

Plateforme de services pour la simulation du Milieu Interstellaire

Milieu Interstellaire

- données acquises depuis des décennies
- multi-longueur d'ondes
- observations très détaillées

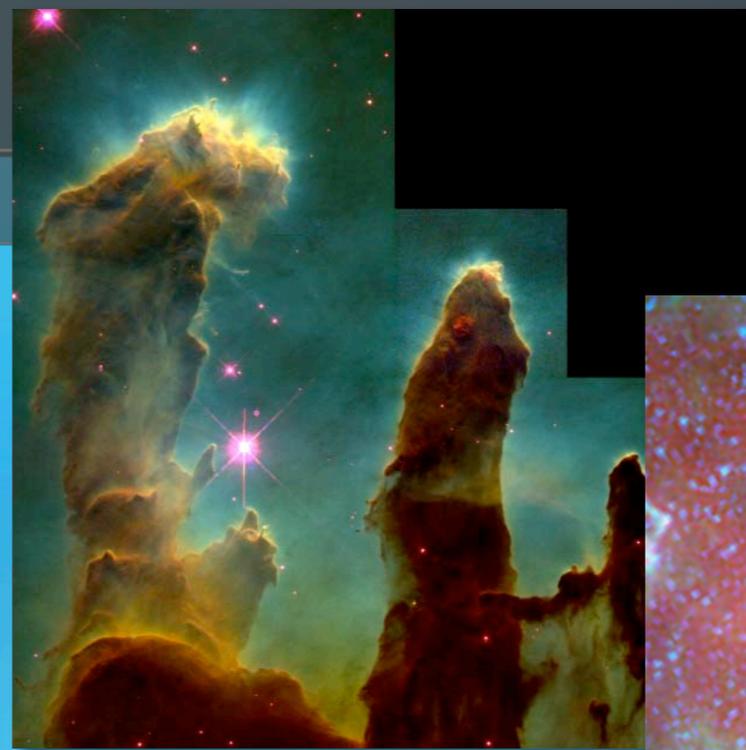
Nouvelle génération d'instruments : HERSCHEL / ALMA

Les interprétations requièrent :

- des codes de simulation traitant en détail la physique
- une complémentarité des expertises scientifiques
- des outils pour interpréter rapidement les observations

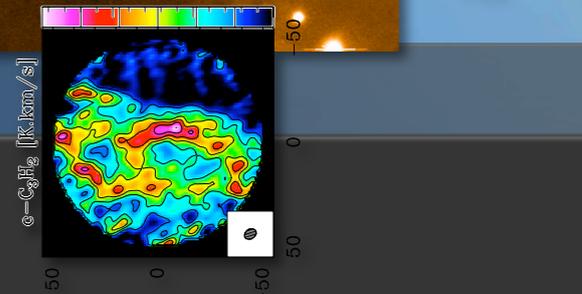
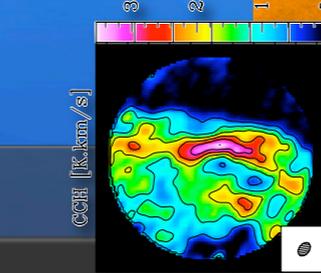
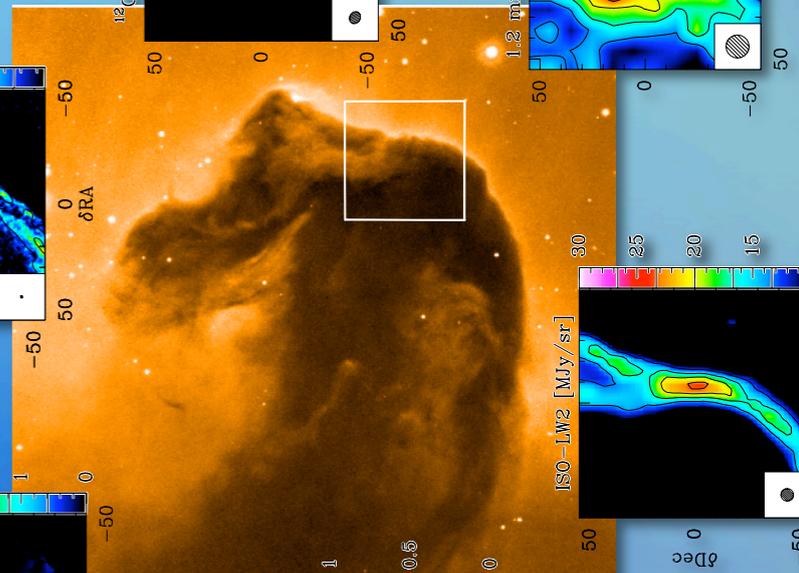
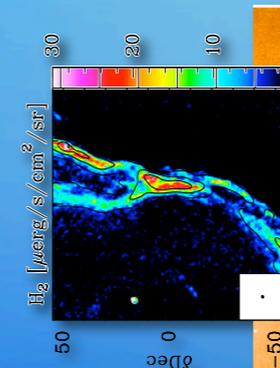
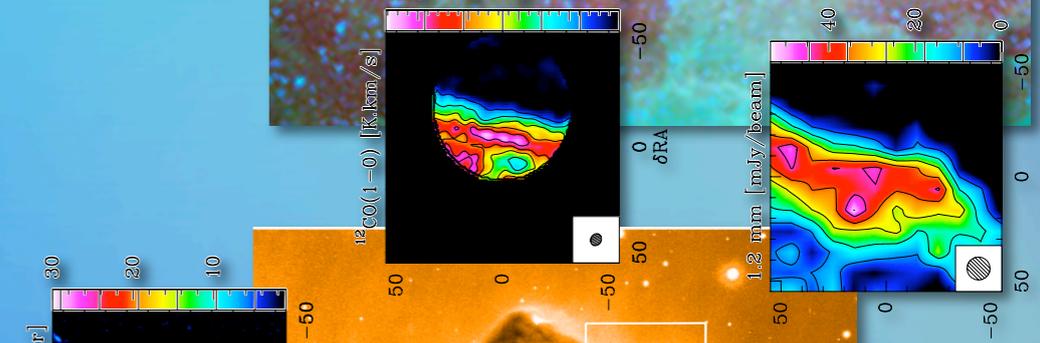
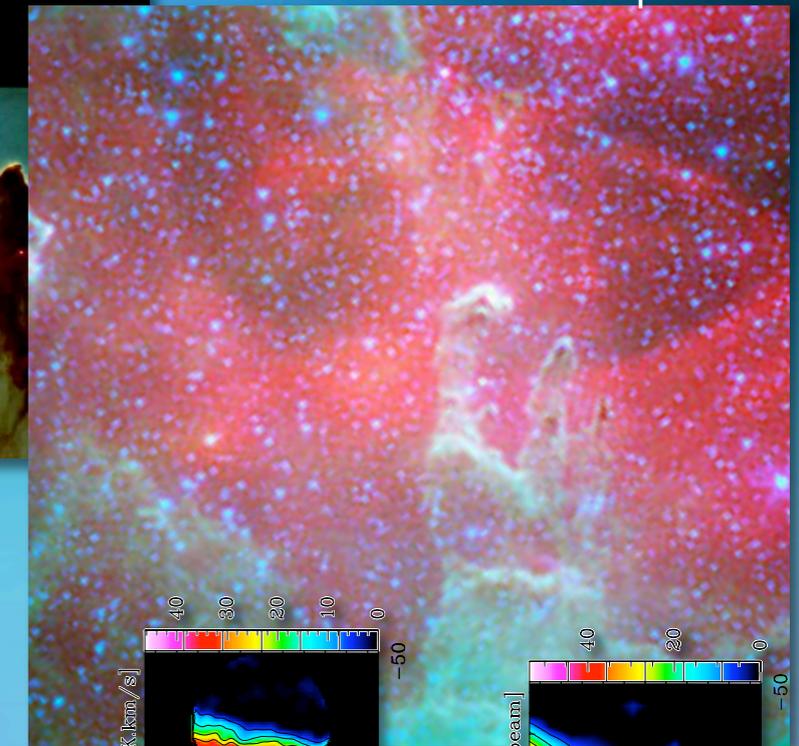
Besoins :

- codes de simulation partagés avec la communauté
- bases de données de résultats théoriques
- interopérabilité entre les services théoriques



HST

Spitzer



Pety et al. 2007

Première application sur le code PDR de Meudon

Développé par J. Le Bourlot, E. Roueff, F. Le Petit, M. Gonzalez-Garcia

Publique: <http://aristote.obspm.fr/MIS>

- code source
- documentation
- aide en ligne

Objectif via la VO :

- Accès au code de simulation en ligne avec ressources de calcul
- Développement d'une base de données de résultats théoriques
- Interopérabilité avec d'autres codes de simulation / services OV

- faire évoluer les standards pour qu'ils prennent en compte ce type de simulations

Paramètres d'entrées

- densité
- intensité du champs UV
- métallicité
- flux de rayons cosmiques
- propriétés des grains
- ...



