SPIDI

interactions
étoile - disque - planètes

horizon 2020

Image de couverture: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

SPIDI

star planets
inner disk interactions

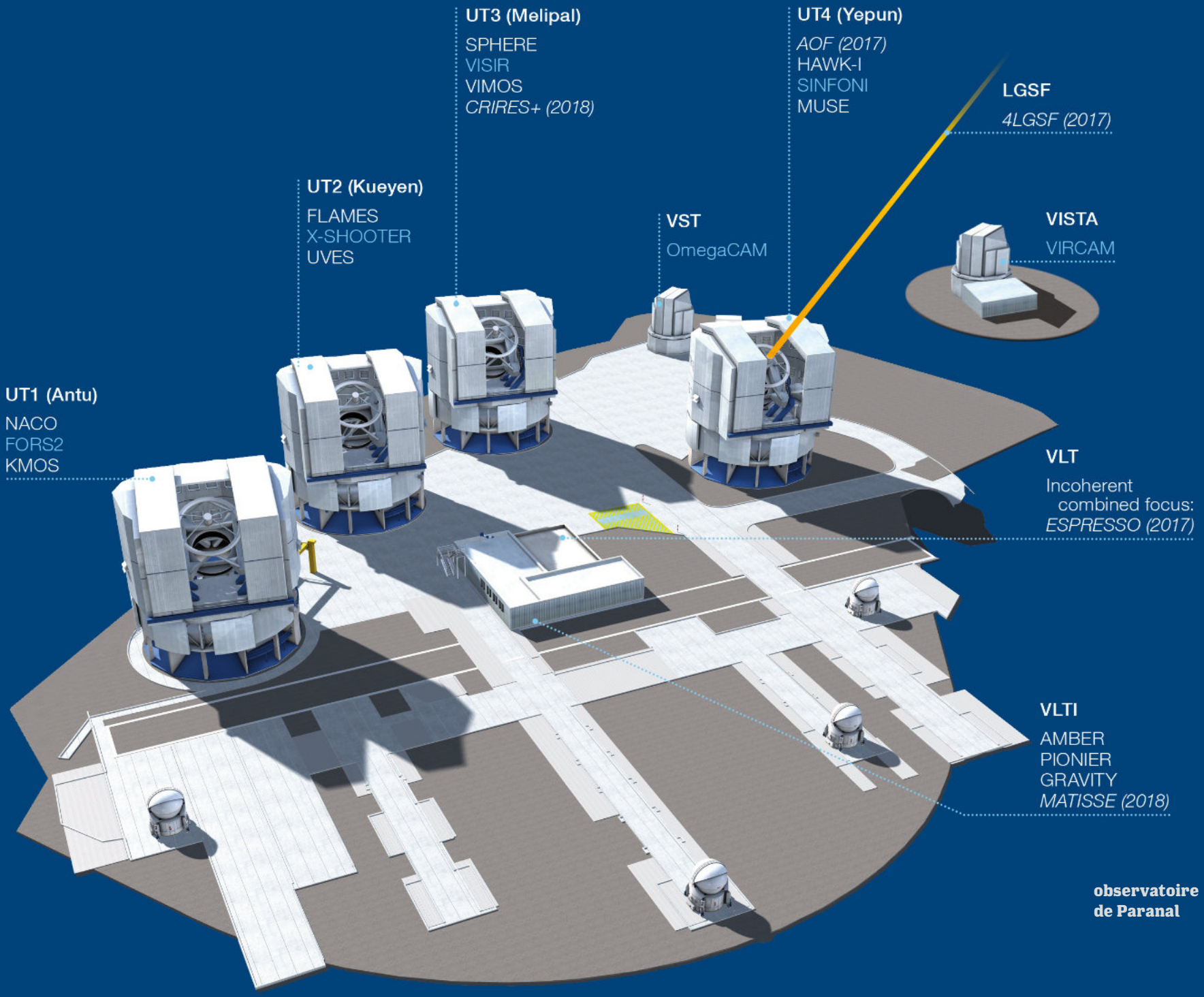
2018 – 2022

Avec plus de 2000 exoplanètes détectées autour d'étoiles proches, et plus de 4000 autres en attente de confirmation, il paraît désormais probable que la plupart des 200 milliards d'étoiles peuplant notre Galaxie abritent des systèmes planétaires.

