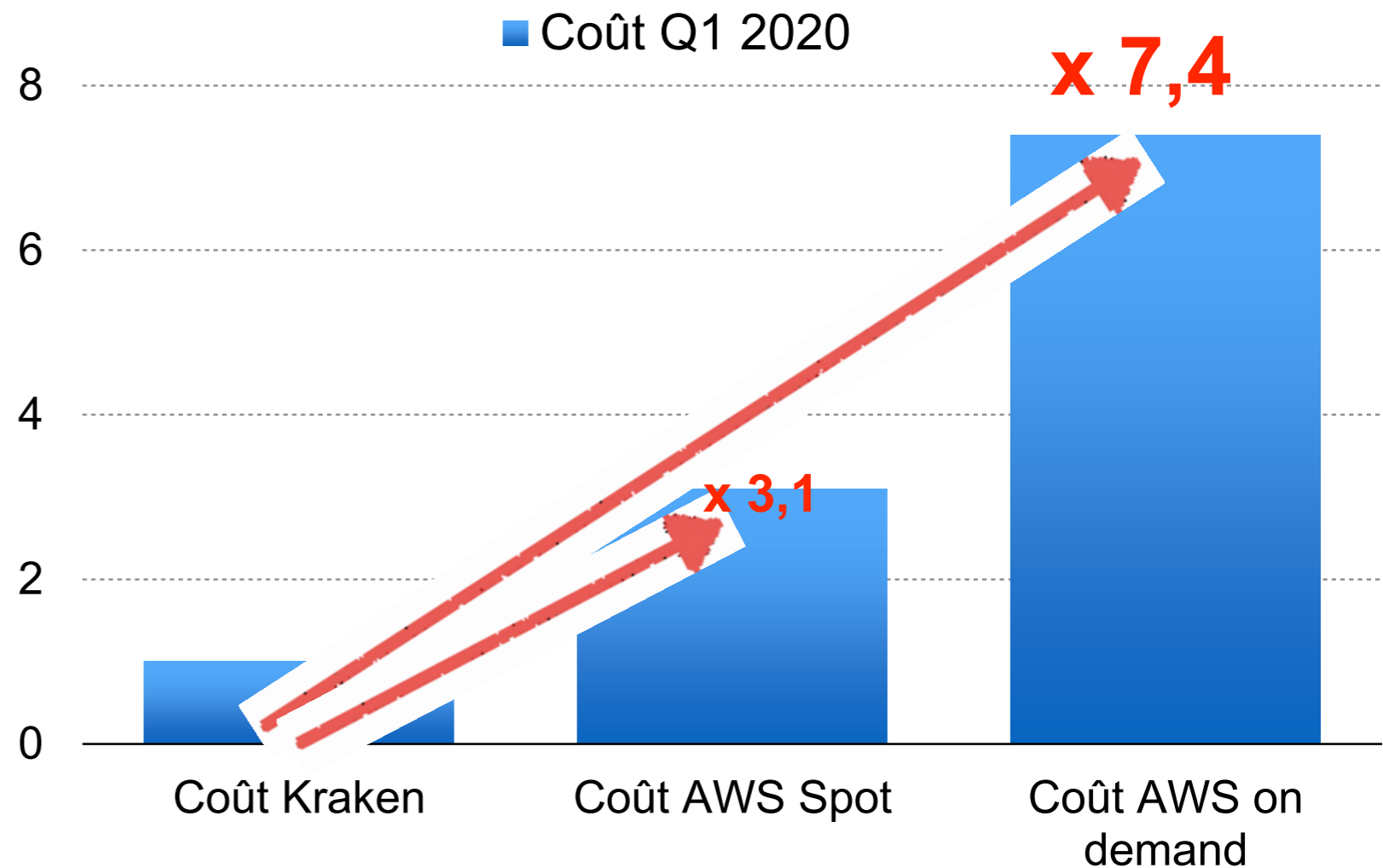
1er trimestre 2020

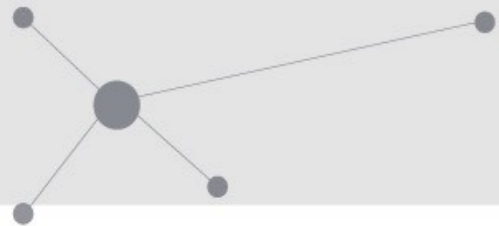
Coûts :