Données

- Taux de réactions chimiques
- Taux de collision
- Coefficients d'Einstein des transitions
- Sections de photo-dissociation / ionisation

Calcul de

- Profils d'abondances
- Température du gaz et des grains
- Excitation dans les états quantiques
- Emissivités locales
- Charge et température des grains
- Taux de chauffage
- ...

Détermine les observables

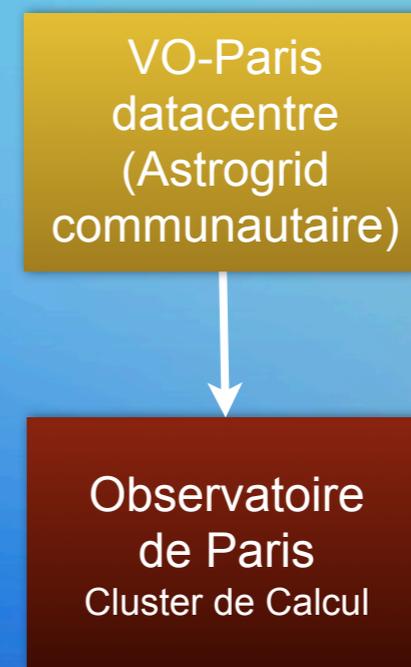
- Densité de colonne
- Intensités des raies
- Spectre d'absorption
- Spectre d'émission

□ Accès aux codes de simulation

Des outils ont été développés dans le cadre de l'Observatoire Virtuel pour fournir des outils donnant accès à des codes de simulation avec ressources de calcul en ligne

Accès au code PDR de Meudon :
réalisé par F. Roy

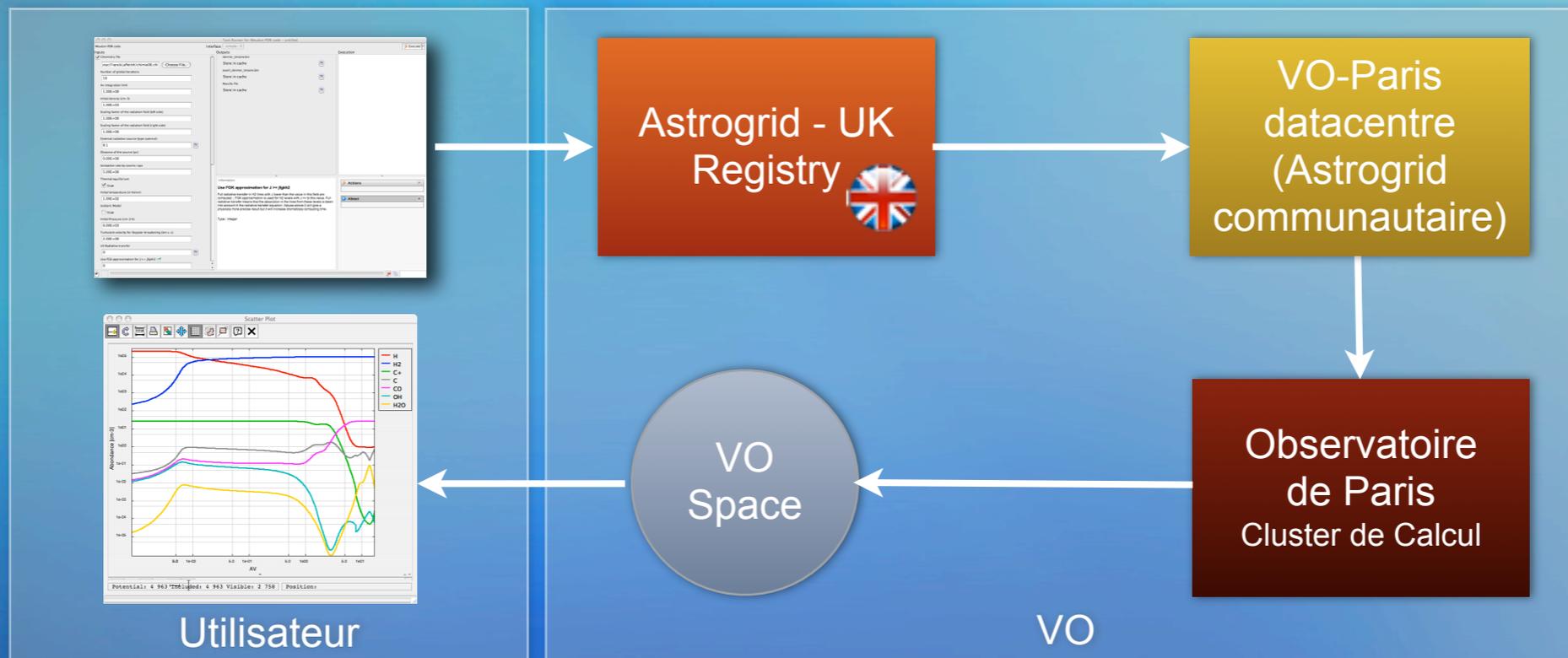
- Utilisation d'Astrogrid
 - Version communautaire installée à Obs. Paris (Pierre Le Sidaner)
 - Cluster dédié à l'Observatoire de Paris
 - Financé par CS de l'Observatoire
 - PCMI



□ Accès aux codes de simulation

Description du code suivant le protocole CEA d'Astrogrid

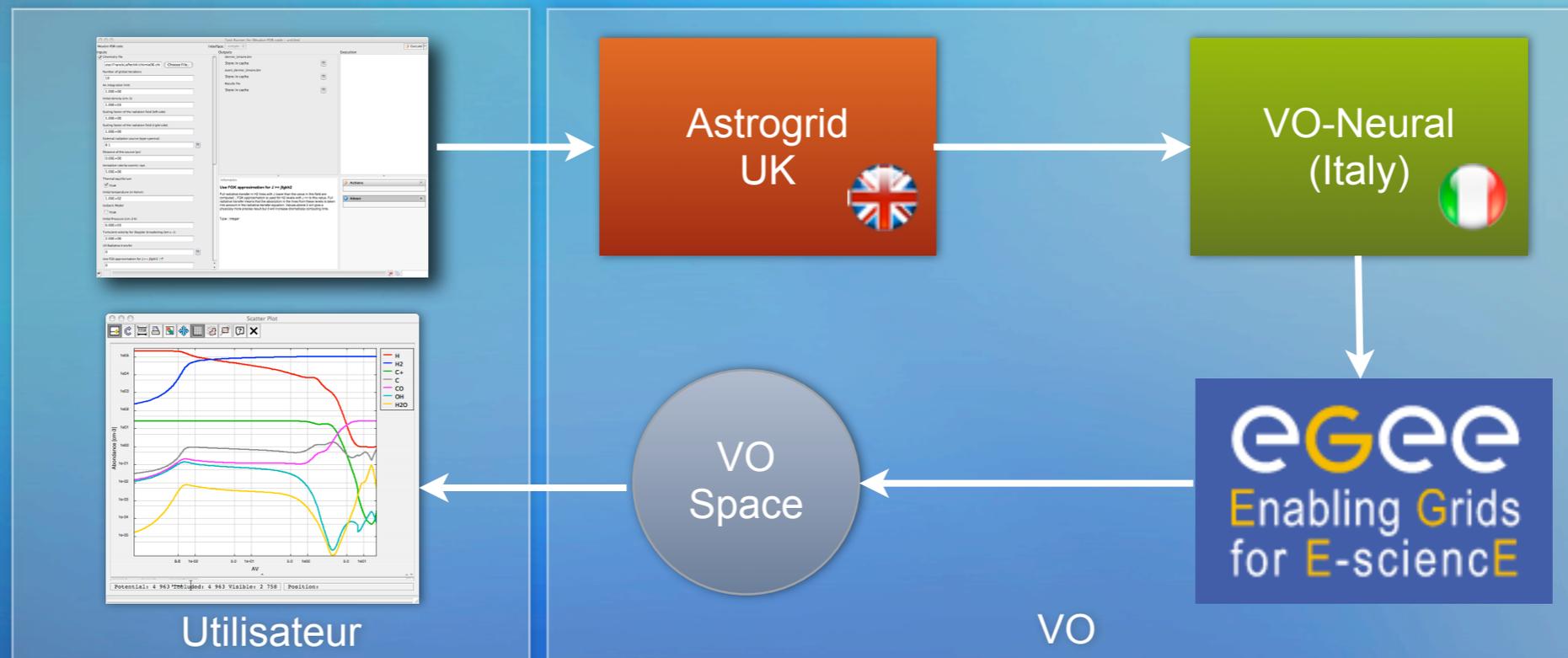
- Enregistré dans les registres OV
- Accessible par tout utilisateur disposant d'un compte Astrogrid



