



VO-Theory

Franck Le Petit
David Languignon, Zakaria Meliani
Nicolas Moreau, Carlo-Maria Zwölf



Objectifs de VO-Theory

Publier les données simulées tout comme les données observationnelles

Motivations

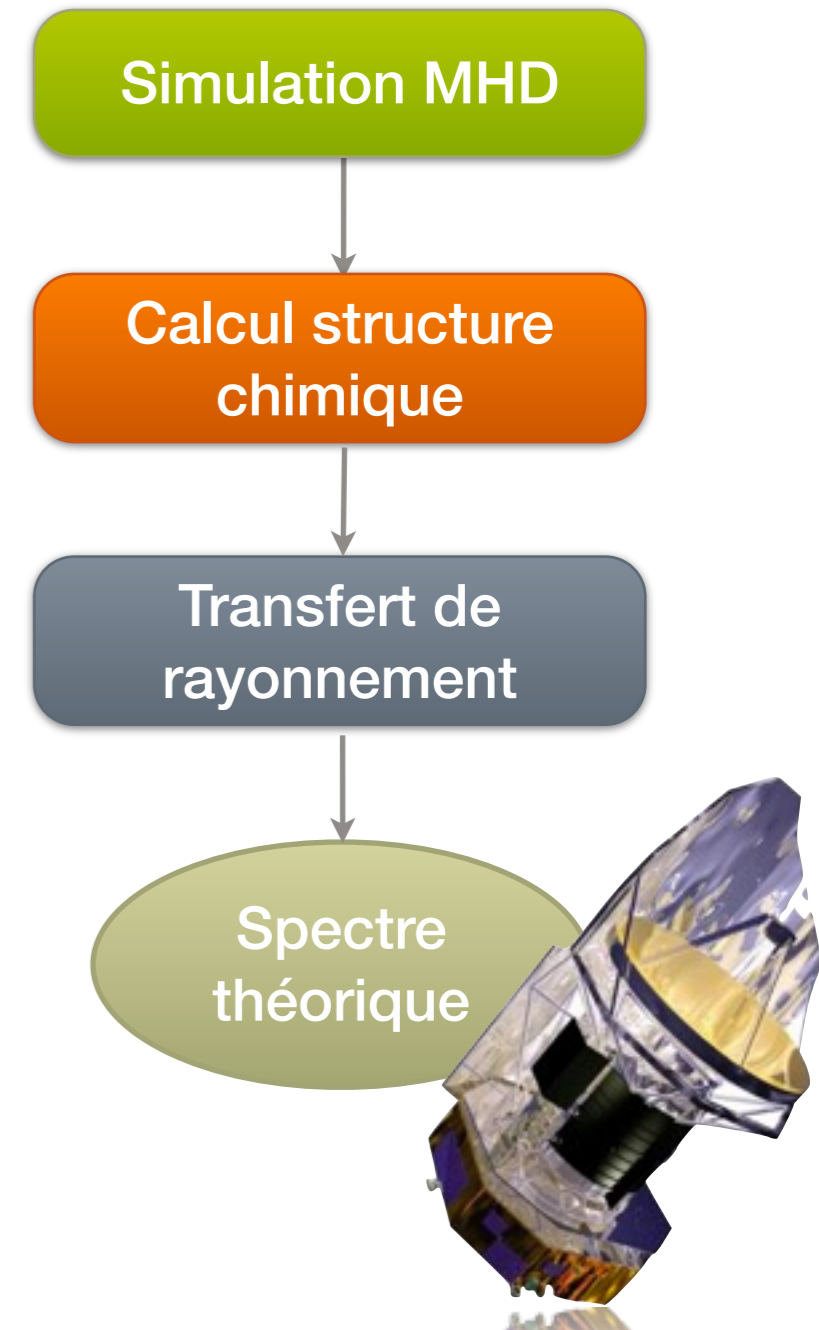
- Interprétation des observations des masses de données des grands instruments
- Rentabiliser le coût des simulations «grand challenge»

Besoins de la communauté :

- Bases de données de modèles théoriques
- Codes en lignes avec ressources de calcul
- Interopérabilité

Interopérabilité

- Accéder aux données théoriques de façon simple
- Données théoriques interopérables avec les outils de l'OV
 - Comparaison entre modèles et observations
 - Comparaison entre différents modèles
- Services théoriques interopérables entre eux
 - Couplage de codes: faire de la physique plus détaillée
 - workflows



Organisation & Moyens



VO-Theory

- Groupe de l'IVOA créée en 2002
- Participation de l'Obs. de Paris depuis oct. 2005
- Chair : Hervé Wozniak, Vice-chair : Franck Le Petit
- Très forte implication de VO-Paris Data Centre

Niveau européen

- Fort soutien de EuroVO
- **ASTRONET**
 - Importance de fournir des services théoriques
 - Premier appel à projets
 - 5 retenus / 2 VO-Paris (STARFORMAT / CATS)

Niveau français

- Groupe de travail VO-France (Hervé Wozniak)

Niveau local

- PPF OV : VO-Theory une des «niches» pour VO-Paris
- Laboratoires concernés : LUTH - LERMA + intérêt GEPI

Financement :

● Missions

- 9000 € / an ASOV + VO-Paris)
- 1500 € invitations d'experts

Ressources humaines :

ITA (2005 - 2010) - CDD

- 1.5 an I.R. Euro-VO
- 2.5 an I.R. Astronet
- aide N. Moreau et F. Roy

Moyenne de 1.5 FTE ITA / an

ITA (2011)

- I.R. INSU : LUTH
- I.R. Obs. : LERMA

(VOT + Phys. At. et mol.)

Moyenne de 2 FTE ITA / an

Chercheurs:

- 2 postes CNAP (2005 et 2011)
- + participation de chercheurs P.I. des services

Activités à VO-Paris Data Centre

Deux axes :

1 - Développement des **standards VO-Theory** à l'IVOA

- Modèle de données : SimDM
- Protocole d'accès : SimDAL
- Parameter Description Language
- Sémantique

2 - Développement de **services théoriques** (bases de données théoriques)

Actuellement 4 services théoriques

- Galmer
- PDRDB
- Starformat
- DEUVO

Modèle de données : Simulation DataModel

Objectif : structurer les méta-données décrivant des simulations

Challenge : Simulations numériques sont très hétérogènes

=> **Modèle de données abstrait**

- pas de description détaillée des résultats de simulations
- description suffisante pour permettre la fouille de données

Implication de VO-Paris

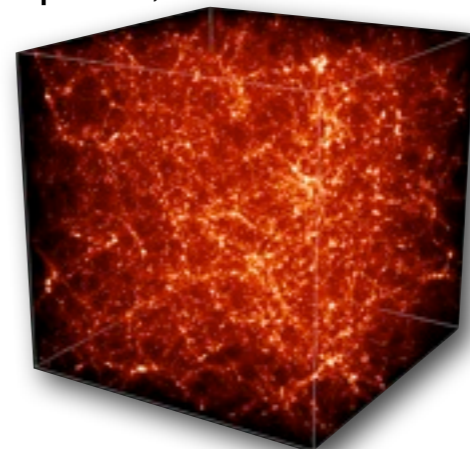
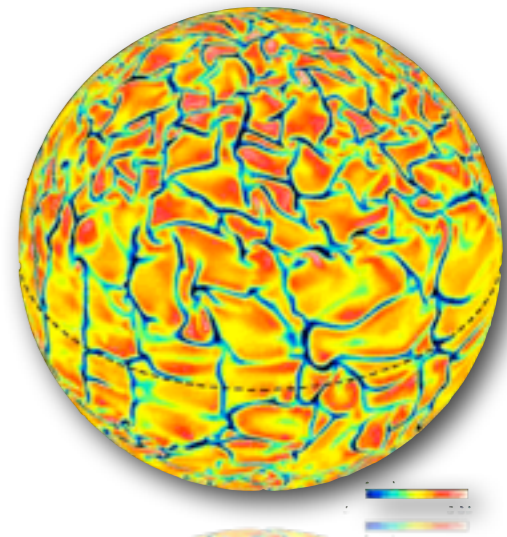
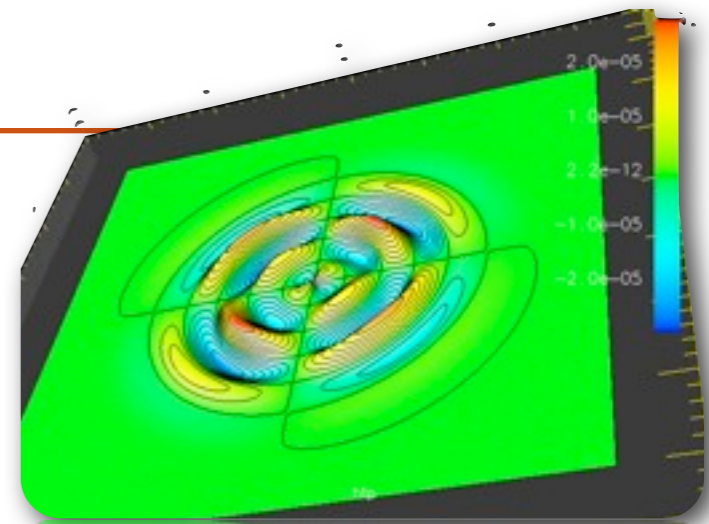
- rôle moteur dans l'extension des domaines couverts : interprétation des observations
- Validation du standard sur les services de VO-Paris : PDRDB & Starformat
- Collaboration avec G. Lemson (Mpl) & H. Wozniak (Strasbourg)

