

Simulations cosmologiques sur Grid'5000

Benjamin Depardon

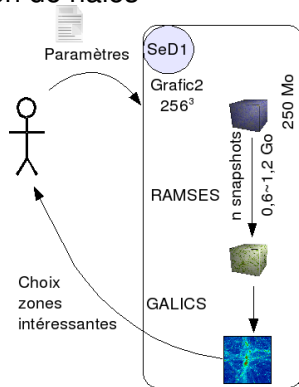
15/09/06



Simulations avec RAMSES

Simulations zoom : étude de la formation de halos

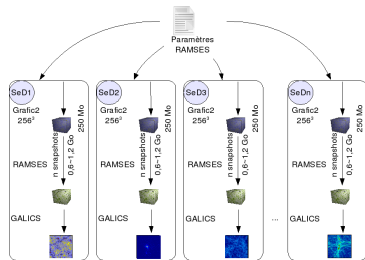
- Première partie :
 - simulation sur un univers à faible résolution
 - détection des structures
 - choix des structures à resimuler
- Seconde partie :
 - resimulation à haute résolution sur les portions d'univers déterminées
 - détection des structures



Simulations avec RAMSES

Simulations zoom : étude de la formation de halos

- Première partie :
 - simulation sur un univers à faible résolution
 - détection des structures
 - choix des structures à resimuler
- Seconde partie :
 - resimulation à haute résolution sur les portions d'univers déterminées
 - détection des structures



Plan

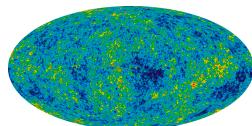
- 1 Applications
 - GRAFIC2
 - RAMSES
 - GALICS
- 2 Architectures
 - Première architecture
 - Architecture du prototype
 - Déroulement d'une simulation
- 3 Expérimentations
 - Plate-forme
 - Grosses IC
 - Petites IC
- 4 Conclusion
 - Problèmes rencontrés
 - Conclusion
 - SeD Batch

Plan

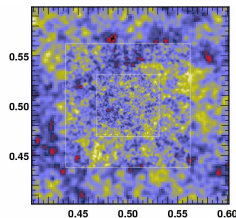
- 1 Applications
 - GRAFIC2
 - RAMSES
 - GALICS
- 2 Architectures
 - Première architecture
 - Architecture du prototype
 - Déroulement d'une simulation
- 3 Expérimentations
 - Plate-forme
 - Grosses IC
 - Petites IC
- 4 Conclusion
 - Problèmes rencontrés
 - Conclusion
 - SeD Batch

GRAFIC2

- Code Fortran permettant de générer les conditions initiales
- Utilise les données de WMAP (température du rayonnement de fond cosmologique)
- Nécessite de compiler une version de GRAFIC2 par résolution voulue
- Possibilité de générer les différents niveaux de zoom séparément



