

Infrastructures Parallèles de Calcul

Clusters – Grids – Clouds

Stéphane Genaud

11/02/2011

Clusters - Grids - Clouds

- **Clusters** : assemblage de “PCs”
+ interconnexion rapide + espace disque partagé
- **Grids** : mutualisation de ressources à large échelle
(middleware + VOs)
- **Clouds** : externalisation des ressources
(coût= $f(\text{temps})$, virtualisation, SaaS/IaaS/PaaS)

Clusters - Grids - Clouds

- **Clusters** : assemblage de “PCs”
+ interconnexion rapide + espace disque partagé
- **Grids** : mutualisation de ressources à large échelle
(middleware + VOs)
- **Clouds** : externalisation des ressources
(coût= f (temps), virtualisation, SaaS/IaaS/PaaS)

Clusters - Grids - Clouds

- **Clusters** : assemblage de “PCs”
+ interconnexion rapide + espace disque partagé
- **Grids** : mutualisation de ressources à large échelle
(middleware + VOs)
- **Clouds** : externalisation des ressources
(coût= $f(\text{temps})$, virtualisation, SaaS/IaaS/PaaS)

Clusters

Matériel

- Calcul: serveurs \times processeurs \times cœurs
 - ▶ hpc (UdS) 2007 : $32 \times 1 \times 2 = 64$ cores , Opteron 2.4GHz, 4GB RAM/server
 - ▶ hpc (UdS) 2009 : $68 \times 2 \times 4 = 544$ cores,
 - ▶ jade (CINES) : $2880 \times 2 \times 4 = 23040$ cores , 34GB RAM/server (267 Tflop/s)
 - Hybride Tianhe-1H (Chine): $2560 \times 2 \times 4 = 20480$ cores (Xeon) + AMD GPU : $2560 \times 1600 = 4096000$ SPU
- Mémoire : distribuée sur les serveurs, caches sur les processeurs/coeurs
- Réseau : TCP ou spécialisé (Infiniband, Quadrics, ...)
- Stockage : scratch, NFS, GPFS

Clusters

Matériel

- Calcul: serveurs \times processeurs \times cœurs
 - ▶ hpc (UdS) 2007 : $32 \times 1 \times 2 = 64$ cores , Opteron 2.4GHz, 4GB RAM/server
 - ▶ hpc (UdS) 2009 : $68 \times 2 \times 4 = 544$ cores,
 - ▶ jade (CINES) : $2880 \times 2 \times 4 = 23040$ cores , 34GB RAM/server (267 Tflop/s)
 - ▶ **Hybride** Tianhe-1H (Chine): $2560 \times 2 \times 4 = 20480$ cores (Xeon) + AMD GPU : $2560 \times 1600 = 4096000$ SPU
- Mémoire : distribuée sur les serveurs, caches sur les processeurs/coeurs
- Réseau : TCP ou spécialisé (Infiniband, Quadrics, ...)
- Stockage : scratch, NFS, GPFS

Clusters

Matériel

- Calcul: serveurs \times processeurs \times cœurs
 - ▶ hpc (UdS) 2007 : $32 \times 1 \times 2 = 64$ cores , Opteron 2.4GHz, 4GB RAM/server
 - ▶ hpc (UdS) 2009 : $68 \times 2 \times 4 = 544$ cores,
 - ▶ jade (CINES) : $2880 \times 2 \times 4 = 23040$ cores , 34GB RAM/server (267 Tflop/s)
 - ▶ **Hybride** Tianhe-1H (Chine): $2560 \times 2 \times 4 = 20480$ cores (Xeon) + AMD GPU : $2560 \times 1600 = 4096000$ SPU
- Mémoire : distribuée sur les serveurs, caches sur les processeurs/coeurs
- Réseau : TCP ou spécialisé (Infiniband, Quadrics, ...)
- Stockage : scratch, NFS, GPFS

