

diffusée par les électrons de la couronne. Ses premières observations, durant la période de faible activité solaire, avaient révélé une couronne simple, symétrique, stable, avec des trous prononcés au Nord et au Sud. Ces trous coronaux sont des régions étendues, peu denses et froides, qui émettent très peu d'ultraviolets lointains et peu de rayons X.

En revanche, de minces jets de matière étaient éjectés des régions équatoriales. Le champ magnétique du Soleil façonne ces jets. À leur base, la matière chargée est fortement concentrée dans des boucles magnétiques enracinées dans la photosphère. Plus haut dans la couronne, les jets s'amincissent et s'étendent dans l'espace sur des dizaines de millions de kilomètres : la matière y est confinée à des températures d'environ deux millions de degrés, à l'intérieur de frontières magnétiques allongées, créant une nappe de gaz chaud qui entoure le Soleil.

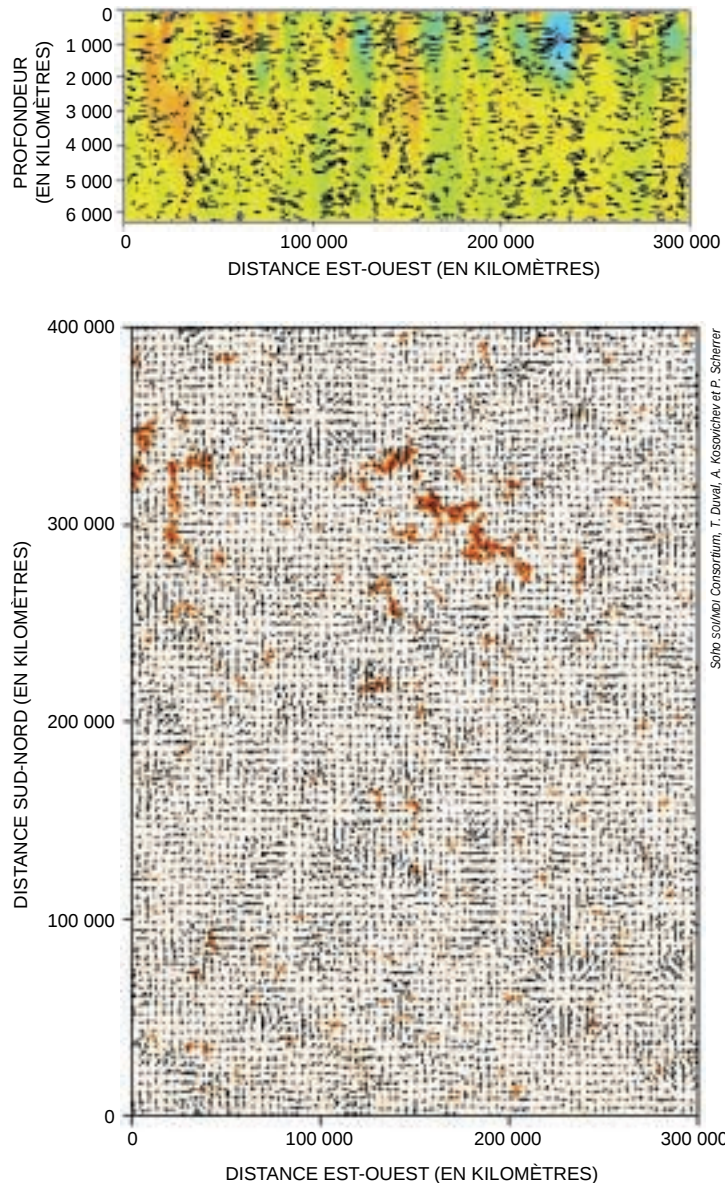
Dans les jets, la matière semble s'échapper continuellement le long des champs magnétiques ouverts. Parfois, les coronographes enregistrent des concentrations denses de matière qui se superposent aux jets, comme si des feuilles flottaient à la surface d'un cours d'eau. D'autres fois, de gigantesques éruptions coronales perturbent l'écoulement. Ces éruptions projettent des milliards de tonnes de gaz brûlant dans l'espace interplanétaire à des vitesses de plusieurs centaines de kilomètres par seconde. Cette matière atteint souvent la Terre en deux ou trois jours.

Grâce à LASCO, on a découvert que des éruptions équatoriales étaient émises de deux régions opposées du Soleil, à intervalles de quelques heures.

De la matière est-elle simultanément éjectée tout autour du Soleil ou bien seulement dans ces deux directions? Les coronographes n'ont, hélas, qu'une vision latérale du Soleil et ne peuvent ainsi voir la matière qui s'éloigne ou s'approche de la Terre.

