

# Utilisation du Cloud StratusLab : tests de performance des clusters virtuels

Cécile Cavet, Maude Le Jeune, Fabrice Dodu, Michèle Detournay, Volker Beckmann

François Arago Centre, APC, Univ Paris Diderot, CNRS/IN2P3, CEA/Irfu, Obs de Paris, Sorbonne Paris Cité, France

cecile.cavet@apc.univ-paris7.fr



## Résumé

Le Cloud Computing offre des ressources informatiques à la demande. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés au Cloud public IaaS qui permet de créer des machines, du stockage et du réseau virtuel. À l'aide de tests classiques et d'applications « High Performance Computing », nous avons évalué les performances du Cloud StratusLab et nous avons identifié les atouts du Cloud Computing IaaS pour la simulation numérique et le traitement des données dans le contexte de la recherche en astrophysique.

## Le Cloud Computing

Le Cloud Computing repose sur différents modèles. Les services proposés sont l'**Infrastructure-as-a-Service** (IaaS, ressources de calcul), la **Platform-as-a-Service** (PaaS, applications Web) et le **Software-as-a-Service** (SaaS, portails Web). Les modèles de déploiement recouvrent un accès **public** (accès à tout utilisateur), **privé** (accès aux utilisateurs internes à une structure), **communautaire** (accès aux utilisateurs internes à plusieurs structures) ou **hybride**. Il peut être de type **académique** (gratuit) ou **commercial** (payant). Il permet une grande flexibilité dans son utilisation et représente par conséquent une plateforme potentielle pour le calcul scientifique.

## Références

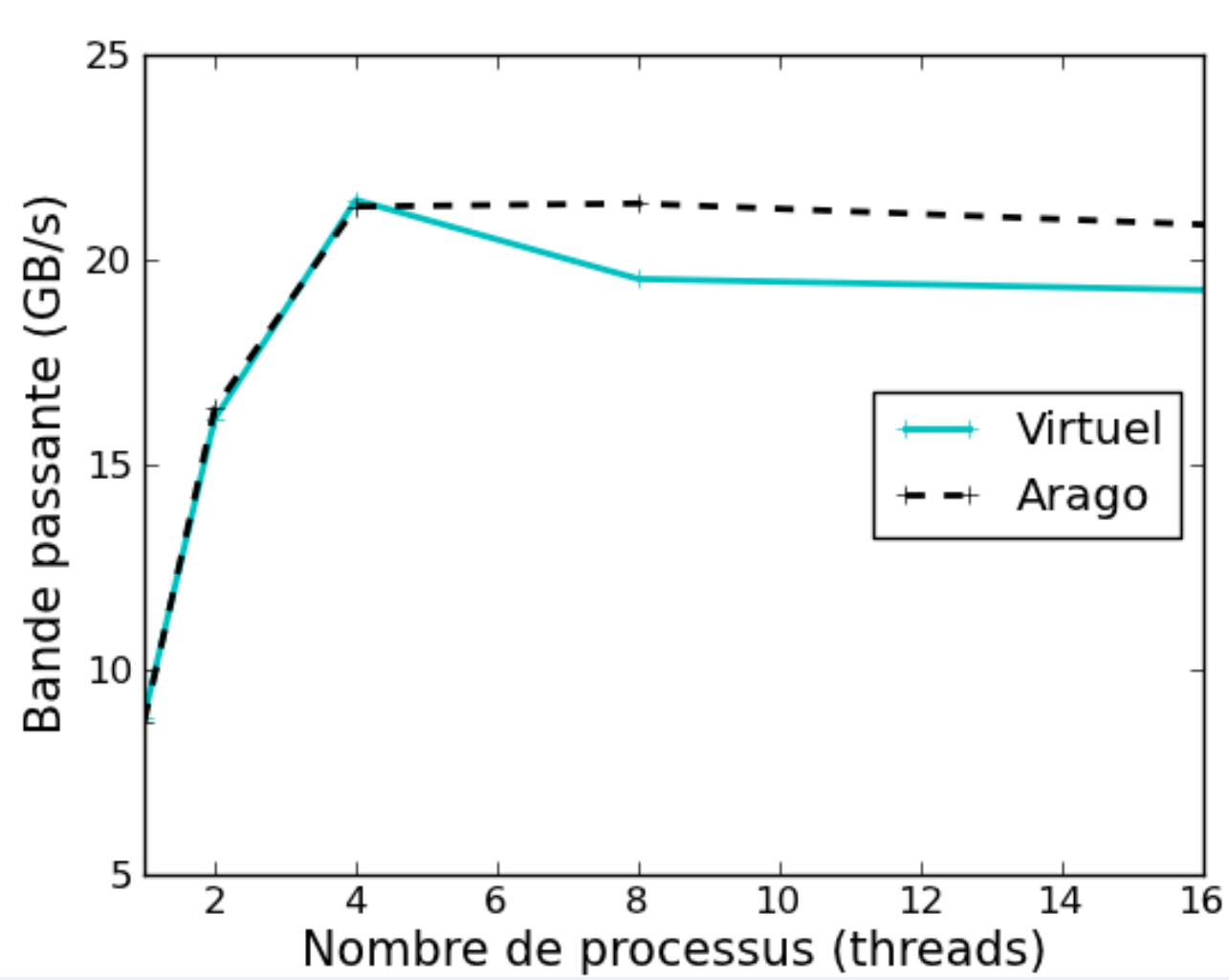
- [1] He et al., Proc. of 19th ACM International Symposium on HPDC (2010)
- [2] Iosup et al., IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (2011)
- [3] Jouvin & Philippon, JRES (2011)
- [4] Marketplace : <http://marketplace.stratuslab.eu>
- [5] Moebs, Cours de calcul parallèle MPI (2010)
- [6] StratusLab : <http://stratuslab.eu/index.php>
- [7] Teyssier, A&A (2002)

Ce travail a été financé par le LabEx UnivEarthS.