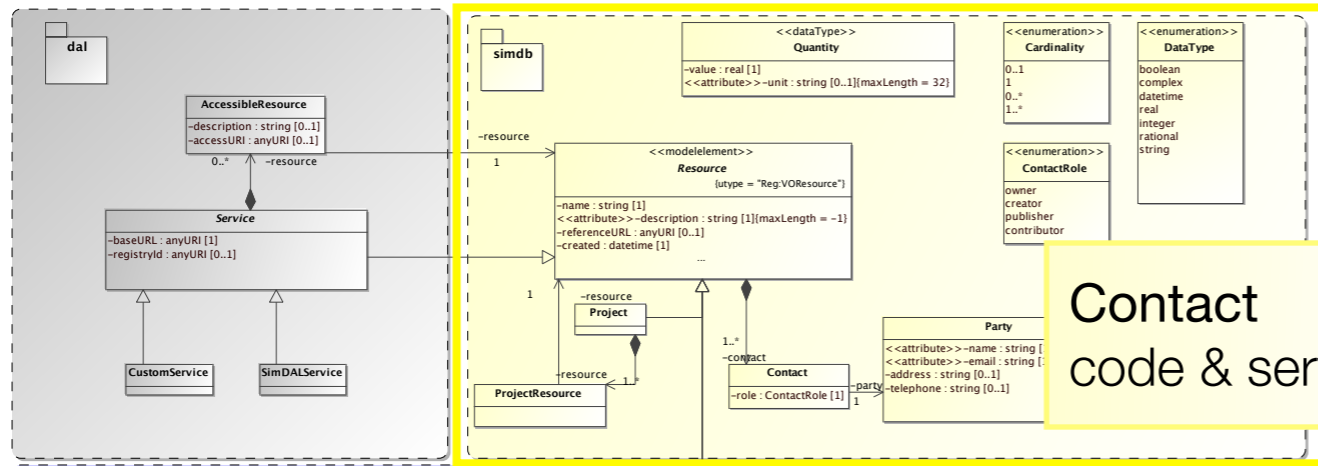
Modèle permettant de décrire un grand nombre de types de simulations

- 3D + temps (cosmologie, MHD, Galaxies, ...)
- Catalogues (halos, clumps, ...)
- Micro-physique (structures des objets: espèces chimiques, excitations, ...)
- Synthèse de populations stellaires
- ...

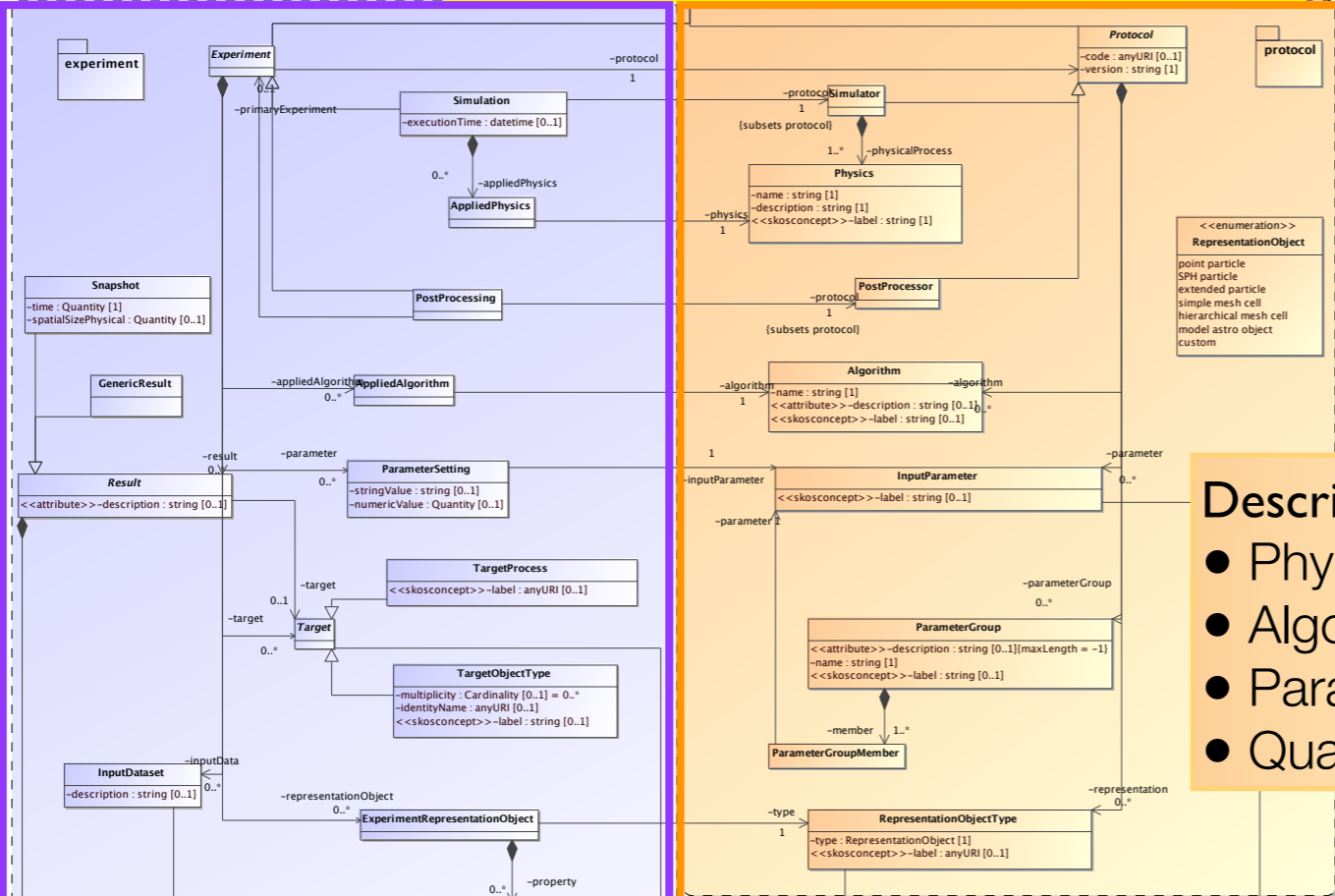
Contrepartie :

- Modèle complexe à mettre en oeuvre
- Modèle très hiérarchique => difficile à requêter

