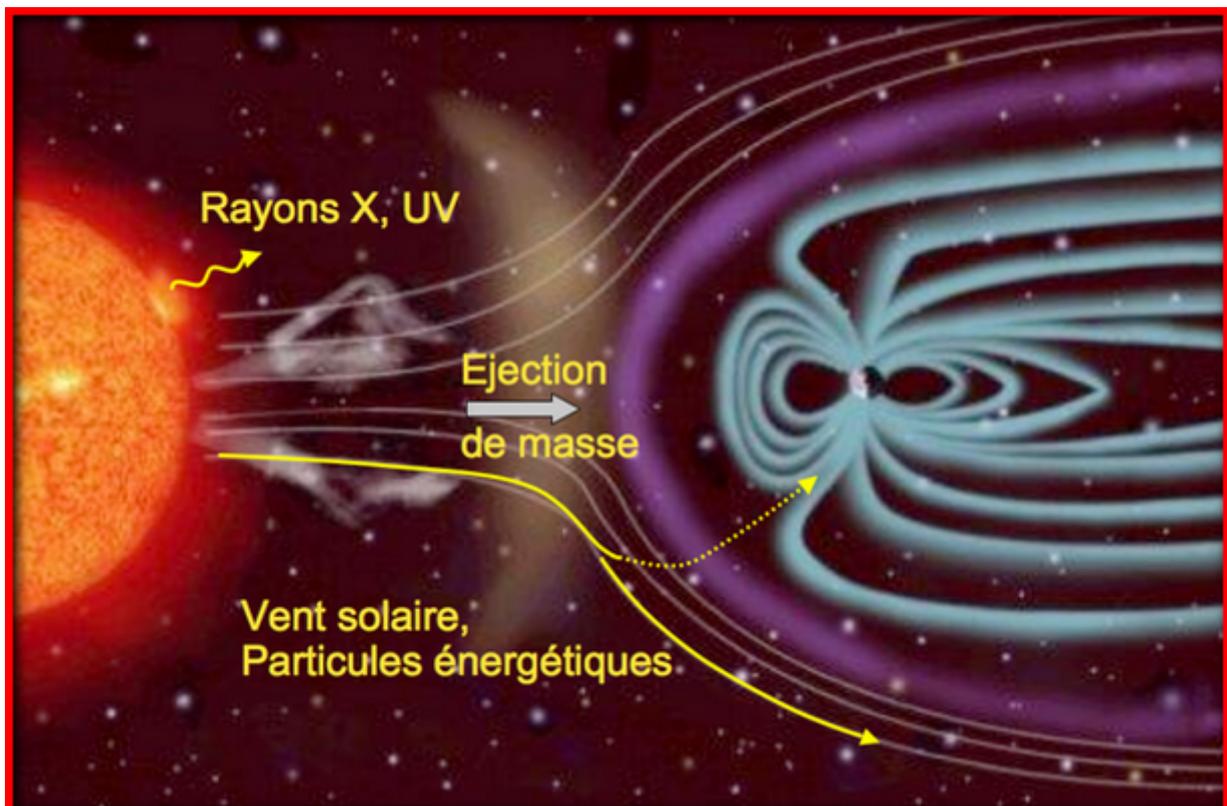


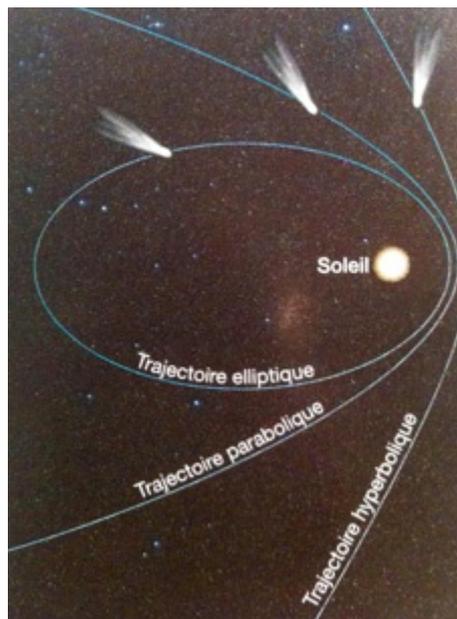
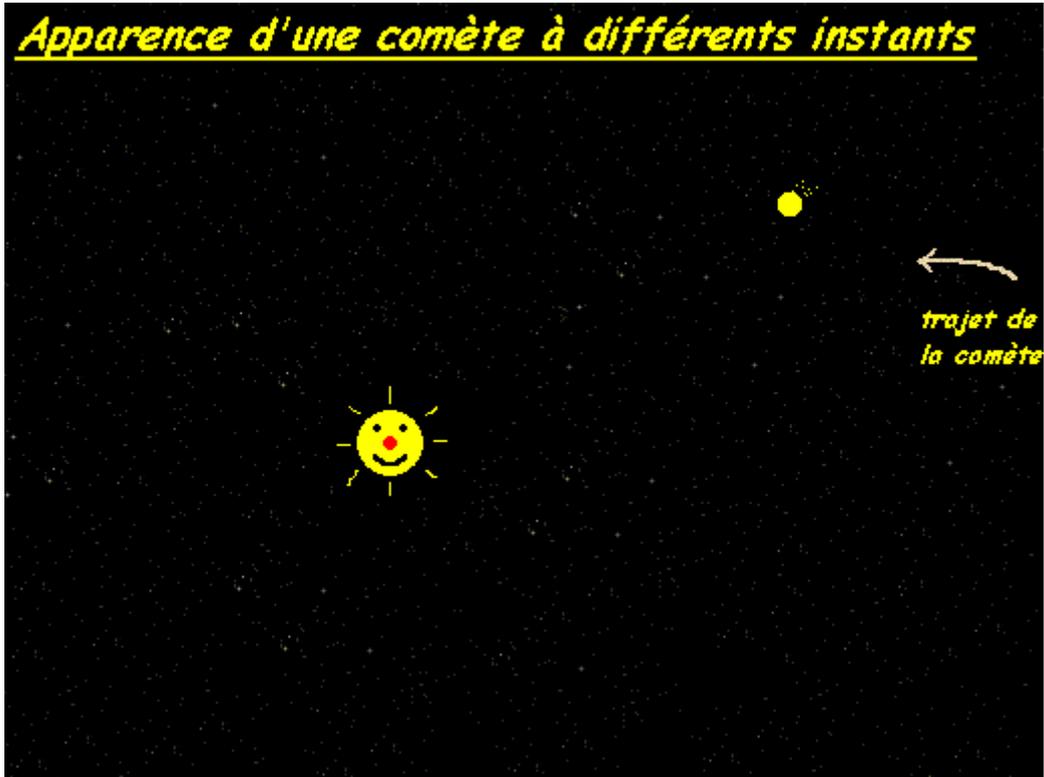
# Les vents solaires : késako ?

écrit par Professeur Tetenlair | 6 octobre 2021



Le premier indice qui a permis de soupçonner qu'un vent émane du [Soleil](#) est venu de l'observation des [comètes](#) (pour plus de détails sur les comètes, relire ou lire les 8 articles de ton serviteur sur les comètes et les étoiles filantes : [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#)) : qu'une comète s'approche ou s'éloigne du Soleil, sa queue pointe toujours en direction opposée au Soleil.

## Apparence d'une comète à différents instants



En 1600, [Kepler](#) avance l'idée selon laquelle la lumière solaire exerce une pression sur les queues des comètes, pression qui leur donne leur orientation. Cela est vrai pour de nombreuses comètes, celles dont la queue est formée de poussière.

Toutefois, les comètes possèdent également une queue formée d'ions qui émet une lumière dont le spectre est propre à la queue, et qui n'est donc pas due à une diffusion de la lumière

solaire. Ces queues peuvent pointer dans une direction légèrement différente. Elles peuvent parfois accélérer et changer brutalement de direction, ce qui leur vaut alors une forme tordue ou courbée. La comète Hale-Bopp , une remarquable comète qui a brillé à son maximum en mars-avril 1997, exhibait très nettement les deux queues. Tandis que la queue de poussière était bien plus brillante, la queue de plasma avait une couleur différente, virant vers le bleu.