## STREAM : mémoire

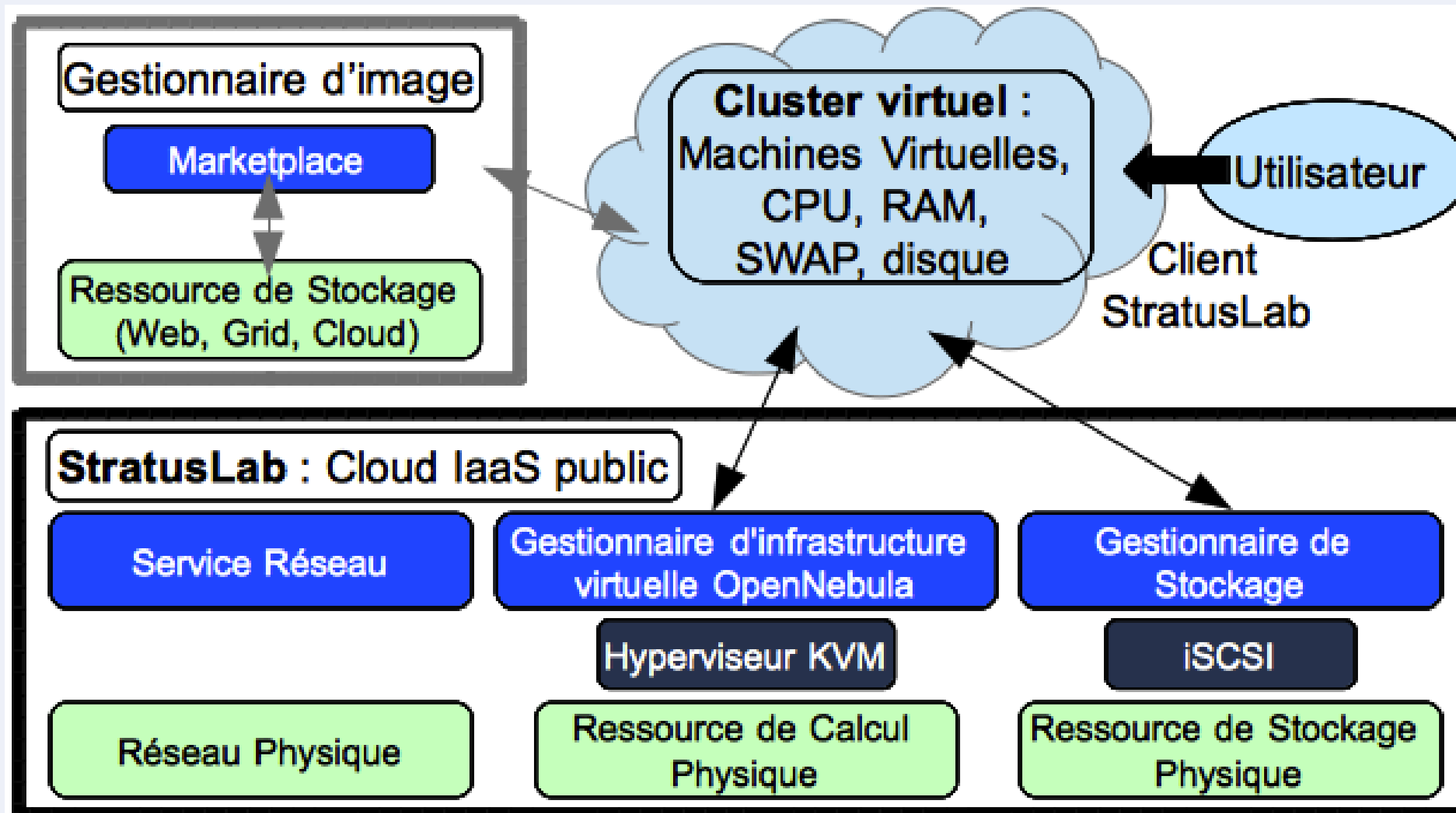
STREAM permet de vérifier l'efficacité du transfert des données traitées par le processeur vers la RAM. Le test mesure pour cela la bande passante de la mémoire à l'aide de 4 opérations (COPY, SCALE, SUM et TRIAD). Nous obtenons pour la version OpenMP du test une saturation à 4 processeurs (« threads ») due aux caches des processeurs qui ont probablement atteint leurs capacités maximales.

► Comportement similaire de StratusLab et du cluster Arago.



Opération COPY : réalisée 1000 fois pour une taille de tableau de 500 MB.

## Le Cloud StratusLab



Fonctionnement du Cloud StratusLab (d'après [3]).