WMAP

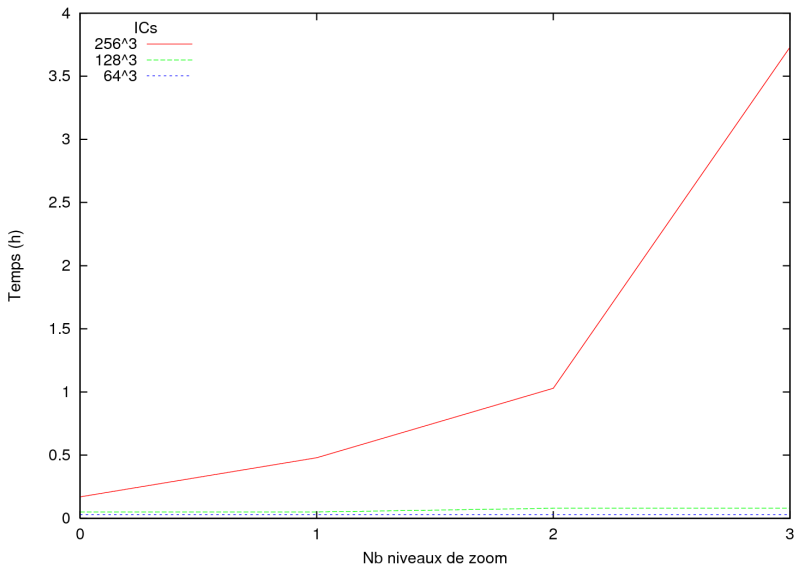


IC zoom

GRAFIC2

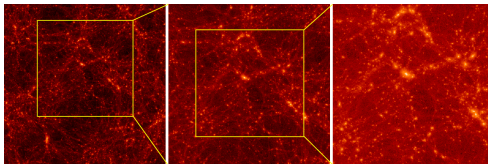
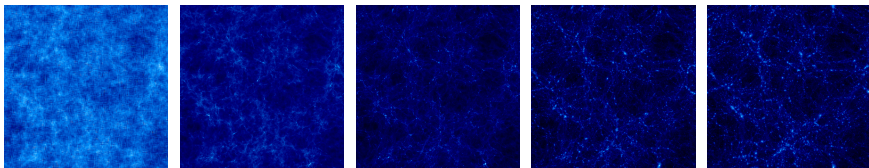
- Consommation disque pour 256^3 particules (niveau de zoom λ) :
 - $\lambda = 0 : 5 \times 65 = 325 Mo$
 - $\lambda = 1 : 5 \times 65 + 2 \times 513 + 515 + 449 = 2315 Mo$
 - $\lambda > 1 :$
 $(4 + \lambda) \times 65 + 2 \times 513 + 3 \times 515 + \lambda \times 449 = 2831 + 514\lambda Mo$
- Taille finale des IC :
 - 256 Mo niveau 0
 - 1 Go simulation zoom (3 niveaux de zoom)
- Durée de génération :
 - environ 10min pour le niveau 0
 - environ 3h30 pour 3 niveaux de zoom

GRAFIC2 : TEMPS D'EXÉCUTION

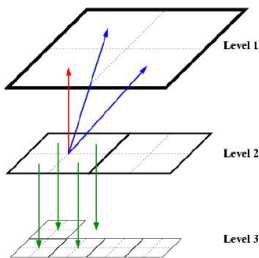
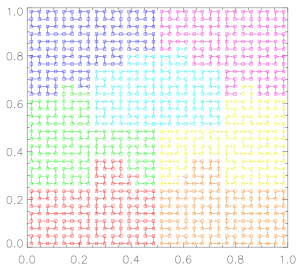


RAMSES

- Code Fortran MPI
- Simulation cosmologique
- Fait évoluer les particules de matière noire présentes à la formation de l'univers



RAMSES : décomposition de l'espace



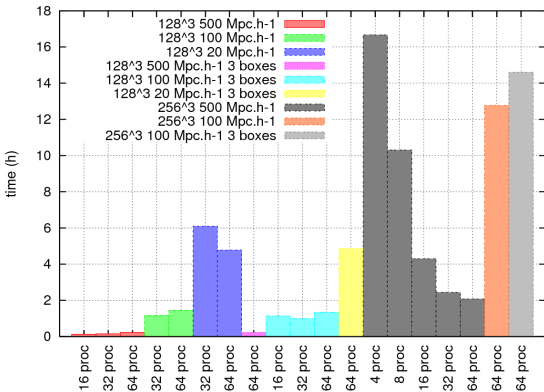
- Représenté par une courbe de Hilbert (possibilité d'utiliser Morton, découpage angulaire, en colonnes, en lignes, etc.)
- Espace représenté par un octree
- Raffinement adaptatif du maillage en fonction du besoin (AMR : Adaptive Mesh Refinement code)
- Equilibrage de charge périodique du domaine de décomposition

RAMSES : utilisation

- L'utilisation repose sur deux types de fichiers
 - conditions initiales : générées par GRAFIC2 (environ 256 *Mo*)
 - fichier Fortran de configuration `.nml` contenant les paramètres de la simulation (quelques *ko*)
- Fichiers générés
 - générés dans un répertoire NFS
 - `output_XXXXX` : snapshot de la simulation à un instant donné. Environ 0,6 — 1,2 *Go* par snapshot.
 - `backup_XXXXX` : copie de sauvegarde de la mémoire à un instant donné. Permet de relancer une simulation à partir de cet instant. Environ 2,6 — 3,3 *Go* par sauvegarde.

RAMSES : temps d'exécution

- Dépend de la densité des conditions initiales
- Dépend du nombre de processus (idéalement 2^n processus)



GALICS

Logiciels de post-traitement des données générées par RAMSES

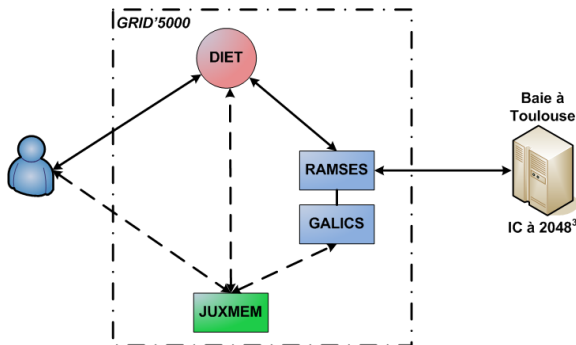
- HaloMaker : détection des halos de matière sombre
- TreeMaker : création de l'arbre d'évolution
- GalaxyMaker : application d'un modèle semi-analytique pour former des galaxies