□ Accès aux codes de simulation

Seconde implémentation : VO-Neural en Italie

- Lien entre Astrogrid - EGEE
- Puissance de calcul à la demande



Accès aux codes de simulation

Bilan :

- Simple de mettre à disposition un code en utilisant Astrogrid
- Bénéficie automatiquement :
 - Visibilité dans les registries
 - Interface générique
 - Monitoring
 - Transmission transparente des fichiers input / output avec VO-Space
 - Identification
 - Astroruntime

très peu de développement pour mettre à disposition un code

Particulièrement adapté aux codes “longs”

□ Accès aux codes de simulation

Codes de simulations sont difficiles à prendre en main

- interface doit :
 - aider les utilisateurs à utiliser les codes
 - minimiser les risques d'erreur
- interface “maison” adaptée suivant demandes des utilisateurs
 - relation entre paramètres d'entrées
 - tracé de fonction
- communique avec Astrogrid via **Astoruntime**
 - lancement local
 - lancement sur clusters distants

The Meudon PDR code

File Help Plot

Cloud parameters Grains parameters Transfer & H2

Model name

Chemistry file chimie06.chi

Size (Av) 1.0

Density [cm⁻³] 100

Radiation field (left) 1

Radiation field (right) 1

External source

Spectral type B 1 V

User defined source

Distance [pc] -0.0

Thermal balance

Temperature [K] 100

Equation of state Constant density Symmetrical profile

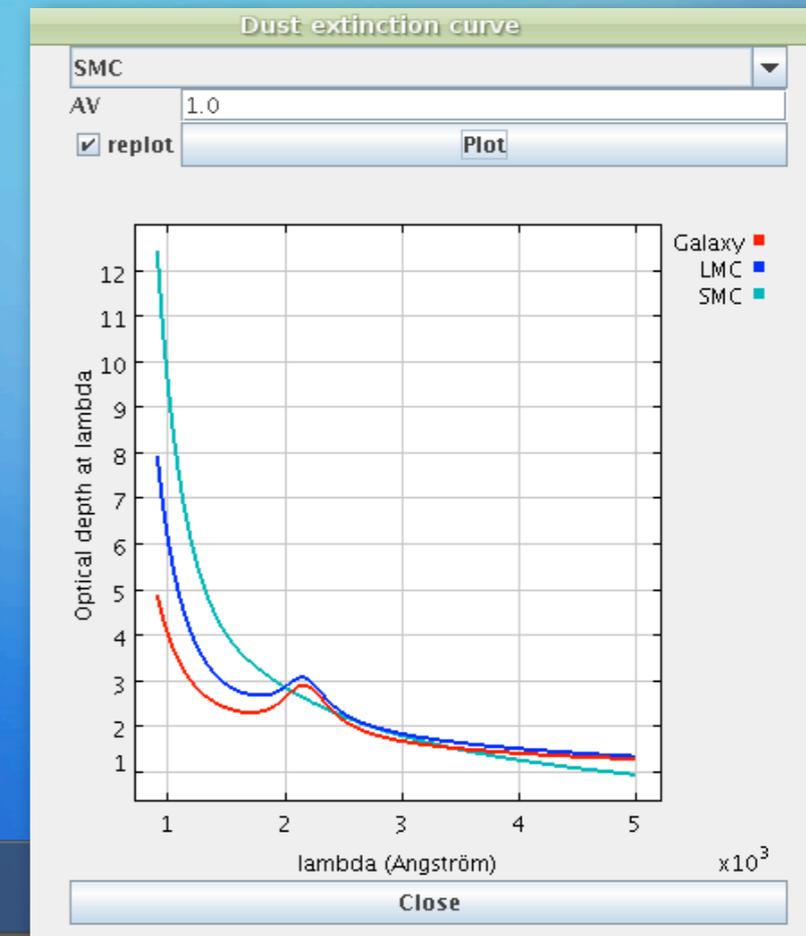
Specific density profile

Pressure [cm⁻³ K] 6000

Cosmic rays ionization rate 2.0

Turbulent velocity [km/s] 2.0

Number of iterations 8



Fichiers de sortie

Code produit :

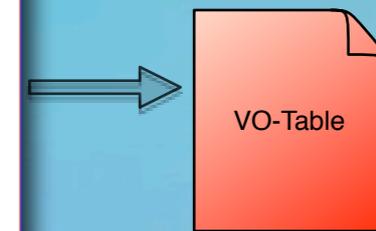
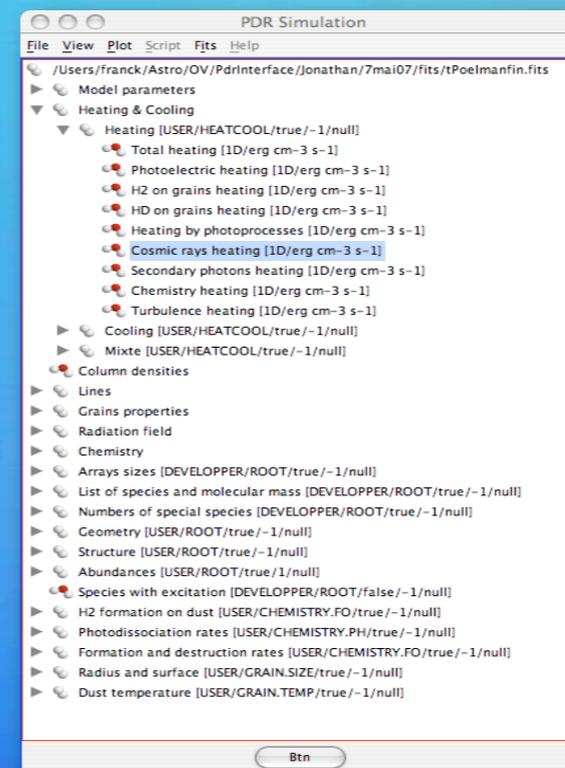
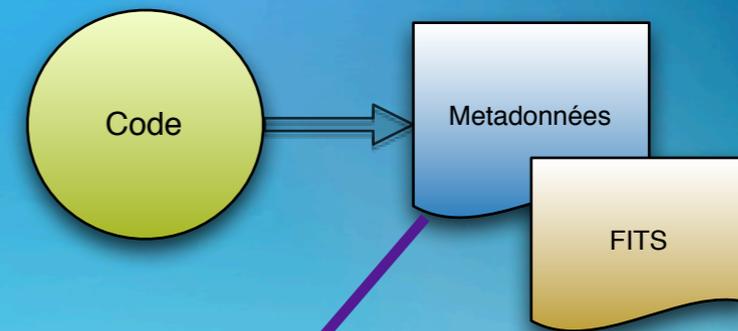
- fichier FITS : résultats (portabilité)
- VO-TABLE : décrit les métadonnées du fichier fits (nom, description, unité, UCD, ...)