En se fondant sur les observations, nous pensons tout de même que ces éjections sont des perturbations globales qui s'étendent tout autour du Soleil. De vastes régions du Soleil semblent agitées de convulsions lors

des éruptions coronales, du moins lors du minimum du cycle d'activité de onze ans. De plus, quelques jours avant les éruptions, le coronographe a détecté un sursaut de luminosité de la nappe, ce qui indique qu'il s'y accumule de la matière. La pression de cette matière supplémentaire croît probablement jusqu'à ce que la nappe s'ouvre sous la forme d'une éruption. Ce mécanisme est probablement lié à une réorganisation globale du champ magnétique solaire.

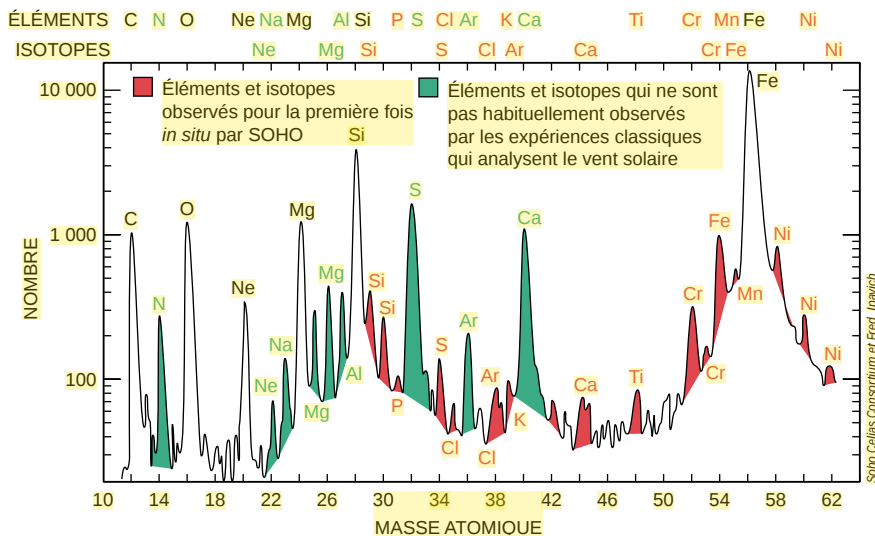


5. LA MATIÈRE s'écoule à la fois verticalement et horizontalement dans le Soleil. Ses mouvements et sa température peuvent être visualisés à l'aide de la caméra Doppler-Michelson (MDI), à bord de SOHO. La coupe verticale (en haut) montre des variations d'écoulement et de température dans une zone de 8 000 kilomètres sous la surface du Soleil. Les dégradés de couleur indiquent une variation de température du froid (en bleu) au chaud (en rouge). On a mesuré (en bas), à une profondeur de 1 400 kilomètres, la température et on l'a comparée aux champs magnétiques de surface (taches marrons). Dans les deux cas, les petits segments noirs indiquent la direction et les vitesses relatives de la matière, qui atteignent une vitesse maximale de un kilomètre par seconde.

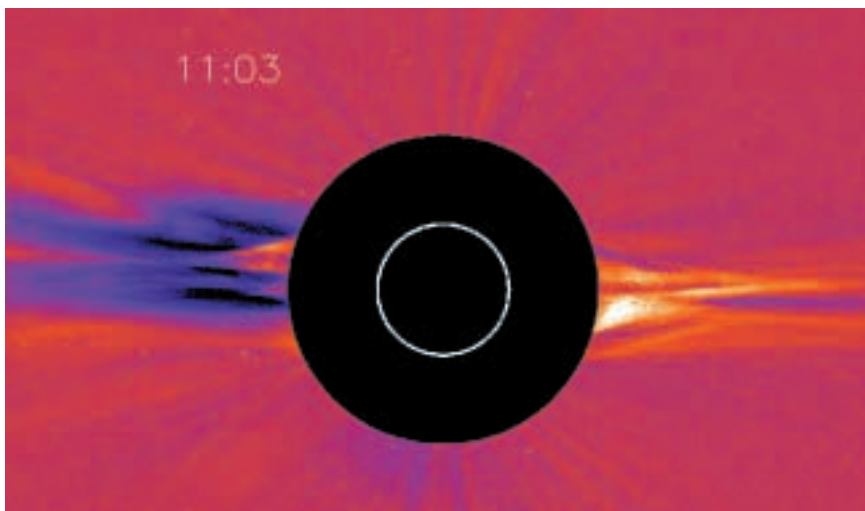
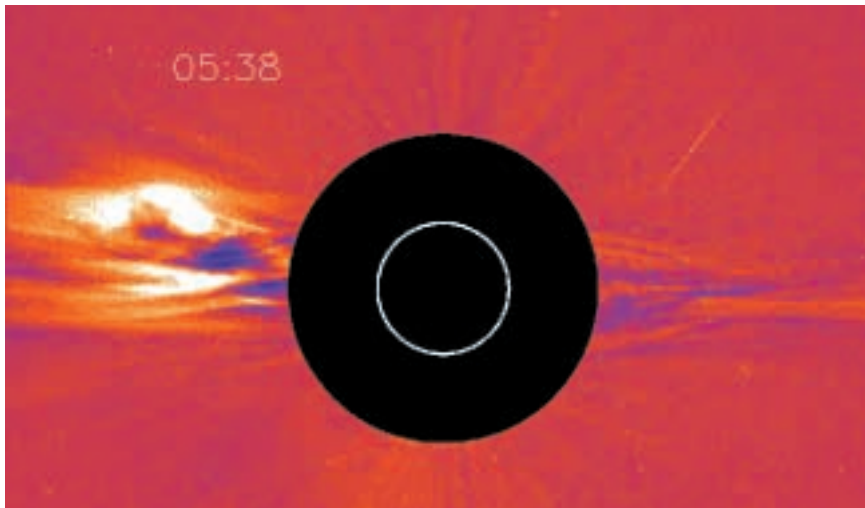
Vents solaires et au-delà

