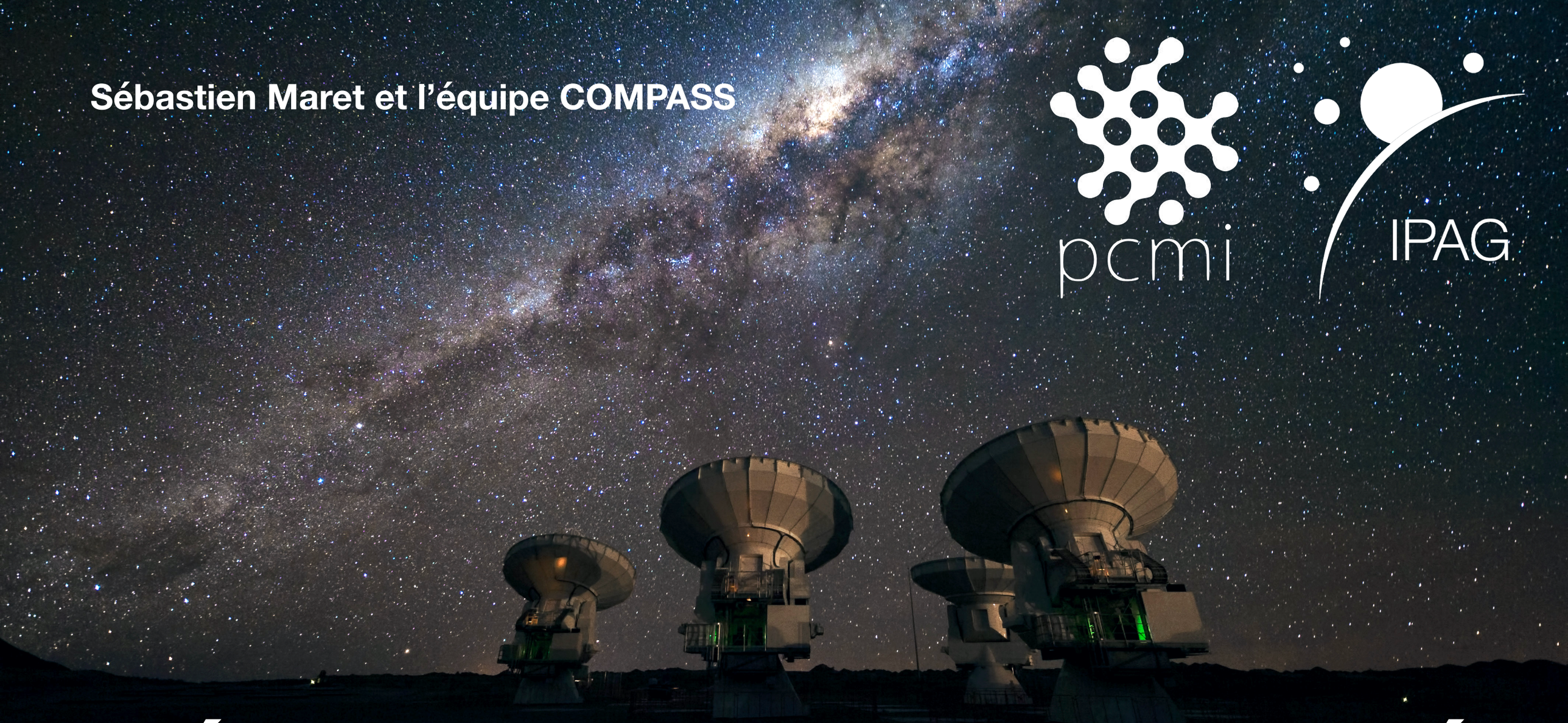
Sébastien Maret et l'équipe COMPASS



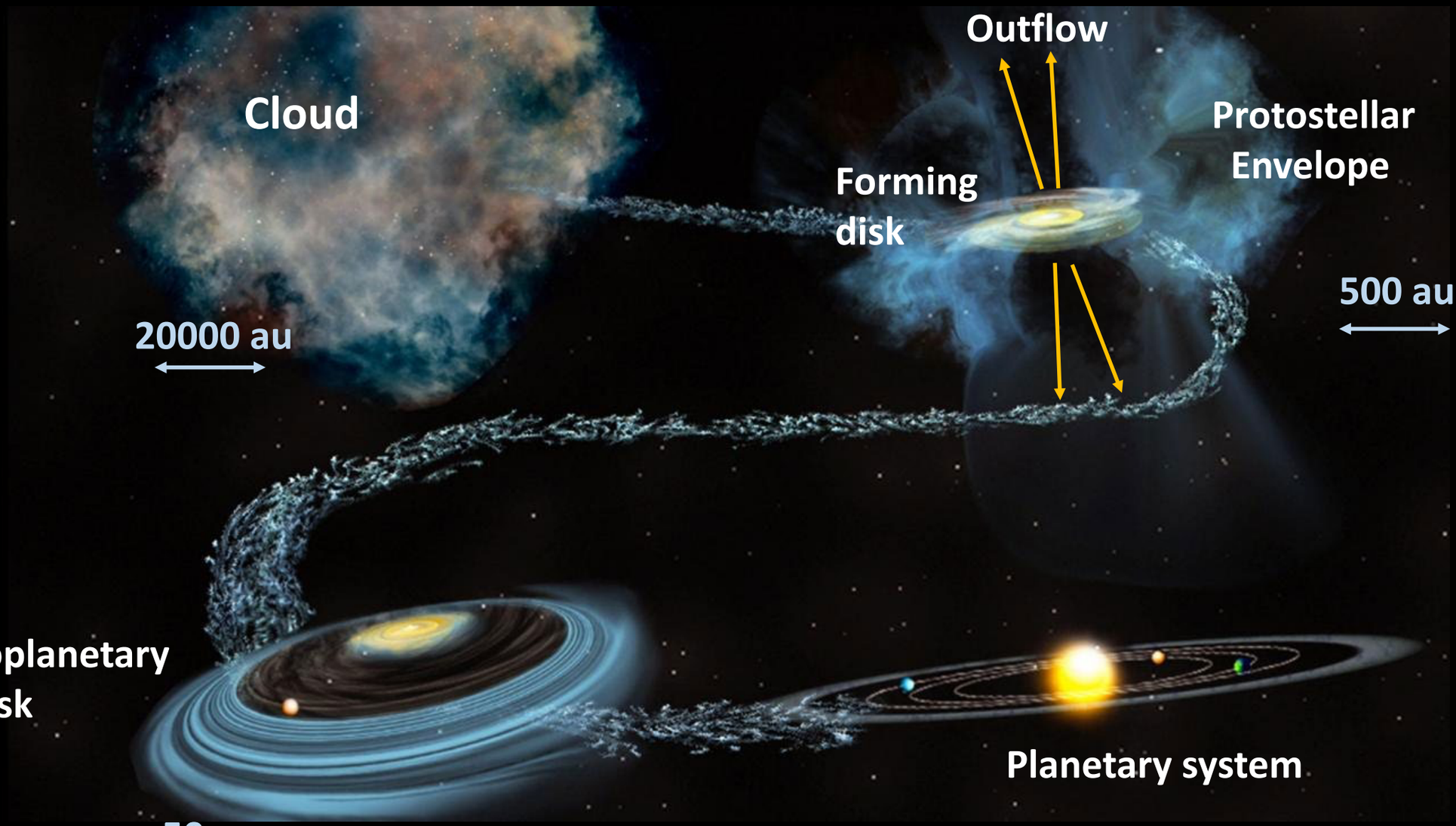
L'émergence de la complexité chimique au cours de la formation stellaire et planétaire