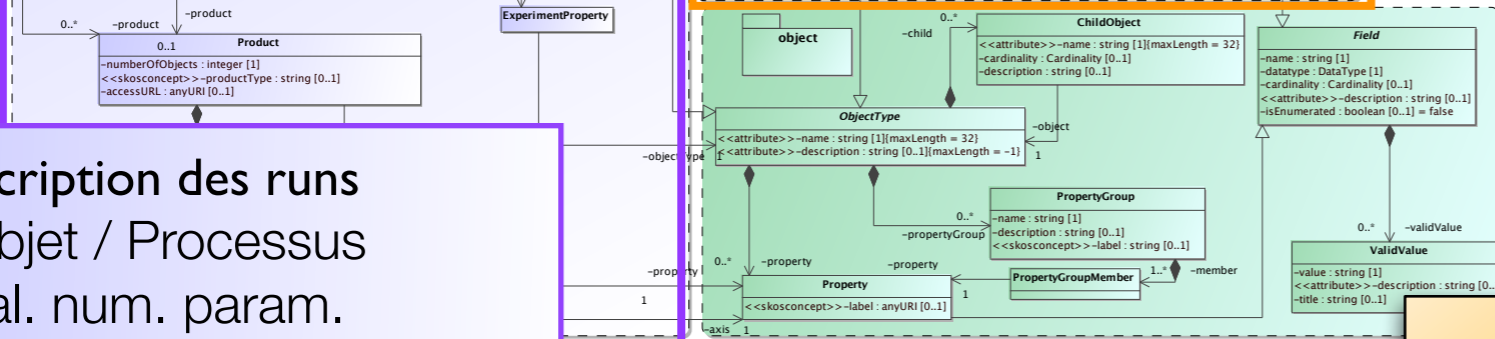




Contact
code & service

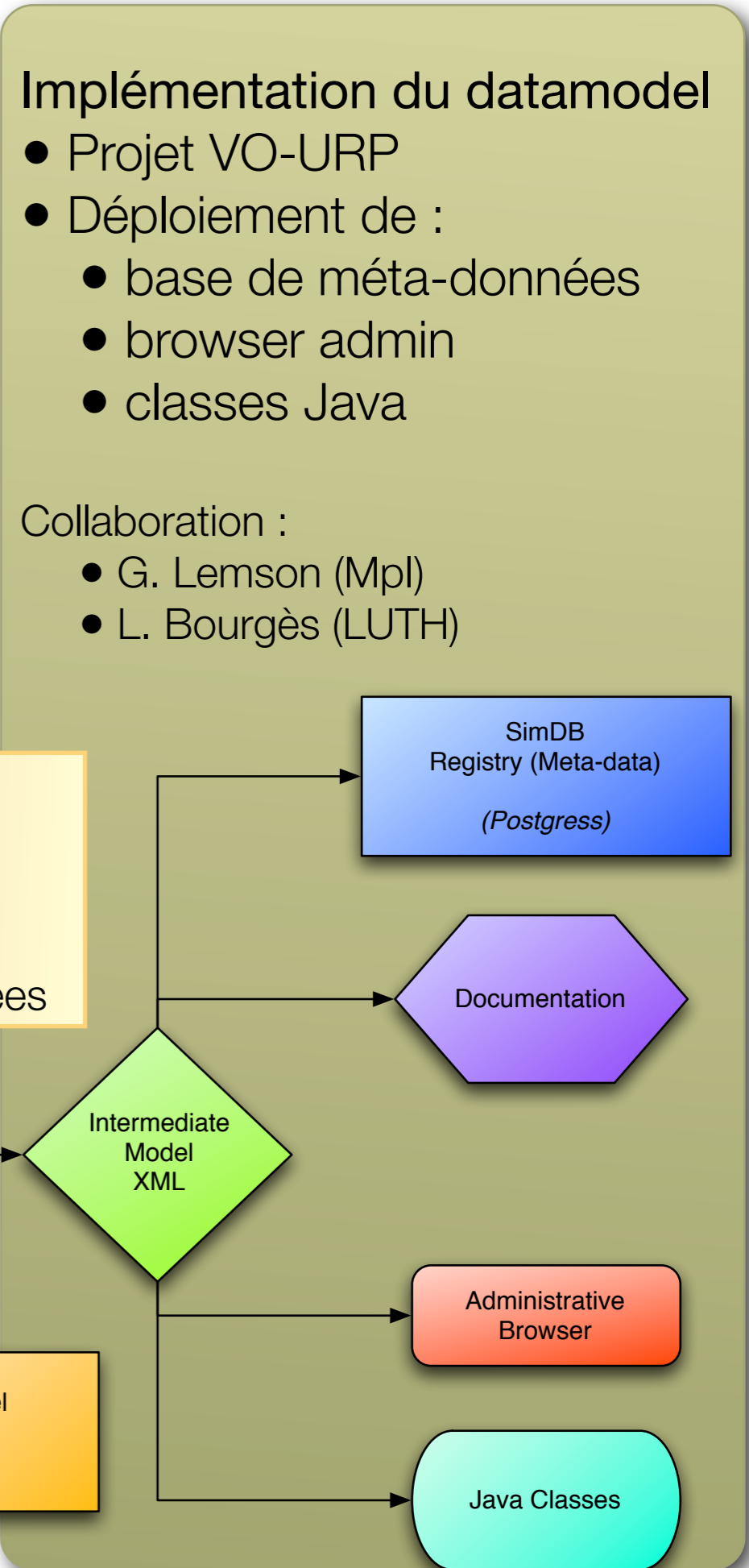


Description code
 ● Physique
 ● Algorithmes
 ● Paramètres
 ● Quantités calculées



Description des runs
 ● Objet / Processus
 ● Val. num. param.
 ● Caractéristiques des résultats
 ● ...

DataModel
(UML)



Implémentation du datamodel

- Projet VO-URP
- Déploiement de :
 - base de méta-données
 - browser admin
 - classes Java

- Collaboration :
- G. Lemson (Mpl)
 - L. Bourgès (LUTH)

Sémantique

Vocabulaires sont nécessaires pour :

- décrire les services théoriques
- découvrir les services
- assurer l'interopérabilité entre services

Technologies

- Web sémantique
- RDF / SKOS : liens entre concepts

Intérêts:

- requêtes en «langage humain»
- intelligence dans le système

Rôle de VO-Paris

- Lien entre VO-Theory et Semantic
- Développement et maintenance des vocabulaires
- Repository des vocabulaires

Vocabulaires VO-Theory

- Algorithmes
- Processus physiques
- Objets astrophysiques
- Quantités physiques
- ...

The screenshot shows the Poolparty web application interface. On the left, a hierarchical tree structure displays the 'Astronomical algorithms vocabulary' with various algorithm types and their counts. On the right, the 'Selected Concept' section shows 'Stationary Iterative Method' with a visual browser displaying a network diagram of related concepts: 'Algorithm', 'Stationary Iterative Method', 'Iterative Method', 'Jacobi Method', 'Gauss-Seidel', and 'Krylov Subspace Method'. A metadata panel on the right side of the visual browser shows SKOS labels and an edit button.

Partenariat avec :

- Norman Gray (Univ. Glasgow)
- Partenariat privé
 - Poolparty

Voir exposé de Nicolas Moreau

Protocole d'accès (SimDAL)

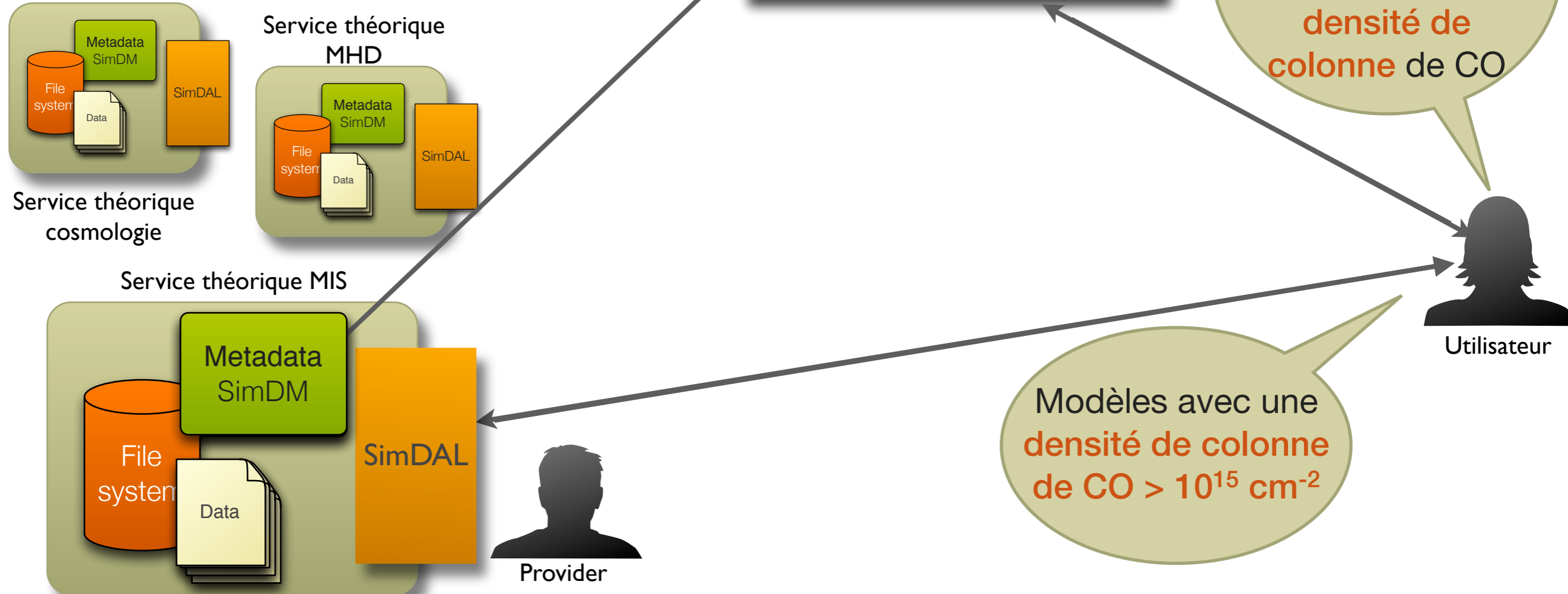
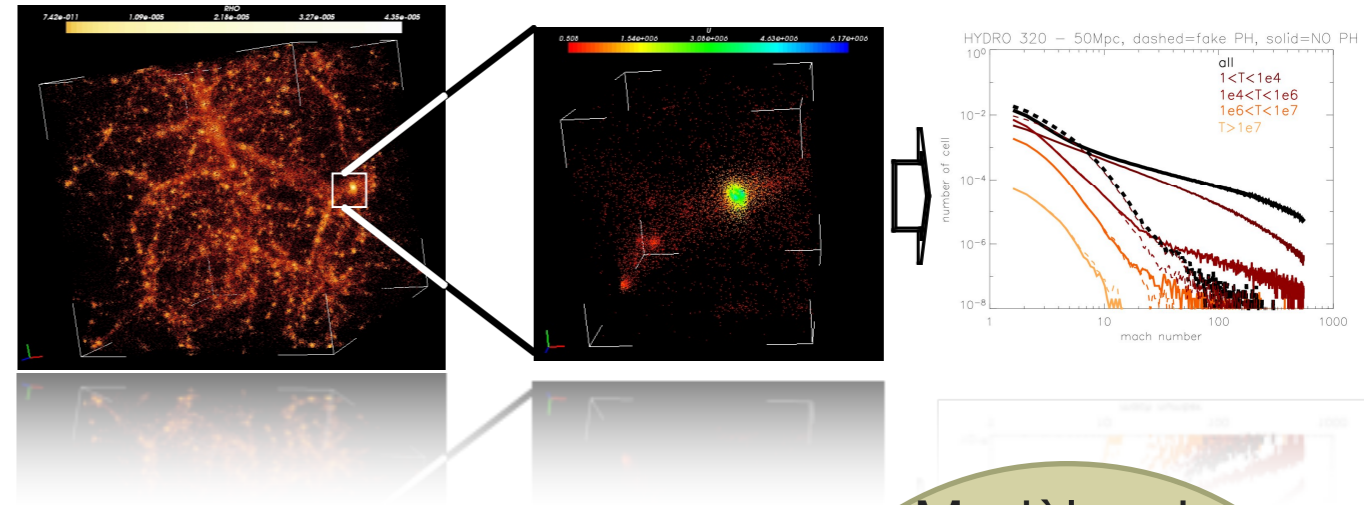
Standard en développement à l'IVOA

Objectifs :

- Découvrir les simulations via l'OV
- Extraire les résultats des services théoriques

Challenge:

- utilisation de la sémantique
- extension de TAP (SimTAP)
- manipulation de volumes de données



Codes en ligne & interopérabilité

Objectif : fournir accès à des codes avec des ressources calcul en ligne

Premiers travaux en 2007 avec Astrogrid :