Plan

- 1 Applications
 - GRAFIC2
 - RAMSES
 - GALICS
- 2 Architectures
 - Première architecture
 - Architecture du prototype
 - Déroulement d'une simulation
- 3 Expérimentations
 - Plate-forme
 - Grosses IC
 - Petites IC
- 4 Conclusion
 - Problèmes rencontrés
 - Conclusion
 - SeD Batch

Première architecture

- Serveur central à Toulouse contenant les IC à la résolution 2048^3 (128 Go)
- Extraction des IC à partir de cette base
- N'utilise pas GRAFIC2

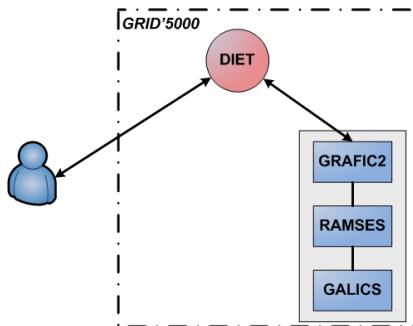


Première architecture : avantages/inconvénients

- Avantage
 - Meilleure définition des IC obtenues
- Inconvénients
 - Nécessité de recopier intégralement les IC à 2048³
 - Impossibilité de paralléliser les demandes
 - "Gros transferts" de fichiers (256 *Mo* pour la simulation normale, et 1 *Go* par simulation zoom)

Architecture du prototype

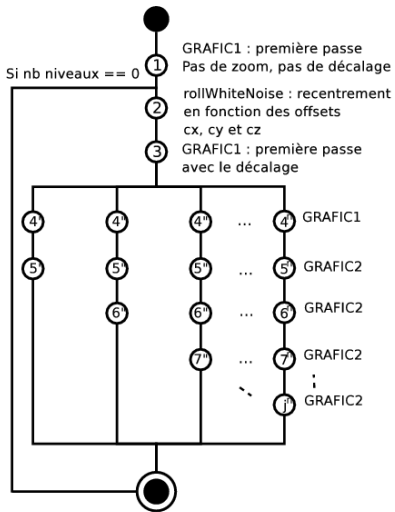
- Plus de serveur central
- IC générées sur site
- Utilisation de GRAFIC2



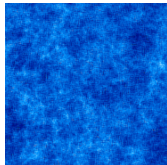
Architecture du prototype : avantages/inconvénients

- Avantages
 - Chaque simulation génère ses IC
 - Possibilité de paralléliser la génération des différents niveaux de zoom
 - Réduction des transferts (uniquement entre disque local et NFS)
 - Rapidité de la génération (10 min pour simulation non zoom, et 3h pour 3 niveaux de zoom)
- Inconvénients
 - Les IC sont moins précises, et ne sont pas celles fournies par le projet HORIZON
 - Besoin d'espace disque en local (ex : 4 Go pour générer le niveau 3 de zoom)