La pression de la lumière solaire ne peut rendre compte de

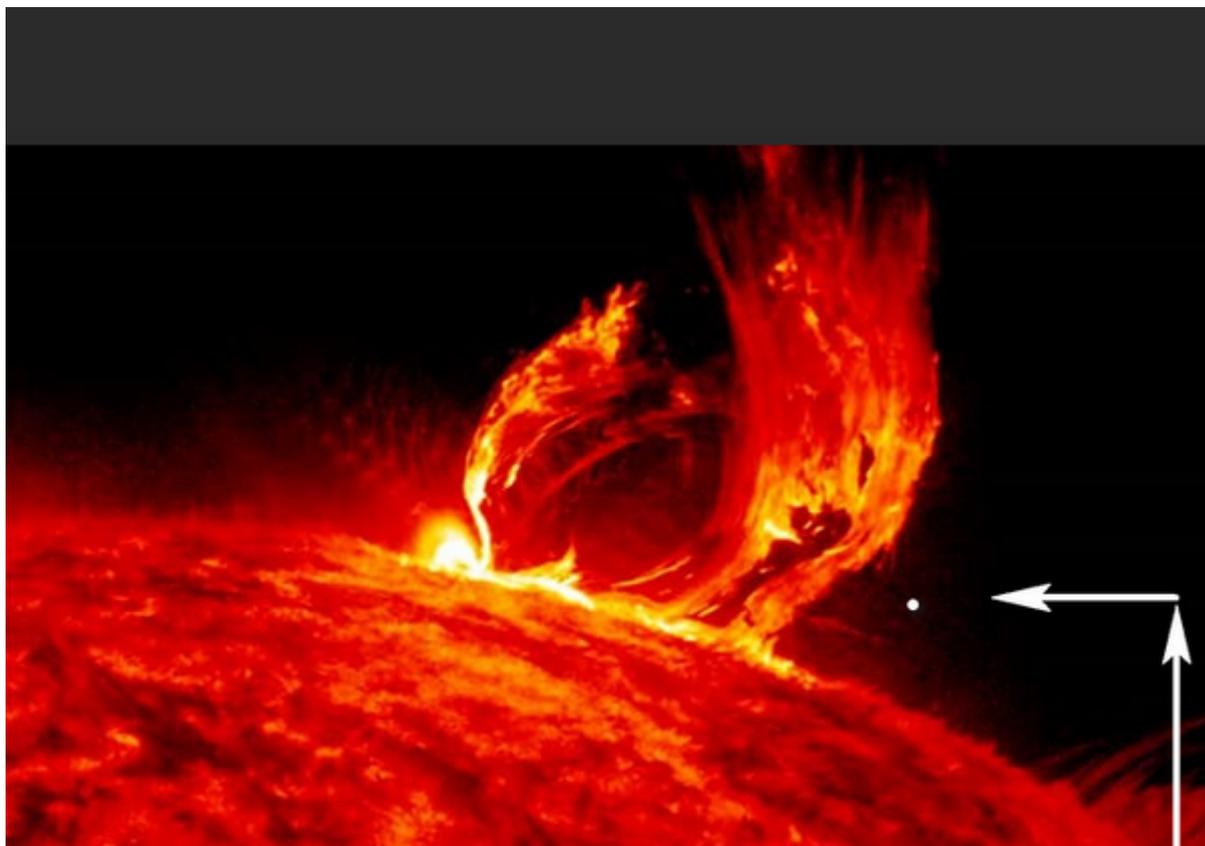
cela. Mais en 1943 Cuno Hoffmeister et Ludwig Biermann, proposent que mise à part la lumière, le Soleil émet un flux continu de particules, un “*rayonnement corpusculaire solaire*”, lequel pousse les [ions](#). Les variations de la vitesse de ces corpuscules pouvaient rendre compte des accélérations et des changements de direction des queues, lesquelles n'étaient pas dans l'exact prolongement de la direction solaire en raison de la vitesse des corpuscules qui n'était pas très supérieure à celle de la [comètes](#) elle-même. Donc, sans l'énergie du Soleil, il n'y aurait pratiquement aucune activité des comètes. Notre étoile un acteur majeur de leurs activités.

En émettant dans l'espace des flux continus de radiations et de particules énergétiques, le Soleil permet aux glaces cométaires de se sublimer (la sublimation est le passage d'un corps de l'état solide à l'état gazeux directement, sans passer par l'étape intermédiaire habituelle, c'est-à-dire l'état liquide) et de diffuser de magnifiques panaches sur des dizaines de millions de kilomètres.

### Alors que sont “les vents solaires” ?

Le terme de “**vents solaires**” peut prêter à confusion, car les mécanismes sont bien différents de ceux des vents atmosphériques terrestres. Le [Soleil](#) est une gigantesque boule de gaz très chaude qui est régie par des mouvements de matière continus. Près de la surface solaire, la matière est très chaude, excitée et en partie ionisée. Les gaz ionisés peuvent s'échapper de l'[attraction gravitationnelle](#) du soleil de matière continue, sous l'influence du champ magnétique ou au travers de gigantesque éjection de bulles de [plasma](#) lors de tempête solaire.