- Amortissement sur 3 ans
- Fluides : Electricité & Refroidissement
- Maintenance matérielle & logicielle
- Services
- Coûts d'administration

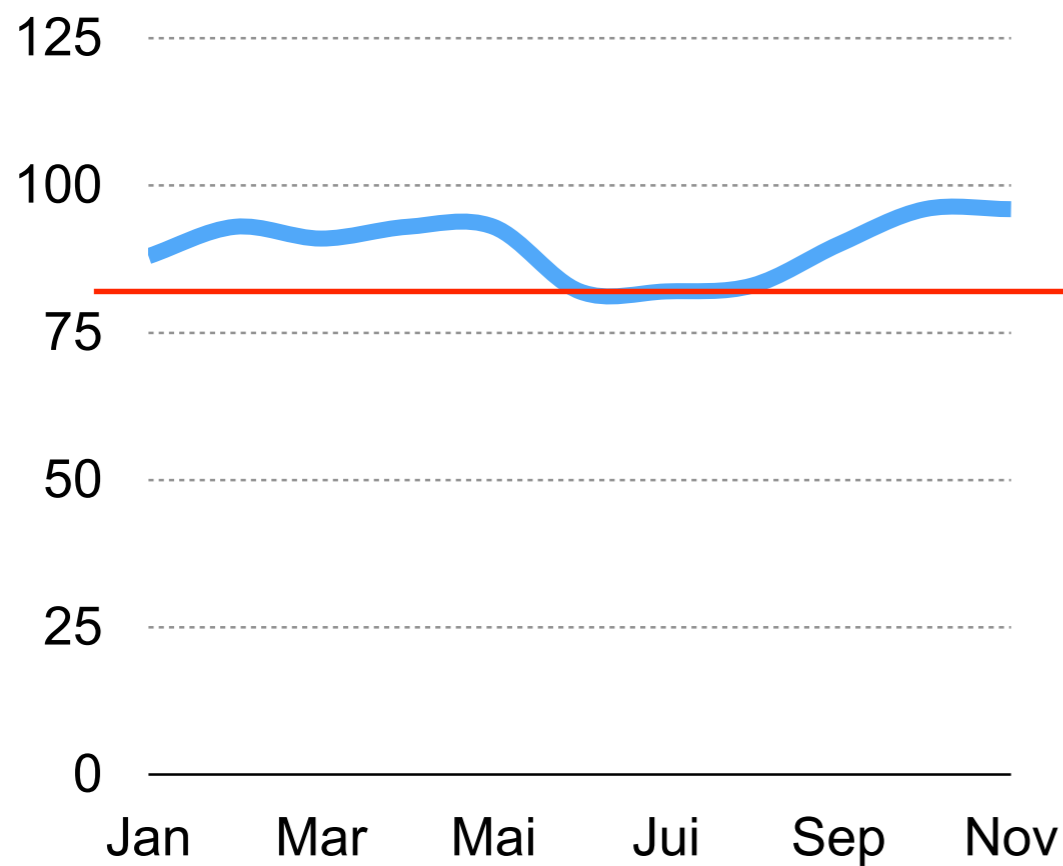
Production :