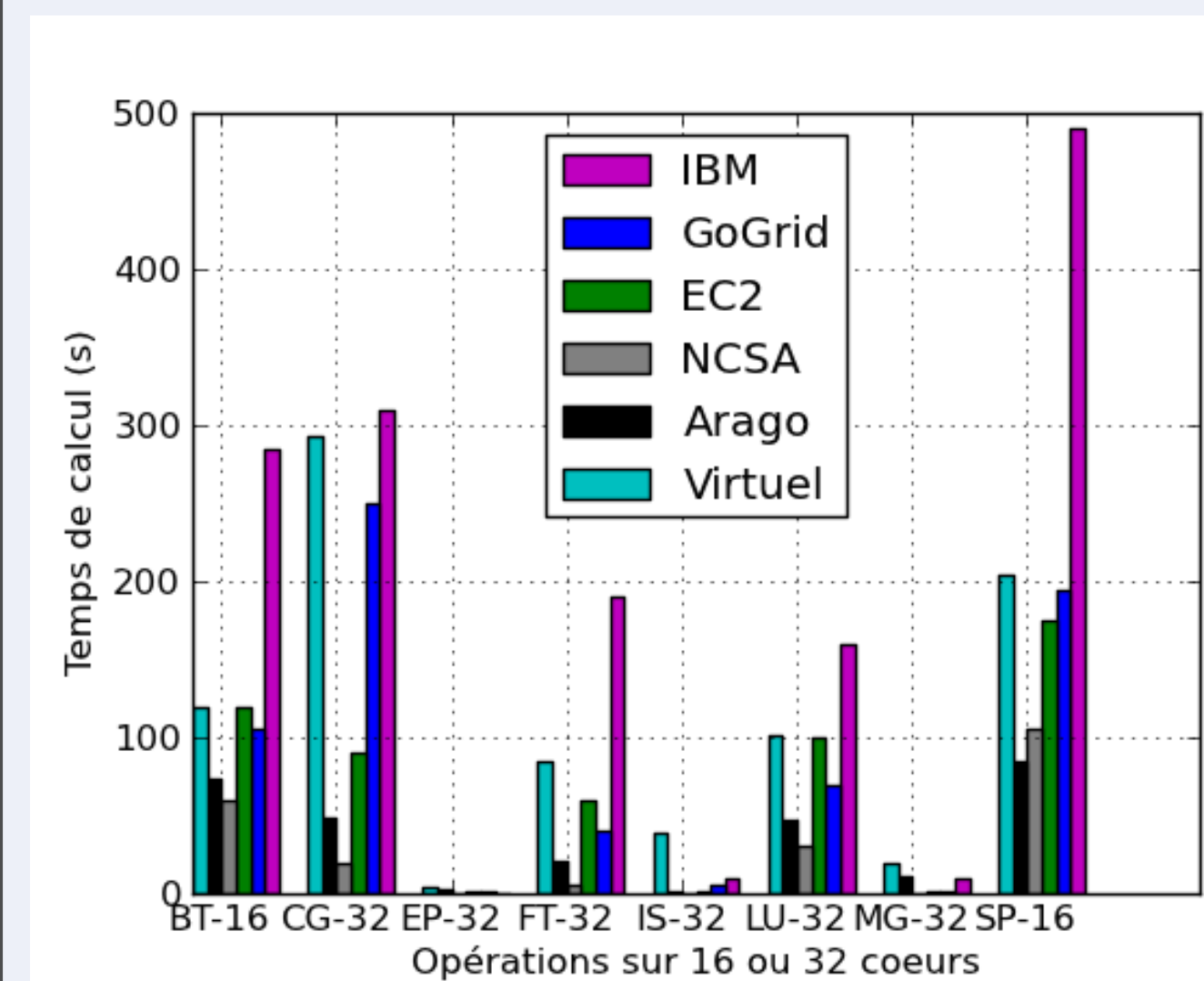
StratusLab [6] est un Cloud public IaaS issu d'un projet européen démarré en 2010. Ce Cloud académique fournit des ressources de calcul virtuelles qui sont gérées par l'hyperviseur KVM et contrôlées par le gestionnaire d'infrastructure virtuelle OpenNebula. Les machines physiques supportant StratusLab sont situées en partie au Laboratoire d'Accélération Linéaire (10 nœuds, 240 cœurs et 360 GB de RAM)<sup>1</sup>. Le Marketplace [4] fournit un espace de stockage des images disque d'OS utilisées pour lancer les machines virtuelles et le client StratusLab permet aux utilisateurs d'administrer ces machines virtuelles.

(1) Les auteurs remercient les administrateurs de StratusLab pour leurs indications techniques.

## NPB : communication MPI

Le NASA Parallel Benchmark (NPB) est un ensemble d'applications HPC simples qui sont utilisées pour tester les supercalculateurs. Il effectue 8 opérations qui permettent de quantifier les communications inter-nœuds. En comparant la moyenne des temps de calcul des différentes plateformes, dont celles étudiées par [1], nous obtenons : cluster NSCA (Infiniband) < cluster Arago (10 GbE/s) < EC2 (1 GbE/s) < GoGrid (1 GbE/s) < StratusLab (1 GbE/s) < IBM (100 MbE/s)

► La connexion Ethernet inter-nœuds  $\geq 10$  GbE/s améliore les performances mais le réseau virtuel des Clouds reste une contrainte.