Premiers résultats du grand programme ALMA COMPASS

Plan de la présentation

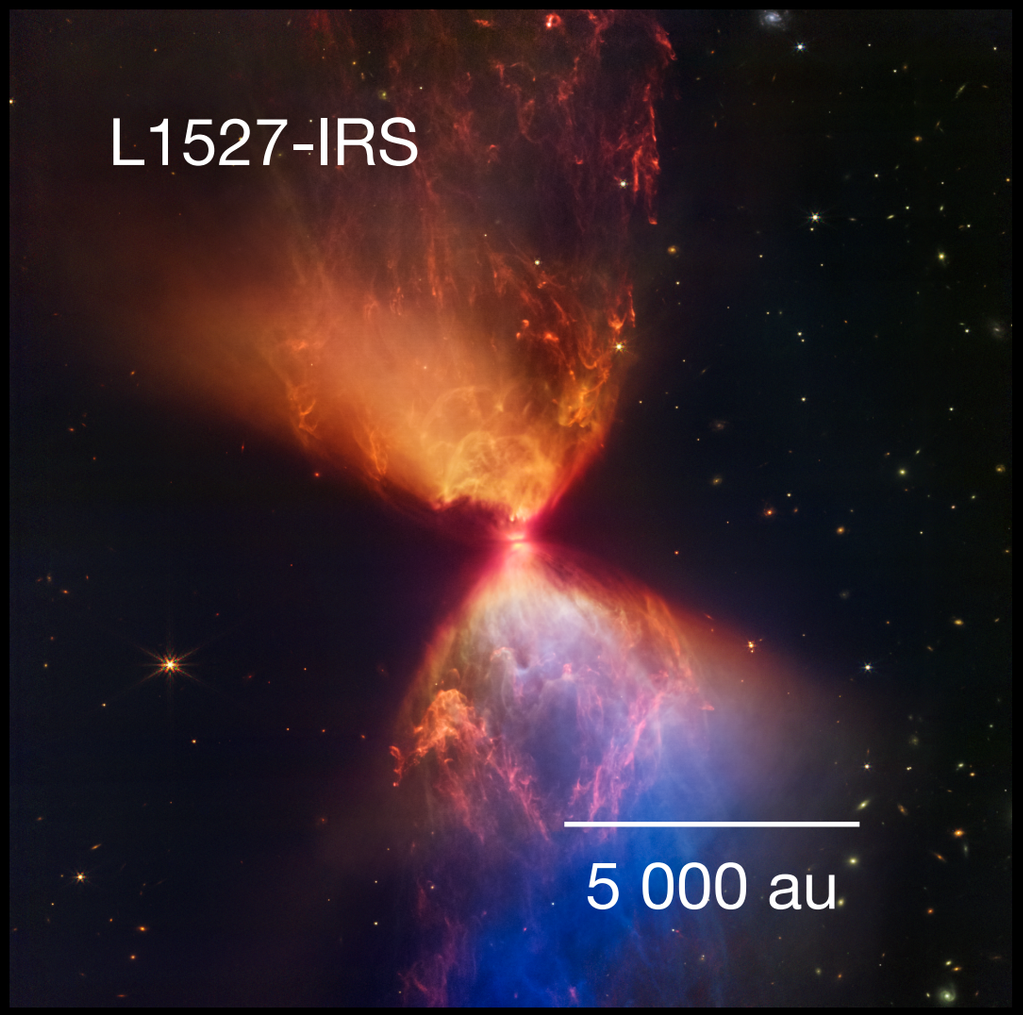
1. Formation stellaire et planétaire et héritage chimique
2. Le grand programme d’observation ALMA COMPASS
3. Premiers résultats du programme
4. Perspectives : observations JWST et améliorations futures de de NOEMA et d’ALMA