## Photos de tempêtes solaires



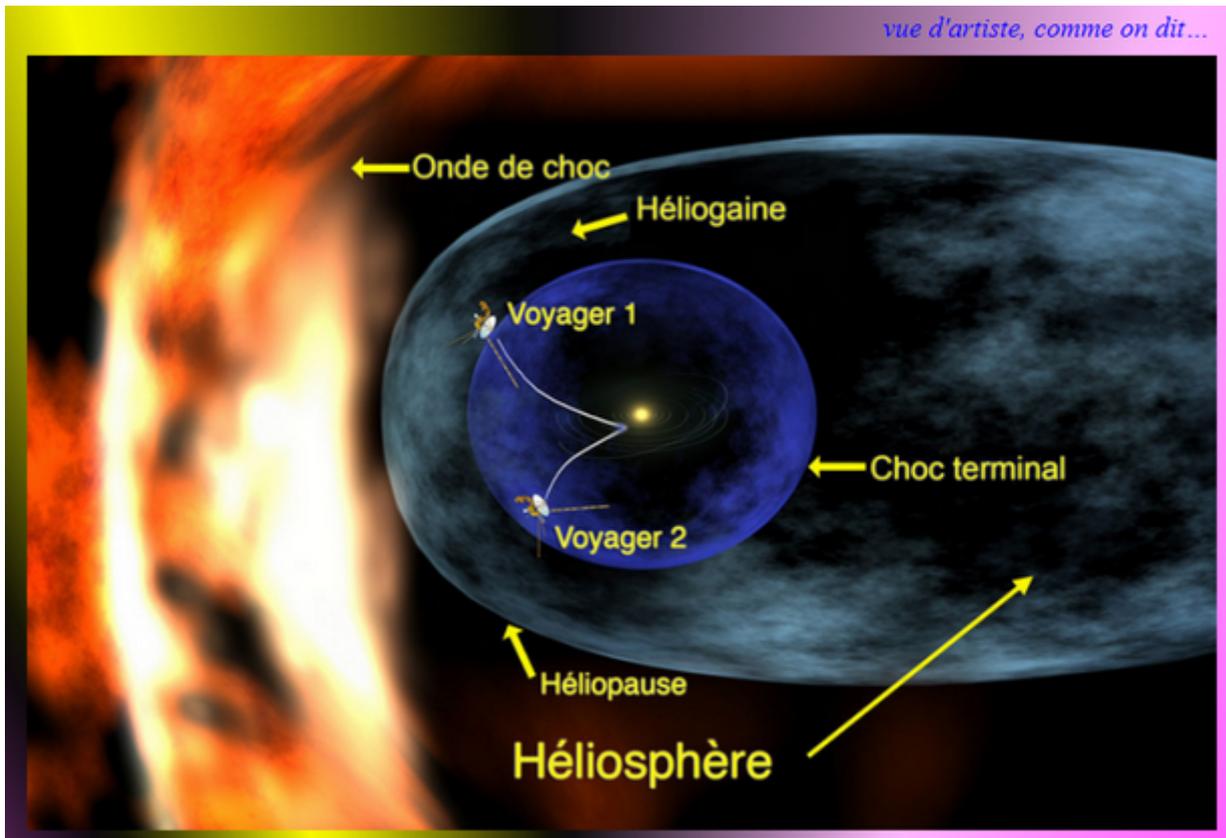
Ces éruptions chromosphériques de jets de matière ionisée atteignent des centaines de milliers de kilomètres d'altitude. Le point blanc que j'ai mis sur cette photo de la NASA représente la Terre. Pas mal, hein ?

Les vents solaires ont une vitesse moyenne de 450 km/s, soit environ 1,6 millions de km/h ! Ils ont des effets qui s'étendent très loin, jusqu'aux zones les plus externes de notre [Système solaire](#). C'est pourquoi on peut définir la limite du Système solaire comme étant la frontière à l'intérieur de laquelle le gaz produit par les vents solaires domine sur le gaz du milieu interstellaire. Cette frontière est appelée **héliopause**.