L'ensemble fournit :

- résultats de la simulation
- toutes les informations sur les paramètres utilisés
 - réseaux chimiques
 - données de physique atomique et moléculaire

Navigateur

- navigation dans les données calculées
- extraction (ASCII, VO-Table)
- download de données dans le VO-Space
- communication vers les outils de visualisation OV
- scriptable



Laurent Bourgès
Jonathan Normand

PDR Simulation

File View Plot Excitation & Lines Spectra Tools Plastic Help

/Users/franck/Astro/OV/PdrInterface/Jonathan/pdr/fits/N7023N

- Informations [CNT_INFODEV]
- Species [CNT_SPECIES]
- Model Parameters [CNT_M...]
- Geometry [CNT_GEOMETRY]
- Structure [CNT_STRUCTURE]
- Temperature [DU_STRU...]
- Proton density [DU_STR...]
- Pressure [DU_STRUCTU...]
- Total density [DU_STRU...]
- Ionisation degree [DU...]
- Abundances [CNT_ABUNDA...]
- Column densities [CNT_CO...]
- Chemistry [CNT_CHEMISTR...]
- Heating and Cooling [CNT...]
- Grains [CNT_GRAINS]
- Radiation field [CNT_RADFIELD]
- Other [CNT_OTHER]
- Spectra [CNT_SPECTRA]

User selection

File View Send to

	AV [mag]	H [cm-3]	H2 [cm-3]	C [cm-3]	CO [cm-3]	O [cm-3]	O2 [cm-3]	OH [cm-3]	H2O [cm-3]	C+ [cm-3]
0.000000E00	1.996887E05	1.536761E02	2.650284E-02	1.008693E-02	6.377963E01	1.553816E-05	8.437243E-03	8.104823E-06	2.636310E01	
1.000000E-06	1.996887E05	1.536911E02	2.650409E-02	1.008792E-02	6.377963E01	1.553971E-05	8.438072E-03	8.106518E-06	2.636310E01	
1.122462E-06	1.996886E05	1.536962E02	2.650439E-02	1.008814E-02	6.377963E01	1.554007E-05	8.438250E-03	8.106927E-06	2.636310E01	
1.259921E-06	1.996886E05	1.537023E02	2.650478E-02	1.008843E-02	6.377963E01	1.554054E-05	8.438485E-03	8.107455E-06	2.636310E01	
1.414214E-06	1.996886E05	1.537097E02	2.650524E-02	1.008876E-02	6.377962E01	1.554109E-05	8.438761E-03	8.108077E-06	2.636310E01	
1.587401E-06	1.996886E05	1.537185E02	2.650580E-02	1.008918E-02	6.377962E01	1.554177E-05	8.439104E-03	8.108840E-06	2.636310E01	
1.781797E-06	1.996886E05	1.537288E02	2.650649E-02	1.008970E-02	6.377962E01	1.554261E-05	8.439533E-03	8.109779E-06	2.636310E01	
2.000000E-06	1.996886E05	1.537407E02	2.650727E-02	1.009029E-02	6.377962E01	1.554355E-05	8.440015E-03	8.110842E-06	2.636309E01	
2.139826E-06	1.996885E05	1.537484E02	2.650777E-02	1.009067E-02	6.377962E01	1.554416E-05	8.440323E-03	8.111521E-06	2.636309E01	
2.289428E-06	1.996885E05	1.537567E02	2.650831E-02	1.009107E-02	6.377962E01	1.554481E-05	8.440653E-03	8.112253E-06	2.636309E01	
2.449490E-06	1.996885E05	1.537657E02	2.650889E-02	1.009150E-02	6.377962E01	1.554550E-05	8.441003E-03	8.113033E-06	2.636309E01	
2.620741E-06	1.996885E05	1.537755E02	2.650951E-02	1.009196E-02	6.377962E01	1.554625E-05	8.441383E-03	8.113880E-06	2.636309E01	
2.803966E-06	1.996885E05	1.537859E02	2.651018E-02	1.009246E-02	6.377962E01	1.554706E-05	8.441790E-03	8.114787E-06	2.636309E01	

Line Intensities

H2O Angle (degree): 10

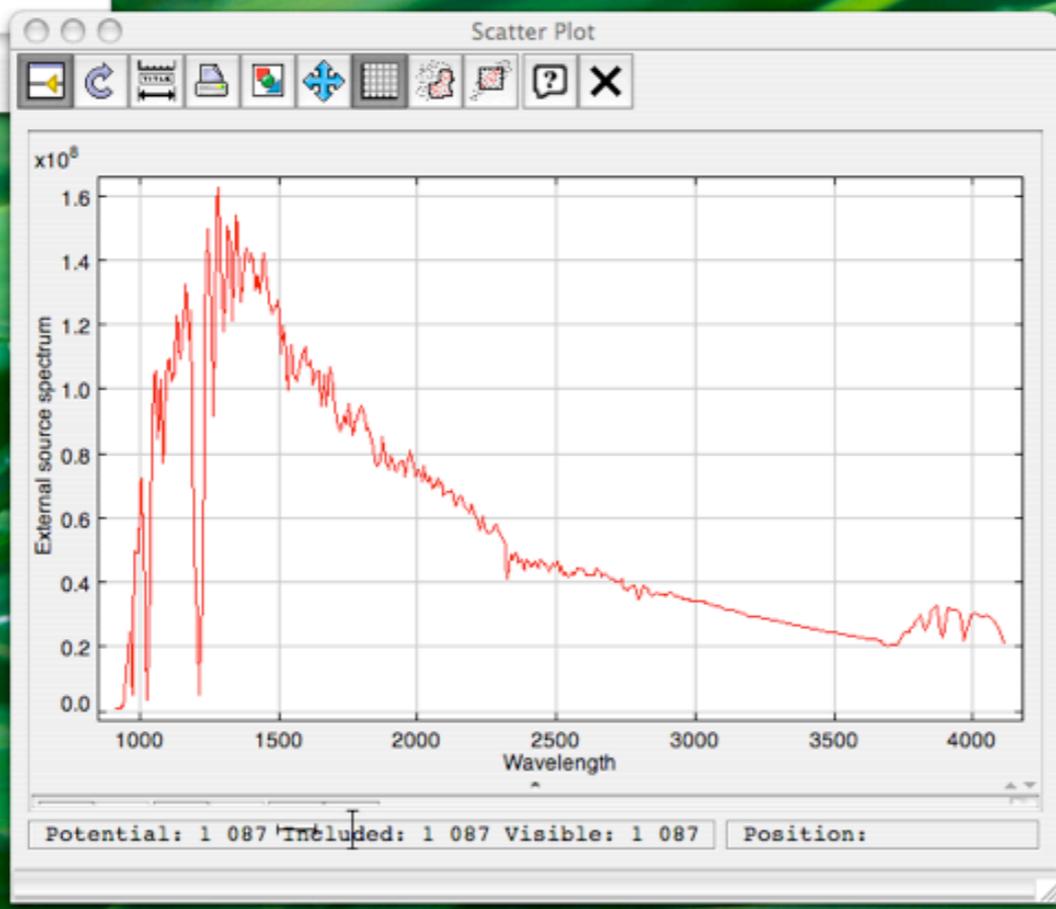
I	J	K	Central wave	E	Information on transitions
1	3	1	2.692722E-...	...	1 1 1 0 0 0 37.1356 cm-1
2	4	2	5.382825E-...	...	1 1 0 1 0 1 18.5768 cm-1
3	5	3	3.034558E-...	...	2 0 2 1 1 1 32.9524 cm-1
4	6	2	1.795260E-...	...	2 1 2 1 0 1 55.6999 cm-1
5	7	5	3.986410E-...	...	2 1 1 2 0 2 25.0842 cm-1
6	8	4	1.080730E-...	...	2 2 1 1 1 0 92.5263 cm-1
7	8	6	1.804876E-...	...	2 2 1 2 1 2 55.4032 cm-1
8	9	3	1.009830E-...	...	2 2 0 1 1 1 99.0225 cm-1
9	9	7	2.439760E-...	...	2 2 0 2 1 1 40.9860 cm-1

Add Remove

Integrated Emissivities

File View Send to

H2O #1	H2O #2	H2O #3	H2O #4	H2O #5
2.385918E-07	1.145879E-07	7.293309E-09	9.643572E-07	1.163133E-09



□ Base de données théoriques : PDR database

Objectif :

- Base pour publier des simulations PDR
- Faciliter la résolution du problème inverse