Formation stellaire et planétaire et héritage chimique

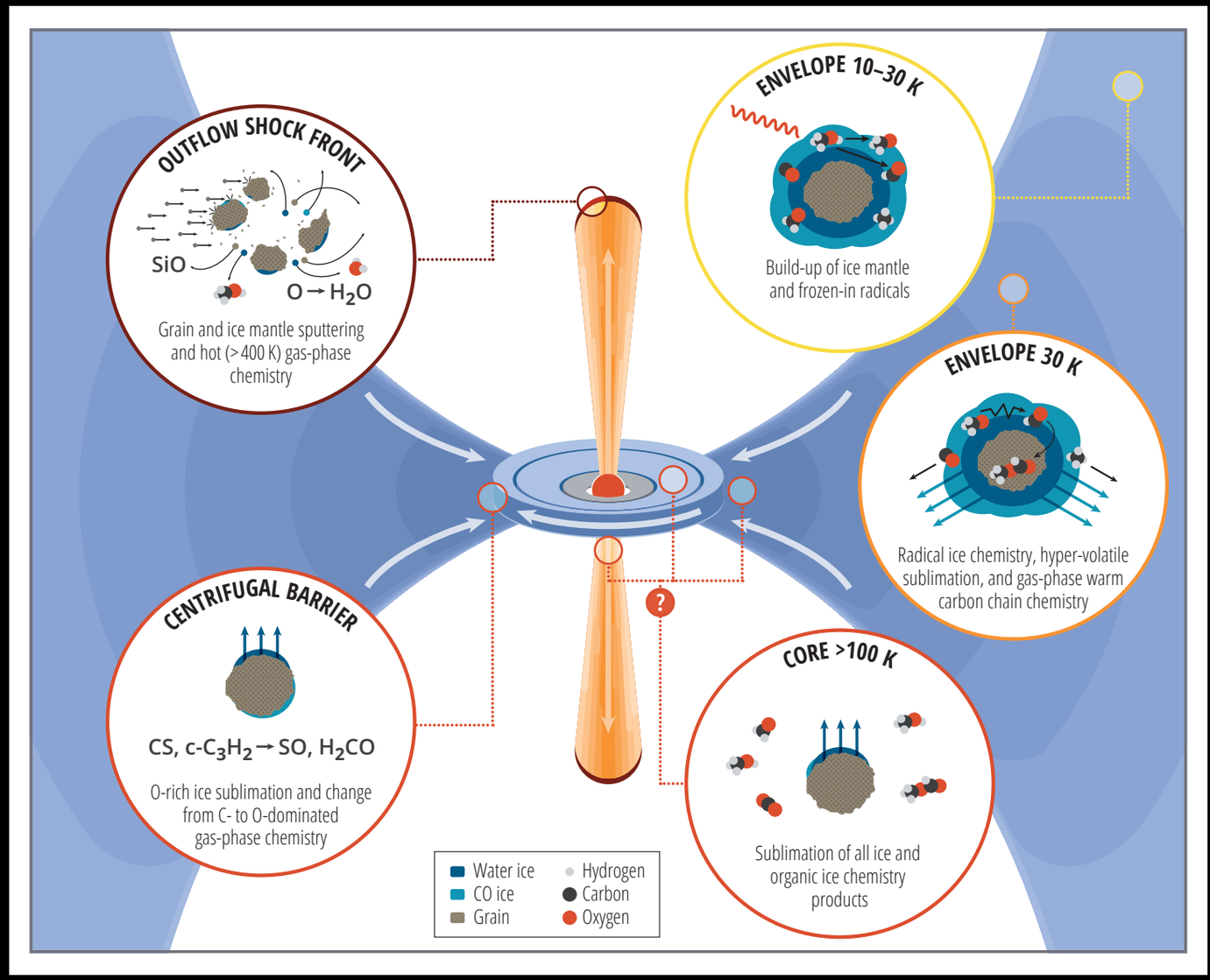


Credit: Bill Saxton, NRAO/AUI/NSF

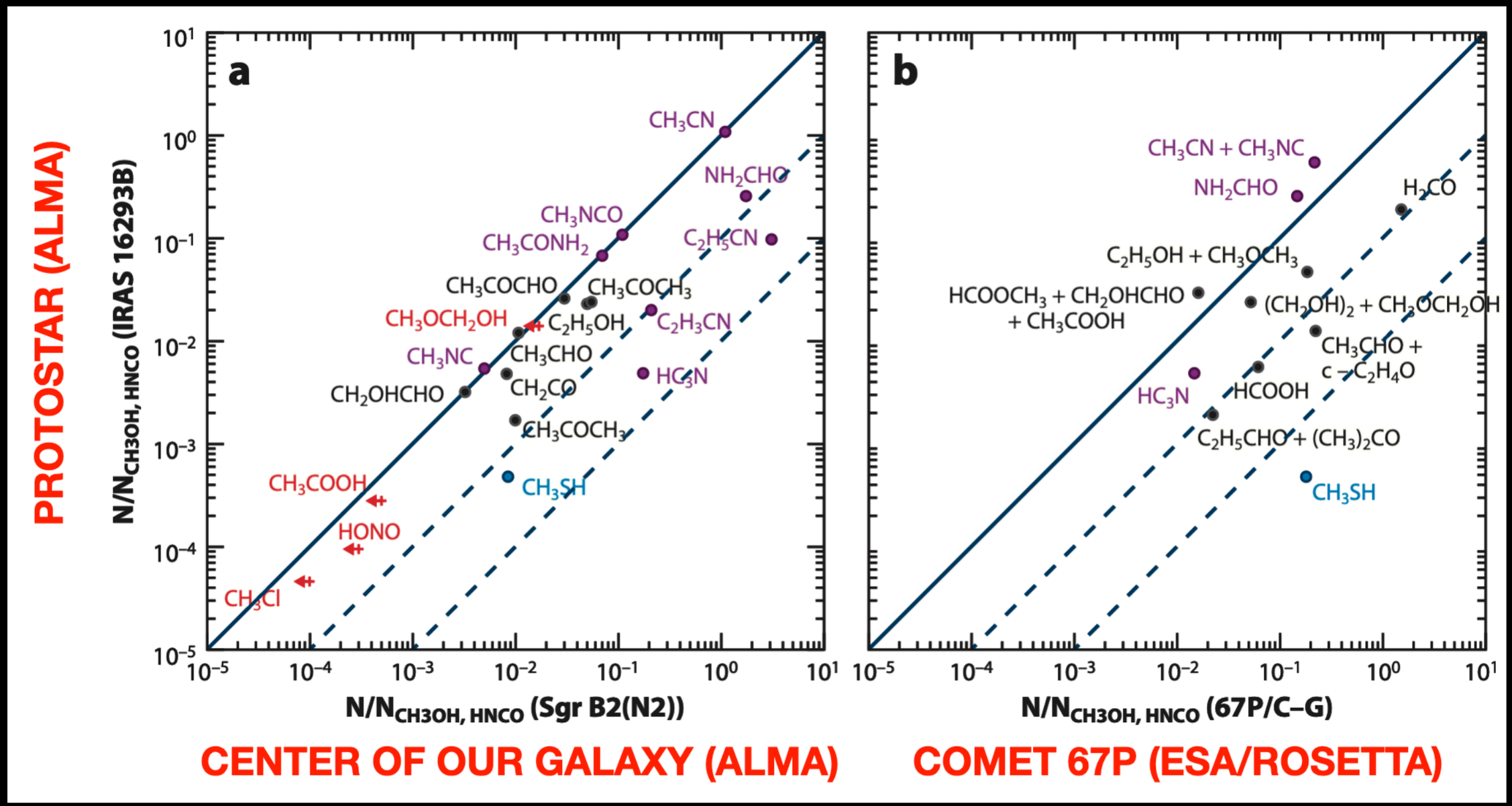
van Dishoeck & Bergin (2021)