### L'Héliopause, l'Héliosphère et l'Héliogaine

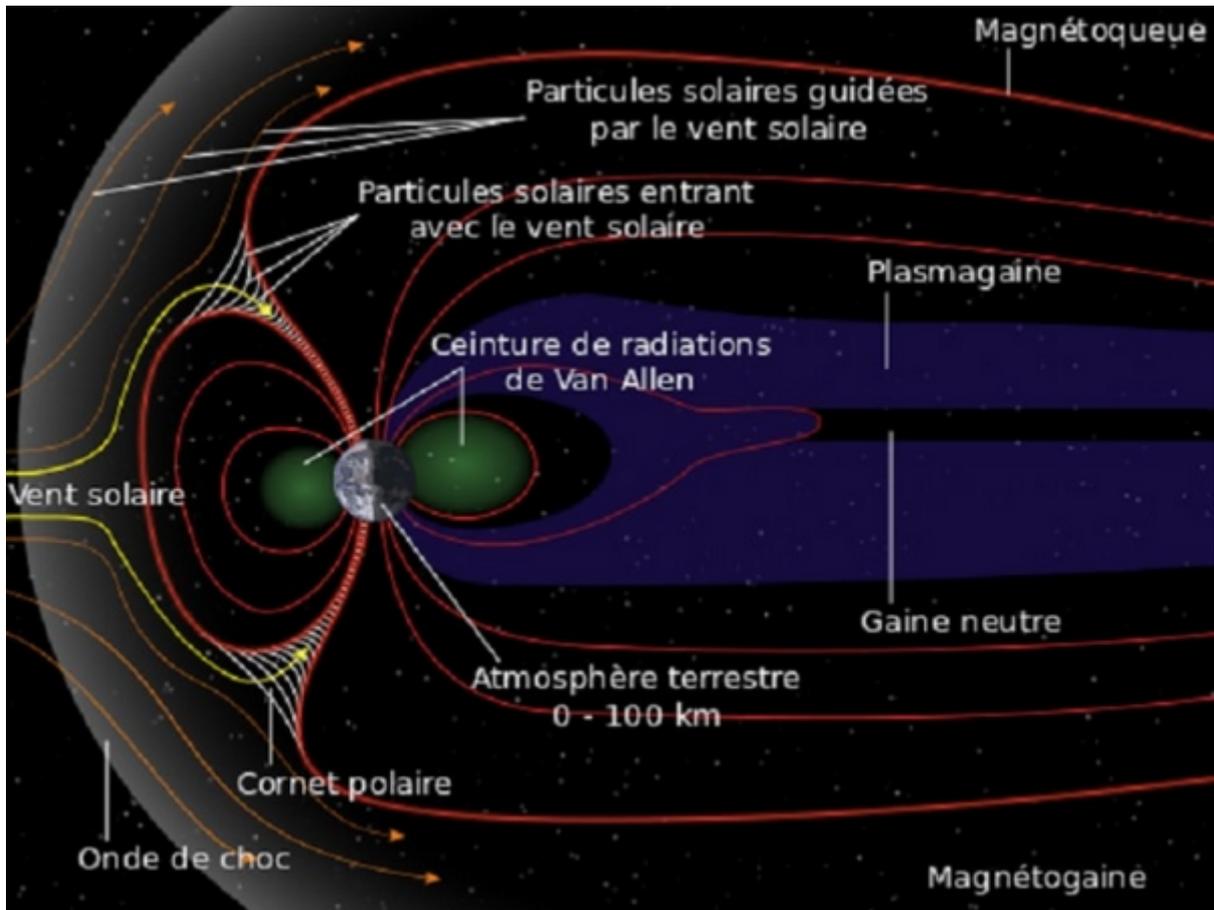
Alors, pas d'affolement ! Ce sont des mots qui paraissent barbares, mais, lorsqu'on en connaît la signification, ils deviennent tout simples !

L'héliopause est la limite du système solaire, c'est-à-dire la zone dans laquelle le gaz produit par les vents solaires domine sur le gaz du milieu interstellaire. Au-delà de l'héliopause, le vent solaire du Soleil est arrêté par le milieu interstellaire constitué des vents stellaires des astres proches (et oui, il n'y a pas que les vents solaires !) et des nuages de gaz entre ces astres.



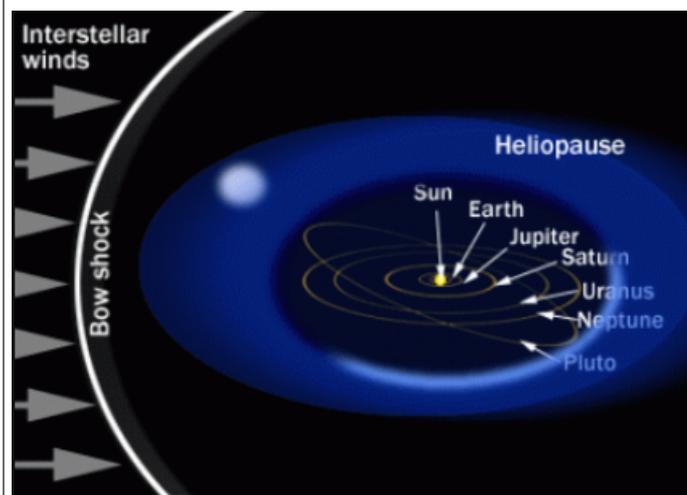
Le vent solaire souffle une "bulle" dans le milieu interstellaire (le gaz d'hélium et d'hydrogène raréfié qui emplit la galaxie). Cette bulle est dénommée **héliosphère**, et sa limite extérieure se trouve là où la poussée du vent solaire n'est plus suffisante pour repousser le milieu interstellaire, constitué des vents stellaires des astres proches et des nuages de gaz entre ces astres. Cette limite est connue comme étant **l'héliopause** et est **souvent considérée comme étant la limite du système solaire**.