Matériel

- Calcul: serveurs \times processeurs \times cœurs
 - ▶ hpc (UdS) 2007 : $32 \times 1 \times 2 = 64$ cores , Opteron 2.4GHz, 4GB RAM/server
 - ▶ hpc (UdS) 2009 : $68 \times 2 \times 4 = 544$ cores,
 - ▶ jade (CINES) : $2880 \times 2 \times 4 = 23040$ cores , 34GB RAM/server (267 Tflop/s)
 - ▶ **Hybride** Tianhe-1H (Chine): $2560 \times 2 \times 4 = 20480$ cores (Xeon) + AMD GPU : $2560 \times 1600 = 4096000$ SPU
- Mémoire : distribuée sur les serveurs, caches sur les processeurs/coeurs
- Réseau : TCP ou spécialisé (Infiniband, Quadrics, ...)
- Stockage : scratch, NFS, GPFS

Matériel

- Calcul: serveurs \times processeurs \times cœurs
 - ▶ hpc (UdS) 2007 : $32 \times 1 \times 2 = 64$ cores , Opteron 2.4GHz, 4GB RAM/server
 - ▶ hpc (UdS) 2009 : $68 \times 2 \times 4 = 544$ cores,
 - ▶ jade (CINES) : $2880 \times 2 \times 4 = 23040$ cores , 34GB RAM/server (267 Tflop/s)
 - ▶ **Hybride** Tianhe-1H (Chine): $2560 \times 2 \times 4 = 20480$ cores (Xeon) + AMD GPU : $2560 \times 1600 = 4096000$ SPU
- Mémoire : distribuée sur les serveurs, caches sur les processeurs/coeurs
- Réseau : TCP ou spécialisé (Infiniband, Quadrics, ...)
- Stockage : scratch, NFS, GPFS

Clusters

Matériel

- Calcul: serveurs \times processeurs \times cœurs
 - ▶ hpc (UdS) 2007 : $32 \times 1 \times 2 = 64$ cores , Opteron 2.4GHz, 4GB RAM/server
 - ▶ hpc (UdS) 2009 : $68 \times 2 \times 4 = 544$ cores,
 - ▶ jade (CINES) : $2880 \times 2 \times 4 = 23040$ cores , 34GB RAM/server (267 Tflop/s)
 - ▶ **Hybride** Tianhe-1H (Chine): $2560 \times 2 \times 4 = 20480$ cores (Xeon) + AMD GPU : $2560 \times 1600 = 4096000$ SPU
- Mémoire : distribuée sur les serveurs, caches sur les processeurs/coeurs
- Réseau : TCP ou spécialisé (Infiniband, Quadrics, ...)
- Stockage : scratch, NFS, GPFS

Clusters

Matériel

- Calcul: serveurs \times processeurs \times cœurs
 - ▶ hpc (UdS) 2007 : $32 \times 1 \times 2 = 64$ cores , Opteron 2.4GHz, 4GB RAM/server
 - ▶ hpc (UdS) 2009 : $68 \times 2 \times 4 = 544$ cores,
 - ▶ jade (CINES) : $2880 \times 2 \times 4 = 23040$ cores , 34GB RAM/server (267 Tflop/s)
 - ▶ **Hybride** Tianhe-1H (Chine): $2560 \times 2 \times 4 = 20480$ cores (Xeon) + AMD GPU : $2560 \times 1600 = 4096000$ SPU
- Mémoire : distribuée sur les serveurs, caches sur les processeurs/coeurs
- Réseau : TCP ou spécialisé (Infiniband, Quadrics, ...)
- Stockage : scratch, NFS, GPFS

Matériel

- 'grilles "maison" et Desktop Grid, Volunteer Computing (e.g Boinc)
 - ▶ Calcul, Mémoire : ordinateurs de bureau (complètement hétérogène)
 - ▶ Réseau : TCP, NREN ou ADSL
 - ▶ Stockage : local et parfois distribué à large échelle.
- Grille production (e.g EGI, TeraGrid): clusters
 - ▶ Calcul, Mémoire : clusters
 - ▶ Réseau : local=clusters et global=NREN
 - ▶ Stockage : type cluster et parfois distribué à large échelle

Matériel

- 'grilles "maison" et Desktop Grid, Volunteer Computing (e.g Boinc)
 - ▶ Calcul, Mémoire : ordinateurs de bureau (complètement hétérogène)
 - ▶ Réseau : TCP, NREN ou ADSL
 - ▶ Stockage : local et parfois distribué à large échelle.
- Grille production (e.g EGI, TeraGrid): clusters
 - ▶ Calcul, Mémoire : clusters
 - ▶ Réseau : local=clusters et global=NREN
 - ▶ Stockage : type cluster et parfois distribué à large échelle