Ces exoplanètes sont souvent situées à proximité immédiate de leur étoile-hôte, à une distance dix fois moindre que la distance Terre-Soleil. De telles super-Terres et mini-Neptunes décrivent ainsi leur orbite en quelques jours seulement, bien plus vite que la danse annuelle de la Terre autour du Soleil.

Comment ces planètes à très courte période, si différentes de celles constituant notre Système Solaire, se sont-elles formées? Ont-elles germé dans la région interne du disque de gaz et de poussière qui entoure l'étoile à sa naissance? Ou bien sont-elles apparues dans les régions périphériques pour dériver ensuite, lentement, à proximité de l'étoile? À quel moment tout cela s'est-il passé?

Afin de mieux cerner leur origine, et comprendre la nôtre, il est nécessaire de détecter les exoplanètes à un âge précoce, lorsqu'elles sont encore enfouies dans le disque circumstellaire qui les voit naître. Tel est l'objectif du projet SPIDI.



ESO/VLTI

observatoire de Paranal

système stellaire
en pleine activité

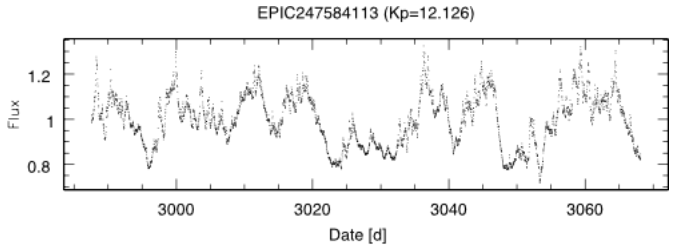
NRAO (visualisation)

le défi

Avez-vous déjà tenté d'écouter Sibelius à coté d'un marteau-piqueur? Les jeunes étoiles sont extrêmement actives, et leurs sautes d'humeur rendent difficile la détection de signatures spécifiques qui pourraient trahir la présence discrète d'une planète naissante à leur coté.

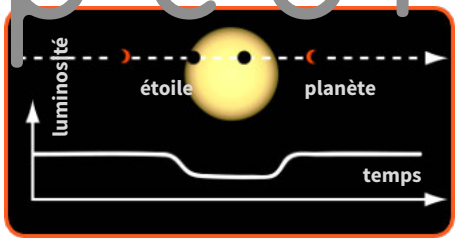
L'extraction d'un signal planétaire noyé dans les remous de l'activité stellaire est un véritable défi. Il est nécessaire de combiner différentes approches observationnelles—portées sur les plus grands télescopes et adossées à des modèles numériques calculés sur les ordinateurs les plus puissants.

Ce projet novateur et ambitieux a reçu le soutien financier du Conseil Européen de la Recherche (ERC) sous les auspices du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne.