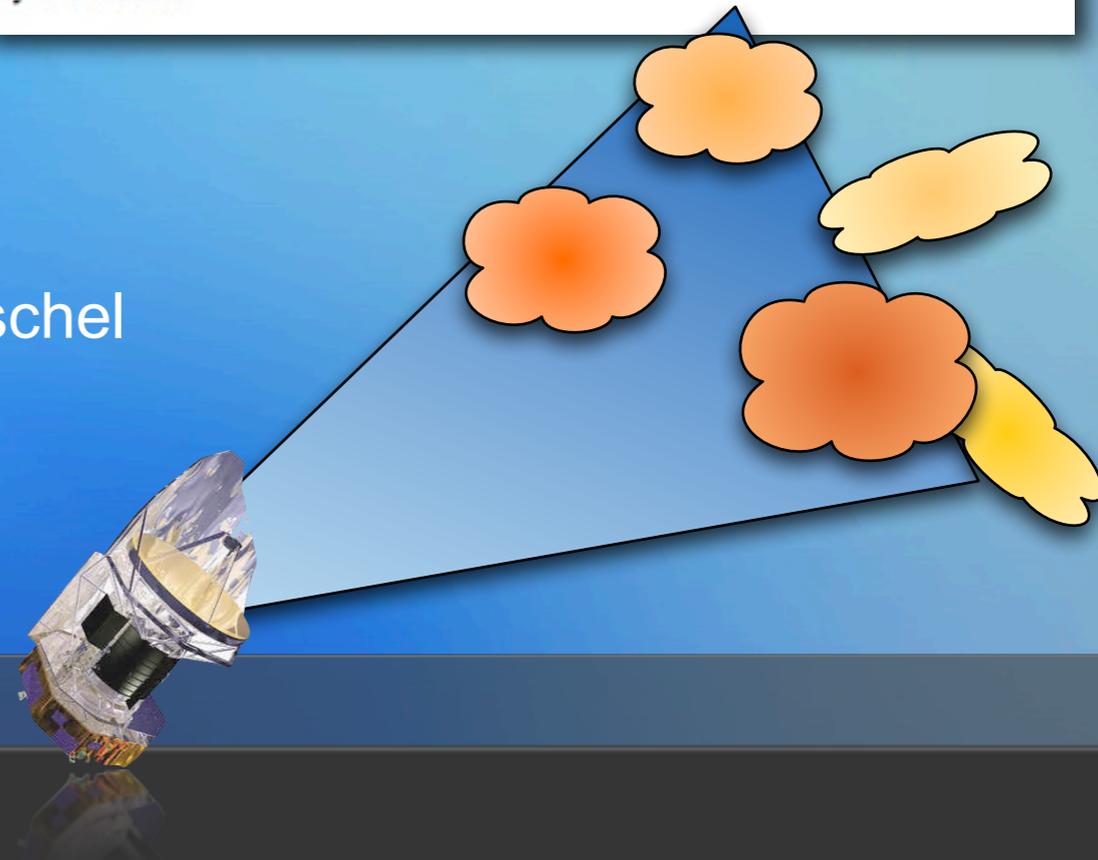
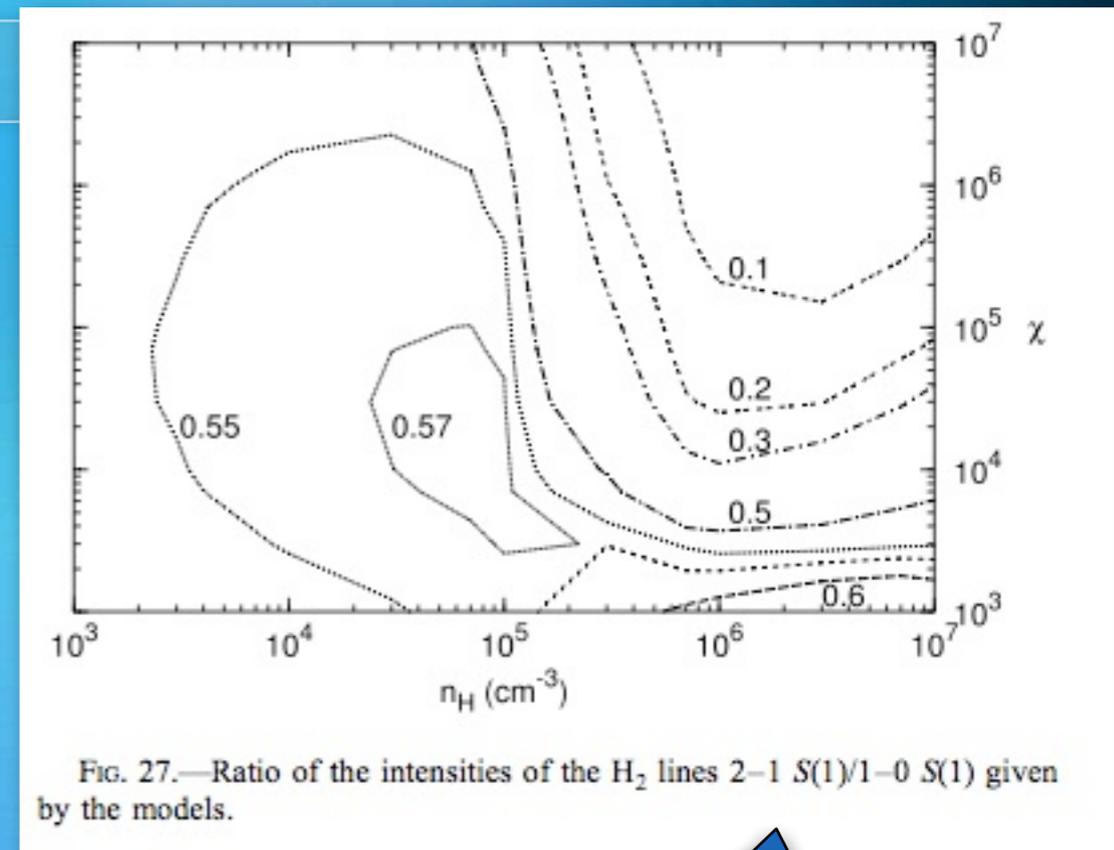
Exemple :

“Dans quel type de nuages est-il le plus facile de détecter H₂O ?”

“Quel type de paramètres produit un rapport de raies de H₂ 2-1 S(1) / 1-0 S(0) de 0.56 ?”

Besoin pour interpréter rapidement les données d'Herschel

- au niveau des key programs MIS
- au niveau des observations extragalactiques
 - problème de la résolution des objets



□ Base de données théoriques : PDR database

Réalisation d'un prototype: Laurent Bourgès (Euro-VO DCA - Aïda / LUTH)

Challenge car code PDR fournit :

- nombreuses sorties
- données hétérogènes
 - Propriété des nuages interstellaires : Température, densité, ionisation
 - Abondances de centaines d'espèces chimiques
 - Excitations dans les niveaux quantiques
 - Intensités dans les raies
 - Spectres

Description des résultats liés à plusieurs protocoles OV : SimDB, AMLDM, SSA et d'autres efforts de standardisation : chimie

Manque vocabulaire : décrire atomes, molécules, états quantiques, raies, ...

=> coordination avec les efforts de standardisation en physique atomique & moléculaire

Base de données théoriques : PDR database

Prototype :

- SimDB permet de décrire les simulations
(*manque des aspects : besoin d'avancer sur les standards pour ce type de simulations*)

- Description des simulations
- Requêtes sur les paramètres d'entrée
- Requêtes sur les sorties (problème inverse)

- Permet de télécharger le fichier résultat
- analyse avec le navigateur

Pdr Simulation Database

Query the model parameters :

Back to : [Index](#) - [Previous Page](#)

To query the PDR models, please select a protocol :