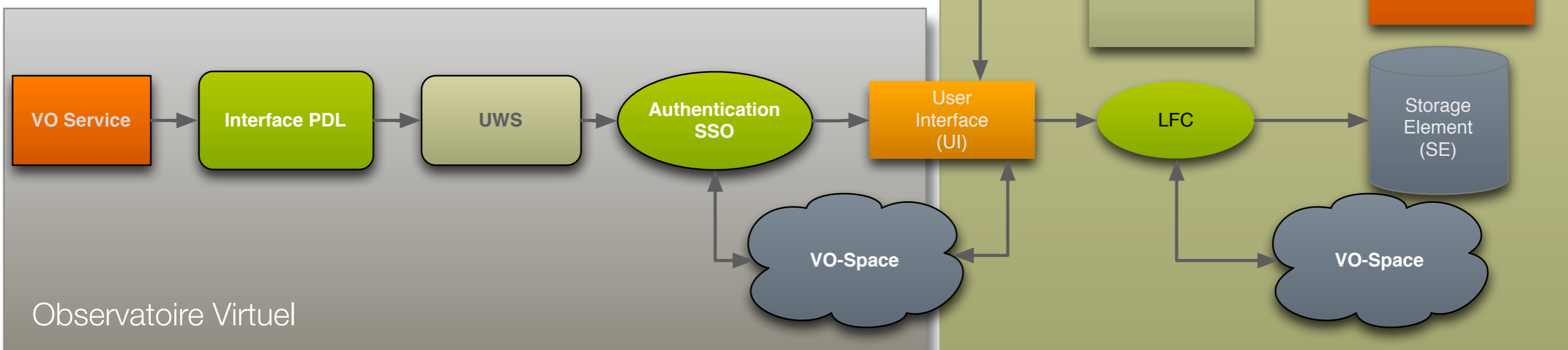
Deux codes en ligne : PDR & Titan

Pratique pour lancer un modèle mais pas suffisant pour :

- interopérabilité entre services
- lancer de nombreux modèles

Deux actions :

- Développement d'un nouveau standard IVOA
 - XML : description paramètres et leurs relations
 - Manipulation des concepts sémantiques
Voir exposé de Carlo-Maria Zwölf
- Lien entre services OV - Grille de calcul (EGI)



Services VO-Théories

Services à l'étranger

- ▶ **Allemagne** : simulation cosmologiques autour de Millénium
- ▶ **Italie** : Isochrones stellaires (BASTi), ...
- ▶ **Espagne** : Astérosismologie, synthèse de populations stellaire, ...

Services en France :

- **VO-Paris** : Seules implémentations actuelles de SimDM
 - GALMER : Fusion de Galaxies
 - PDRDB : Physico-chimie des nuages interstellaires
 - STARFORMAT : MHD des nuages interstellaires
 - DEUVO : Simulations cosmologiques / Grandes structures

Initiatives depuis 2011 à :

- Strasbourg
- Nice
- Projet IMPEX (planétologie) - Simulations MHD

Forte expertise à VO-Paris

Simulations de collisions de galaxies.

Paramètres : Propriétés des 2 galaxies

- Hubble Galaxy type
- Type of orbit
- Orbital spin
- Inclination of the 2nd galaxy plane

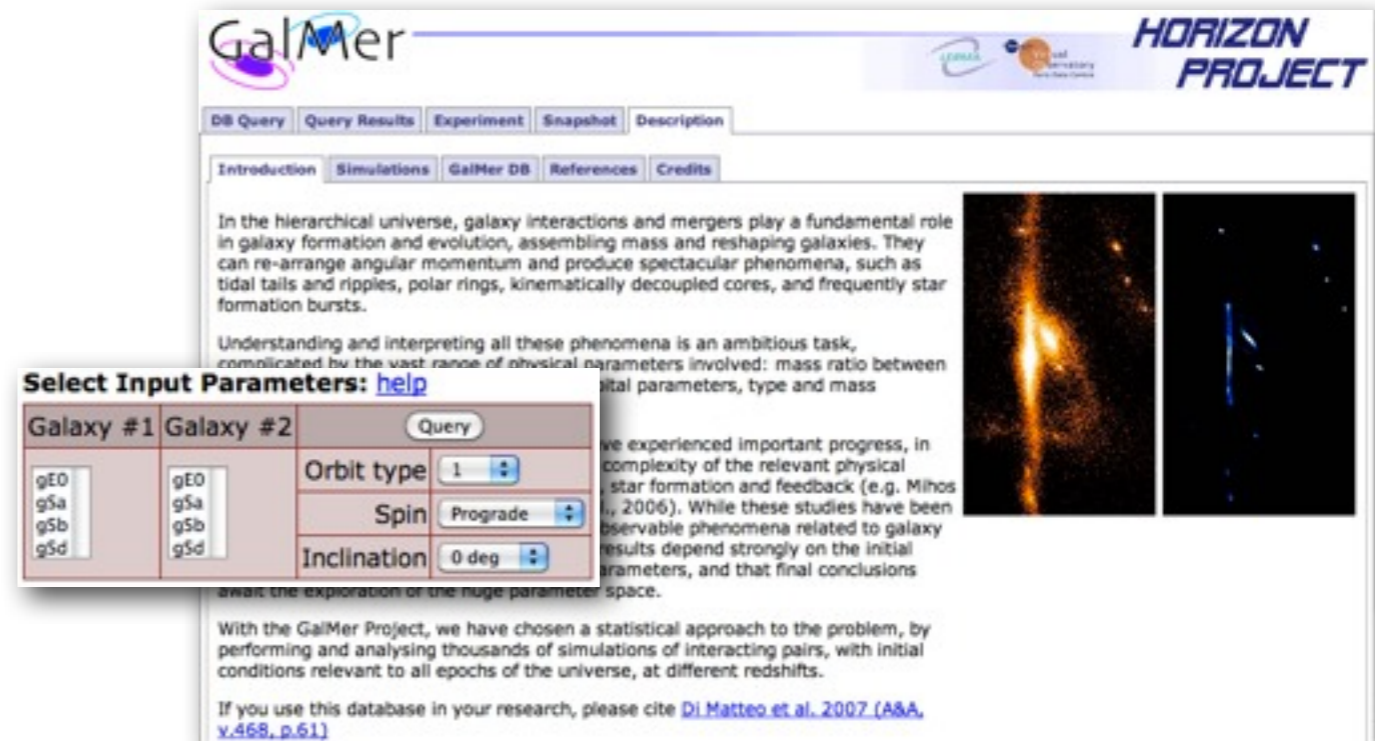
887 simulations

6600 snapshots

=> téléchargement des snapshots en FITS

Services

- Histoire de la formation stellaire
- Images projetées
- Spectres (utilisation de Pegase-HR)



GalMer

HORIZON PROJECT

DB Query Query Results Experiment Snapshot Description

Introduction Simulations GalMer DB References Credits

In the hierarchical universe, galaxy interactions and mergers play a fundamental role in galaxy formation and evolution, assembling mass and reshaping galaxies. They can re-arrange angular momentum and produce spectacular phenomena, such as tidal tails and ripples, polar rings, kinematically decoupled cores, and frequently star formation bursts.

Understanding and interpreting all these phenomena is an ambitious task, complicated by the vast range of physical parameters involved: mass ratio between galaxies, orbital parameters, type and mass.

We have experienced important progress, in the complexity of the relevant physical processes, such as star formation and feedback (e.g. Mihos et al., 2006). While these studies have been important, observable phenomena related to galaxy interactions depend strongly on the initial conditions, and that final conclusions must await the exploration of the huge parameter space.

With the GalMer Project, we have chosen a statistical approach to the problem, by performing and analysing thousands of simulations of interacting pairs, with initial conditions relevant to all epochs of the universe, at different redshifts.

If you use this database in your research, please cite [Di Matteo et al. 2007 \(A&A, v.468, p.61\)](#)

Select Input Parameters: [help](#)