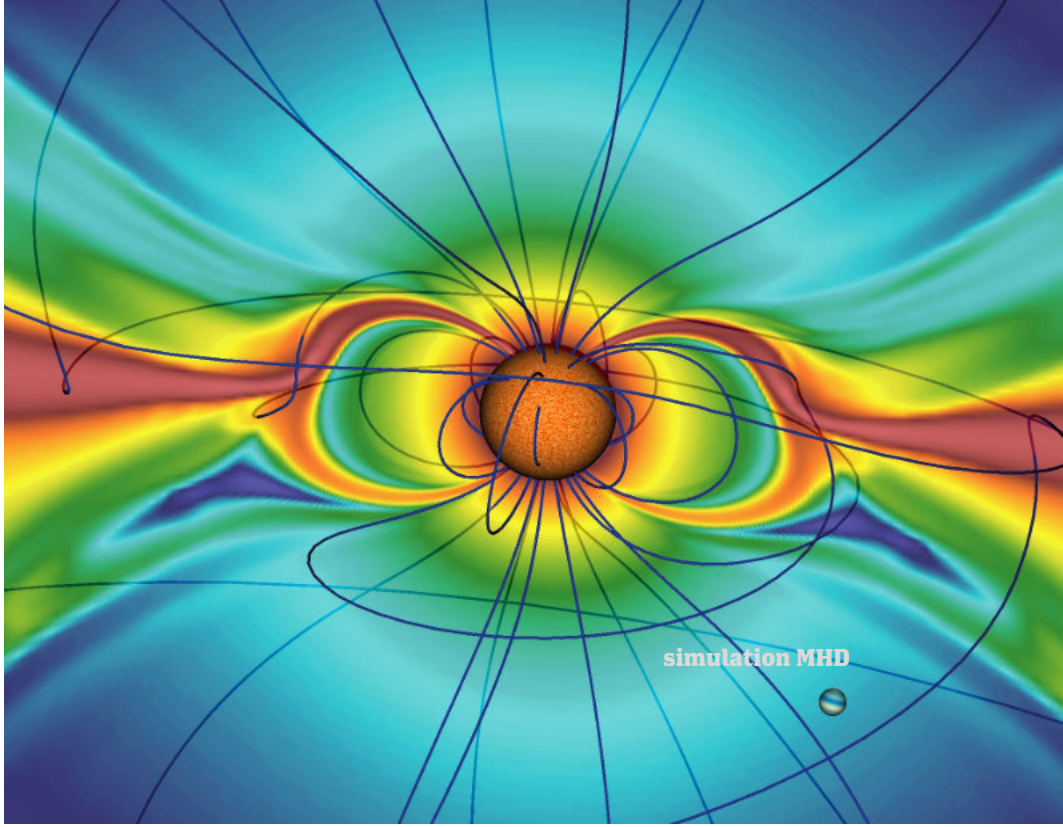


courbe de lumière

approche complexe



transit planétaire



l'enjeu

Malgré leurs puissants yeux de géants, les meilleurs télescopes terrestres ou spatiaux parviennent tout juste à distinguer les régions intérieures des disques circumstellaires, là où gravitent les planètes naissantes à courte période.

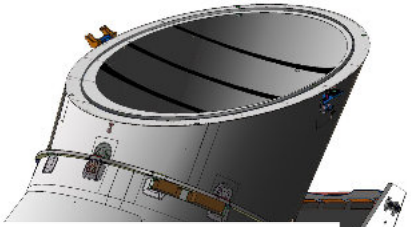
Les étoiles sont bien trop éloignées pour que nous puissions sonder directement leur environnement immédiat. Reste donc à trouver d'autres méthodes, indirectes, qui nous permettront de mieux comprendre ce qu'il s'y passe.

Cl. Zanni/G. Pantolmos

“il a fallu
13.8 milliards d’ans
pour que les atomes
constituant mon
enveloppe physique
(ce point d’entrée
personnel
dans l’univers)
s’assemblent.”