Protocol : Pdr1.2_chimie08-test
First test protocol

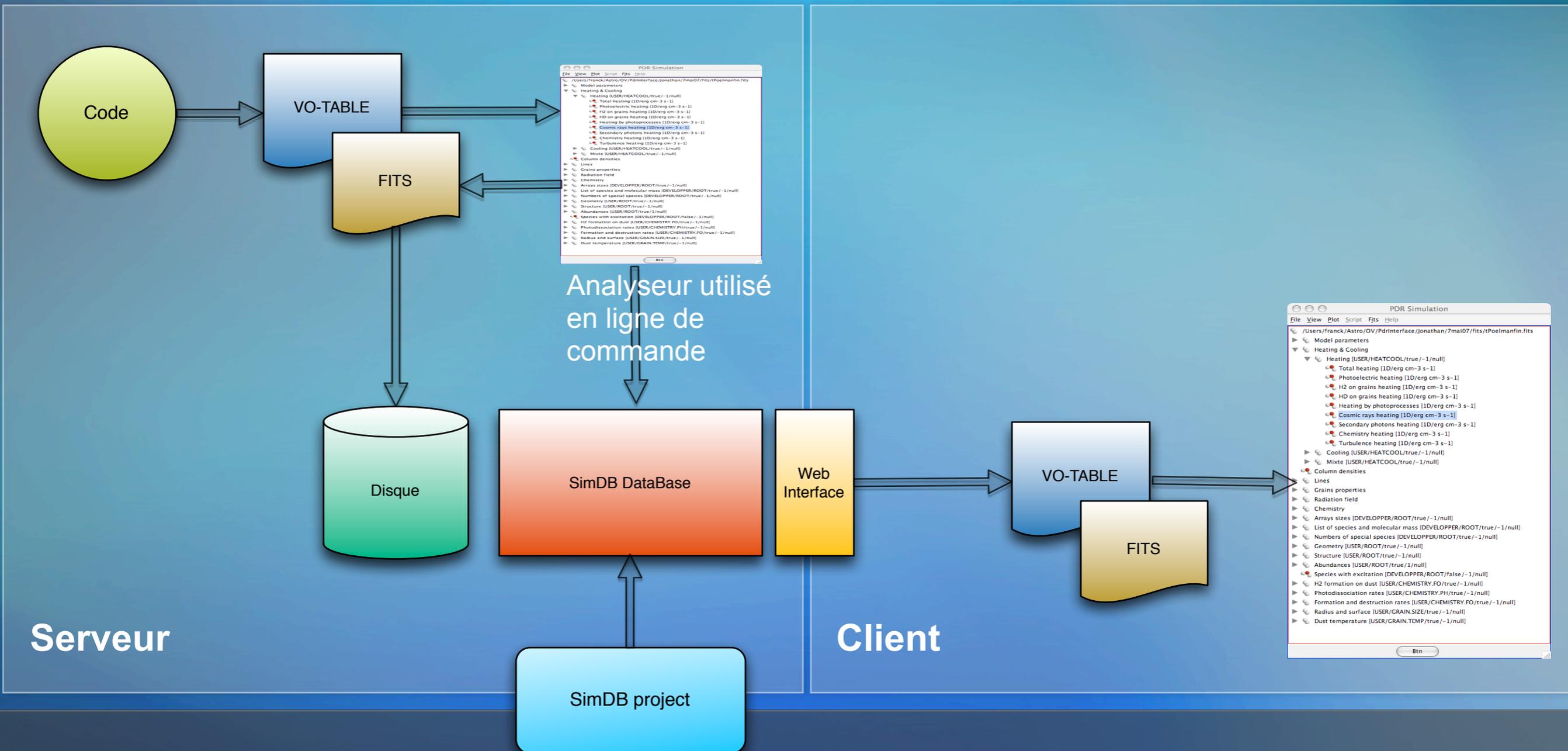
Please select a least one criteria on parameters :

ID	Parameter	Possible values	Value
282	nH_init	100.0, 500.0, 1000.0, 10000.0	<input type="text"/>
328	radp_ini	1.0, 5.0	<input type="text"/>
323	radm_ini	1.0, 5.0, 10.0	<input type="text"/>
317	Av_max	1.0	<input type="text"/>

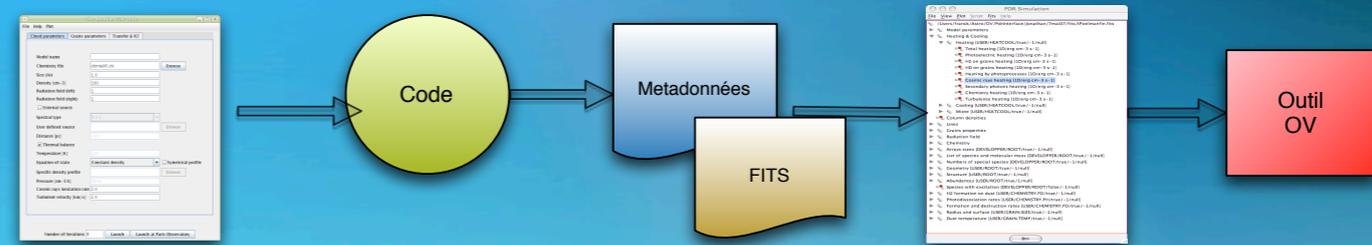
Jump to: [Top of Page](#)

Gestion et maintenance

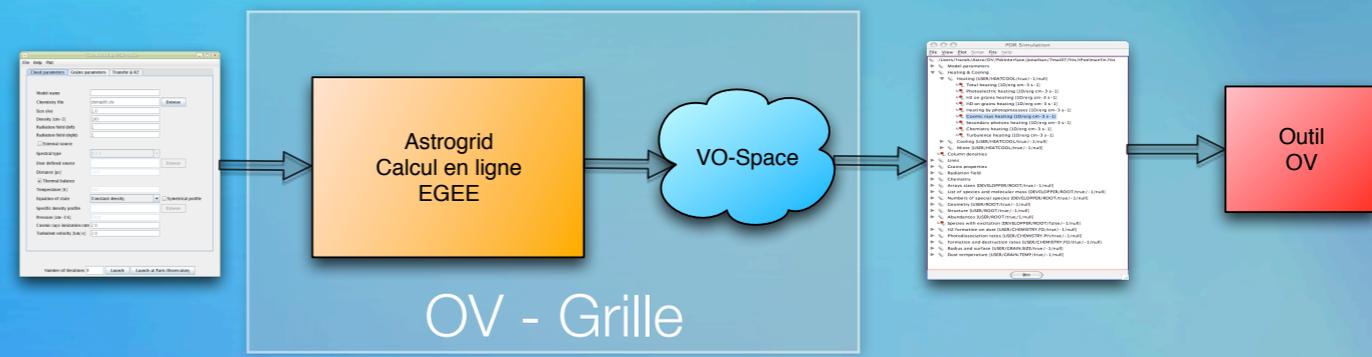
- Codes évoluent fréquemment
- Ré-utilisation de briques du projet pour faciliter maintenance



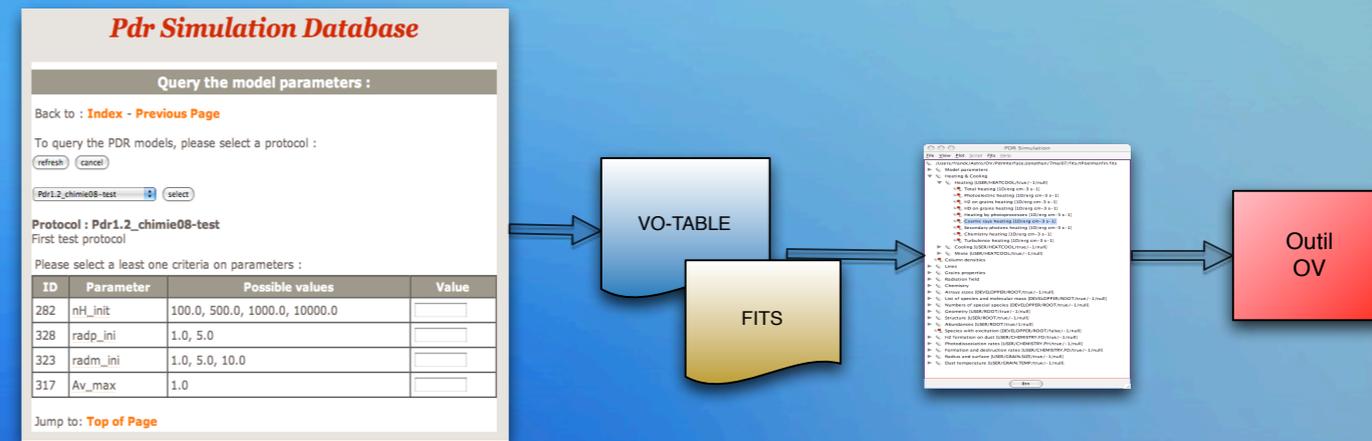
- ☑ Code publique avec sortie
 - interoperables avec outils OV
 - décrites par fichier de métadonnées (nécessaire pour interoperabilité OV)



- ☑ Ressources de calcul à la demande
 - Cluster dédié à l'Observatoire de Paris
 - Grille EGEE