Au sein de l'héliosphère se trouve une limite appelée "**choc terminal**" où des particules de vent solaire supersoniques sont ralenties à des vitesses subsoniques par le milieu interstellaire. La couche entre le choc terminal et l'héliopause est connue comme **l'héliogaine**. Lorsque des particules émises par le Soleil entrent en collision avec les particules interstellaires, elles ralentissent en émettant de l'énergie (se réchauffant). Beaucoup de particules s'accumulent là et autour de l'héliopause, fortement énergisées par leur décélération, créant **une onde de choc**.



Ainsi, l'héliosphère est la dernière frontière du système solaire, elle est à environ 130 années-lumière de la Terre. C'est la frontière où le vent solaire s'éteint et où l'espace interstellaire commence.

Le vent solaire est bimodal, c'est un mélange de différents types de vents : rapide (3 millions de km/h) aux hautes latitudes du Soleil, et lent (1 million de km/h) aux latitudes comprises entre 22° S et 21° N. Le vent solaire est ionisé, les électrons et les protons sont séparés, c'est un plasma qui se déplace vers le système solaire extérieur.



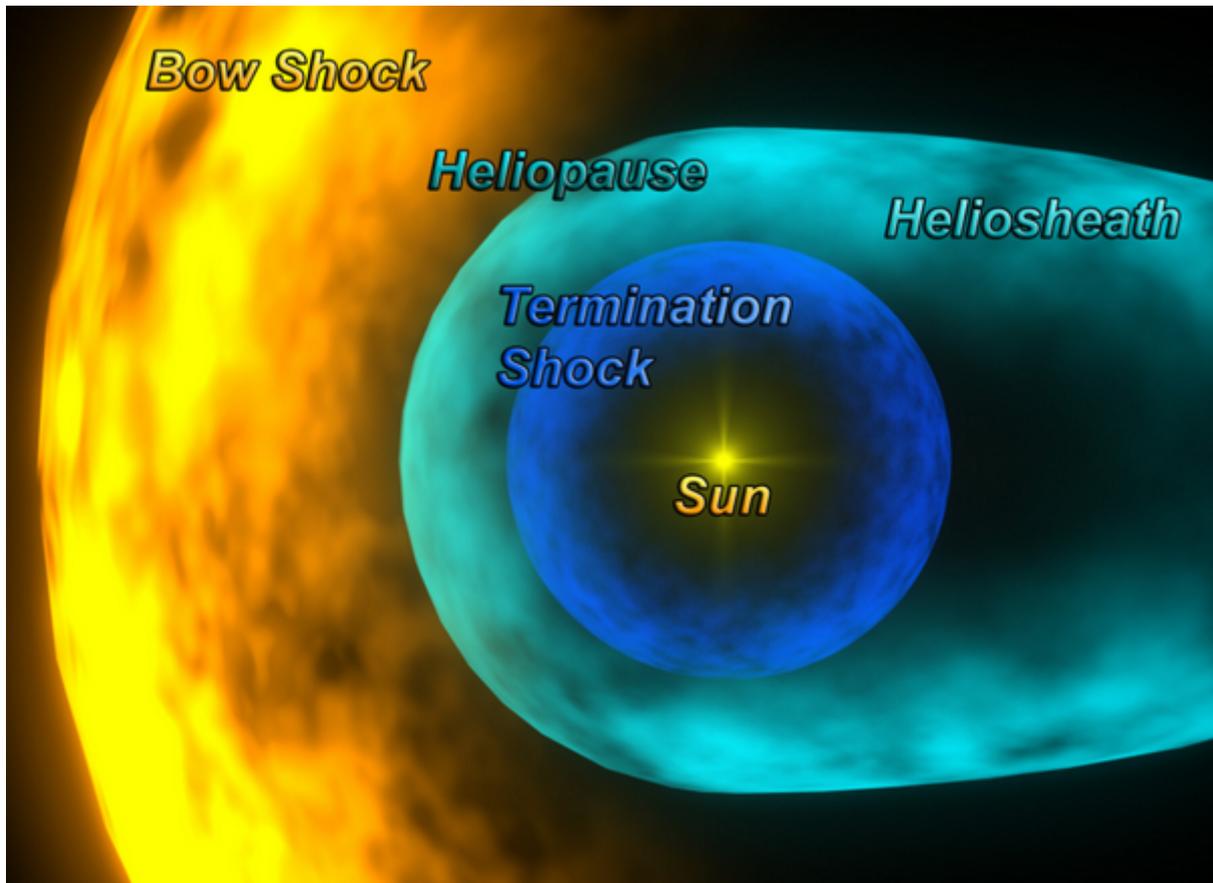
Au niveau de l'héliosphère, le vent solaire entre en collision avec les vents contraires de l'environnement interstellaire, sa dynamique n'est alors plus suffisante pour repousser l'hydrogène et l'hélium raréfié de la Galaxie. Le choc de terminaison est une limite intermédiaire située avant l'héliosphère.