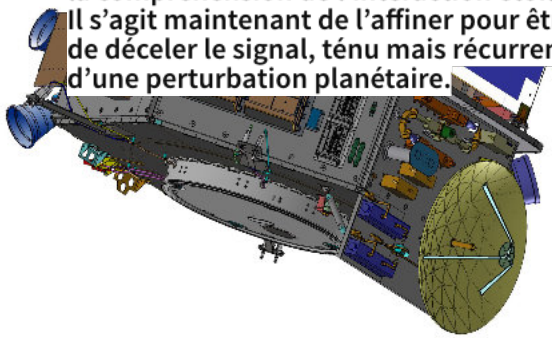
Natalie Batalha

sonder l'invisible



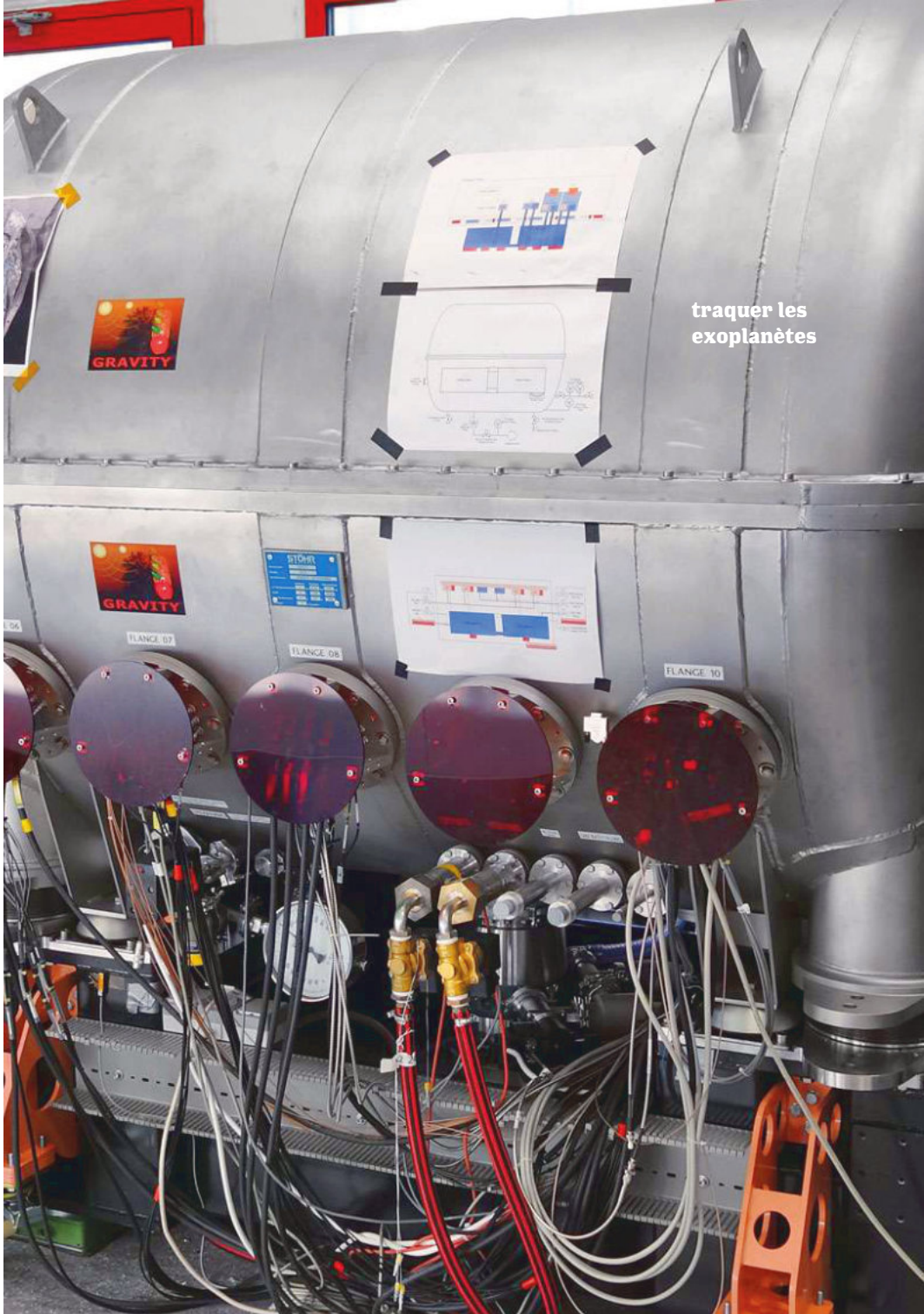
En orbite rapprochée autour de la jeune étoile, les protoplanètes interagissent avec elle (par effet de marée notamment) ainsi qu'avec le disque circumstellaire dans lequel elles sont enfouies. Si l'on ne peut détecter la planète, on peut alors tenter d'identifier les perturbations qu'elle induit sur son étoile-hôte et sur la structure du disque interne.

La stratégie adoptée consiste à enregistrer les variations de l'ensemble du système étoile-disque plus planètes potentielles, pour y rechercher la trace de leurs interactions. Cette approche "variabiliste" a déjà porté ses fruits pour améliorer la compréhension de l'interaction étoile-disque. Il s'agit maintenant de l'affiner pour être capable de déceler le signal, ténu mais récurrent, d'une perturbation planétaire.



