

Des réflexions au sein du PNC/PNG depuis 5 ans sur l'importance des simulations numériques dans les deux communautés (rapport PNC 1998-2002 Jean-Michel Alimi)

Colloque prospective à la Colle-sur-Loup en 2003.

Création de l'ASSNA: soutien à des initiatives et des projets en calcul numérique en astrophysique.

Les infrastructures de calcul intensif atteignent/dépassent le « mur » du Téraflops.

Nécessité de se regrouper pour mettre en commun des moyens de traitements logiciels/humains, accroître la visibilité en France et à l'étranger (liens avec les projets européens).

Projet Horizon

Objectifs sur une durée de 4 ans

- Etude numérique de la **formation des galaxies dans un cadre cosmologique**. Prédiction de leur signature observationnelle en fonction de divers ingrédients physiques.
- Développer des techniques de pointe en **programmation parallèle et en mathématiques appliquées** pour simuler la formation des galaxies.
- Regrouper plusieurs experts du domaine pour échanger du savoir-faire, mettre en commun des logiciels et rationaliser l'accès aux centres de calculs nationaux (**visibilité et efficacité**).
- Donner à la communauté française (observateurs et théoriciens) un accès convivial à des résultats de simulations de haut niveau sur **une base de donnée**.

Projet
Horizon**Organisation**

4 équipes de recherche en constituent les forces vives.

<u>Nom</u>	<u>Responsable</u>	<u>Lieu</u>	<u>FTE</u>
Equipe INC	S. Colombi	Paris	1,6
Equipe GALICS	B. Guiderdoni	Paris/Lyon	2,6
Equipe GALMFOR	F. Combes	Paris/Meudon	2,0
Equipe SACLAY	R. Teyssier	Saclay	1,6
		<u>Total:</u>	7,2

Un comité scientifique (et son président) donneront des recommandations et des orientations scientifiques sur les objectifs du projet: maximiser le retour sur la communauté française, orienter la stratégie scientifique, optimiser l'utilisation des moyens de calcul nationaux...

4 thèmes principaux

Mathématiques appliquées

R. Teyssier

Algorithmes et parallélisme

S. Colombi

Observations virtuelles et base de données

B. Guiderdoni

Modules de physiques

F. Combes

4 thèmes principaux

Mathématiques appliquées

R. Teyssier

Comparaison entre codes sur des cas « test »

RAMSES, GADGET (Tree code, SPH, PM, AMR)

Etude en convergence sur des cas « test »

influence de la résolution en masse

influence de la résolution spatiale

Etude en conservation sur des cas « test »

moment angulaire, entropie...

Méthodes de transfert radiatif (post traitement)

« ray tracing », méthode au moment...

Méthodes MHD (équation d'induction)

Algorithmes et parallélisme

S. Colombi

Observations virtuelles et base de données

B. Guiderdoni

Modules de physiques

F. Combes

4 thèmes principaux

Mathématiques appliquées

R. Teyssier

Algorithmes et parallélisme

S. Colombi

Observations virtuelles et base de données

B. Guiderdoni

Modules de physiques

F. Combes

4 thèmes principaux

Mathématiques appliquées

R. Teyssier

Algorithmes et parallélisme

S. Colombi

Algorithmes de post traitement

détection des halos (et des sous-halos) avec ADAPTAHOP

calcul des arbres de fusion

Outils statistiques

spectres de puissance

moments d'ordre élevé

Optimisation sur architecture massivement parallèle

approche MPI ou OpenMP

approche hybride

Observations virtuelles et base de données

B. Guiderdoni

Modules de physiques

F. Combes

4 thèmes principaux

Mathématiques appliquées

R. Teyssier

Algorithmes et parallélisme

S. Colombi

Observations virtuelles et base de données

B. Guiderdoni

Modules de physiques

F. Combes

4 thèmes principaux

Mathématiques appliquées

R. Teyssier

Algorithmes et parallélisme

S. Colombi

Observations virtuelles et base de données

B. Guiderdoni

Modèles semi-analytiques avec GALICS

Génération de catalogues fictifs avec MOMAF

Génération d'images polychromatiques

Base de données interactives (du type <http://galics.iap.fr>)

résultats bruts de simulations

catalogues fictifs (limite angulaire, spectrale, magnitude)

images de galaxies individuelles

séquence de Hubble

Modules de physiques

F. Combes

4 thèmes principaux

Mathématiques appliquées

R. Teyssier

Algorithmes et parallélisme

S. Colombi

Observations virtuelles et base de données

B. Guiderdoni

Modules de physiques

F. Combes

4 thèmes principaux

Mathématiques appliquées

R. Teyssier

Algorithmes et parallélisme

S. Colombi

Observations virtuelles et base de données

B. Guiderdoni

Modules de physiques

F. Combes

Refroidissement atomique et moléculaire

dépendant de la métallicité

dépendant du flux UV

Modules de formation d'étoiles

de formation de trous noirs

Modules de « feedback » stellaires et AGN

Approche multiphase (non résolue), Kennicutt, turbulence...

