Interaction magnétosphère-vent solaire : une vision globale apportée par l'apprentissage automatique

Nicolas Aunai¹, Bayane Michotte de Welle^{1,2}, Ambre Ghisalberti¹, Benoit Lavraud³, Vincent Génot⁴, Gautier Nguyen⁵, Alexis Jeandet¹

1: Laboratoire de Physique des Plasmas

2: NASA Goddard Space Flight Center

3: Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux

4: Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie

5: DPHY, ONERA, Université de Toulouse, F-31000, Toulouse, France

La magnétosphère terrestre constitue un formidable laboratoire d'étude pour mieux comprendre la dynamique d'objets astrophysiques magnétisés et leur interaction avec leur environnement. La première phase d'étude du système, qui s'est étalée pendant la seconde moitié du 20^e siècle, fut marquée par l'exploration de l'environnement et la découverte de sa structure (choc, magnétogaine, magnétopause, queue magnétique, etc.) révélée par la mesure in situ. Ces mesures, révélèrent de surcroît une grande richesse de processus plasmas à petite échelle, dont il fut rapidement supposé qu'ils avaient un rôle clé dans la dynamique globale. L'étude de ces processus microphysiques, non-résolus par ces premières missions, motiva la seconde phase d'exploration du système dès le début du 21^e siècle. Les missions désormais multi-satellites, telles que Cluster, THEMIS ou MMS, ont permis de résoudre les mécanismes locaux contrôlant les processus tels que la reconnexion magnétique, aux échelles ioniques, puis électroniques. L'aspect global de la dynamique de ces processus dans le couplage magnétosphère/vent solaire est cependant resté inaccessible par la nature intrinsèquement locale des mesures in situ.

Nous rentrons aujourd'hui dans une nouvelle ère, où acquérir une vision à grande échelle devient envisageable grâce à l'union des décennies de mesures accumulées dans tout le système et pour toutes les conditions environnementales, et des algorithmes innovants basés sur l'apprentissage automatique. L'arrivée des prochaines missions, basées sur un nombre croissant de satellites et une plus grande quantité de données rend le développement de ces algorithmes d'autant plus incontournable.

Au cours de cette présentation, je ferai un rapide tour d'horizon de progrès récents en la matière, allant des méthodes de détection automatiques de signatures dans les données et des outils développés à ce propos, à la reconstruction des propriétés globales du côté jour de la magnétosphère en lien avec la reconnexion magnétique s'y déroulant.