Clouds

Matériel (☹ souvent secret industriel)

- Calcul, Mémoire: dépend du prix : [machine de bureau \rightsquigarrow cluster]
- Réseau : local=dépend du prix, global=NREN
- Stockage : type cluster

Amazon EC2

instance	CPU	RAM (GB)	disque (GB)	I/O & réseau	\$
small	mono-proc	1.7	160	modérée	1
large	2 cores	7.5	850	élevée	2
xtra large	4 cores	15	1690	élevée	4
⋮					⋮
clstr compute	2×8 cores	23	1690	10 Gbps	33.5

Clouds

Matériel (☹souvent secret industriel)

- Calcul, Mémoire: dépend du prix : [machine de bureau \rightsquigarrow cluster]
- Réseau : local=dépend du prix, global=NREN
- Stockage : type cluster

Amazon EC2

instance	CPU	RAM (GB)	disque (GB)	I/O & réseau	\$
small	mono-proc	1.7	160	modérée	1
large	2 cores	7.5	850	élevée	2
xtra large	4 cores	15	1690	élevée	4
⋮					⋮
clstr compute	2×8 cores	23	1690	10 Gbps	33.5

Clusters: Pros & Cons

Objectifs, Avantage

- HPC (Performances)
- Fiabilité de l'infrastructure
- Homogénéité des systèmes/logiciels installés
- Facilité d'accès aux données

Obstacles, Inconvénients

- Problèmes de coût et dimensionnement
- Difficulté de tirer toute la performance
- Environnement déporté

Clusters: Pros & Cons

Objectifs, Avantage

- HPC (Performances)
- Fiabilité de l'infrastructure
- Homogénéité des systèmes/logiciels installés
- Facilité d'accès aux données

Obstacles, Inconvénients

- Problèmes de coût et dimensionnement
- Difficulté de tirer toute la performance
- Environnement déporté

Grille: Pros & Cons

Objectifs, Avantage

- Mutualisation des ressources
- Meilleure utilisation des ressources (↓ coût)
- Ressources nombreuses

Obstacles, Inconvénients

- Instabilité de l'infrastructure (pannes)
- Hétérogénéité des matériels et logiciels
- Recensement difficile des ressources

Grille: Pros & Cons

Objectifs, Avantage

- Mutualisation des ressources
- Meilleure utilisation des ressources (↓ coût)
- Ressources nombreuses

Obstacles, Inconvénients

- Instabilité de l'infrastructure (pannes)
- Hétérogénéité des matériels et logiciels
- Recensement difficile des ressources

Clouds IaaS: Pros & Cons

Objectifs, Avantages

- Dimensionnement facile de l'infrastructure
- Pas de coût de possession pour les Clouds publics
- Environnement contrôlé et homogène grâce à la virtualisation
- Variété des types d'infrastructure et des modèles de programmation

Obstacles, Inconvénients

- Variance des performances dues à la virtualisation
- Matériel utilisé non divulgué dans les clouds publics
- Perte des compétences sur l'infrastructure matérielle

Clouds IaaS: Pros & Cons

Objectifs, Avantages

- Dimensionnement facile de l'infrastructure
- Pas de coût de possession pour les Clouds publics
- Environnement contrôlé et homogène grâce à la virtualisation
- Variété des types d'infrastructure et des modèles de programmation

Obstacles, Inconvénients

- Variance des performances dues à la virtualisation
- Matériel utilisé non divulgué dans les clouds publics
- Perte des compétences sur l'infrastructure matérielle

Domaines d'applications

	cluster	grid	grid prod.	cloud (IaaS)
resources	homogène	hétérogène	fédér. ho- mogènes	fédér. ho- mogènes
gestionnaire	batch	middleware	meta-batch	manuel+transparent
marché dominant	HPC	calcul	calcul + I/O	web servers
parallélisme	div. domaine	distribution tâches	distribution programmes	distribution systèmes
modèle prog.	SMPD	client/server	séquentiel, workflow	tout
exemples	MPI [+OpenMP,] [+opencl], PGAS	Boinc, Con- dor	tout lang.	tout lang.