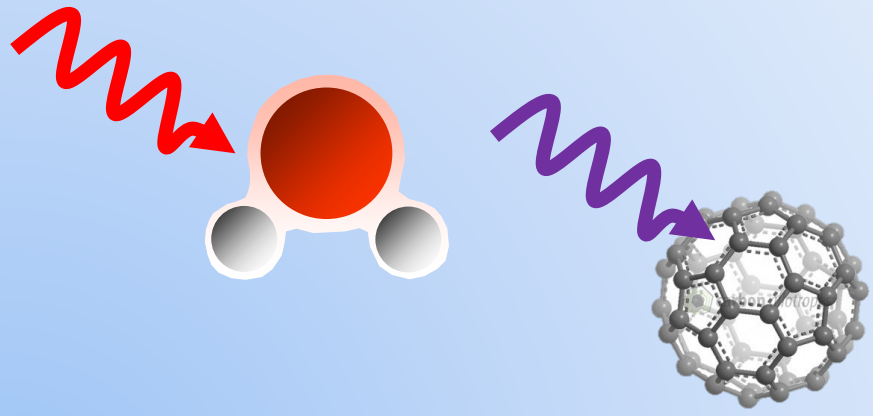
Molécules dans l'univers

Xavier MICHAUT
Mathieu BERTIN
Géraldine FERAUD

Laboratoire d'Etudes du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique et Atmosphères (LERMA)
Tour 32-33 3ème étage

© David Lindemann

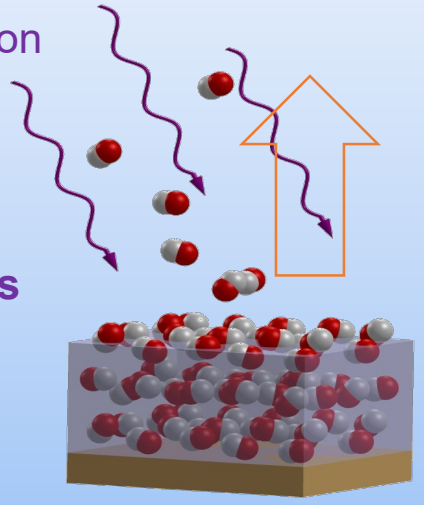
Comportement de la matière moléculaire sous l'action du rayonnement (IR-UV-X)
Etudes de processus fondamentaux en physique moléculaire



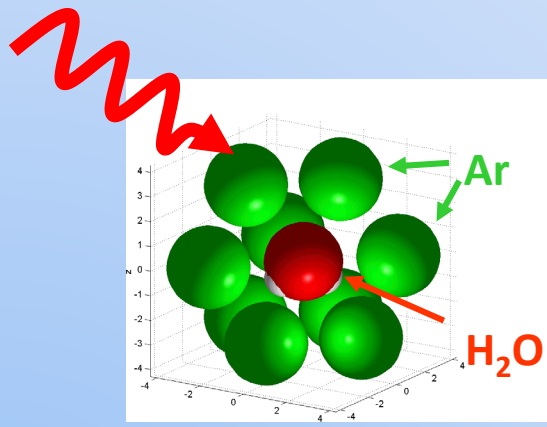
Phase gazeuse – molécules isolées

VUV radiation

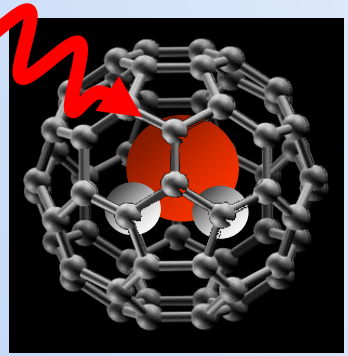
Photo – desorption des glaces moléculaires