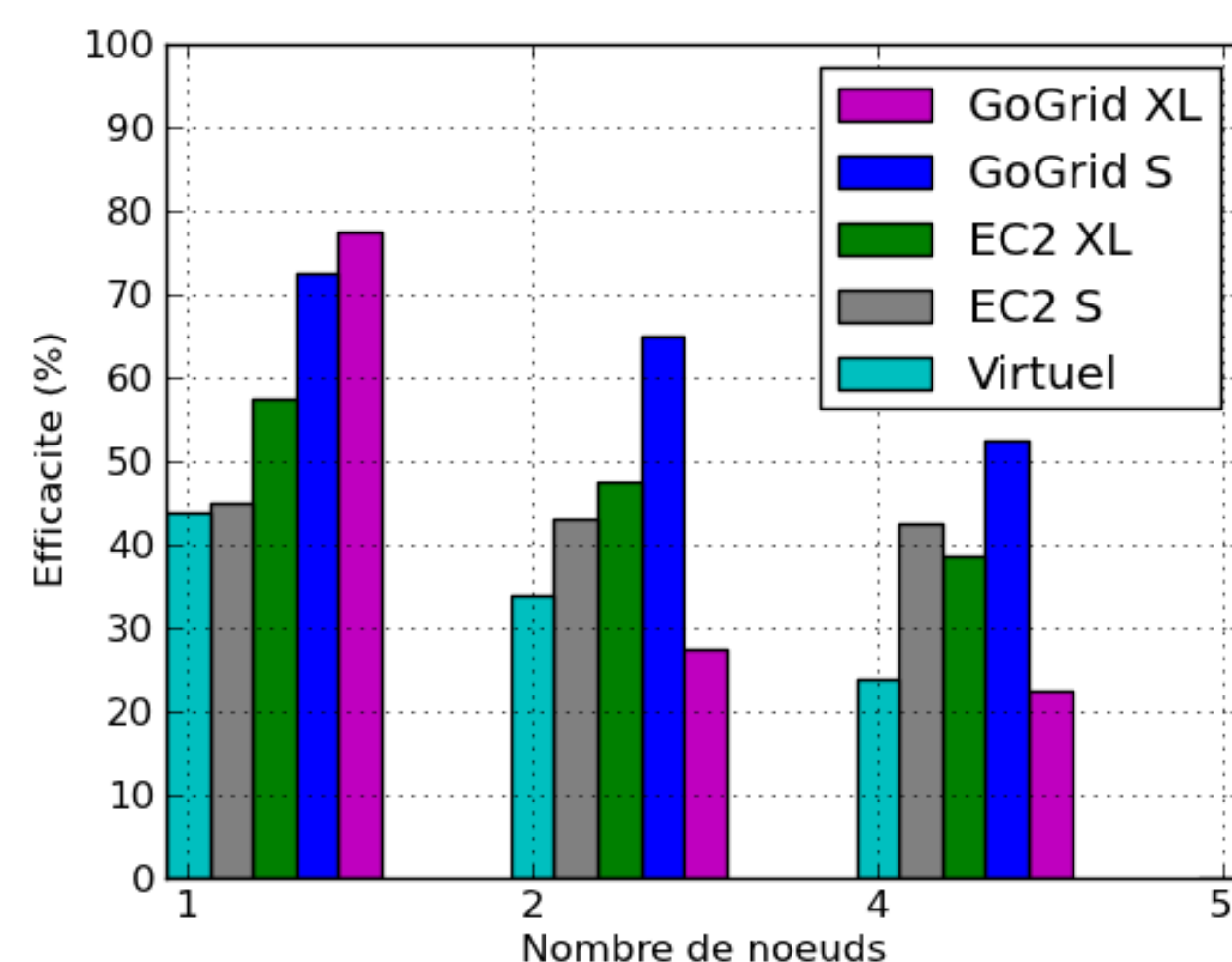


8 Opérations de NPB-MPI

## HPL : extensibilité faible

Le High Performance LINPACK (HPL) est une application HPC qui est utilisée pour classer les supercalculateurs mondiaux (Top500). En comparant l'efficacité donnée par l'extensibilité faible, nous obtenons pour StratusLab et les Clouds commerciaux Amazon EC2 et GoGrid étudiés par [2] : StratusLab < GoGrid XL < EC2 < GoGrid S < 60 %

► Les performances du Cloud computing n'atteignent pas les valeurs rencontrées sur les infrastructures classiques de calcul.



HPL : MPI, taille de bloc fixe NB = 128, taille de problème N(1 nœud) = 29184, lignes et colonnes de la matrice P(1 nœud) = 2 \* Q(1 nœud) = 4.

## Les plateformes de calcul

Nous avons initialisé, dans la mesure du possible, un cluster virtuel ayant les mêmes caractéristiques que le cluster local Arago (au Centre François Arago (FACe) depuis mai 2012, avec 11 nœuds, 176 cœurs et 528 GB de RAM) afin de pouvoir comparer les performances de ces deux infrastructures.