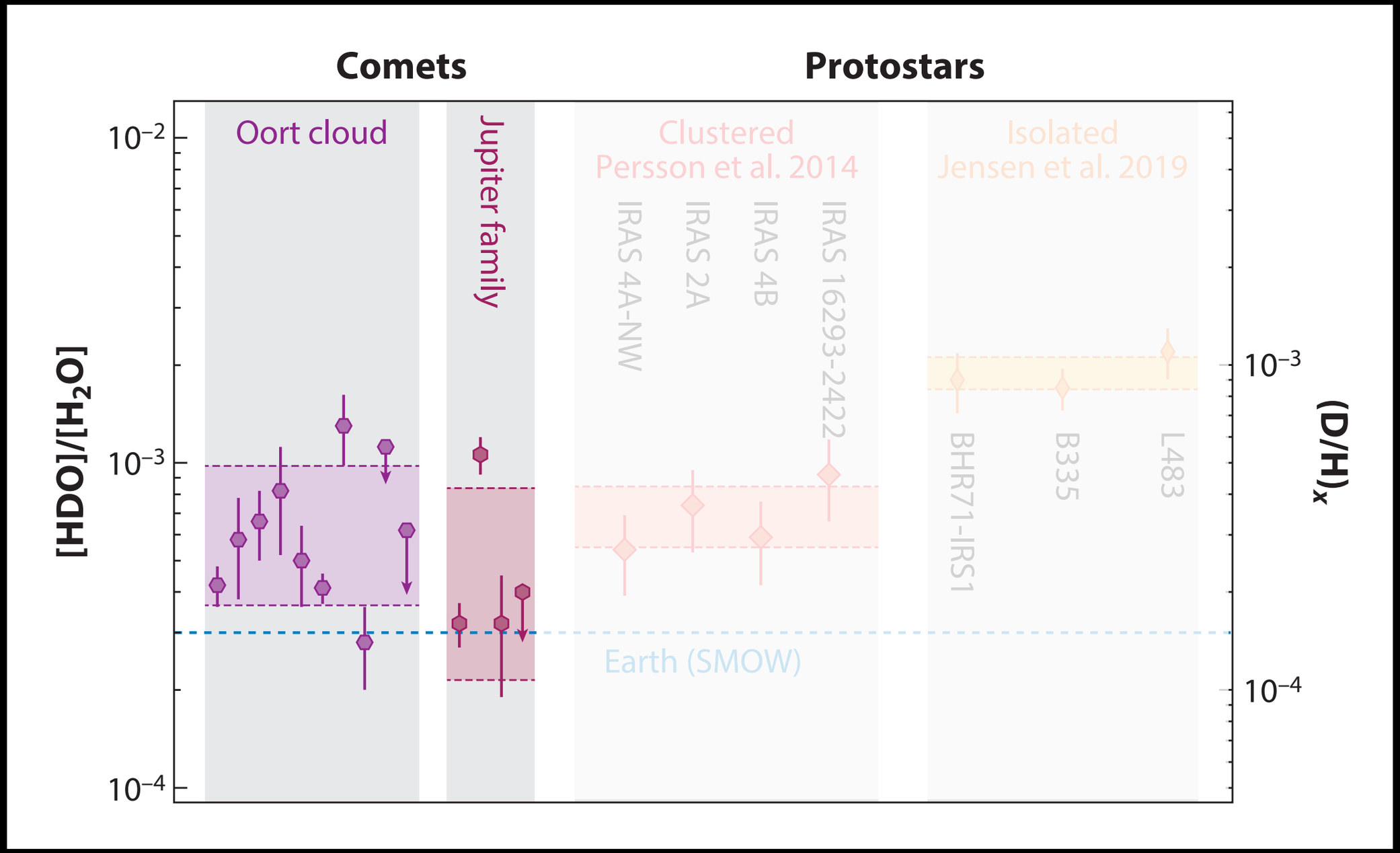
Crédit: NASA, ESA, CSA, and STScI



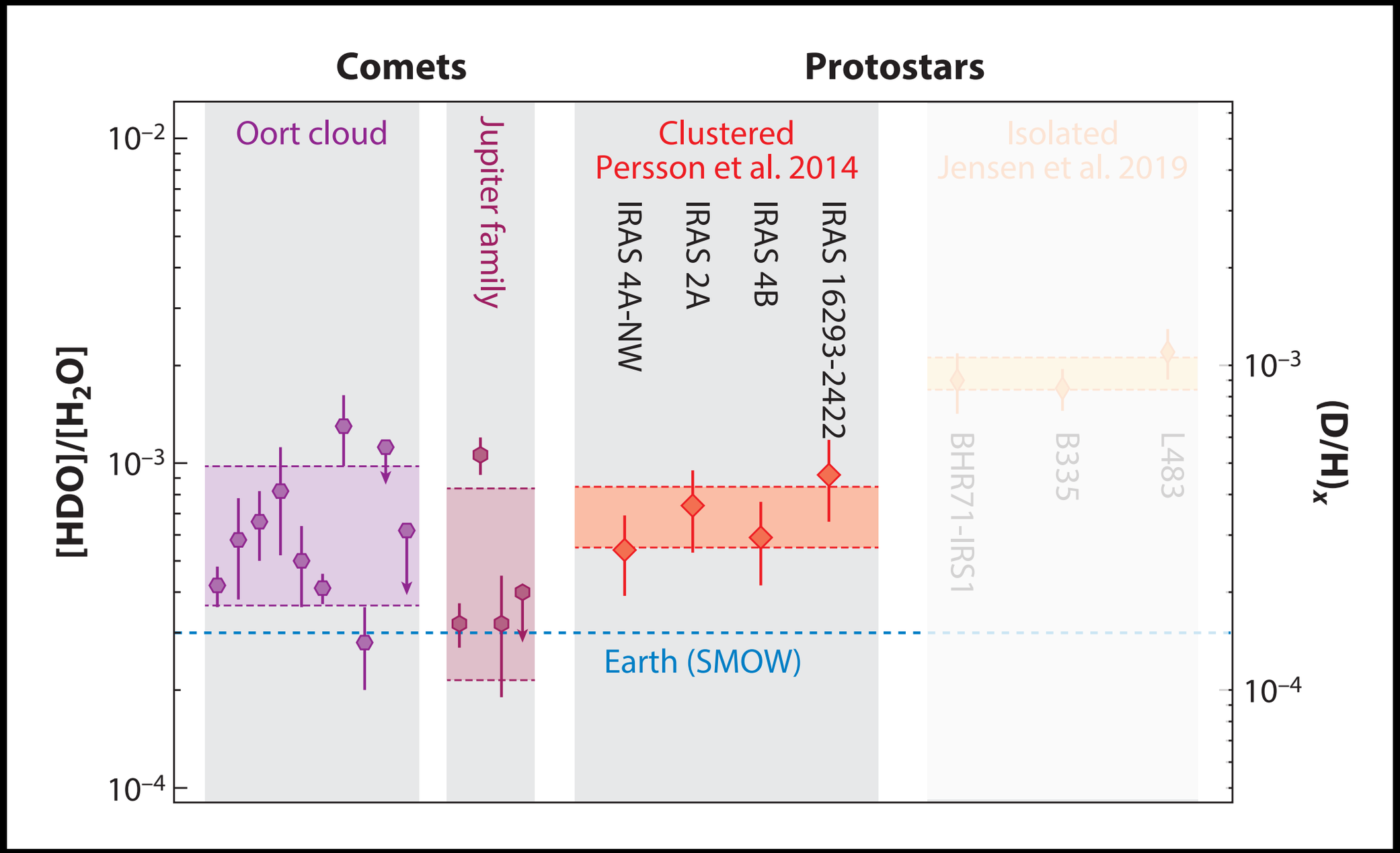
Öberg & Bergin (2021)



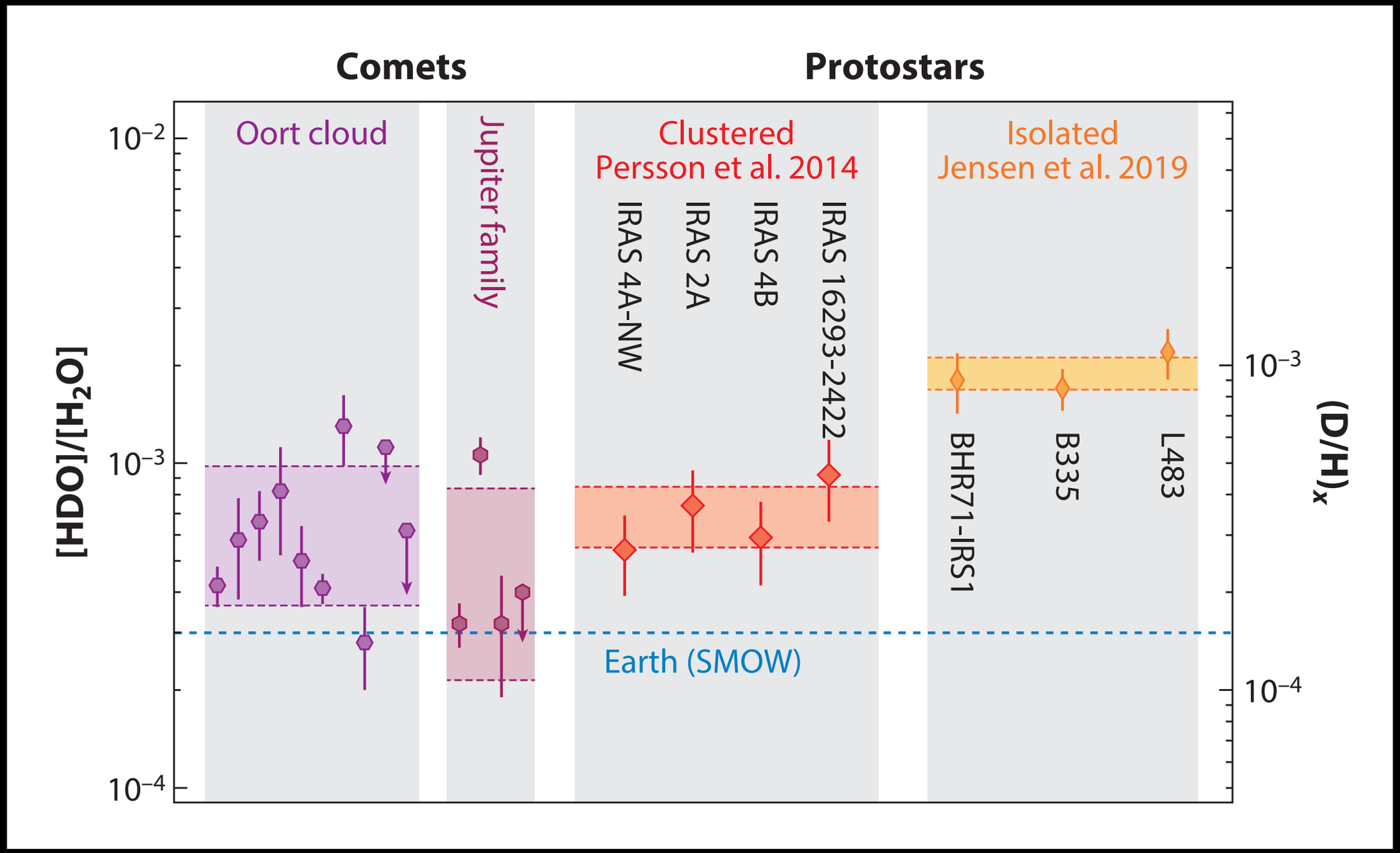
Jørgensen al. (2020)



Jensen al. (2019)



Jensen al. (2019)



Jensen al. (2019)

Le grand programme COMPASS

- Programme ALMA cycle 9: *Complex Organic Molecules in Protostars from ALMA Spectral Surveys (PI Jørgensen)*
- Relevé spectral non biaisé de 11 protoétoiles de type solaire proches (< 450 pc) avec un coeur chaud (*hot-corino)*
- Sources à des états d'évolution divers, et dans des environnements variés (amas et régions isolées)
- 125 h d'observations avec ALMA.