L'atmosphère chaude et agitée du Soleil s'étend dans toutes les directions, emplissant en permanence le Système solaire de vent solaire, composé d'électrons et d'ions, dont le déplacement s'accompagne d'un champ magnétique. Dans la couronne, l'énergie d'agitation thermique, qui s'accompagne d'une tendance à la dispersion de la matière, est supérieure à l'énergie potentielle gravitationnelle due au Soleil, ce qui permet l'éjection de matière. Ce vent est en permanence alimenté par du gaz qui provient de zones situées sous la couronne. Des mesures effectuées par diverses sondes spatiales antérieures ont montré que le vent est composé de particules rapides et de particules lentes. Les particules rapides se déplacent à environ 800 kilomètres par seconde, tandis que les particules lentes n'ont que la moitié de cette vitesse.

On ignore d'où part la composante lente et pourquoi la composante rapide est plus rapide, mais SOHO devrait fournir des réponses : la composante lente est associée à des régions équatoriales du Soleil, aujourd'hui observées par LASCO et UVCS. La



6. LE VENT SOLAIRE contient de nombreux éléments chimiques. Les instruments de SOHO y ont maintenant identifié le soufre, l'argon et le calcium, en plus d'éléments voisins tels que le silicium et le fer. De même, l'azote, le carbone et l'oxygène sont tous facilement identifiés. SOHO détecte également des éléments peu abondants, dont le phosphore, le chlore, le potassium, le titane, le chrome, le manganèse et le nickel.



7. DES ÉJECTIONS CORONALES DE MASSE (en blanc) se produisant sur les côtés Est et Ouest du Soleil furent enregistrées à quelques heures d'intervalle, le même jour, par l'un des coronographes de SOHO. Le disque noir occulte l'éclat du Soleil, dont le bord est représenté par le cercle blanc.

composante rapide jaillit des trous coronaux polaires, car, dans ces régions, l'absence de champ magnétique permet aux particules chargées d'échapper à l'emprise gravitationnelle et magnétique du Soleil. On examine également si les panaches solaires (de grandes structures enracinées dans la photosphère qui s'étendent dans les trous coronaux) contribuent à la génération du vent solaire lent.

Les trous coronaux

L'instrument UVCS a analysé l'émission spectrale de l'hydrogène et de l'oxygène fortement ionisé dans les régions où la couronne est chauffée et où le vent solaire accélère : la vitesse d'agitation des ions hydrogène diffère notablement de celle des ions oxygène. Dans les trous coronaux polaires, où naît le vent solaire rapide, l'oxygène possède environ 60 fois plus d'énergie cinétique ; à plus de deux rayons solaires du centre du Soleil, l'oxygène possède sa vitesse d'agitation maximale, approchant 500 kilomètres par seconde. En revanche, l'hydrogène ne s'y meut qu'à environ 250 kilomètres par seconde. À l'inverse, dans les régions équatoriales, où naît le vent solaire lent, l'hydrogène se déplace plus vite que l'oxygène, conformément à ce que l'on prévoit pour un vent d'origine thermique.

Les astronomes tentent aujourd'hui de déterminer pourquoi les ions oxygène, plus massifs, se meuvent plus rapidement dans les trous coronaux. L'origine des mécanismes de chauffage et d'accélération est probablement dans les trous coronaux, où la densité est faible et où les ions et les électrons entrent rarement en collision. Des collisions fréquentes dans les écoulements plus denses pourraient, au contraire, effacer toute signature des phénomènes.

Un autre instrument embarqué à bord de SOHO, SWAN, étudie les atomes d'hydrogène interstellaire qui traversent notre Système solaire. Le rayonnement ultraviolet solaire éclaire cet hydrogène, tout comme un réverbère éclaire le brouillard, dans la nuit, mais les particules du vent solaire ionisent les atomes d'hydrogène : là où le vent solaire traverse le nuage d'hydrogène interstellaire, il crée une zone d'atomes ionisés qui n'absorbent plus les ultraviolets et restent sombres. De la sorte,