Spectro- photométrie stellaire et AGN (âge et métallicité).

Modules d'opacités spectrales (poussières...)

Grandes échelles (B. Guiderdoni)

- Une simulation matière noire seule avec **10^{10} particules** et une taille de plusieurs 10^9 parsecs soit l'intégralité de notre horizon causal
- Des simulations matière noire seule avec 10^9 particules et des taille de 100 à quelques 10^6 parsecs
- Post traitement GALICS et catalogues virtuels

Echelles intermédiaires (S. Colombi)

- Des simulations **matière noire et gaz « Full Physics »** avec 10^9 particules et des taille de 100 à quelques 10^6 parsecs
- Catalogues virtuels de galaxies « quasi résolues »

Echelles galactiques (F. Combes)

- Des simulations **« zoom »** matière noire et gaz « Full Physics » avec 10^8 particules sur des galaxies particulières (**Voie Lactée**)
- Calcul détaillée des propriétés observationnelles

Cohérence globale et interfaces (R. Teyssier)

Les mêmes conditions initiales gaussiennes sont générées de façon unique et cohérente entre toutes les échelles (emboîtement).

- **Cartes de cisaillement gravitationnel**
- **Cartes de l'effet Sunayev-Zeldovich**
- **Cartes de l'effet Rees-Sciama**
- **Simuler des « Events Lists » de photons X**
- **Simuler des spectres de quasars (forêt Lyman)**

...d'autres idées ?

Les moyens de calcul

Centres de calculs



Méso-machine



Post-traitement et
Archivage lourds

Soumission de jobs

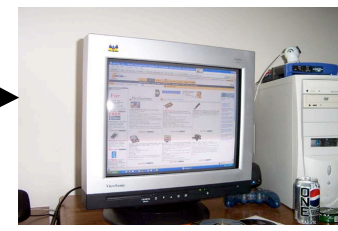
Visualisation et
Archivage Web



Noeud SACLAY



Noeud GALICS



Noeud INC



Noeud GALFOR

Moyens nécessaires (à répartir sur les 4 équipes)

Moyens humains

- Un ingénieur de recherche à profil technique informatique (50%)
- Un CDD sur 3 ans à profil technique base de données et site WEB
- Un poste fléché CNRS sur les simulations numériques (50%)
- 2 post-docs de 18 mois

Total: **3 FTE**

Moyens « hardware »

- Utilisation de **10⁶ heures mono CPU par an** sur les centres de calcul IDRIS, CINES, CEA civil
- Achat d'une (partie de) **méso-machine dédiée** pour un total de 200 k€
- Achat de **4 stations de visualisation** pour un total de 100 k€

Moyens « software » Ils existent déjà ! A développer ?

- Code de conditions initiales commun (parallèle ?)
- TREE code + SPH parallèle sous MPI (hybride ?)
- Code AMR + Godunov parallèle sous MPI (hybride ?)
- Code PM + Hydro parallèle sous Open MP (hybride ?)
- ADAPTHAOP et GALICS parallèle ?

Soutien demandé au PNC et au PNG (déjà obtenu pour l'année 2004).

Un projet à l'interface PNC et PNG

- Techniques numériques et modules de physiques communs
- Problématique nouvelle: le milieu interstellaire dans un cadre cosmologique

Un rôle central est donné au réalisme physique

- Compréhension des effets systématiques
- Approches analytiques, semi-analytiques et numériques
- Microphysique et mésophysique

Une insertion active au sein de projets européens

- Propositions de réseau Marie-Curie « SUPERCOSM » et « GALAXY »

Préciser les tâches à accomplir

- Importance de la structure projet
- Lots de tâches avec responsable et jalons

Moyens humains actuels: 7 FTE

- Demande: 3 FTE supplémentaires pour un **total de 10 FTE**