Serpens Main

SMM1−a

Emb 11 W

Serpens South

MM18a

Perseus

SVS13a

IRAS4A

Orion A

HOPS 108

V883−Ori

Orion B

HOPS 373

Taurus

L1551−IRS5

Oph

I16293

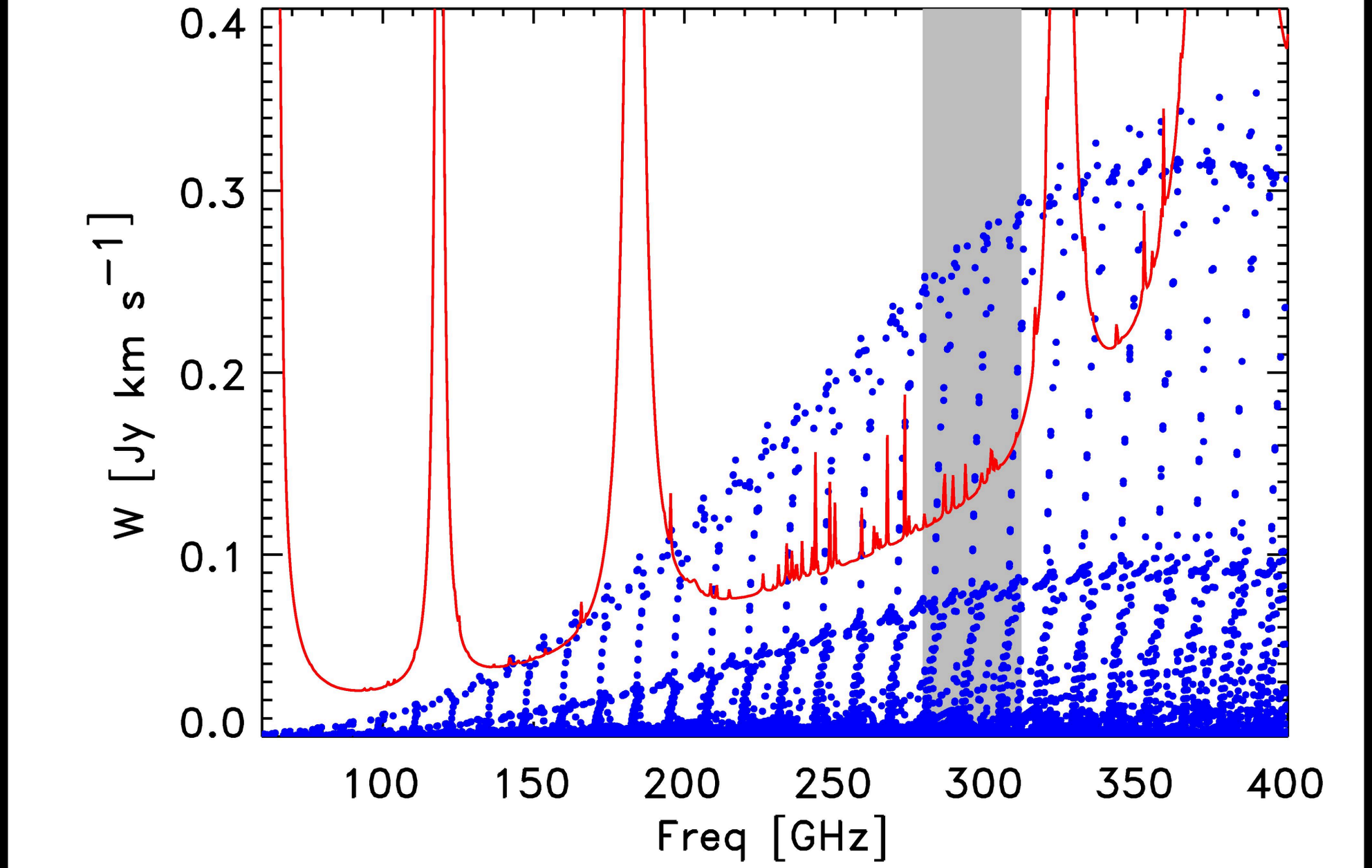
BHR71 x 4

IRS1

B335 x 4

B335

Jørgensen et al., COMPASS I (2026)

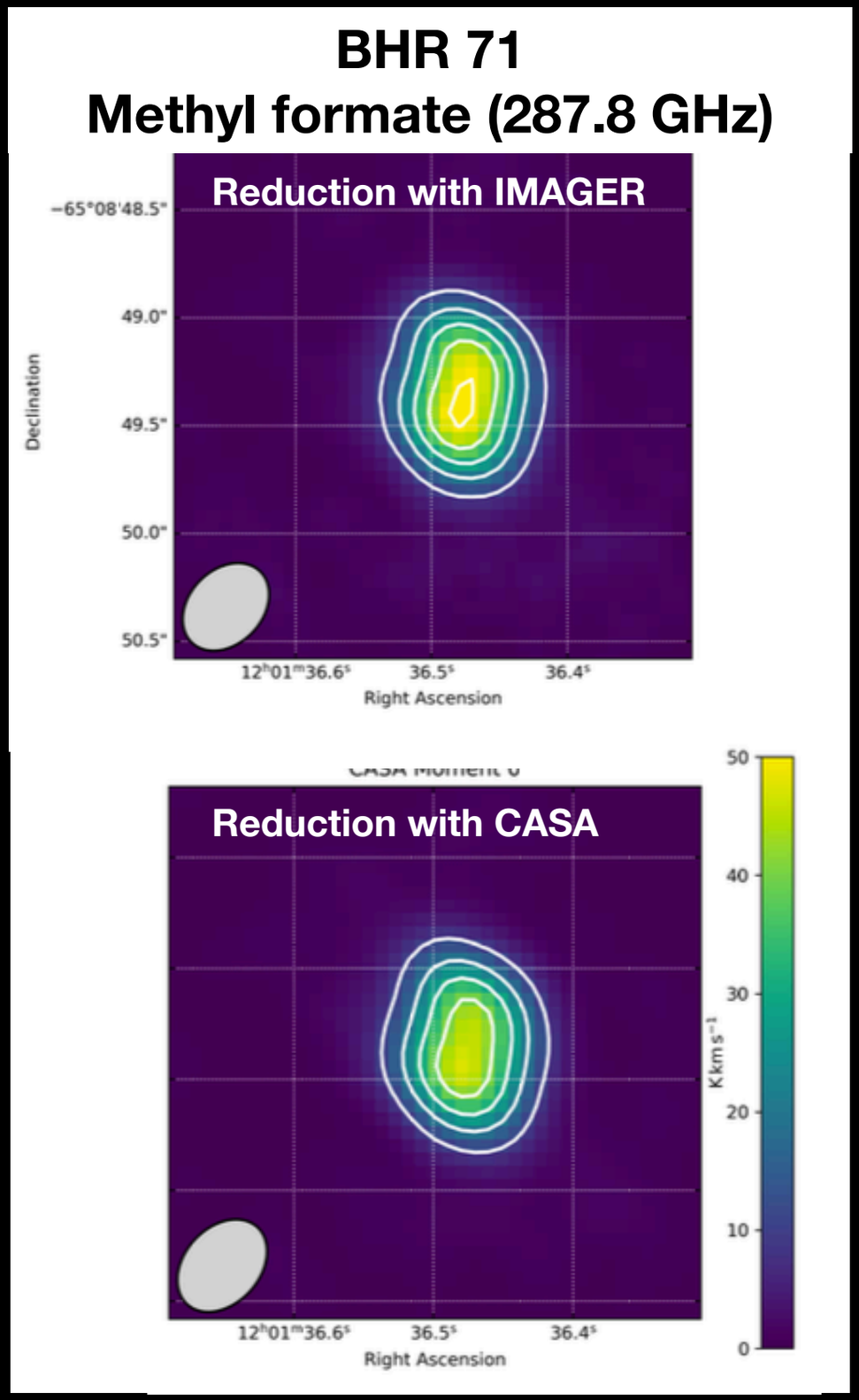


Jørgensen et al., COMPASS I (2026)

- Relevé complet entre 279 et 312 GHz (bande 7) à 0.5 km/s de résolution

Le défi de la réduction des données

- Le volume des données (140 000 canaux, 35 Tb) a posé un défi pour la réduction.
- Nous avons développé un *pipeline* de réduction de données basé sur le logiciel IMAGER.
- Comparaison avec le logiciel standard (CASA): résultats similaires, mais IMAGER est x20 plus rapide.
- Réduction effectué dans le mésocentre Gricad.