Nombre de simulations produites

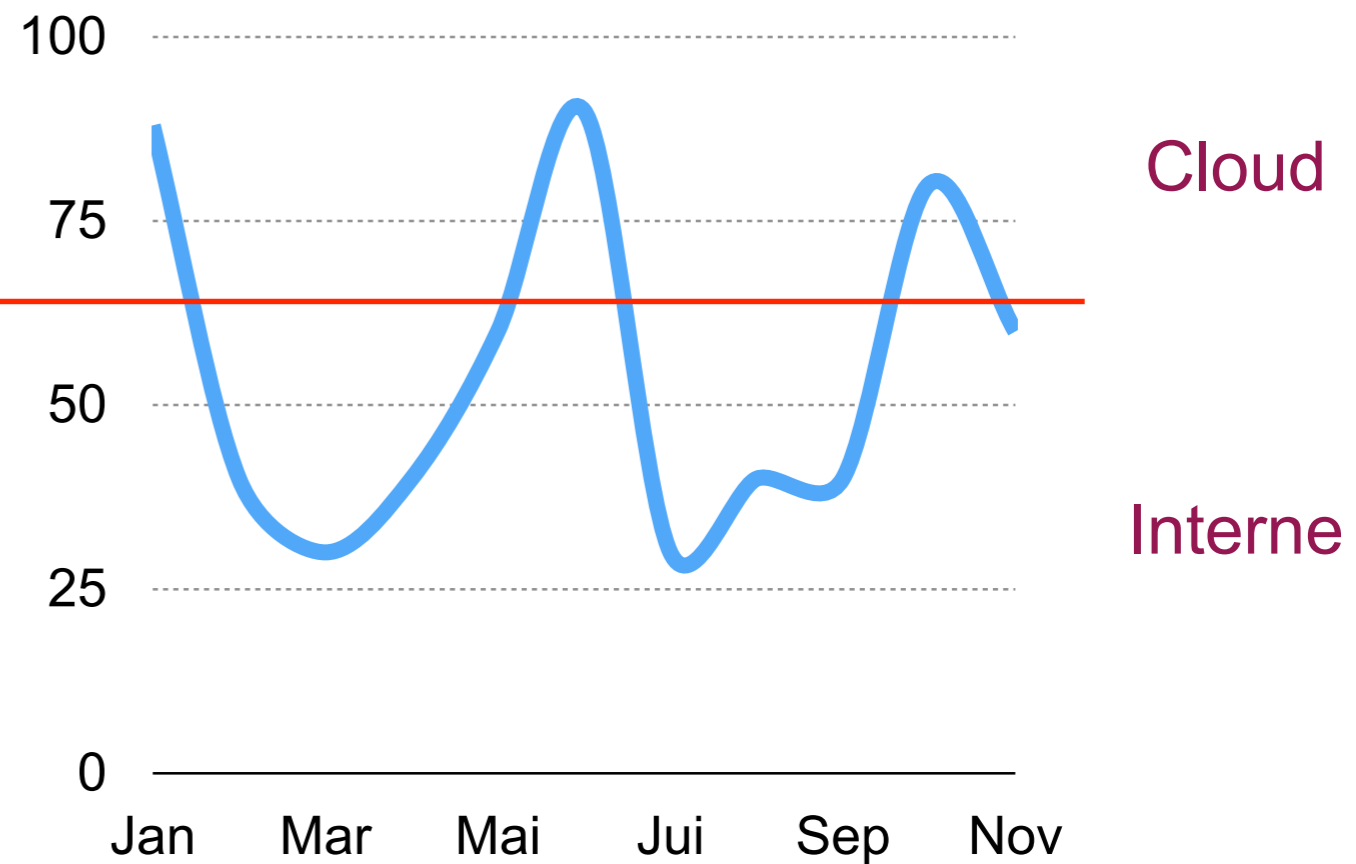




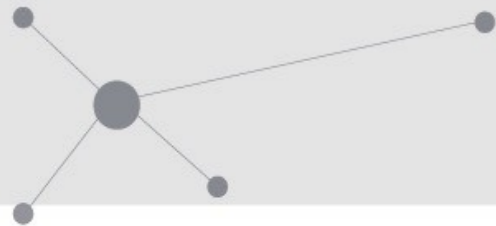
Le profil de charge des clusters du Cerfacs n'est pas adapté à un déport de pics de charge dans le cloud vu ces différentiels de coûts



Charge mensuelle
Kraken 2021



Profil plus adapté



Une des caractéristiques du cloud Amazon son l'**élasticité** (on peut faire rapidement croitre les ressources utilisées) et le « **Pay as you use** ».