Interface solide-gaz



Solides de gaz rare
4 K – 30 K

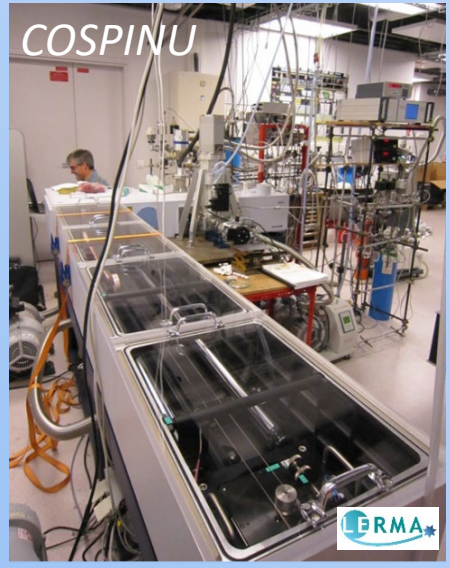


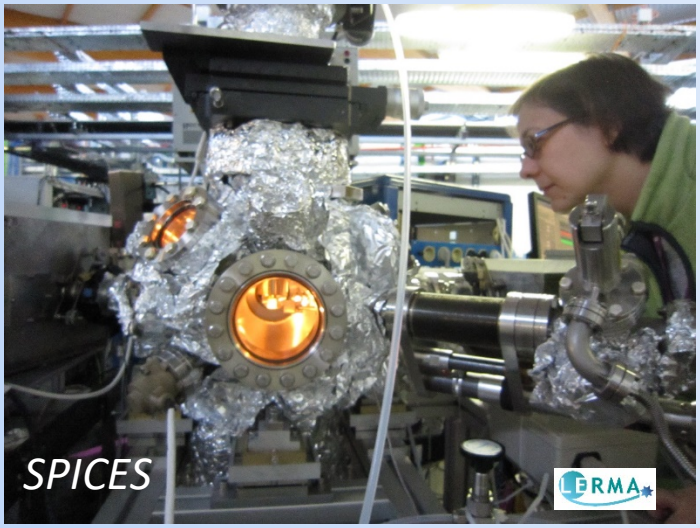
Fullerènes
4 K – 296 K

Phase solide

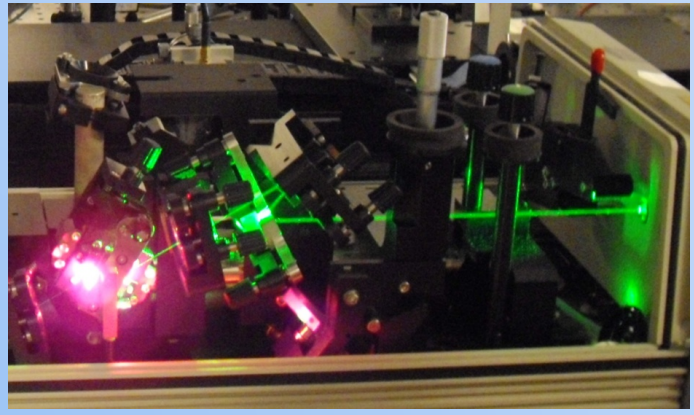
Comportement de la matière moléculaire sous l'action du rayonnement (IR-UV-X)

Expériences dédiées sous ultra-vide





Sources de rayonnement variées

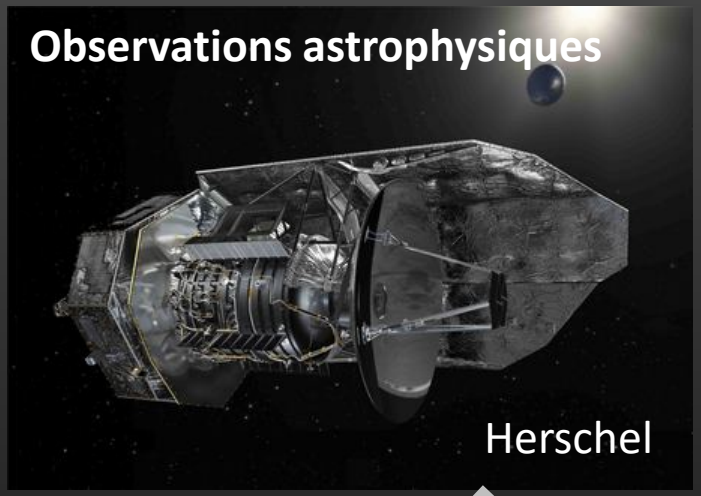


Au laboratoire

Sur grand instrument

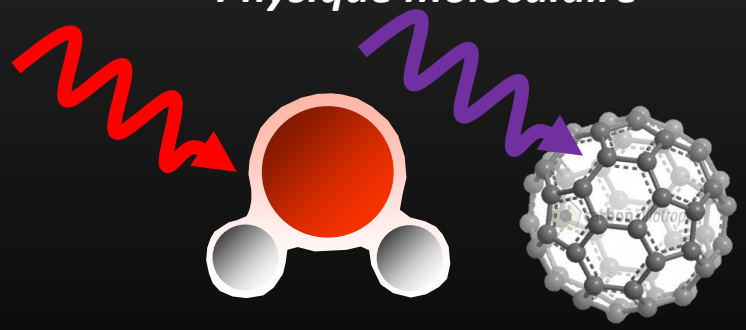
Interaction lumière matière dans l'Univers