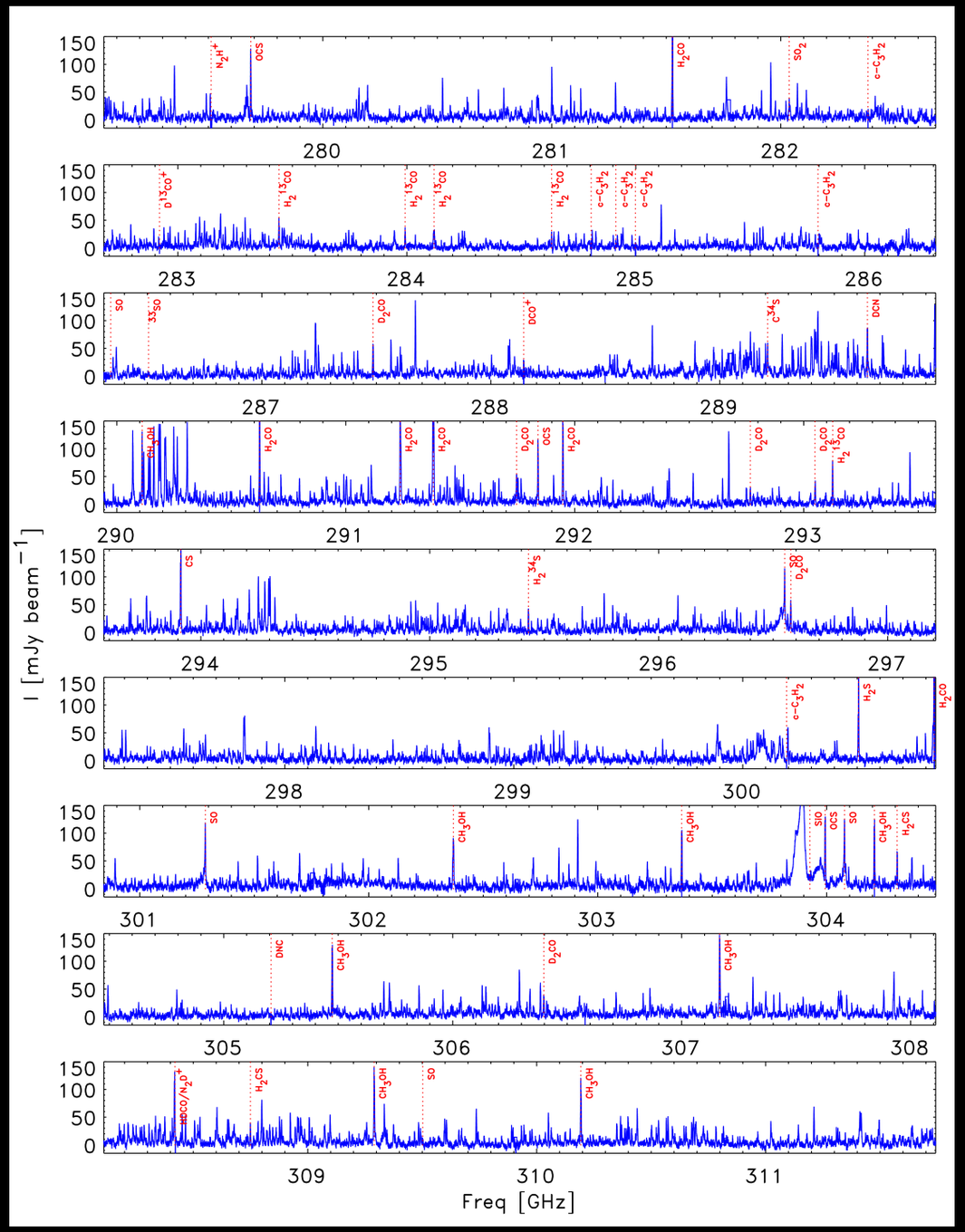


Plunkett, Maret et al., COMPASS II (2026)

Premiers résultats

Le spectre de BHR 71

- Des centaines de raies sont détectées
- Des spectres très prometteurs mais aussi difficiles à analyser !
- Besoin d'outils d'analyse automatisés.

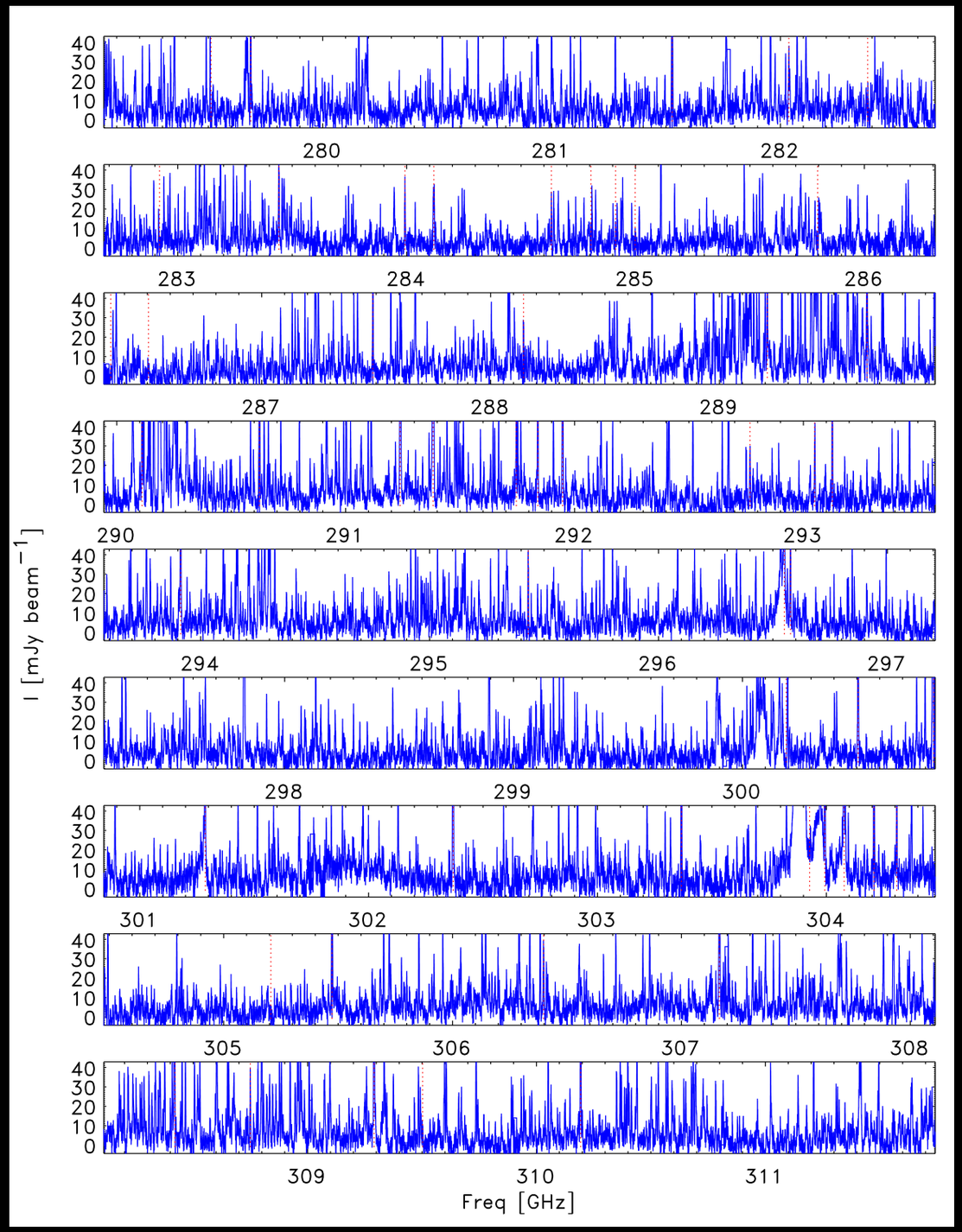


Jørgensen et al., COMPASS I (2026)