### **A quoi sert l'Héliosphère ?**

Les réactions thermonucléaires qui se produisent à l'intérieur du Soleil émettent d'énormes quantités d'énergie. Une grande partie de cette énergie est libérée dans l'espace proche sous forme de rayonnement électromagnétique, principalement de lumière visible. Mais le Soleil produit également un flux de particules chargées, appelé vent solaire.

L'héliosphère protège le système solaire des rayons cosmiques de haute énergie. Au-delà de cette limite règnent les conditions de l'espace interstellaire, qui sont extrêmement ténues par rapport à l'atmosphère de la Terre en vigueur. L'héliosphère marque la limite où les vents des particules émises par le Soleil entrent en collision avec les autres particules de l'environnement interstellaire.

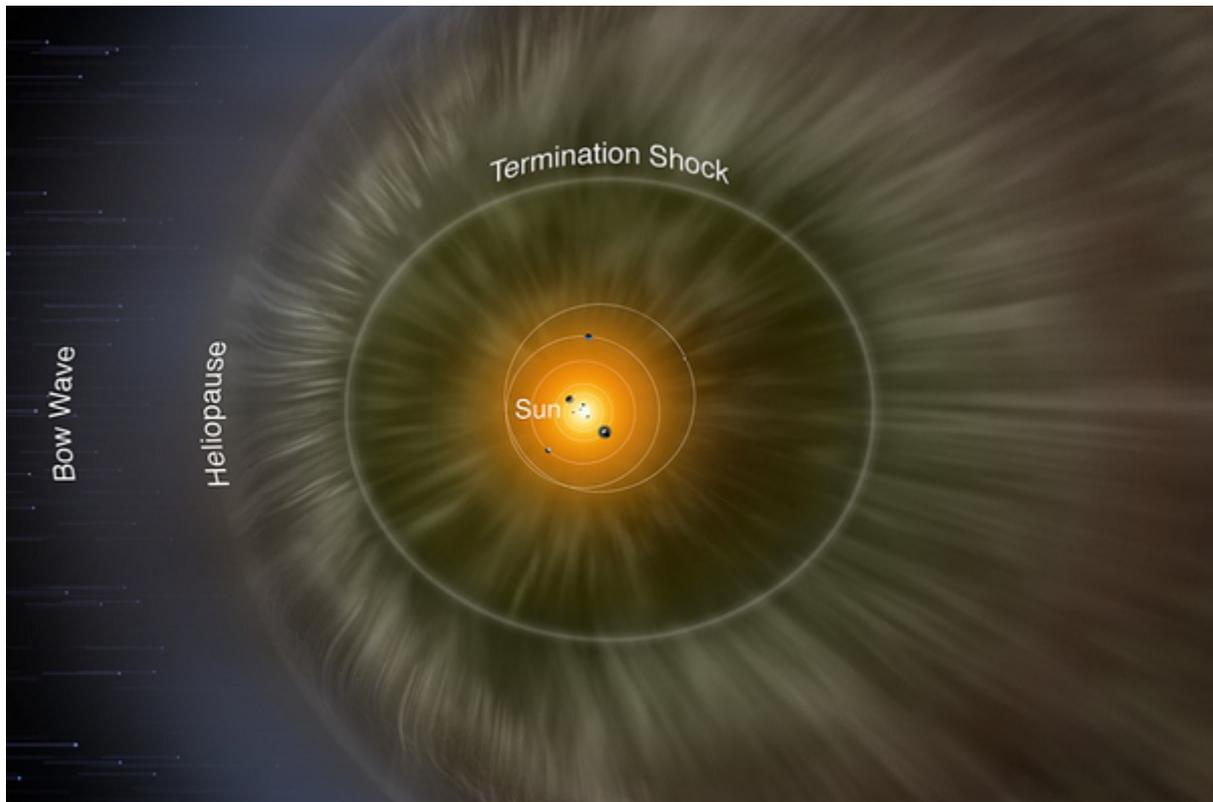
Le milieu interstellaire diffus est composé de matière qui remplit l'espace entre les étoiles. Le matériau interstellaire est constitué principalement d'hydrogène ionisé, atomique et moléculaire, d'hélium, de grains dont la taille varie de la centaine de nanomètres jusqu'au micron.



