



À haute altitude dans le désert chilien de l'Atacama, l'observatoire *Alma* coordonne les signaux de plusieurs dizaines d'antennes pour, entre autres, enregistrer des images de systèmes planétaires lointains.

infrarouges, dans les années 1980, mais ils ont longtemps ignoré à quoi ils ressemblaient. Avant les progrès de l'instrumentation réalisés dans les années 1990 et 2000, un seul système stellaire avait pu être «résolu»: Bêta Pictoris. Le télescope spatial *Hubble*, notamment, utilisait un coronographe, technique consistant à occulter la lumière de l'étoile centrale de façon à observer les objets environnants moins lumineux, pour photographier la lumière diffusée par les grains de poussière dans les disques circumstellaires. Beaucoup de ces premières images étaient indistinctes, mais, déjà, suggéraient que les disques circumstellaires avaient des structures variées et complexes. Dans le cas du disque de débris de Bêta Pictoris, les premières images de *Hubble* révélaient une voilure de la région centrale du disque; les astronomes ont supposé qu'elle serait due à une planète. Des images directes l'ont plus tard confirmé.

UN RADIOTÉLESCOPE QUI EN COMBINE PLUSIEURS DIZAINES

La longueur d'onde de la lumière que nous recevons après sa réflexion sur un nuage de poussière correspond grossièrement à la taille des grains: la lumière visible ou de l'infrarouge proche provient donc de grains minuscules d'une taille de quelques micromètres au plus, tandis que l'infrarouge lointain ou les ondes millimétriques proviennent de grains comparables à ceux du sable. On pense que ces grains plus gros reflètent mieux la structure sous-jacente des disques circumstellaires.

En effet, au sein des disques se produisent continuellement des collisions à la chaîne. De grosses comètes ou des astéroïdes se percutent et sont moulus en débris de plus en plus fins. En dehors des planètes proprement dites, les objets les plus massifs au sein du disque de débris sont appelés «planétésimaux» et leurs positions résultent de leurs interactions avec les planètes

du système. Lorsque nous parvenons à localiser les planétésimaux, il est possible d'utiliser cette information pour en déduire la présence de planètes, même si nous ne pouvons pas observer ces mondes directement.

Les grains de poussière les plus minuscules sont facilement dispersés par les frottements du gaz interstellaire ou sont tout simplement soufflés par les vents de matière ou le rayonnement émis par l'étoile. Les grains plus gros, comparables au sable, sont moins touchés et offrent de meilleures chances d'observer la structure sous-jacente du disque et la présence de planètes, grâce à leur influence gravitationnelle.

En conséquence, pour étudier la structure des disques et y rechercher la signature de planètes cachées, il nous faut les observer à de grandes longueurs d'onde. Cela semble assez évident, mais il y a un piège. Le pouvoir de résolution d'un télescope est proportionnel à la longueur d'onde utilisée divisée par le diamètre de l'instrument. Ainsi, en augmentant la longueur d'onde du domaine optique vers le domaine millimétrique, il faut considérablement augmenter la taille du télescope pour conserver le même pouvoir de résolution. Le télescope *Hubble* a un diamètre de 2,4 mètres et donne une résolution de 0,13 seconde d'angle lors d'observations dans l'infrarouge proche, autour de 1 micromètre de longueur d'onde. Pour obtenir la même résolution à des longueurs d'onde de l'ordre de 1 millimètre, il faudrait augmenter le diamètre de l'instrument d'un facteur 1000, ce qui ferait plus de 2 kilomètres!

Comme il est impossible de construire des télescopes aussi énormes, on recourt à une technique appelée «interférométrie». Pour l'essentiel, au lieu d'utiliser un seul télescope de 2 kilomètres de diamètre, un interféromètre est formé d'une multitude de télescopes plus petits sur plus de 2 kilomètres de distance et combine leurs signaux pour atteindre une résolution équivalente.

Alma, qui a enregistré ses premières images dès 2011, est encore aujourd'hui l'interféromètre le plus puissant du monde. Situé à environ 5000 mètres d'altitude dans le désert chilien de l'Atacama, *Alma* est constitué de 66 antennes que l'on peut déplacer sur leurs lignes de base avec des écarts variables allant de 150 mètres à 16 kilomètres, ce qui offre la possibilité de varier les configurations, compactes ou étendues, selon la sensibilité et le zoom souhaités. Ces progrès aussi bien dans le domaine de la sensibilité que de la résolution autorisent la réalisation d'images inédites d'objets très peu lumineux. C'est ainsi qu'*Alma* a contribué à bouleverser notre compréhension des disques circumstellaires.

L'une des premières images d'*Alma* à faire le tour du monde a été prise en 2014. Il s'agissait de HL Tau, un jeune système stellaire ➤