

Une sonde dans la couronne solaire

La NASA vient de sélectionner les instruments scientifiques de *Solar Probe Plus*, première mission spatiale à pénétrer l'atmosphère du soleil. Les astronomes en rêvaient depuis le début de la conquête spatiale, afin de résoudre deux problèmes majeurs. On sait depuis les années 1940 que le soleil possède une couronne très chaude, et depuis les années 1960 que l'expansion de cette couronne produit un vent solaire supersonique. Mais comment l'atmosphère du soleil peut-elle être plusieurs centaines de fois plus chaude que sa surface visible ? Et qu'est-ce qui accélère le vent solaire à des vitesses supersoniques de près de mille kilomètres par seconde ? Ces questions se posent aussi pour beaucoup d'étoiles possédant une couronne et un vent, et elles impliquent un problème fondamental de physique des plasmas encore non résolu : le transport d'énergie dans ces milieux turbulents si éloignés de l'équilibre thermodynamique local. Et nous ignorons aussi comment sont accélérées les particules énergétiques solaires, dont certaines produisent des effets majeurs au voisinage de la Terre.



La sonde *Solar Probe Plus* devrait être lancée en 2018 et utiliser plusieurs fois l'assistance gravitationnelle de Vénus pour se placer sur une orbite elliptique qui se resserrera progressivement. La sonde atteindra ainsi, six ans et demi plus tard, un périhélie de 9.5 rayons solaires, soit six millions de kilomètres de la surface visible du soleil - distance à laquelle elle passera au moins trois fois. Le rayonnement solaire y est cinq-cents fois plus intense que sur Terre, ce qui porterait la sonde à plus de mille degrés en l'absence de protection. *Solar Probe Plus* devra aussi affronter un environnement de particules énergétiques largement inconnu, ainsi que des poussières arrivant à plus de trois cents kilomètres par seconde. Un bouclier thermique de nouvelle génération en carbone-carbone et céramique permettra de relever ce défi technologique.

C'est aussi un défi scientifique majeur : pénétrer pour la première fois dans l'atmosphère d'une étoile, dont la structure à petite échelle est inconnue puisque nous ne la connaissons que par des mesures à distance. Une armada de sondes spatiales a exploré *in situ* toutes les planètes du système solaire et leurs environnements, ainsi que de nombreux astéroïdes et comètes. Nous avons aussi exploré en détail le vent solaire, qui baigne tout le système solaire en sculptant les environnements planétaires, jusqu'à sa frontière externe, à une centaine d'unités astronomiques (quinze milliards de kilomètres) qui nous sépare du milieu interstellaire. Mais nous n'avons pas exploré la frontière interne, source du vent solaire et de ses perturbations, dont l'interaction avec la Terre nous offre les aurores polaires et gouverne la météorologie de l'espace.

La sonde *Solar Probe Plus* portera des instruments scientifiques robustes et versatiles, capables de s'adapter à l'environnement imprévu que rencontrera cette mission pionnière. En plus d'un télescope à grand champ, les instruments sélectionnés comprennent un analyseur pour mesurer les protons, les électrons et les noyaux d'hélium, des détecteurs de particules énergétiques, ainsi qu'une mesure des champs électriques et magnétiques

(<http://solarprobe.jhuapl.edu/newscenter/news/20090902.php>). En plus des émissions radio, cette dernière expérience mesurera *in situ* les électrons, les ondes de plasma, les ondes de choc et la turbulence, ainsi que les grains de poussière ; les antennes électriques serviront ainsi de détecteurs géants d'électrons et de poussières, en utilisant une technique originale de mesure développée à l'Observatoire de Paris. (<http://www.insu.cnrs.fr/co/univers/observer-modeliser/solar-probe-plus-deux-laboratoires-du-cnrs-selectionnes-sur-une-mission-s>)