## Les applications HPC

Les applications « High Performance Computing » (HPC), qui englobent la résolution des systèmes complexes, nécessitent les calculateurs les plus puissants. Nous avons utilisé différentes quantités qui permettent de mesurer la performance des infrastructures de calcul. Elles se basent sur l'extensibilité (« scalability ») d'une application HPC, c'est-à-dire l'augmentation des performances avec le nombre de nœuds/cœurs de calcul. Il faut en discerner deux types :

• **L'extensibilité forte** : c'est la mesure de la diminution du temps de calcul pour un problème dont la taille totale est fixée. La parallélisation et les communications MPI sont quantifiées via la mesure de l'accélération :

$$A = t_{seq}/t_{//}$$

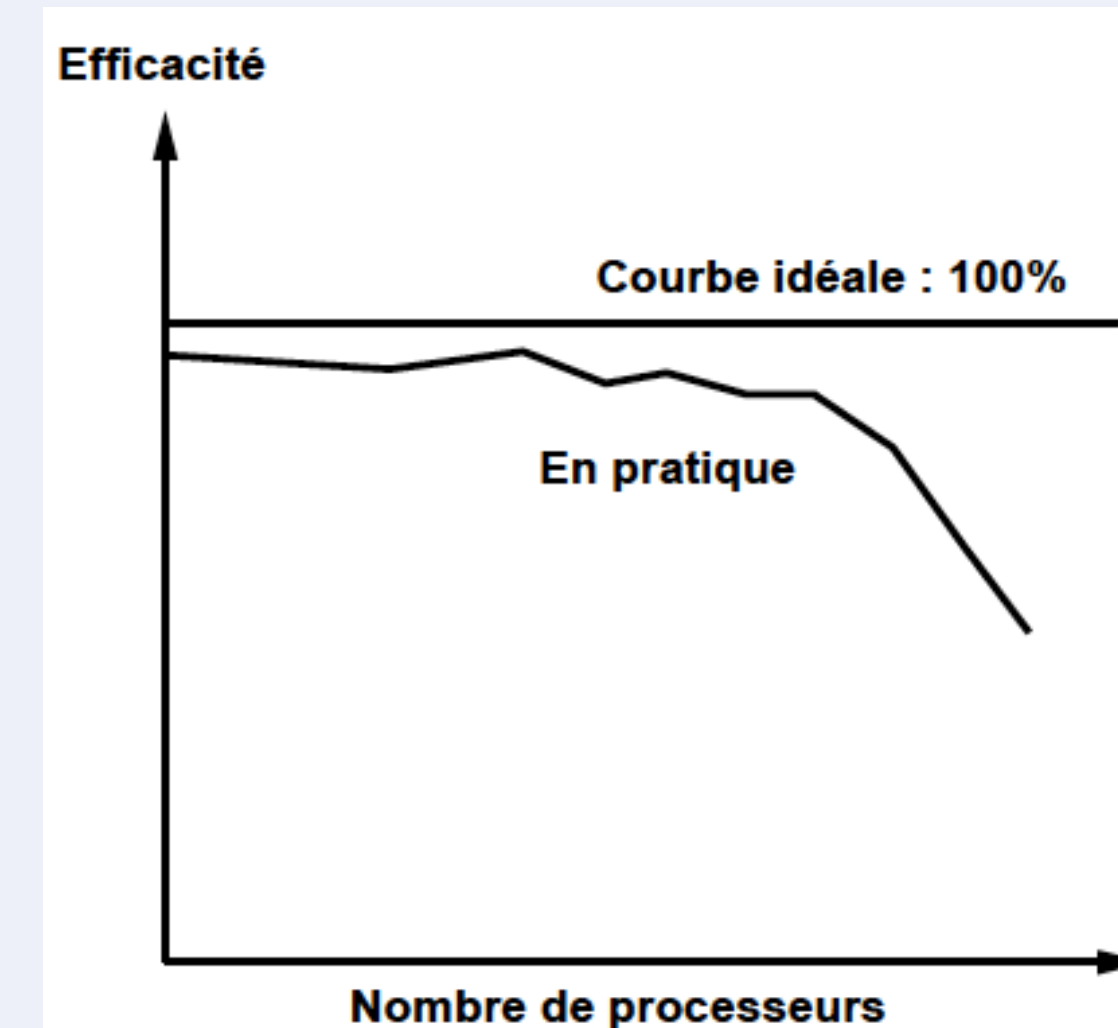
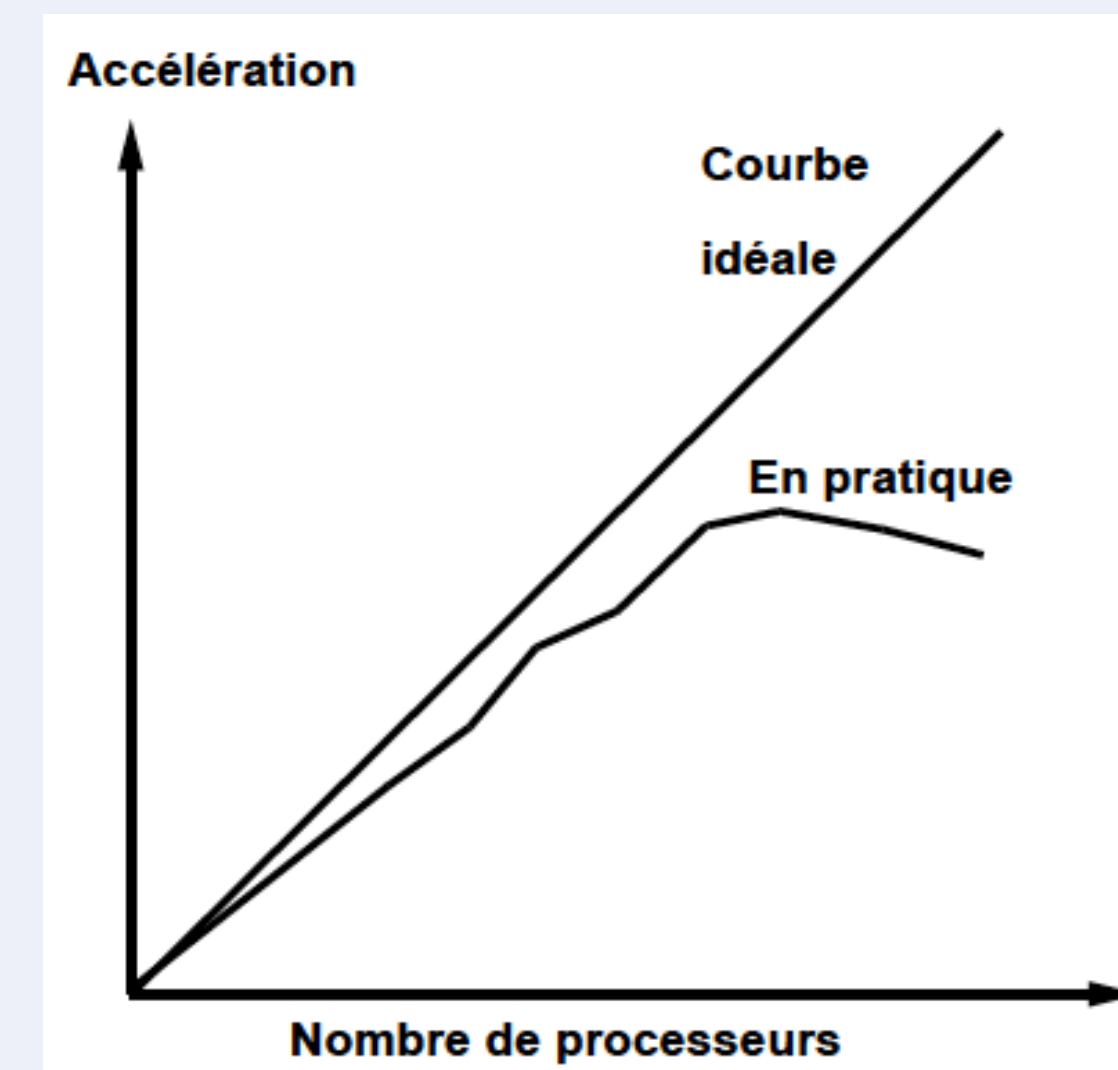
où  $t_{seq}$  est le temps de calcul séquentiel et  $t_{//}$  celui parallèle, de l'efficacité en métrique classique :