Ceci ouvre plusieurs cas d'usage avec un **cluster dormant** (seul un noeud maitre activé à faible coût) qui peut à tout instant **déployer un grand nombre de noeuds utilisables seulement lorsque nécessaire** :

- **PRA** : un cluster fantôme qui peut reprendre à tout moment une activité sensible en cas de problème sur site (au problème de la synchronisation du stockage près : adapté aux petites volumétries)
- **Veille technologique** : tester de nouvelles ressources et ne payer qu'à l'usage CPU, profiter de la diversité des ressources d'AWS
- Support d'**activités** qui ne coûtent quasiment rien lorsque inutilisées et « pay as you use » lorsqu'elles le sont :
 - Déport de **simulations** exceptionnelles (départ quasi immédiat si les données sont en place).
 - Ressources dédiées aux travaux pratiques de **cours**,

Suite aux travaux de l'été 2020 il a été demandé un **avenant à UCit** pour nous accompagner dans cette **seconde phase** du projet : support des **travaux pratiques du cours AVBP déportés sur le cloud AWS** en s'appuyant sur l'infrastructure mise en place dans la première phase du projet.

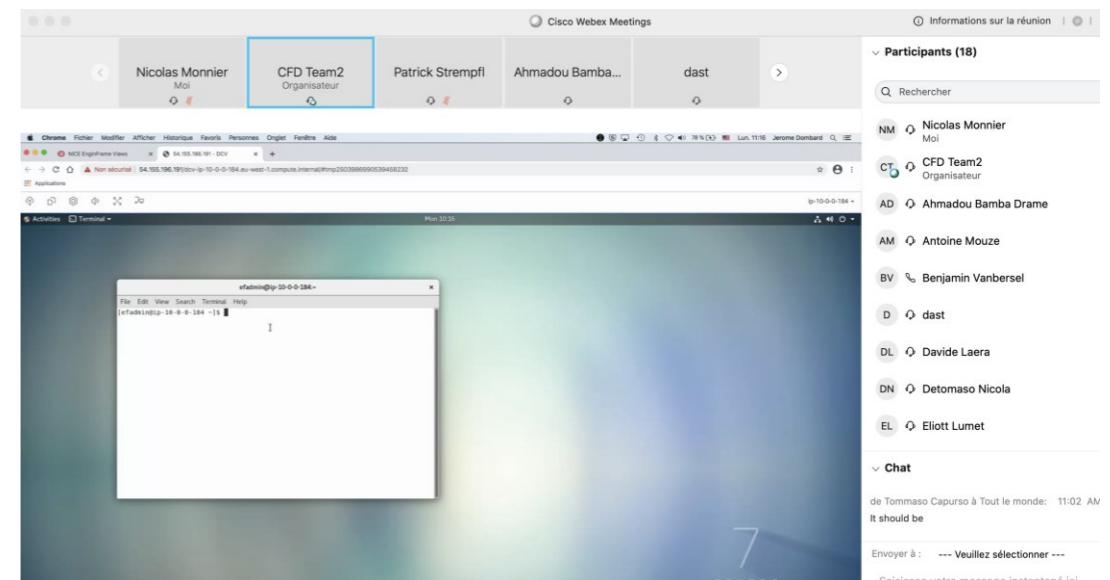
Le cours AVBP est réalisé **en distanciel** pour une **douzaine d'étudiants** en octobre 2020 (particulièrement adapté à cette période de confinement COVID).

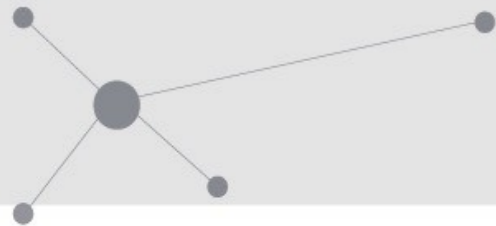
Une session **Webex** gère le son et la vidéo, le partage d'écran, le chat.
Chaque étudiant dispose d'un accès au cluster AWS configuré avec CCME pour réaliser ses travaux pratiques avec des capacités de **visualisation à distance efficace** avec NICE.