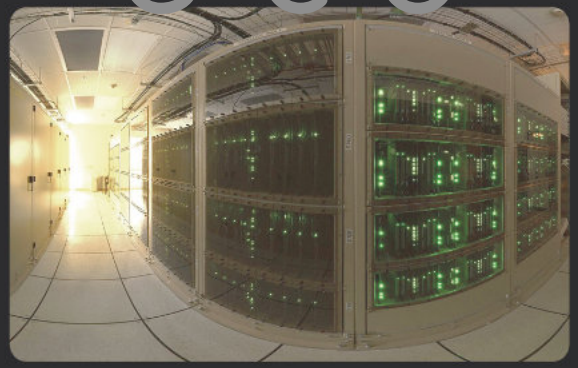
télescope spatial

NASA/Kepler, ESO/Gravity



traquer les exoplanètes

ensem ble



supercalculateur

ALMA

Une telle étude ne peut être menée sans de multiples acteurs, incluant étudiants et chercheurs de l'Institut de Planétologie et d'Astrophysique de l'Observatoire de Grenoble (IPAG-OSUG) ainsi que de nombreux collaborateurs en France et à l'étranger.

Nos cultures sont diverses, mais nous partageons tous la même passion pour le ciel profond. Chacun apporte son expertise pour la mettre au service du projet, seul moyen d'atteindre les objectifs qui semblent maintenant à notre portée.

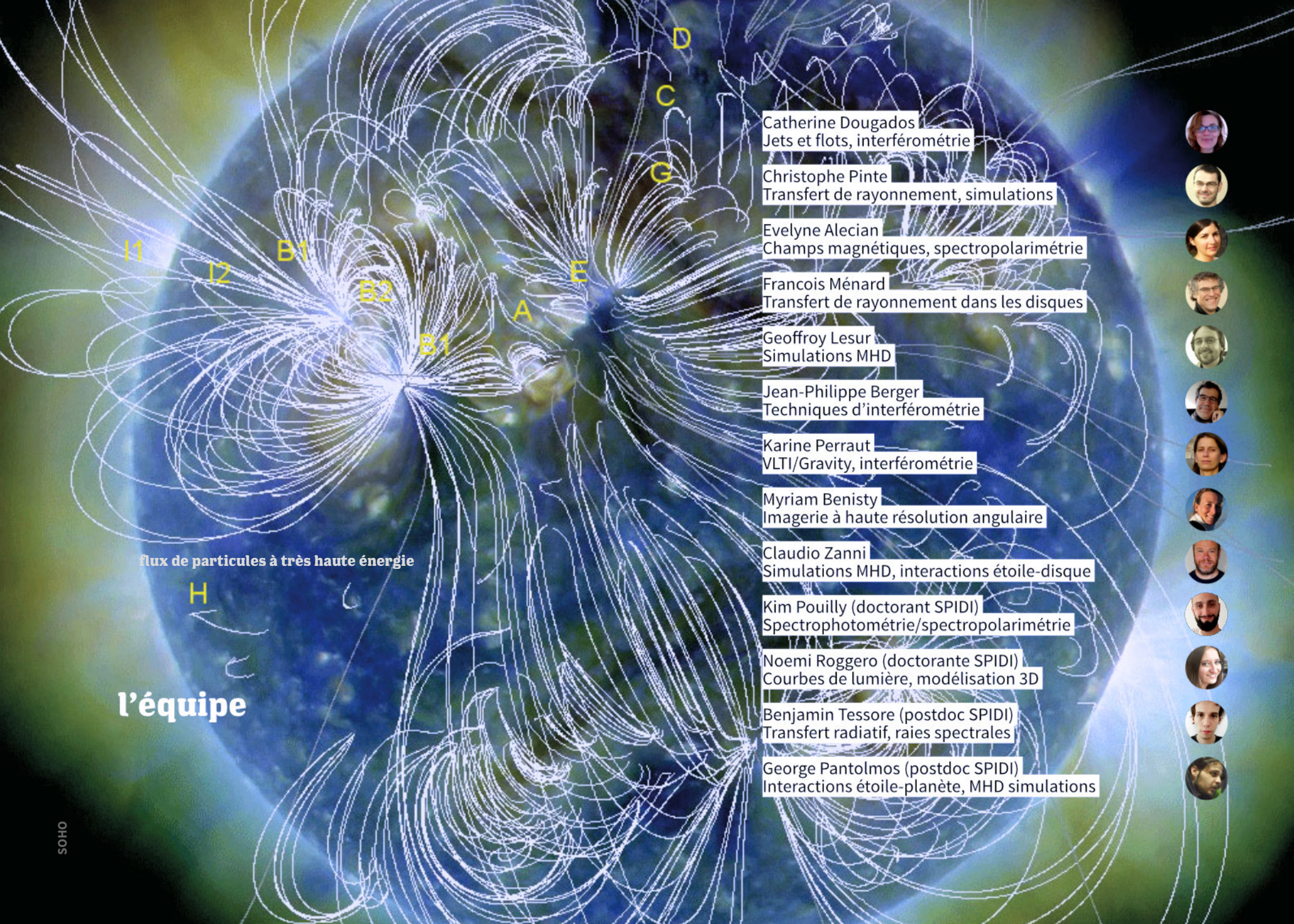
Une large palette de connaissance et de savoir-faire est ainsi constituée, alliant les techniques d'observation les plus sophistiquées (interférométrie, spectropolarimétrie, spectrophotométrie) au développement de modèles numériques les plus performants (magnétohydrodynamique 3D, transfert de rayonnement.)