$$E = A/p$$

où  $p$  est le nombre de processeurs (cœurs de calcul), et de l'efficacité en métrique de Karp-Flatt :

$$e = \left(\frac{1}{A} - \frac{1}{p}\right) / \left(1 - \frac{1}{p}\right)$$

qui donne des informations distinctes sur les parties séquentielles et parallèles d'un code.



Tendances de l'accélération et de l'efficacité en métrique classique [5].

• **L'extensibilité faible** : c'est la mesure de la diminution du temps de calcul pour un problème dont la taille par processeur est fixée. La performance au pic (conditions optimales) mesurée  $R_{pic}$  est comparée à la valeur théorique  $R_{theo}$  qui est liée directement aux caractéristiques du matériel. L'efficacité est dans ce cas :

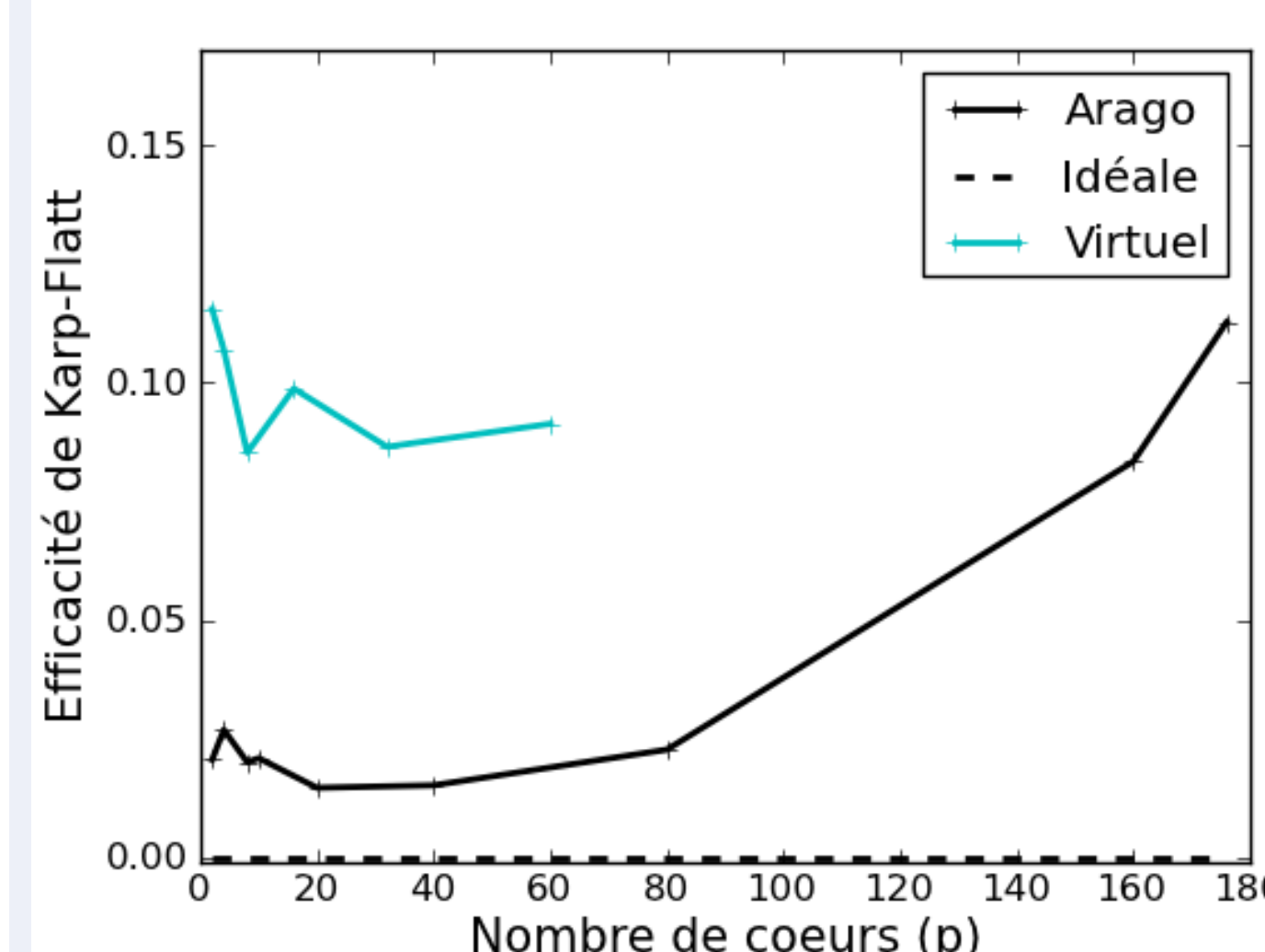
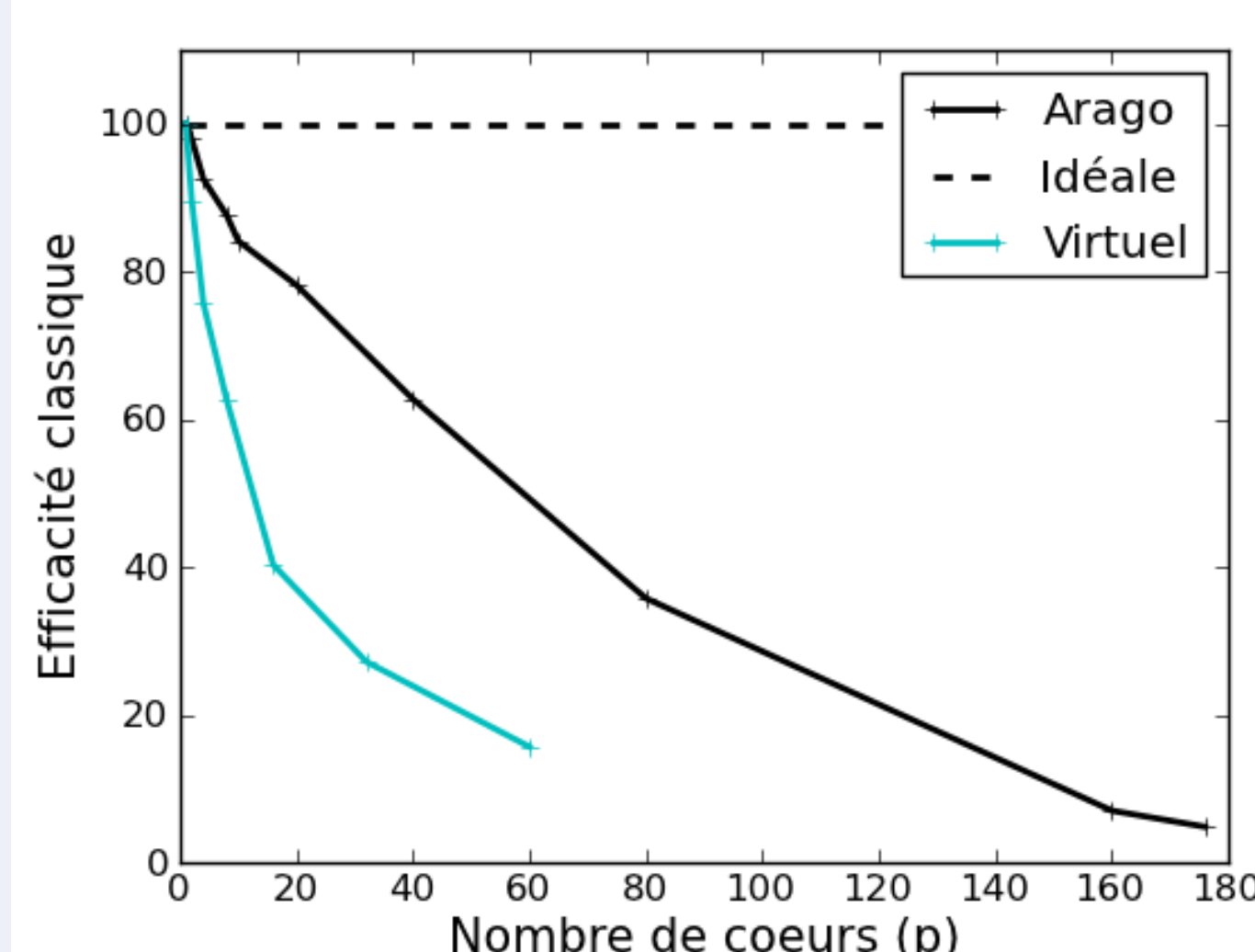
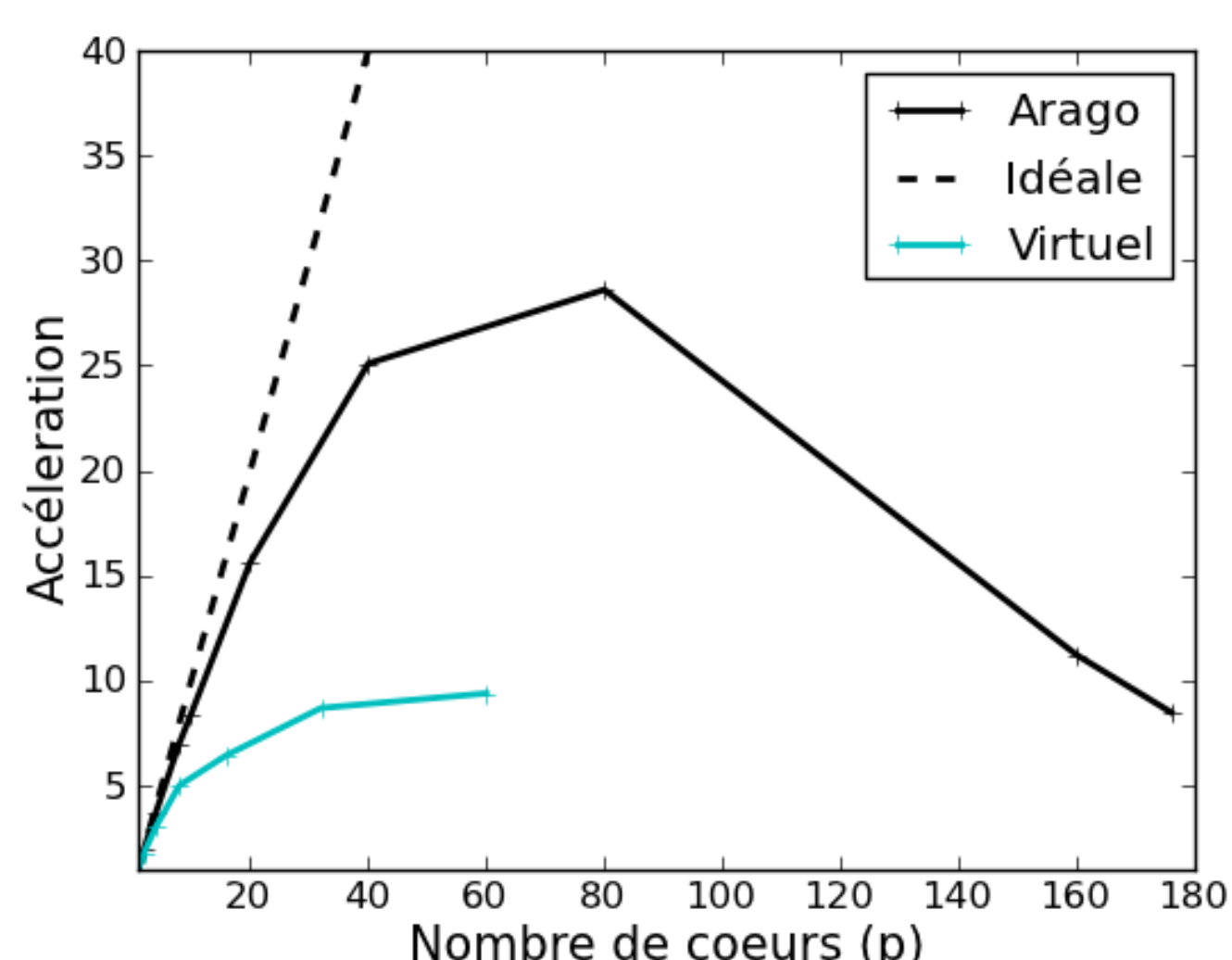
$$E = R_{pic}/R_{theo}$$