La distance à l'héliopause n'est pas connue précisément. Elle est probablement bien plus courte du côté du système solaire faisant face au mouvement orbital à travers la galaxie. Elle peut aussi varier en fonction de la vitesse actuelle du vent solaire et de la densité locale du milieu interstellaire. Elle est connue pour se situer bien au-delà de l'orbite de Pluton et de la ceinture de Kuiper. Cependant, en Août 2018, la sonde New Horizons rapporte des informations concernant la rencontre d'une grande structure au-delà de la ceinture de Kuiper, pouvant bien s'apparenter à l'héliopause.

La mission actuelle des sondes Voyager 1 et Voyager 2 bien que lancés respectivement les 05 septembre 1977 et 20 août 1977 et toujours en mission (!) est de découvrir et étudier le choc terminal, l'héliogaine et l'héliopause.

En mai 2005, la NASA annonce que grâce à de nouvelles données la communauté scientifique s'accorde à dire que Voyager 1 a parcouru 22 milliards de kilomètres, a franchi le choc terminal, a quitté l'héliosphère, et progresse actuellement dans le milieu interstellaire.



Sa sœur jumelle, Voyager 2 – lancée quelques jours avant elle en 1977 – continue quand à elle son chemin. Elle a franchi l'héliopause – la frontière de l'héliosphère – en 2018, six ans après sa jumelle. L'intensité du vent solaire varie en fonction de l'activité de notre étoile et l'héliogaine semble palpiter et sa distance varier. L'intensité des champs magnétiques rencontrés varie également fortement contrairement aux prévisions et la température chute d'une valeur dix fois plus faible que ce que les modèles prévoient.

Par analogie, une définition alternative est que l'héliopause est la magnétopause entre la magnétosphère du système solaire et les courants de plasma de la galaxie.

Un sursaut d'intensité du flux de particules cosmiques mesuré par la sonde Voyager 1, puis une stabilisation début juillet 2012, ont été observés, événement que l'astronome française, Rosine Lallement, pense être le signal correspondant au franchissement de la frontière entre notre système solaire et le milieu interstellaire, l'héliopause. Ce serait le premier objet d'origine humaine à franchir cette limite qui serait située à 120 UA du Soleil et qui aurait environ une épaisseur d'une demi-unité astronomique. La vitesse de croisière de Voyager 1 est de plus de 60 000 km/h. Gérard Belmont, chercheur au laboratoire de physique des plasmas de l'École polytechnique, confirme cette observation.

## Résumons nous, cela ne fera pas de mal

- L'héliosphère est une zone en forme de bulle allongée dans l'espace, engendrée par les vents solaires.
- La limite de l'héliosphère est l'héliopause, qui délimite la zone d'influence des vents solaires, lorsqu'ils rencontrent le milieu interstellaire.
- Le choc terminal est le point de l'héliosphère où la vitesse du vent solaire diminue en deçà de la vitesse du son (par rapport à l'étoile et dans le milieu interstellaire) en raison de l'interaction avec le milieu interstellaire.
- L'héliogaine est formée de particules émises par le soleil qui entrent en collision avec des particules interstellaires. Ces particules s'accumulent autour de l'héliopause et créent une onde de choc. L'héliogaine est située encore plus loin que le choc terminal, c'est dans cette région que les vents solaires sont ralentis et comprimés.

Plus près de nous, sur Terre, les vents solaires peuvent aussi avoir un impact. Lorsque des flux de [plasma](#) solaires croisent l'[orbite](#) de notre planète, ils peuvent s'accumuler au niveau de la [ceinture de Van Allen](#) (= zone magnétique autour de la Terre dont la partie extérieure se déploie jusqu'à 65 000 km d'altitude, voir juste ci-dessous) et provoquer des aurores polaires lorsque les particules [ionisées](#) entrent en contact avec l'atmosphère. D'ailleurs, le phénomène d'aurore peut s'observer sur d'autres planètes, tels que Jupiter et Saturne. Pour les aurores polaires terrestres, Professeur Têtenlair (donc ton serviteur) te renvoie aux deux articles complets qu'il a écrits à ce sujet, intitulé :

- "[Les aurores polaires : du lourd en merveilles ? T'es à la bonne adresse 1/1](#)"
- "[Les aurores polaires : du lourd en merveilles ? T'es à la bonne adresse 1/2](#)".

Bye bye

A la semaine prochaine !

Professeur Têtenlair