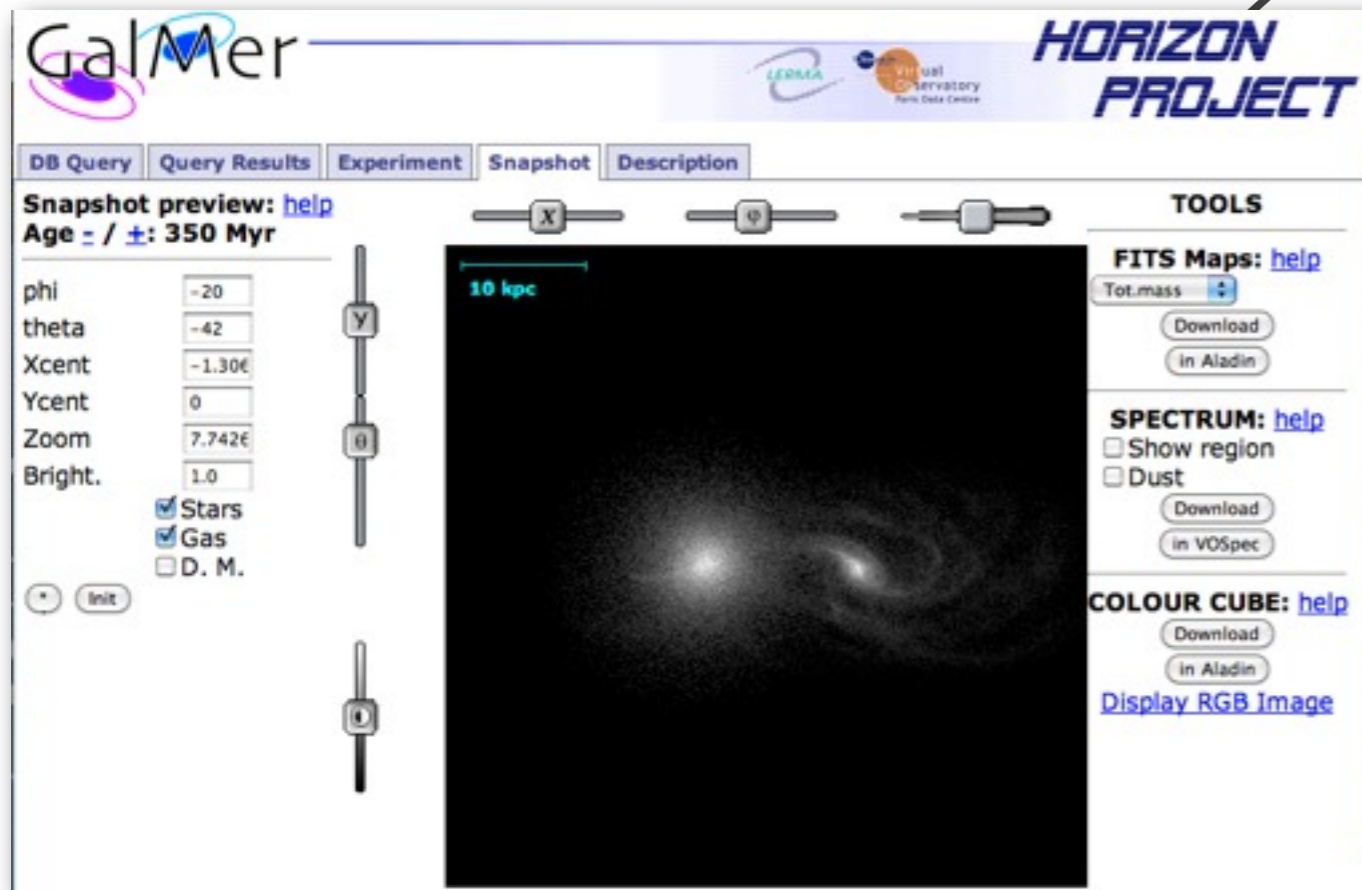
Galaxy #1	Galaxy #2	Query	
<input type="checkbox"/> gE0 <input type="checkbox"/> gSa <input type="checkbox"/> gSb <input type="checkbox"/> gSd	<input type="checkbox"/> gE0 <input type="checkbox"/> gSa <input type="checkbox"/> gSb <input type="checkbox"/> gSd	Orbit type	1
		Spin	Prograde
		Inclination	0 deg

Scientifiques : **F. Combes**, P. Di Matteo,
A.-L. Melchior, B. Sémelin
Services VO : I. Chilingarian

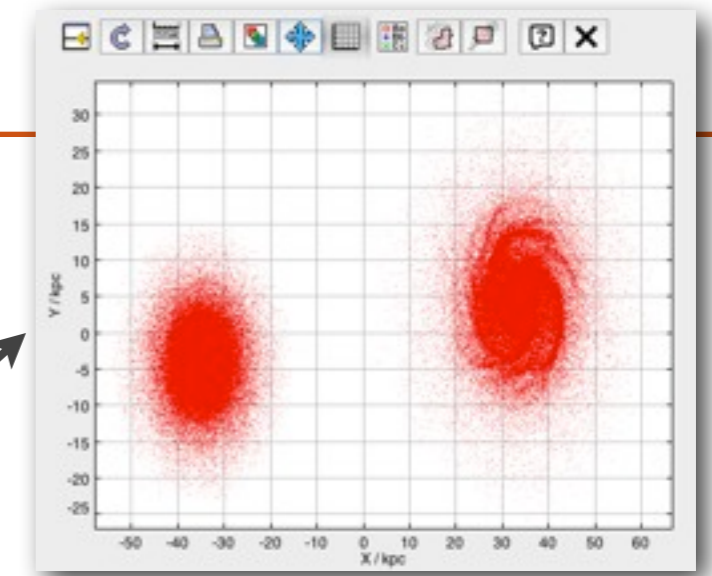
Galmer

Quantités peuvent être envoyées à des outils OV

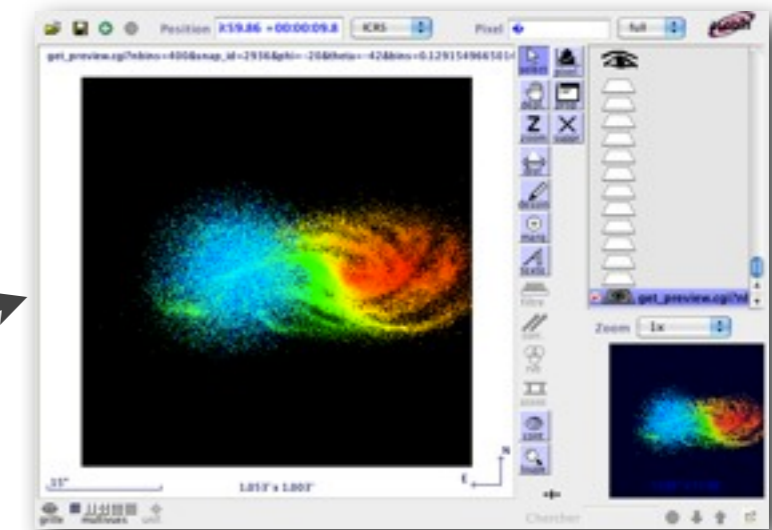
- Position des particules
- Champs de vitesse
- Spectre d'émission des poussières
- ...



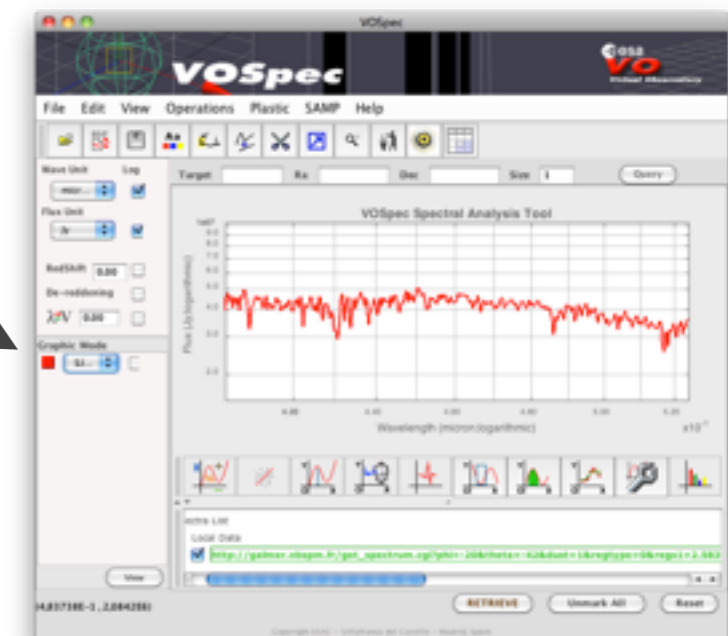
Positions



Velocities



Dust Spectrum

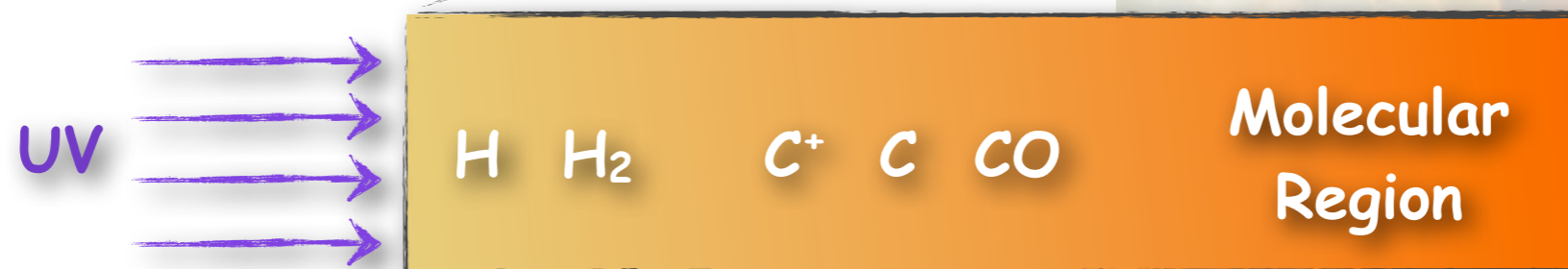


Meudon PDR code - Photodissociation regions

Code publique utilisé pour interprétation Herschel / ALMA

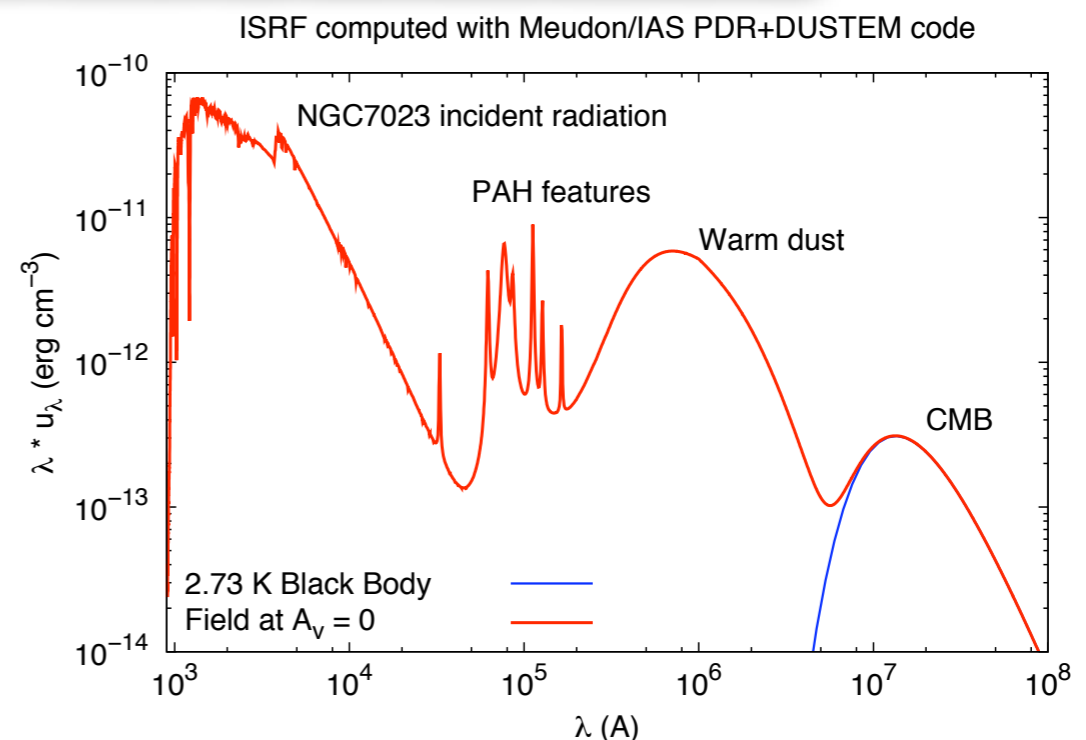
Structure physique et chimique des nuages interstellaires