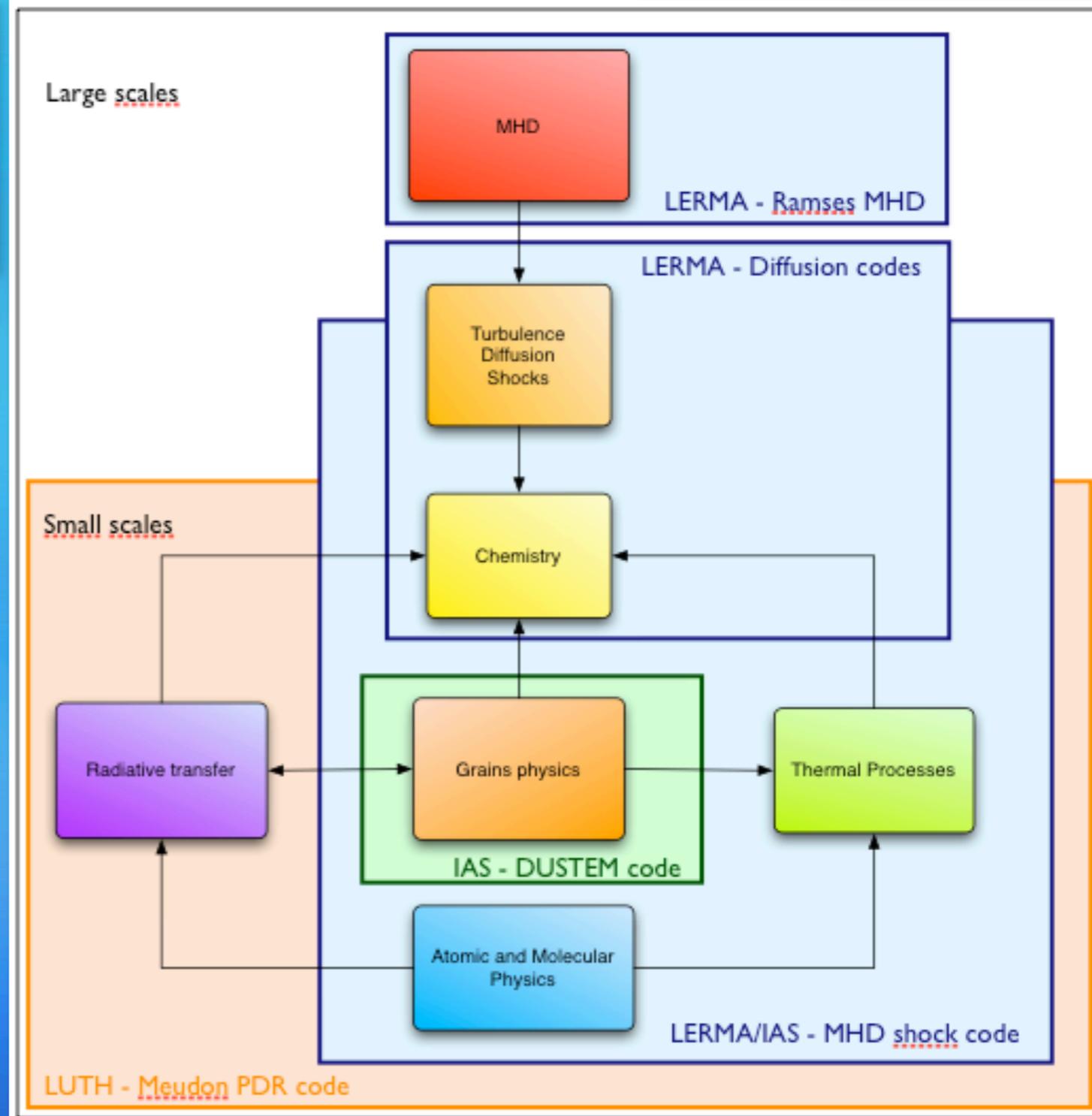
- ☐ Base de données de résultats théoriques



Plateforme de services pour la simulation du Milieu Interstellaire

LERMA - LUTH - IAS

Franck Le Petit
Fabrice Roy
Evelyne Roueff
Jacques Le Bourlot - LUTH
Patrick Hennebelle
Edith Falgarone
Nicolas Moreau
Sylvie Cabrit
Pierre Lesaffre
François Lévrier
Laurent Pagani
François Boulanger
Laurent Verstraete
Guillaume Pineau des Forêts



□ Plateforme Milieu Interstellaire

Coupler les expertises en simulation du MIS

Fournir à la communauté un ensemble d'outils pour modéliser le MIS

Codes - Bases de données - Outils & services

Une dizaine de codes autour de:

- PDR
- Chocs MHD
- Chimie
- Transfert de rayonnement
- Physique des grains
- Diffusion / turbulence

Calcul en ligne sur la Grille

Quatre bases de données théoriques :

- Coeurs denses
- PDR
- Chocs MHD
- Turbulence

Services interopérables entre eux et avec l'OV

- coupler les codes entre eux
- instruments virtuels

ASTRONET : Projet STARFORMAT

LERMA (P. Hennebelle)

LUTH

Plusieurs équipes allemandes (R. Klessen)

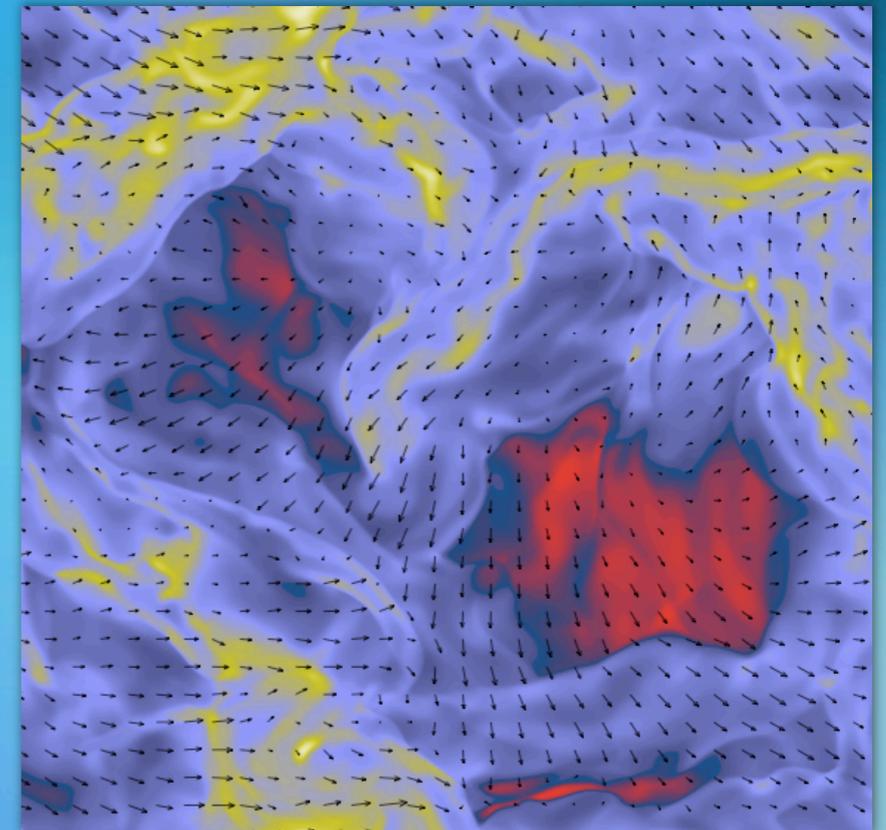
Objectif : Etude de la formation des étoiles

Couplage des processus des :

- codes MHD : simulations dynamiques
 - RAMSES-MHD / FLASH
- code PDR
- code transfert 3D : PHOENIX

Services

- Base de données de coeurs denses
 - Cubes & catalogue de coeurs denses
 - Projections
- Base de données de modèles PDR
- Services couplant les deux



- Extraction des profils de densité
- Injection dans le code PDR
- Calcul de la structure
- Détermination des observables