+

L'aventure scientifique est souvent synonyme d'assemblage de talents, de fortes connexions intercontinentales. Le projet SPIDI n'y déroge pas, nous emmenant vers des mondes lointains, encore inexplorés.

observation
simulation

Jérôme Bouvier
Investigateur Principal SPIDI



l'équipe

Catherine Dougados
Jets et flots, interférométrie

Christophe Pinte
Transfert de rayonnement, simulations

Evelyne Alecian
Champs magnétiques, spectropolarimétrie

Francois Ménard
Transfert de rayonnement dans les disques

Geoffroy Lesur
Simulations MHD

Jean-Philippe Berger
Techniques d'interférométrie

Karine Perraut
VLTI/Gravity, interférométrie

Myriam Benisty
Imagerie à haute résolution angulaire

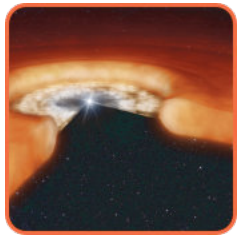
Claudio Zanni
Simulations MHD, interactions étoile-disque

Kim Pouilly (doctorant SPIDI)
Spectrophotométrie/spectropolarimétrie

Noemi Roggero (doctorante SPIDI)
Courbes de lumière, modélisation 3D

Benjamin Tessore (postdoc SPIDI)
Transfert radiatif, raies spectrales

George Pantolmos (postdoc SPIDI)
Interactions étoile-planète, MHD simulations



loin dans l'histoire de l'espace-temps

Gerard Kosicki
Relations extérieures

Les résultats du projet ne peuvent être anticipés. Plusieurs jeunes systèmes stellaires sont à l'étude, constamment scrutés, avec l'espoir d'y déchiffrer le type de signal espéré. Pour cela, il faudra procéder à une analyse complète des données d'observation et consolider les nouveaux modèles numériques. Cela prendra quelques années.

A l'issue de ce travail minutieux, voire en comptant sur un peu de chance, la découverte de planètes en cours de formation autour d'autres soleils viendra peut-être éclairer l'origine des exomondes. Et par ricochet, celle de notre propre vaisseau cosmique.

IC2118

CFHT/JC Cuillandre; ESO/L. Calçada

Conseil Européen de la Recherche (ERC)
Contrat d'Études Avancées N° 742095

spidi-eu.org