- Transfert de rayonnement (FUV - sub-mm)
- Chimies (plusieurs milliers de réactions)
- Processus thermiques
- Equilibre statistique dans les états quantiques



Sorties fournies

- Profils d'abondance des espèces
- Température du gaz et des grains
- Populations dans les niveaux quantiques
- ...
- Intensités de raies
- Colonnes de densité des espèces



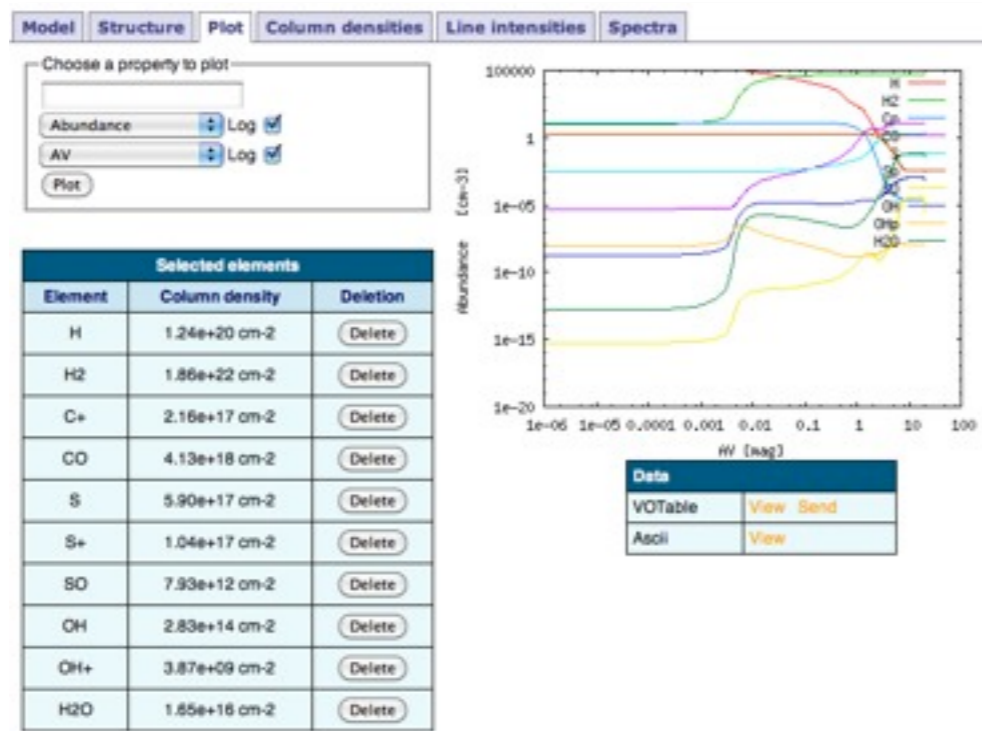
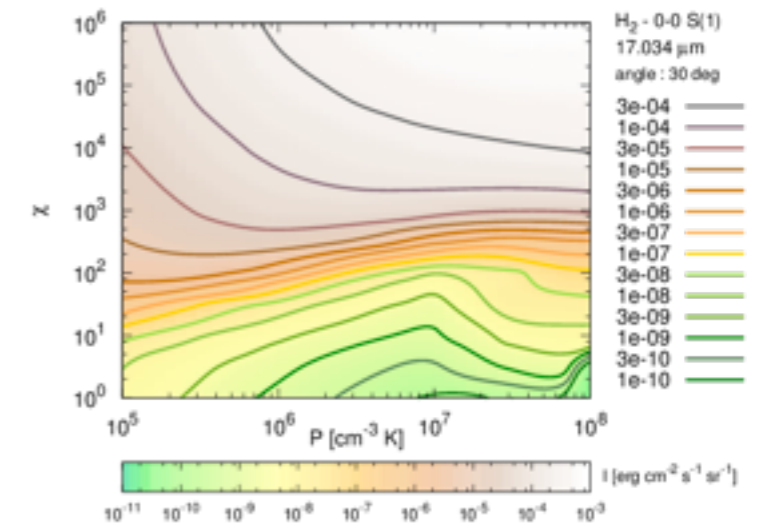
Publication de modèles de nuages interstellaires pour Herschel / ALMA

- Requêtes sur paramètres d'entrée ou quantités observables
- Interprétation «ordre 0» ou préparation d'observations

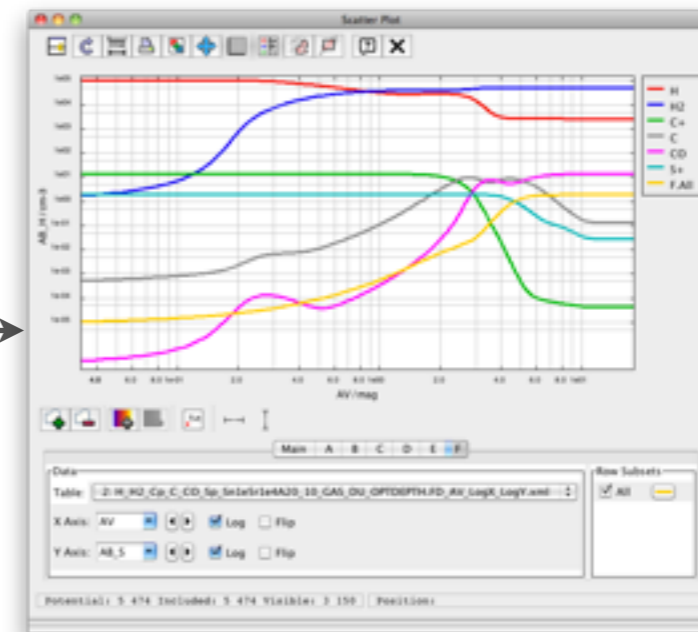
Accès à certaines quantités en ligne (ASCII, VO-Table, SAMP)

- densité de colonne
- intensités de raies
- structures des nuages

Possibilité de télécharger l'ensemble des quantités calculées dans le modèle



SAMP



Challenges :

- Très grand nombre de quantités physiques manipulées (+ 10 000)
- Difficulté pour interface utilisateur
- Difficulté pour créer et manager la base : architecture informatique complexe

Simulations MHD de la dynamique du gaz interstellaire

Collaboration: LERMA-ENS / ZAH - LUTH

Publication de plusieurs jeux de simulations :

- coeurs denses
- turbulence
- formation de nuages moléculaires

Post-traitements fournissent

- propriétés des coeurs denses
 - position
 - distribution en taille
 - distribution en masse
 - vitesses
 - ...

Query the models :

To query the models, select first a code version and then choose at least a search criteria :

Formation of molecular clouds in a small box with Kamet :

Code description

The aim of this run is to study the formation of molecular clouds from the warm atomic neutral medium (inspired reference Hennebelle et al. L43 A&A 486, 2008). Starting the simulation with WNM only, a converging flow is imposed from the left and from the right. The converging flow has a velocity equal to few times the sound speed of the WNM on top of which fluctuations have been superimposed. The magnetic field is initially uniform. The simulation includes atomic cooling and gravity. After few Myrs, dense gas develops and eventually collapses. The run has been performed with the RAMSES-MHD code (Reyssner 2002, A&A, 385, 337, Fromang et al., A&A, 457, 371). This is a mesh refinement code, implying that it can increase locally the spatial resolution by adding new cells in the computation. It uses the Godunov method and constraint transport method to maintain the divergence of the magnetic field equal to zero.

Query on experiment parameters

Select at least one criteria on parameters :

Parameter	Possible values	User value
Magnetic Field - X Boundary	1.0	
Magnetic Field - Y Boundary	0.0	
Magnetic Field - Z Boundary	0.0	
Velocity of the incoming flow	13.34782, 17.79709	
Lowest AMR level	7.0	
Highest AMR level	10.0	
Initial density within the box	1.0	
Modulation of the incoming flow	0.5, 1.0	

General informations

- Created : Thu Sep 10 18:48:11 CEST 2009
- Updated : Thu Sep 10 19:22:35 CEST 2009
- Status : published

Snapshots available

- 8.47203Myrs
- 10.40209Myrs

Structure size distribution

t=10.42 (Myrs)

Services au-dessus de la base de données :

- Extraction de volumes
- Extraction de coupes
- Cartes de densité de colonne

- utilisateur prévenu par email que les données extraites sont prêtes

Formats :

- ASCII, binaire, FITS, HDF5

Post-traitement

- Transfert de rayonnement (RADMC)

Prévisions pour 2012 :

- Ajout de nouveaux projets
- Amélioration de l'extraction 2D/3D
- ...