=> Pas d'accès aux clusters du Cerfacs à gérer

=> Généralisable à tous les cours et SPOCS

- A permis d'intégrer des étudiants étrangers dans la session de cours (Canada, Allemagne)





Ces sessions de cours se poursuivent en 2021

- **AVBP - 12 au 16 avril 2021 - 23 participants - Coût par participant : 150€**
- **TAVBP - 31 Mai 2 juin - 13 participants - Coût par participant : 100 €**
- **AVSP - 22 juin 2021 - 5 participants - Coût par participant : 90 €**
- **Cantera - 15 novembre 2021 - 7 inscrits**
- **AVBP - 22 au 26 Novembre - 18 inscrits**

Actions conduites en 2021

Expérimentations de performance sur architecture ARM

arm Community

Search

Groups Forums Blogs Support Community Help

Arm Community blogs > High Performance Computing (HPC) blog

More blogs in Arm Community blogs

AI and ML blog

Announcements

Architectures and Processors blog

Automotive blog

Embedded blog

Graphics, Gaming, and VR blog

High Performance Computing (HPC) blog

Infrastructure Solutions blog

Internet of Things (IoT) blog

Operating Systems blog

SoC Design and Simulation blog

Tools, Software and IDEs blog

Tags

High Performance Computing (HPC)

aws

Graviton2

Neoverse N1

Actions

RSS

Running AVBP Industrial code on Arm Neoverse N1



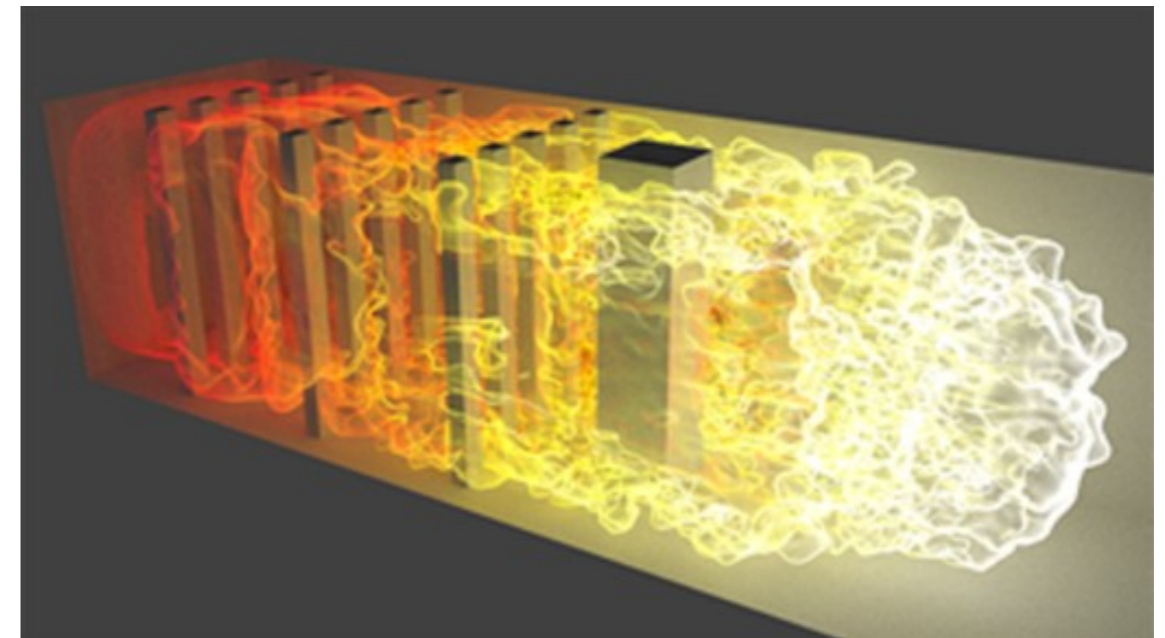
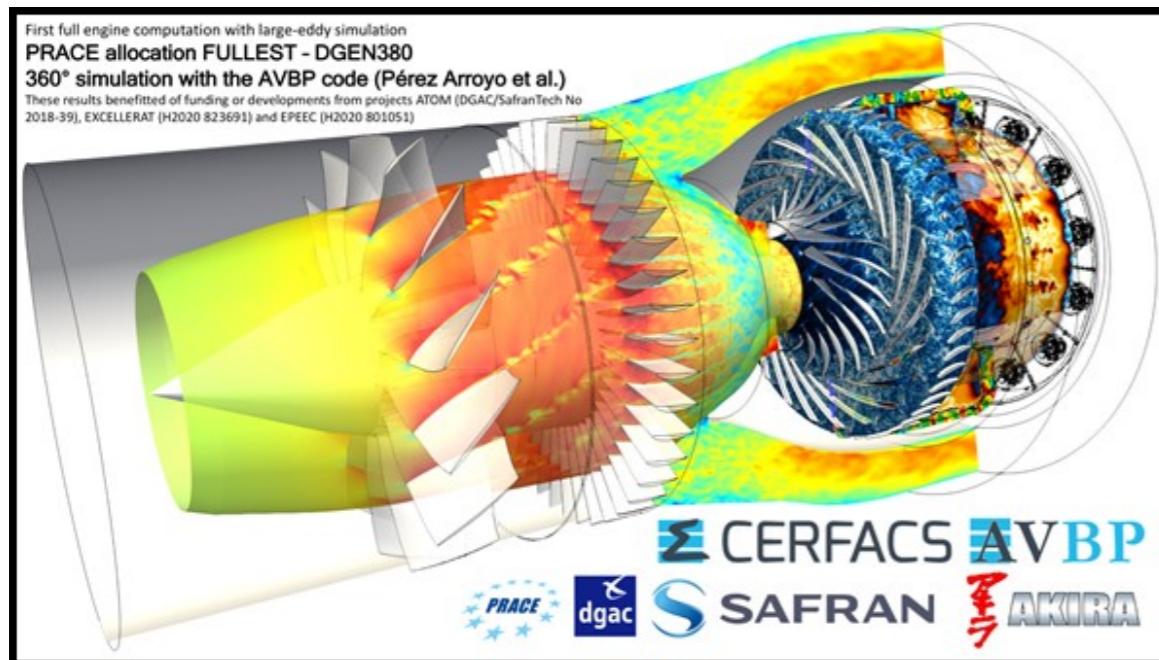
Feedback