Observations astrophysiques



Expériences d'astrophysique de laboratoire

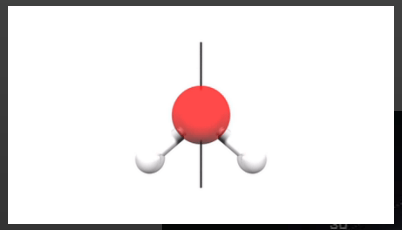
Physique moléculaire



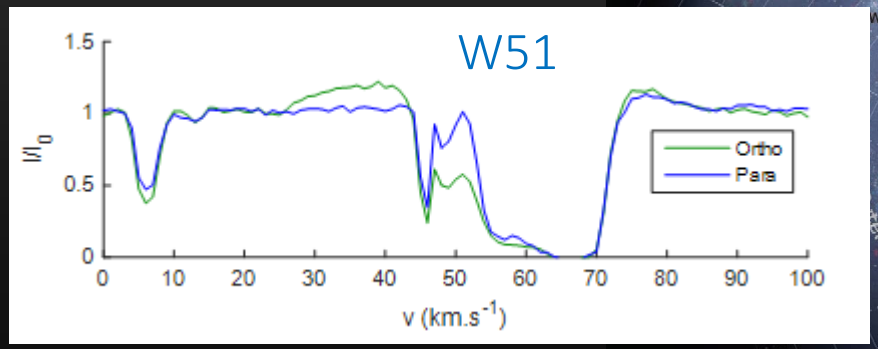
Qu'apprend-on des spectres astrophysiques?
Comment les expériences permettent-elles de mieux interpréter les spectres astrophysiques?
Comment l'interaction entre molécules et photons se traduit-elle?