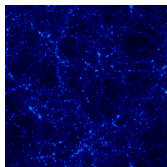
Déroulement d'une simulation



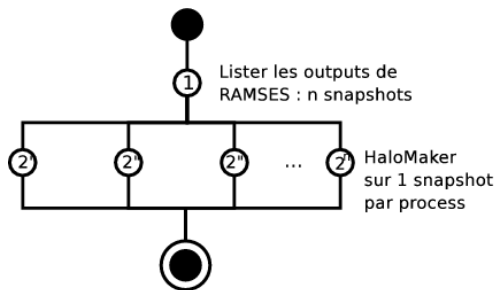
Déroulement d'une simulation



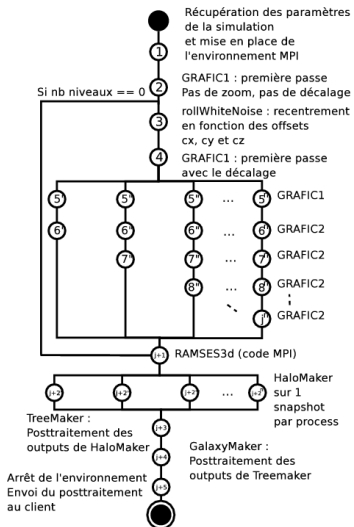
RAMSES



Déroulement d'une simulation



Déroulement d'une simulation



Plan

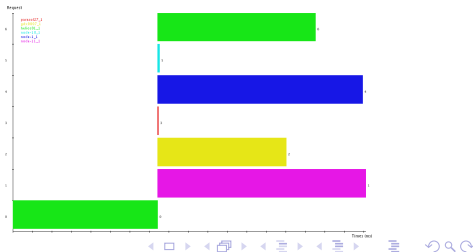
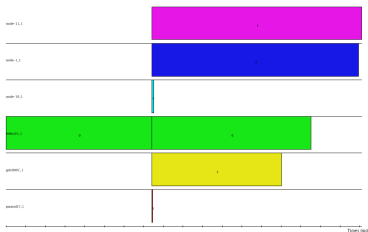
- 1 Applications
 - GRAFIC2
 - RAMSES
 - GALICS
- 2 Architectures
 - Première architecture
 - Architecture du prototype
 - Déroulement d'une simulation
- 3 Expérimentations
 - Plate-forme
 - Grosses IC
 - Petites IC
- 4 Conclusion
 - Problèmes rencontrés
 - Conclusion
 - SeD Batch

Grid'5000

- Machines utilisées :
 - Principalement des AMD-Opteron
 - Quelques tests sur Intel Xeon 32 bits
- Machines qui posent encore problème :
 - Cluster d'Intel Itanium (installation d'omniORB)
 - Cluster de PowerPC (compilation code Fortran)
- NFS local à chaque site

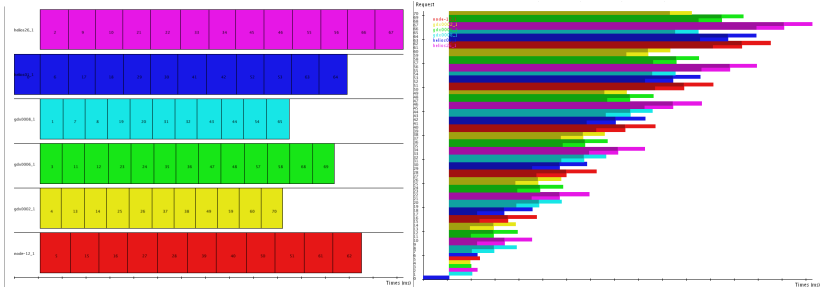
Grosses IC

- IC : 256^3 particules, $100 \text{ Mpc}.h^{-1}$
- 1 MA, 6 SeD
- But : réalisation de la simulation sur des IC ayant une densité intéressante pour la cosmologie
 - 1 simulation non zoomée
 - 6 simulations zoomées (3 boîtes)
- Temps moyen d'exécution par simulation 16h00
(min : 10h40, max : 20h30, écart-type : 3h40 sur 11 runs)



Petites IC

- IC : 128^3 particules, $100 \text{ Mpc} \cdot h^{-1}$
- 1 MA, 6 SeD
- But : enchaînement d'un grand nombre de simulations
 - 1 simulation non zoomée
 - 70 simulations zoomées (3 boîtes)
- Temps moyen d'exécution par simulation 1h09
(min : 58 min, max : 1h23, écart-type : 8 min)



Plan

- 1 Applications
 - GRAFIC2
 - RAMSES
 - GALICS
- 2 Architectures
 - Première architecture
 - Architecture du prototype
 - Déroulement d'une simulation
- 3 Expérimentations
 - Plate-forme
 - Grosses IC
 - Petites IC
- 4 Conclusion
 - Problèmes rencontrés
 - Conclusion
 - SeD Batch

Problèmes rencontrés

- Instabilité de la plate-forme Grid'5000
 - climatisations
 - bug OAR
 - switch défectueux
- Problèmes de compilation/installation
 - omniORB sur Icluster2
 - compilation sur nœud de compilation et ne fonctionne pas sur les nœuds réservés

Conclusion

- Simulations réalisables sous réserve de stabilité de Grid'5000
- Encore des sites qui posent problèmes
- Application immédiate : les astrophysiciens sont très intéressés pour lancer des milliers de "petites" simulations
- Travaux futurs
 - intégration du modèle de composant
 - déploiement avec JADE (SARDE)
 - utilisation des SeD batch

Travaux futurs : SeD batch

- Permet d'exécuter des scripts batch
- SeD sur la frontale de réservation : s'occupe de la réservation des nœuds
- Possibilité d'appeler explicitement un service batch ou un service séquentiel
- Possibilité de ne pas préciser le type de service
- Avantage : accès transparent à des ressources parallèles
- Ne gère pas encore les requêtes asynchrones