Extract a subset of data from the simulation

What kind of values do you want to extract?

a projection of column density along which axis?
 a slice of density X
 a slice of pressure Y
 a slice of velocity Z
 a slice of magnetic field

Extraction size: pc
(4,00 pc for the whole simulation, the number of cells along each axis is $2^{L_{\max}}$)

Centered on: X (pc) Y (pc) Z (pc)

Precision L_{\max} : corresponding to a resolution of 0.001 pc/cell
(maximum L_{\max} allowed for this size of extraction: 11)

E-mail address (to receive a link to download the results):

Results fileformat: ASCII BIN FITS HDF5

If you need access to bigger sets of data, please e-mail the PI of the project.

Data freely accessible and reusable under the Open Database Licence.

Objectif : Impact des modèles d'énergie noire sur la formation des grandes structures

Publication de 2 jeux de simulations ayant tournées à l'IDRIS (blugene)

- jusqu'à 9 millions de particules par simulations
- total de 10 millions d'heures CPU
- environ 70 To de données au total

Plusieurs modèles d'énergie noire étudiées :
LCDM - RPCDM - SUCDM

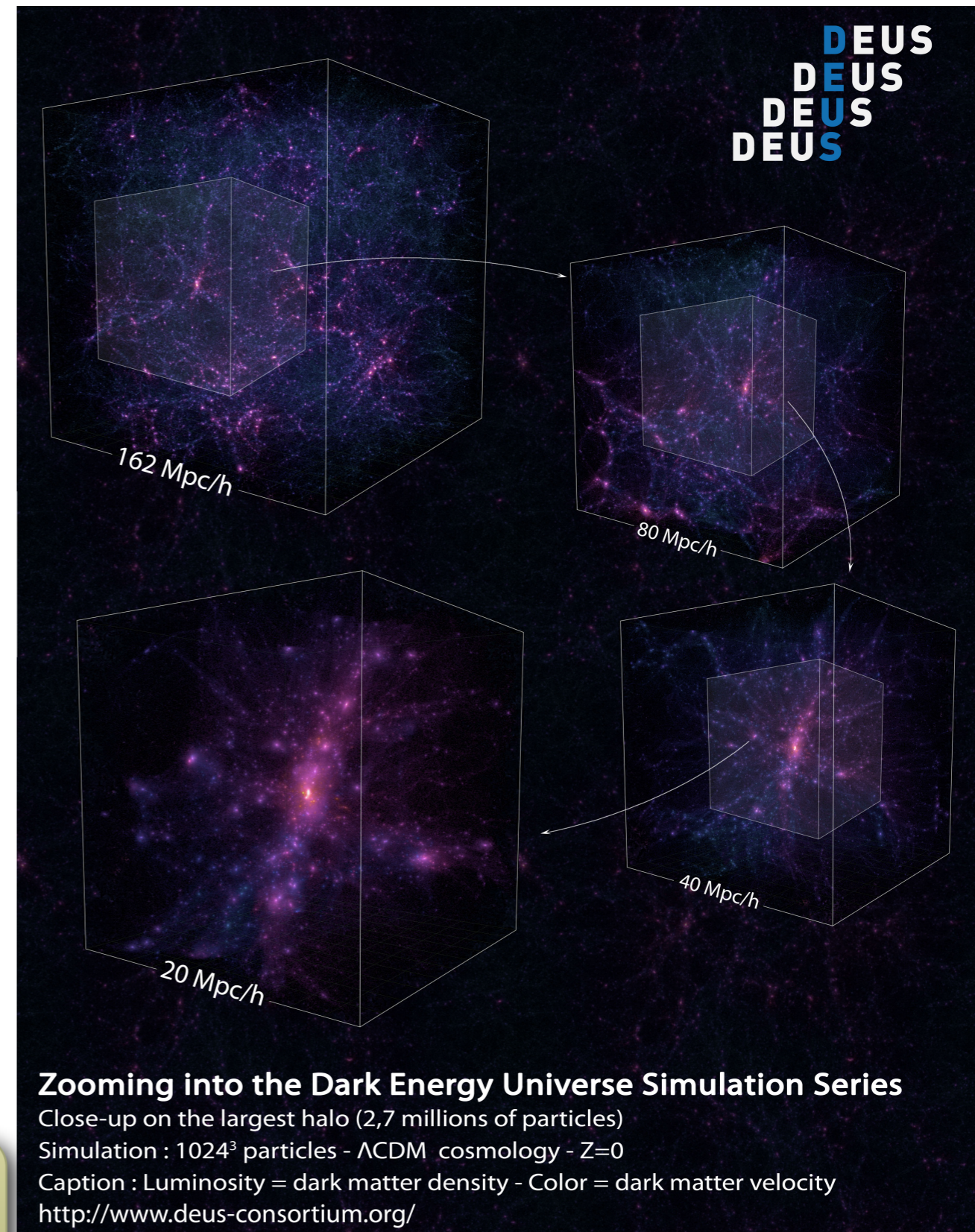
- différentes résolutions :
- clusters de galaxies
- Halos avec objets de la taille de Voie Lactée
- Petits halos (250 Mpc)

Post-traitement: 4 millions de halos par simu

- publication des propriétés de ces halos

Scientifiques : **J.-M. Alimi, Y. Rasera**

Services VO : D. Languignon, B. Ooghe



DEUVO

Services

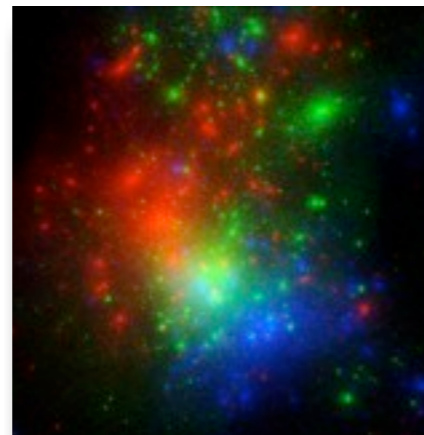
- Choix de la simulation
- Accès aux différents z
- Accès aux propriétés des champs
- Accès aux propriétés des halos

Téléchargement des données

- ASCII, VO-Table
- Outils VO (Topcat)

En développement

- Accès aux cubes de données
- Accès aux cones



Challenges :

- Volumes de données (très) importants
- Nombre de résultats (très) grands

Dark Energy Universe Virtual Observatory (DEUVO)
This project aims at investigating the imprints of dark energy on cosmic structure formation through very high resolution cosmological simulations

<http://www.deus-consortium.org>

Query the models and snapshots (find a simulation)

Code	Cosmology	Physics	Box Length	Re:
Ramses3 - DEUSS	Lambda Ratra-Peebles Sugra	Gra+Hyd+Cool+Heat+SF+SN+Metals Gra+Hyd+Cool+Heat+Star formation Gravity Gra+Hyd+Cool+Heating Gra+Hyd+Cool+Heat+SF+Supernovae Gra+Hydrodynamics	162 comoving Mpc/h 648 comoving Mpc/h 2592 comoving Mpc/h	29 50 100 200

Search matching Simulations

Matching simulations

- z = 0
- z = 0.11
- z = 0.25
- z = 0.43
- z = 0.67
- z = 1
- z = 1.5
- z = 2.33
- z = 4
- z = 8.91

Simulation parameter settings

Dark energy type	1.00e+0
Dark energy parameter	0.00e+0
Dark energy density	7.40e-1
Matter density	2.60e-1
Baryon density	4.40e-2
Radiation density	0.00e+0
ns	9.63e-1
sigma8	7.90e-1
h	7.20e-1
Boxlength	1.62e+2 comoving Mpc/h
npart_dm	1.07e+9
Lowest AMR level	1.00e+1
Highest AMR level	1.60e+1
Resolution nx (coarse grid)	1.02e+3
Mass of DM particles	2.86e+8 Msun/h
Spatial resolution	2.47e+0 comoving kpc/h

Query the object type and detection parameters (find a postprocessing)

Object	Finder	Finder Param	Finder Param Setting
Field Halo	Parallel FoF1 - Parallel FoF1	Linking length	0.1 0.2

Search matching Postprocessings

Matching postprocessing

00099-_-Friend of Friend halo detection_02000

Postprocessing parameter settings

Linking length	0.20 coarse grid unit
----------------	-----------------------

Bilan

Très forte expertise sur VO-Theory

- Développement de standards
- Implémentation des standards sur des cas scientifiques complexes

4 services théoriques fonctionnels

- Galmer, PDRDB, Starformat, DEUVO
- Service théoriques sont lourds à mettre en oeuvre et à maintenir
 - moyenne : 1 an pour mettre en place un service théorique
 - Besoin de faire des choix et d'avoir des supports sur projet

Moyens (LUTH - LERMA)

- Travaux réalisés grâce à des CDD sur projet
- 3 ITA depuis 2011 travaillant sur VO-Theory / Phys. At. et Mol. / Hautes énergies
- 2 Astronomes-adj sur développement des standards
- Scientifiques responsables du développement et de la maintenance de leurs services
 - interaction avec les utilisateurs

Perspectives

Finaliser les services actuels

- répondre aux besoins des utilisateurs

Développer les standards VO-Theory

- Protocole d'accès
- Intégration dans l'architecture OV
- Codes en ligne : Parameter Description Language
- Verrou technologique à lever pour la puissance de calcul
 - Faire le lien OV - Grille ou OV - Cloud