1. Interaction molécules & rayonnement de faible énergie dans les régions de gaz diffus

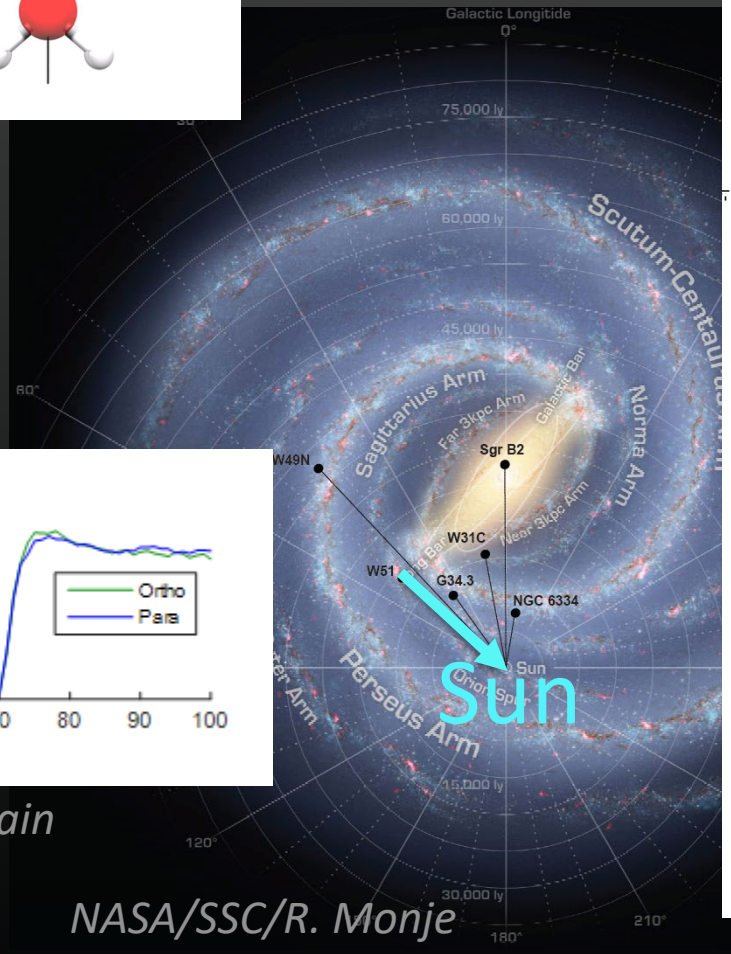
- Rotation des molécules polyatomiques



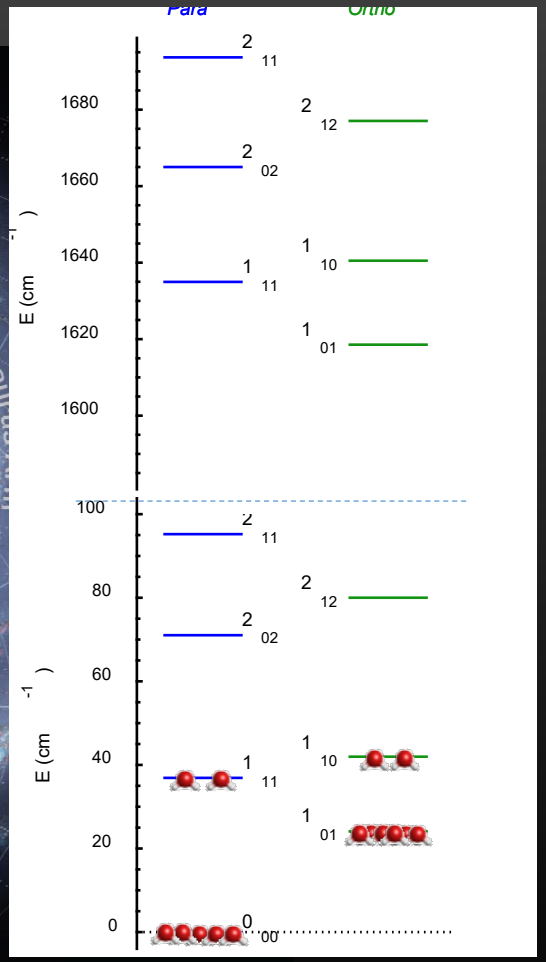
- Signatures spectrales des différentes configurations de spin nucléaire



Herschel – IR lointain



NASA/SSC/R. Monje



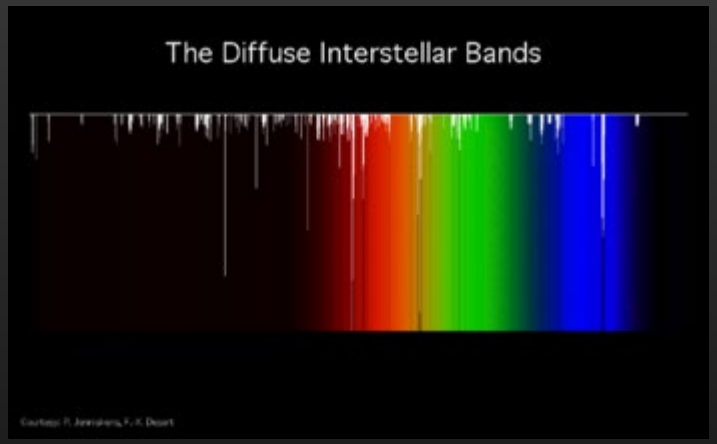
Niveaux rotationnels pour 2 configurations de spin nucléaire

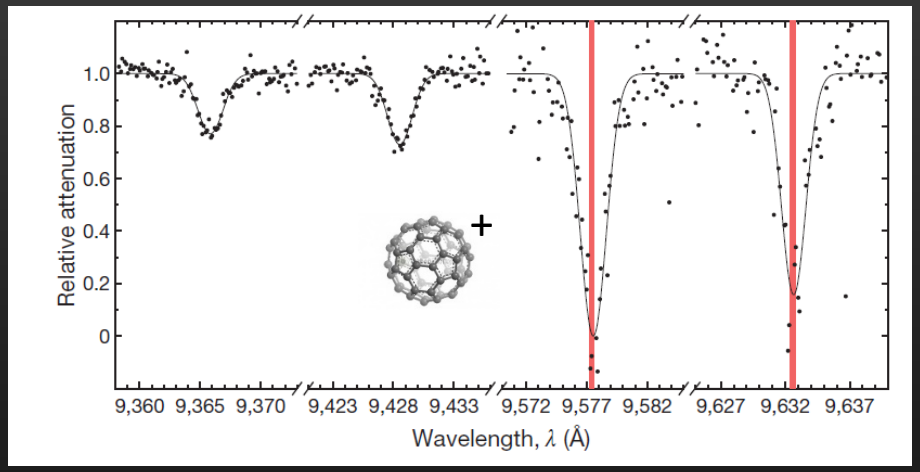
Phase gazeuse – molécules isolées - IR

2. Interaction molécules & rayonnement plus énergétique dans les régions de gaz diffus

- Observations de bandes en absorption (1922)
  Quelles molécules?

Expérience de laboratoire
Première identification en 2015!