Calcul de l'émission de H₂O

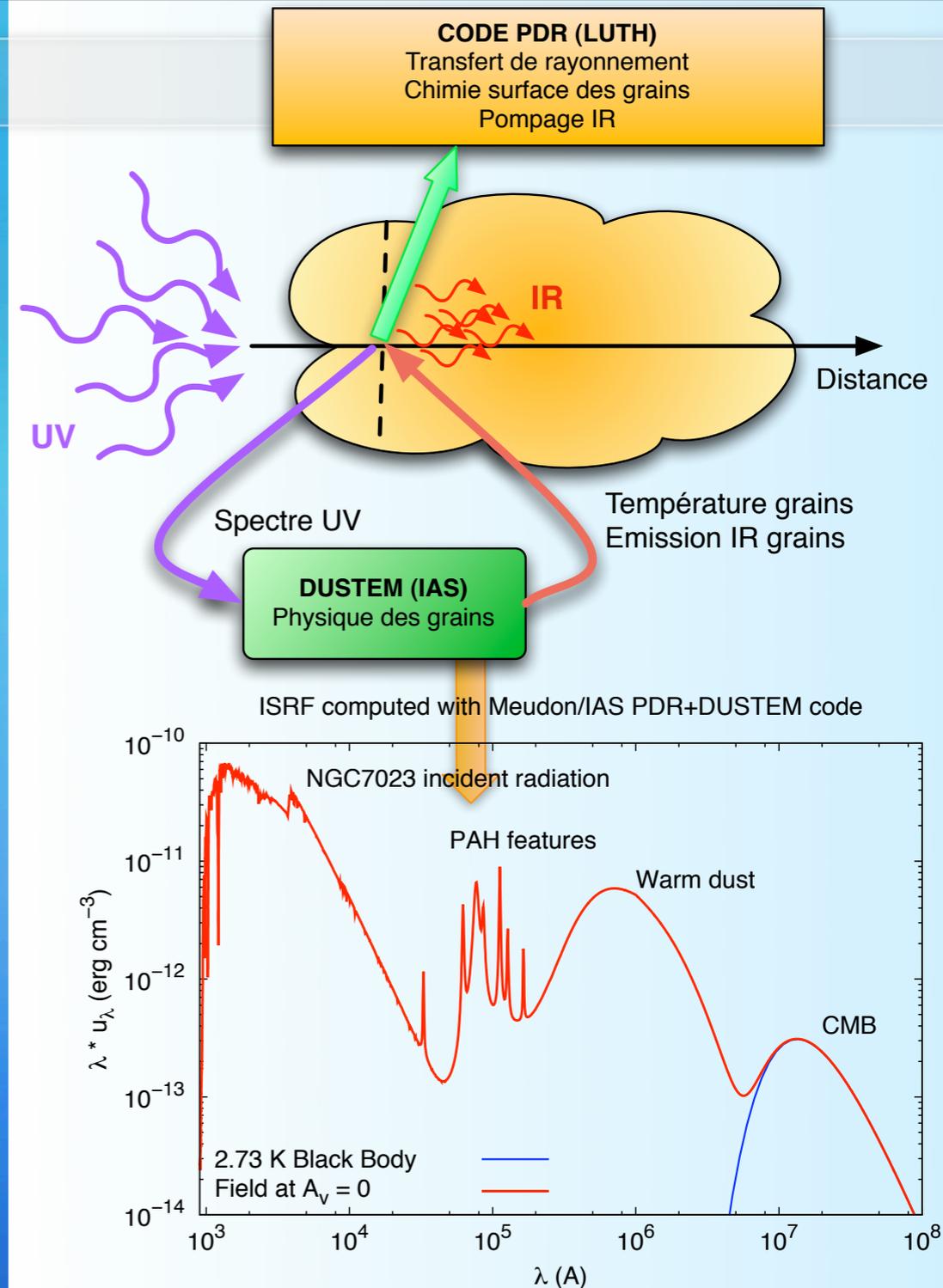
Thèse de Manuel Gonzalez-Garcia
Jacques Le Bourlot & François Boulanger

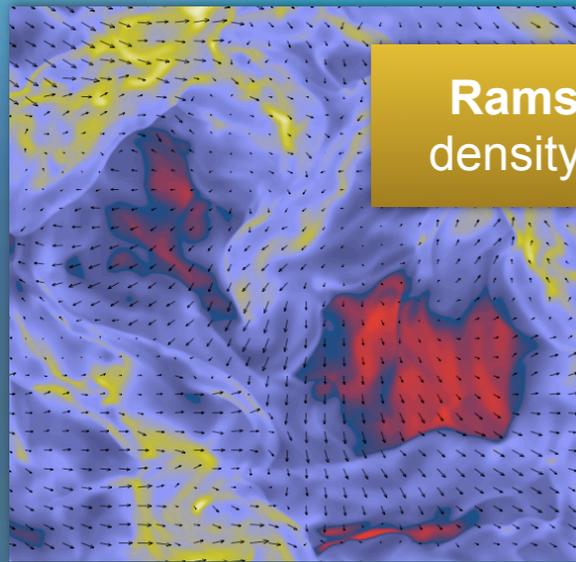
Objectif : tenir compte de l'émission des poussières dans le pompage infrarouge de H₂O

- Couplage du code PDR et le code DUSTEM
- Calcul synchrone

Permet de tenir compte d'effets physiques fin dans l'excitation de H₂O pour une meilleure interprétation des spectres HERSCHEL

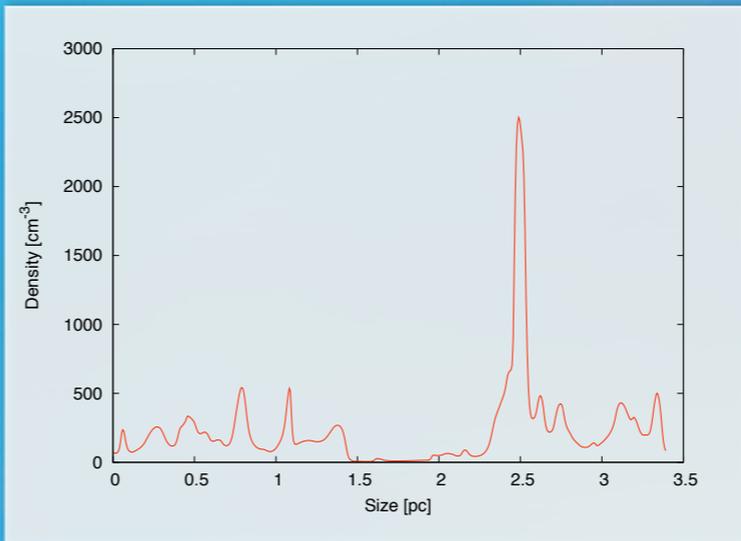
Problème complexe (physique et algorithmes) nécessite travail scientifique avant d'être automatisé dans le VO





Ramses-MHD database
density & velocity structure

Density profile on a line of sight (3.5 pc)

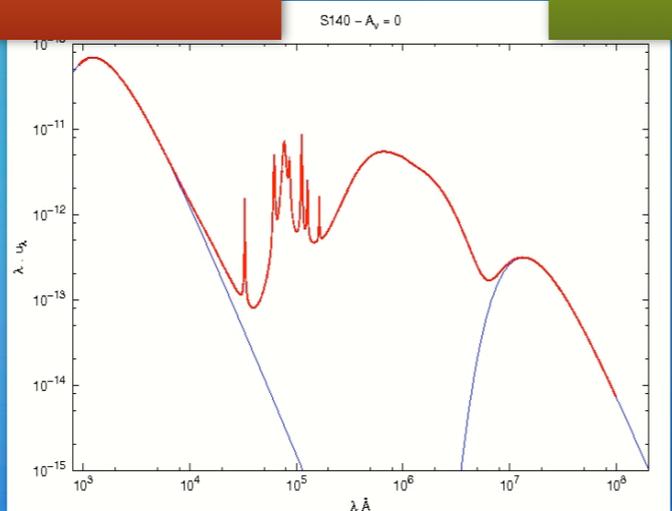


Meudon PDR code
Chemical & thermal structure

Radiative transfer code
Molecules excitations

Line
intensity

DUSTEM
Grains emission / temperature



Atomic & Molecular Databases

☐ Projets

2009 :

- Finaliser la base PDR et y implémenter des services OV : SimDAP, SSAP
 - Modèles de nuages pour le MIS
 - Modèles de nuages pour les milieux extragalactiques
- Documenter l'ensemble des services PDR
- Solidifier l'ensemble (maintenance sur le long terme)

- Développer la base de données coeurs denses

- Déployer de nouveaux codes

- Interaction Services / Grilles