Premiers résultats

Le spectre de BHR 71

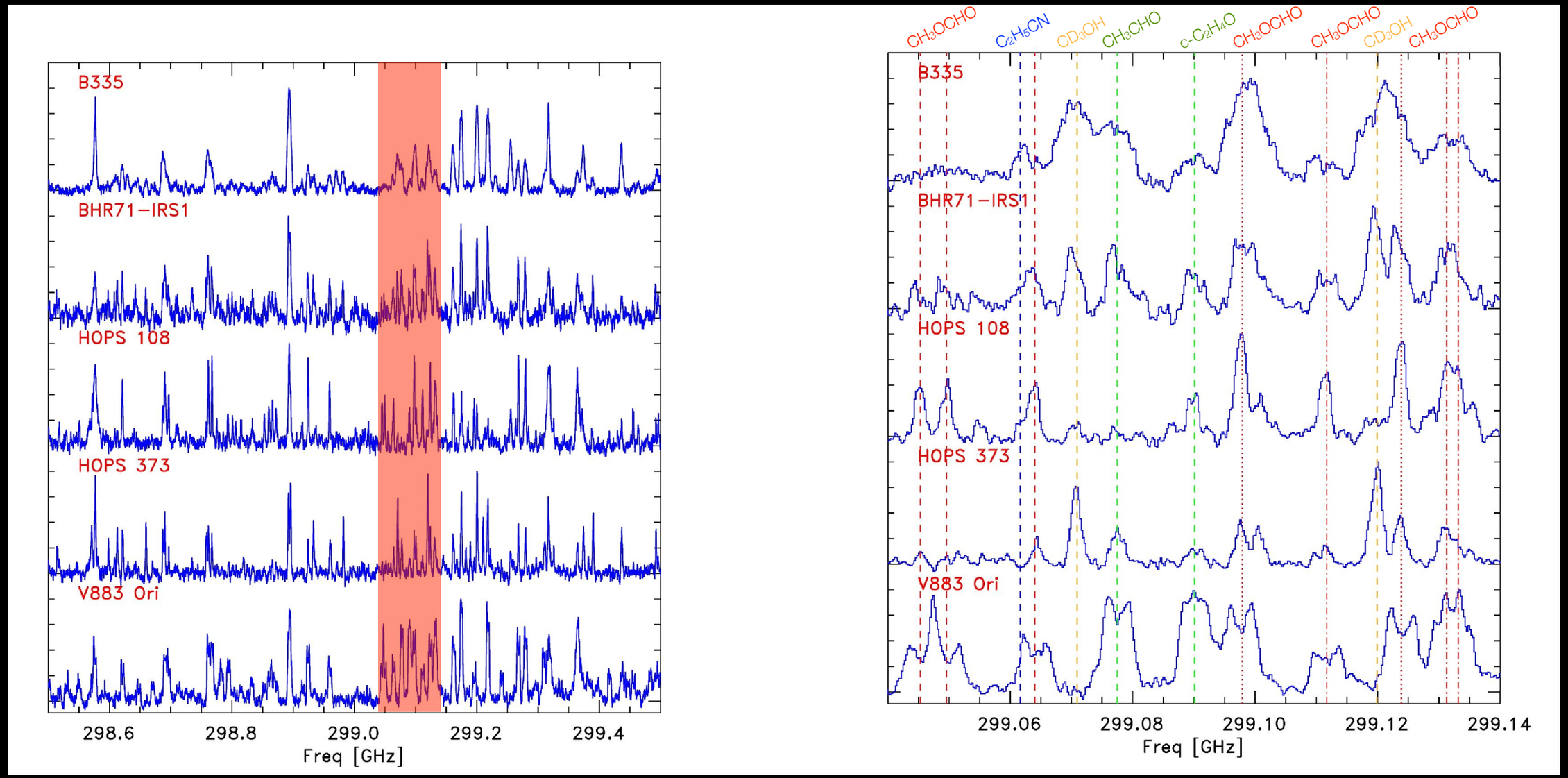
- Des centaines de raies sont détectées
- Des spectres très prometteurs mais aussi difficiles à analyser !
- Besoin d'outils d'analyse automatisés.



Jørgensen et al., COMPASS I (2026)

Premiers résultats

Comparaison de 5 sources aux mêmes fréquences



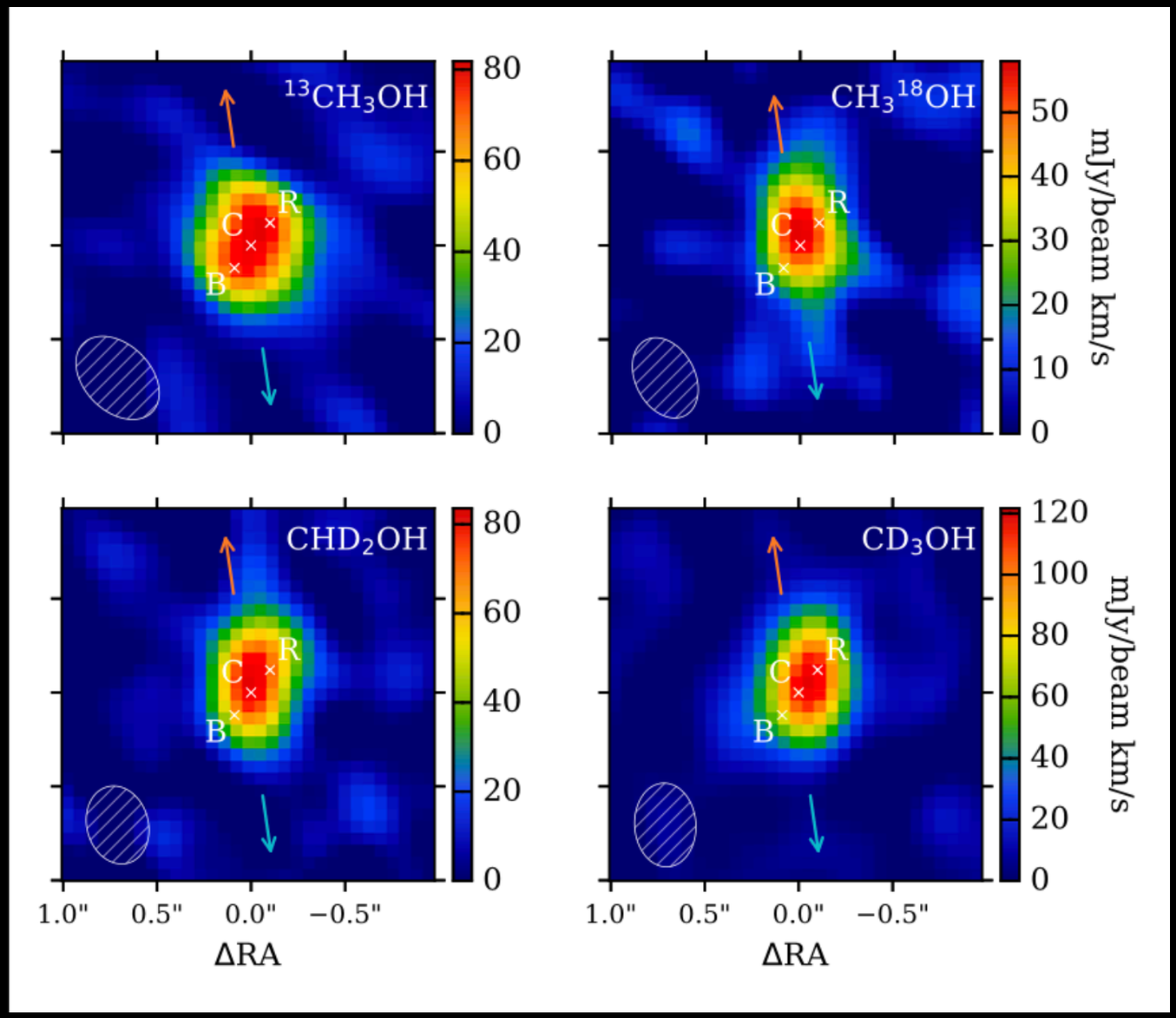
Jørgensen et al., COMPASS I (2026)

Premiers résultats

Emission du méthanol dans BHR 71

- Détection de nombreuses raies du méthanol et de ses isotopologues (^{13}C, ^{18}O et D).

- Emission compacte: provient probablement de l'évaporation des manteaux de glace des grains.