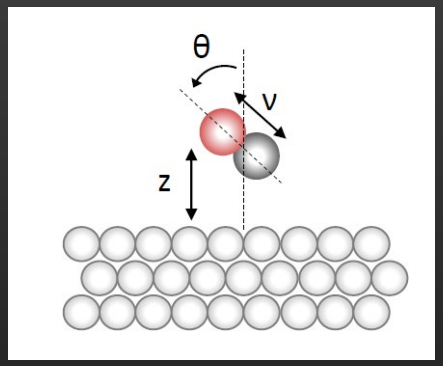


- Différents mécanismes d'émission de lumière

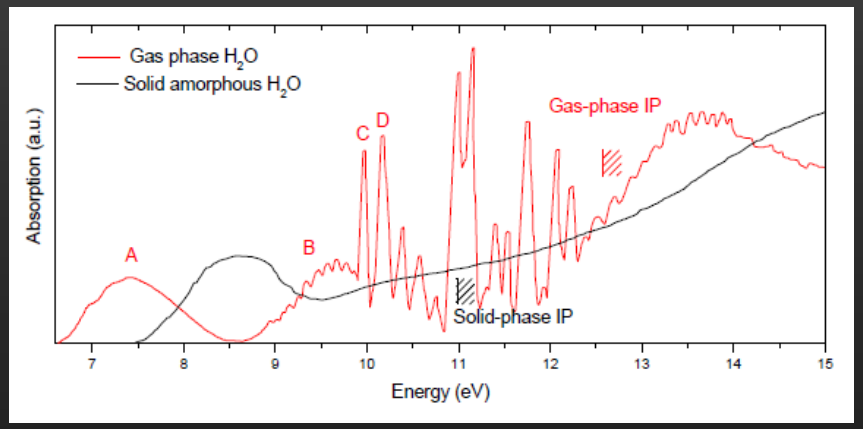
Phase gazeuse – molécules isolées – Visible-UV- X

3. Interaction molécules & rayonnement dans les milieux denses et froids

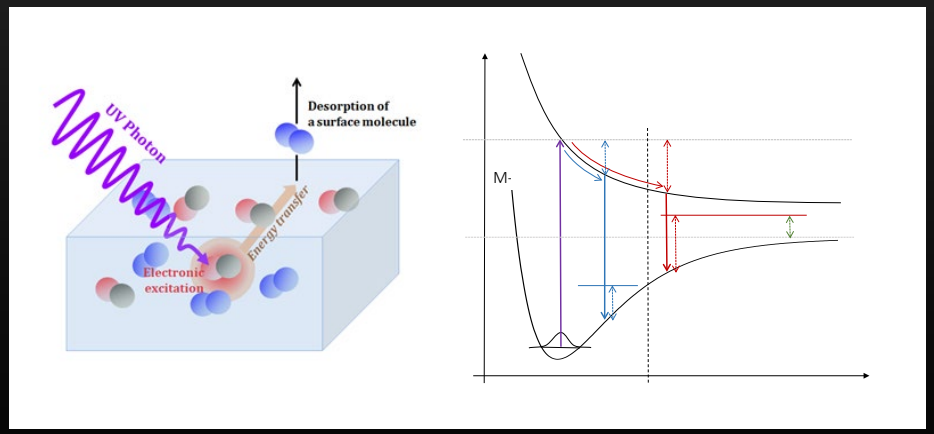
- Interactions molécules-surface et solides moléculaires



- Effets d'environnement sur les signatures spectrales



- Effets d'énergie dans les solides moléculaires et échange avec la phase gazeuse



Phase condensée – interface solide-gaz – UV - X

Molécules dans l'univers

- ✓ **Cours sur l'astrophysique (observations et expériences) et sur les questions fondamentales en physique moléculaire**
  + Accès à 2 expériences de recherche et exploitation de données
  + Analyse d'articles

1. **Introduction à l'astrophysique et rappels de physique moléculaire**
2. **Interaction molécules & rayonnement de faible énergie dans les régions de gaz diffus**
3. **Interaction molécules & rayonnement plus énergétiques dans les régions de gaz diffus**
4. **Interaction molécules & rayonnement dans les milieux denses et froids**

- ✓ **Illustration au cours de 2 séances de Travaux sur les expériences SPICES et COSPINU**
- ✓ **Examen oral : commentaire d'article**

- ✓ **Tour 32-33 3ème étage**

Xavier MICHAUT xavier.michaut@sorbonne-universite.fr
Mathieu BERTIN

NASA, ESA, N. Smith (U. California, Berkeley) et al.,
Hubble Heritage Team (STScI/AURA)