Pour une machine virtuelle de StratusLab,  $R_{theo}$  (8 cœurs; 2,67 GHz; 4 FLOPCC) = 71 GFLOPS. Et selon [2],  $E > 60\%$  pour qu'un calculateur présente de bonnes performances aux applications HPC.

## Code numérique RAMSES : extensibilité forte

Le code de calcul parallèle RAMSES<sup>1</sup> est une application HPC réelle qui est utilisée en cosmologie [7]. En analysant les quantités de l'extensibilité forte, nous observons que : l'accélération montre une limite sur le nombre de cœurs de calcul à utiliser sur les infrastructures étudiées; l'efficacité selon la métrique classique est peu pertinente (effondrement immédiat); l'efficacité selon la métrique de Karp-Flatt révèle des différences d'exécution de la partie séquentielle du code. Nous obtenons donc : StratusLab < cluster Arago

► L'utilisation en phase de production (c'est-à-dire, en minimisant le temps de calcul) d'un code numérique mettant en jeu des applications réelles et parallélisé avec MPI reste encore réservée aux supercalculateurs.



Simulations numériques d'une onde de souffle de Sedov sur une grille cartésienne 2D (512<sup>2</sup> cellules) parallélisée MPI.

(1) Le premier auteur remercie Y. Rasera pour ses indications sur RAMSES.