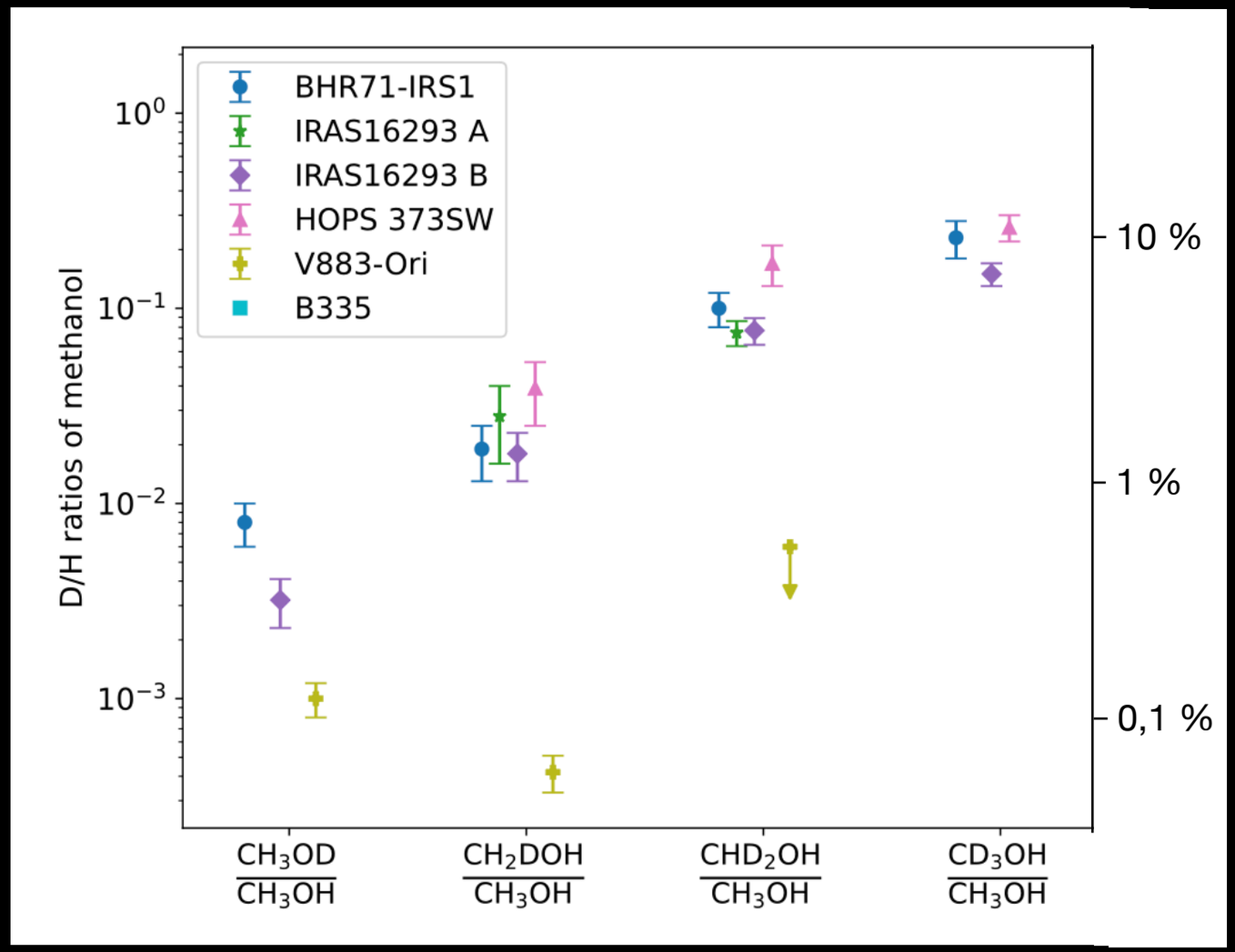


Coutens et al., COMPASS III (2026)

Premiers résultats

Deuteration du méthanol dans BHR 71

- Le rapport D/H du méthanol est très supérieur au rapport D/H élémentaire (10^{-5})
  - Plus faible dans le groupe hydroxyl (OH) que dans le groupe méthyl (CH_3)
  - Augmente avec le nombre de D dans le groupe méthyl.
- Probablement un résultat de la chimie à la surface des grains.



Coutens et al., COMPASS III (2026)

Perspectives

Observations JWST et ACA

- Cartographie des la glaces via des mesures d’absorption des étoiles d’arrière plan avec le JWST.
- Programme JWST Cycle 3 d'environ 70 heures.
- Cartographie du gaz froid avec le ALMA compact array (ACA)



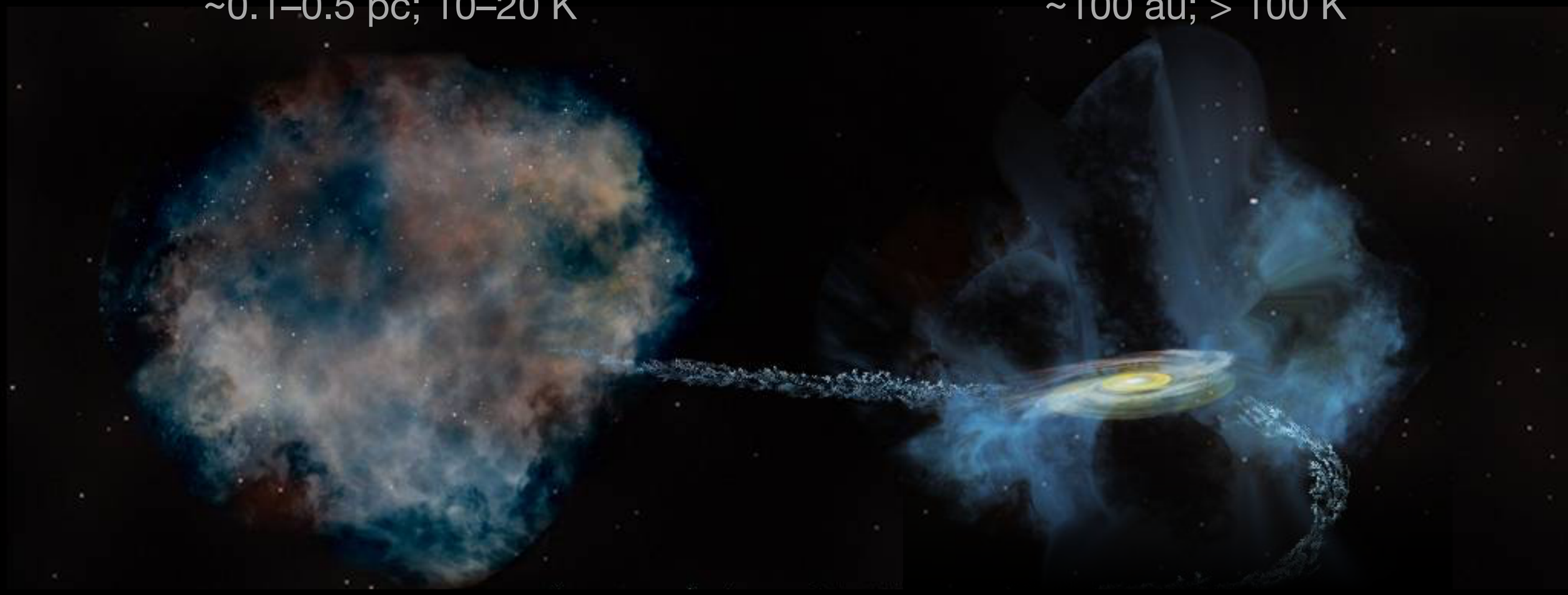
Observations NIR-Cam du Serpens

Perspectives

Vers une vue complète de la chimie protostellaire

~0.1–0.5 pc; 10–20 K

~100 au; > 100 K



Condensation des espèces simples sur les grains

Sublimation des glaces





- Améliorations attendues de NOEMA:
  - Observations multi-bande
  - Frequency cycling

- Améliorations attendues d’ALMA:
  - Wideband Sensitivity Upgrade (2030)
  - ALMA 2040





- Ces améliorations vont grandement bénéficier à l’étude de l’émergence de la complexité dans les régions de formation stellaire (meilleure statistique).

- Les volumes de données produits seront très importants; il est nécessaire de s’y préparer.