fabrice dupros October 14, 2021

Co-authored with Conrad Hillairet (Arm), Gabriel Staffelbach (Cerfacs) and Isabelle D'Ast (Cerfacs)

Cas tests



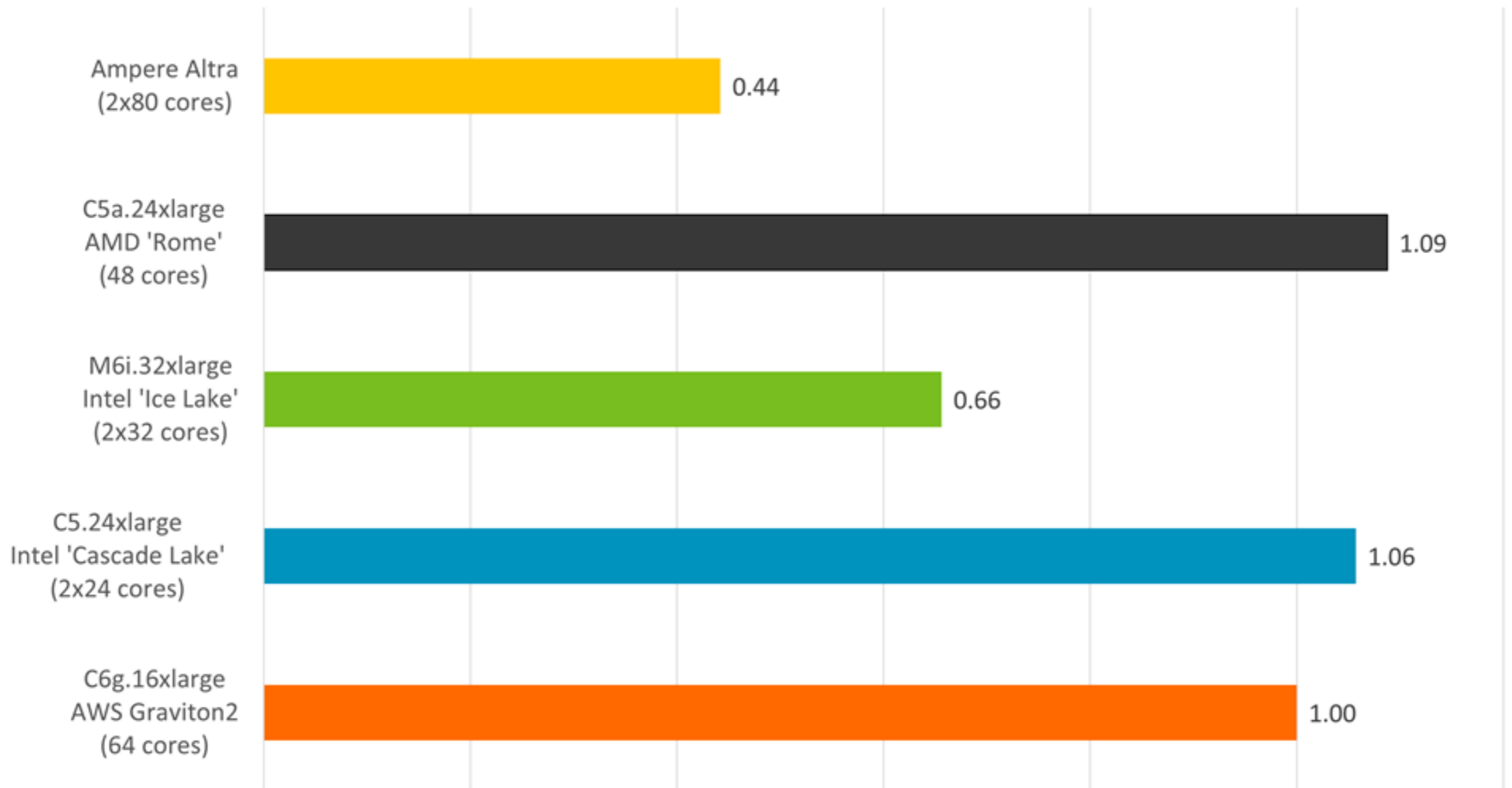
Simulation LES d'une
chambre de combustion