Industrialiser le développement et la maintenance des services théoriques

- Standards : nouvelles normes (formats pivots)
- Choix des langages et technologies (XML, JSON, ...)
- Développement : architectures / briques logicielles communes à différents services
- Travail en commun des ingénieurs sur différents projets

Développer de nouveaux services théoriques

Interopérabilité entre services théoriques

- vers des plateformes de services interopérables

Perspectives : plateformes de services

Plateforme de services pour le MIS (HERSCHEL / ALMA)

- Collaboration LUTH - LERMA - IAS

LUTH Franck Le Petit, Evelyne Roueff, Jacques Le Bourlot, David Languignon, Zakaria Méliani

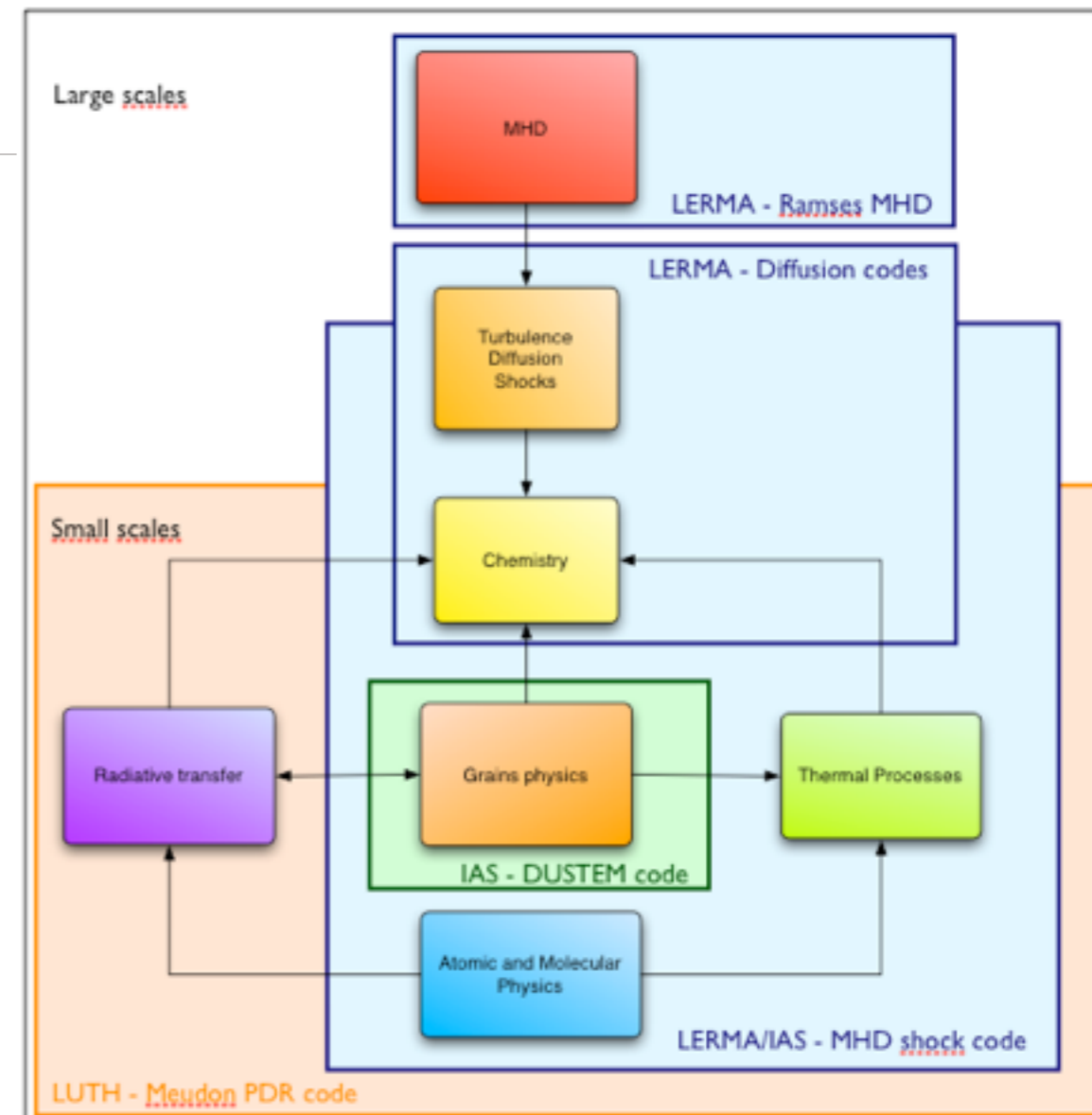
LERMA Patrick Hennebelle, Sylvie Cabrit, François Lévrier, Pierre Lesaffre, Laurent Pagani, Benjamin Godard, Antoine Gusdorf, Nicolas Moreau, Carlo-Maria Zwölf

IAS G. Pineau des Forêts, Laurent Verstraete

Très forte expertise des 3 laboratoires sur la modélisation du MIS

Publication de plusieurs outils théoriques

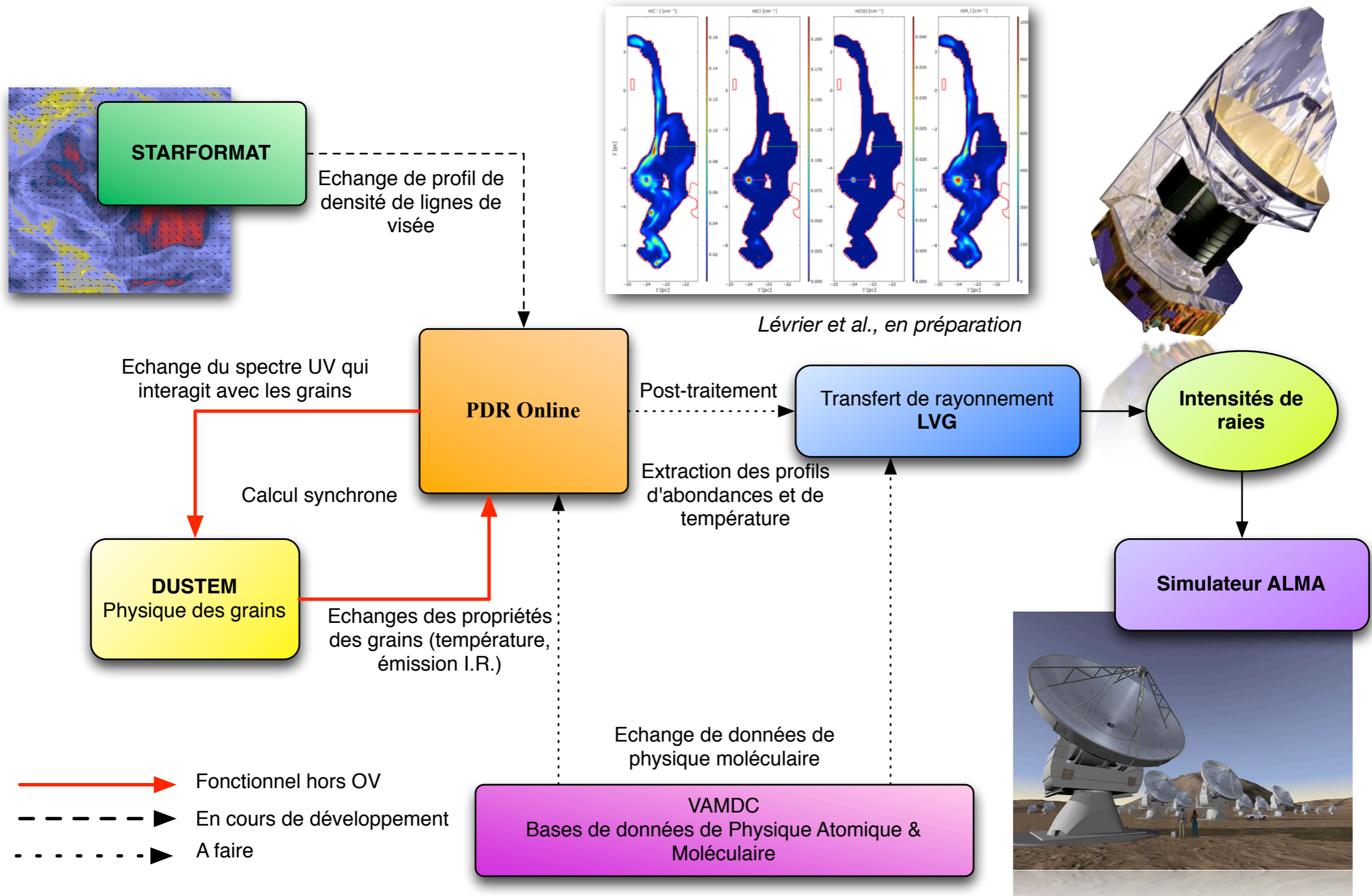
- Bases de données
 - **PDRDB**
 - **Starformat**
 - Chocs
- Codes en ligne
 - PDR, Chocs, transfert de rayonnement, Grains, ...
- Outils d'analyse
 - analyseur de chimie
 - spectres



Perspectives : plateformes de services

Interopérabilité entre ces services théoriques

- couplage des services théoriques => nouvelle physique



Perspectives : plateformes de services

GEPI - LUTH - LERMA

Rosine Lallement

Lucky Puspitarini

Franck Le Petit

Marie-Lise Dubernet

Evelyne Roueff

Jacques Le Bourlot

David Languignon

Carlo-Maria Zwölf

- Structure 3D du milieu interstellaire (Gaïa)
- Collaboration : GEPI - LUTH - LERMA