Phénomène d'explosion

Actions conduites en 2021

Expérimentations de performance sur Graviton

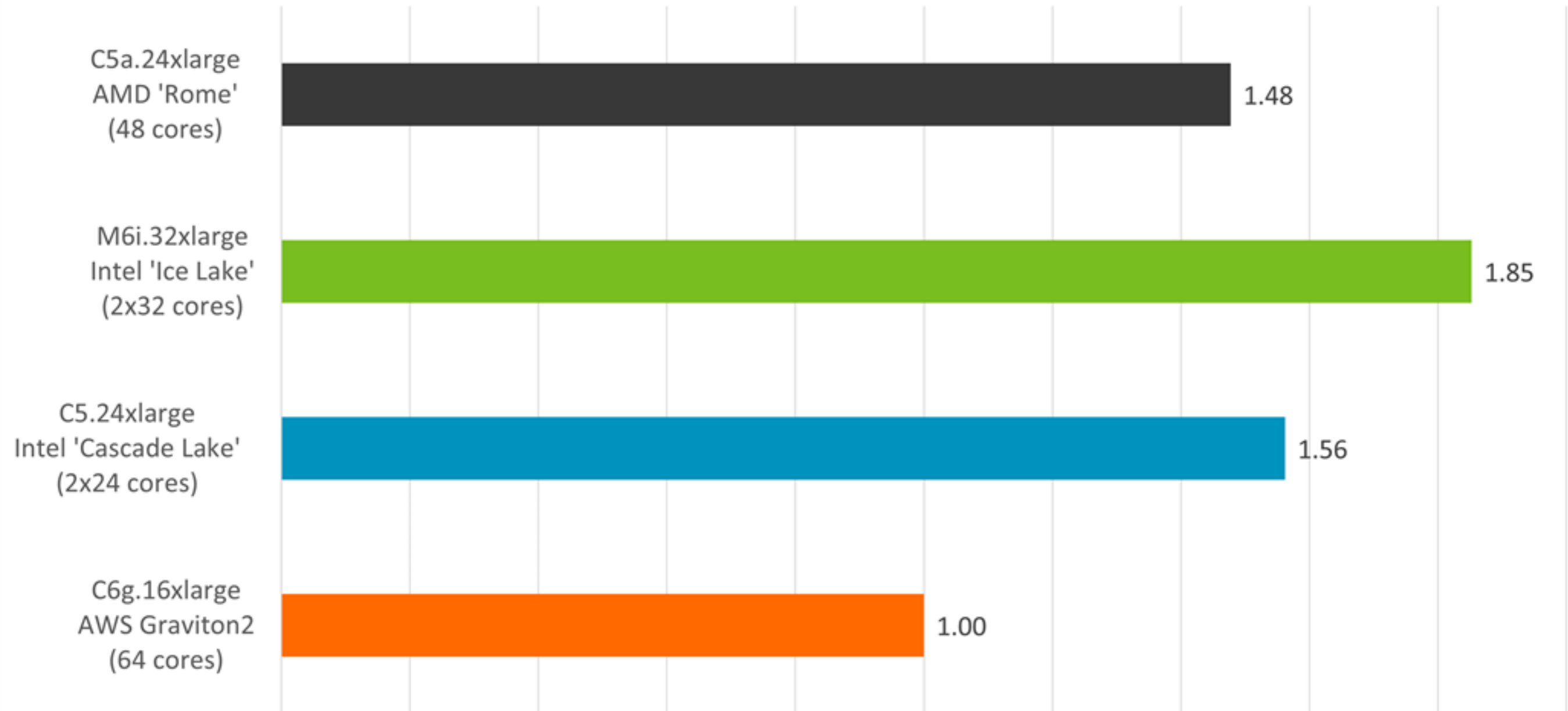
AVBP 7.6
Single-node
Normalized timing (lower is better)
Use Case : Expl20M



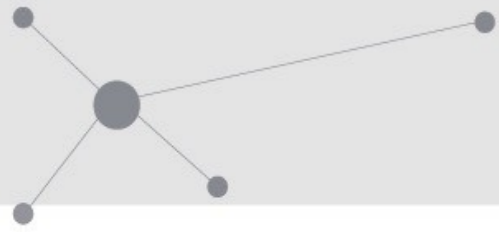
Actions conduites en 2021

Expérimentations de performance sur Graviton

AVBP 7.6
Single-node
Normalized cost (lower is better)
Use Case : Expl20M



1. Fort intérêt du **support de UCit** pour rapidement déployer un cluster HPC aux coûts maîtrisés dans le cloud d'Amazon.
2. Le **cloud AWS n'est pas une solution HPC économiquement compétitive aujourd'hui au Cerfacs** comparée à l'hébergement interne dans notre contexte.
3. L'utilisation du cloud AWS à travers les outils UCit offre de **réelles perspectives** pour le support des Travaux Pratiques des **Cours et des SPOCs** du Cerfacs :
 - Plus d'accès nécessaire aux ressources physiques du Cerfacs (pb de sécurité),
 - Plus de besoin de déplacement sur site (économie de frais de mission et de disponibilité),
 - Elargissement géographique du public étudiant potentiel
4. La **diversité** des configurations disponibles, « **l'élasticité** » des volumes de ressources ouvrent de **nouveaux usages** potentiels :
 - Veille technologique,
 - Débordement de pics d'activité contractuels (absorption de pics de charge).



Merci à tous ceux qui ont permis de conduire ces études, en particulier :

Cerfacs : Isabelle d'Ast - Gérard Déjean - Gabriel Staffelbach

CNES : Guillaume Eynard-Bontemps - Vincent Toumazou

UCit : Philippe Bricard - Benjamin Depardon