

Compte rendu sur l'Atelier « Electroynamique Atmosphérique et Spatiale » lors des Journées de la Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique (SF2A), 2-5 juin 2015, Toulouse

I. Contexte et objectifs

Avec le soutien du Programme National Soleil-Terre (PNST), un atelier « Électrodynamique Atmosphérique et Spatiale » a été organisé le 2 juin 2015 lors des Journées de la Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique (SF2A). L'atelier était animé par Sébastien Célestin et Jean-Louis Pinçon (LPC2E, Orléans).

Cet atelier avait pour thème le rôle des orages troposphériques dans le système atmosphère-ionosphère-magnétosphère. Mieux comprendre ce rôle passe par une meilleure connaissance des orages et des éclairs troposphériques, des origines et des effets physico-chimiques des événements lumineux transitoires (Transient Luminous Events ou TLE) observés entre 15 et 100 km d'altitude (blue jets, gigantic jets, sprites, halos, elves, etc.) et des processus de haute énergie associés aux orages et aux éclairs (Terrestrial Gamma-ray Flashes ou TGF, Gamma-ray glows, etc.). Ce domaine de recherche est à l'interface de la Physique des Plasmas Hors-Équilibres (ou Plasmas Froids), de la Radioélectricité, des Sciences de l'Atmosphère (Météorologie, Climatologie, Physique et Chimie de l'Atmosphère, etc.), de la Physique des Plasmas Spatiaux (Ceintures de Radiations, Ionosphère, etc.), et de l'Astrophysique des Hautes Énergies (Sursauts Gamma, Gerbes Atmosphériques, etc.).

De nombreuses disciplines sont concernées par les effets des orages sur le couplage atmosphère-ionosphère-magnétosphère. On note en particulier:

- * la physico-chimie des décharges de laboratoire,
- * la physico-chimie de l'atmosphère,
- * les mécanismes de chargement électrique des nuages d'orage,
- * le déclenchement, la propagation et les effets des éclairs,
- * les mécanismes de génération des TLE et TGF,
- * les rayons cosmiques et gerbes atmosphériques,
- * la physico-chimie de l'ionosphère,
- * les interactions atmosphère-ionosphère,
- * le circuit électrique global et ses modulations (magnétosphérique, solaire, etc.),
- * la propagation des ondes électromagnétiques dans le guide d'onde terre-ionosphère.

Des collaborations se mettent actuellement en place à l'interface de ces disciplines en lien avec d'ambitieux projets nationaux et internationaux (missions satellites, campagnes de mesure au sol, etc.). Avec le développement de ces projets, la communauté Française occupera dans les prochaines années une position unique dans le développement du domaine de l'Électricité Atmosphérique et Spatiale. Il existe aujourd'hui en France une forte segmentation de cette communauté. Ceci contraste avec la situation à l'échelle internationale où le domaine est bien visible, par exemple grâce à l'existence d'un comité international d'électricité atmosphérique (ICAE), d'un *focus group* « Atmospheric and Space Electricity » à l'American Geophysical Union, ou encore d'un réseau européen ESF sur le rôle des orages dans le système atmosphère-ionosphère-magnétosphère (TEA-IS).

Les objectifs de cet atelier étaient : de mettre en lumière les synergies possibles entre les différents groupes français, d'évaluer la volonté de la communauté française de se structurer, et de discuter de la forme que pourrait prendre une telle structure.

En préparation de cet atelier, Jean-Louis Pinçon, Sébastien Célestin, et Michel Tagger (directeur du LPC2E) ont pris contact avec les responsables CNRS/INSU Denis Mourard (directeur adjoint scientifique Astronomie – Astrophysique) et Philippe Bertrand (directeur adjoint scientifique Océan – Atmosphère) afin de discuter des formes que pourrait prendre la structuration de la communauté Electricité Atmosphérique et Spatiale française.

II. Organisation de l'atelier

L'atelier était divisé en deux parties. La première partie (2 heures) était dédiée à la présentation des travaux et projets scientifiques passés, présents, et futurs (voir Tableau 1).

14:00-14:15	Jean-Louis Pinçon (LPC2E, Université d'Orléans, CNRS) : <i>Les TLE, les TGF et la mission TARANIS</i>
14:15-14:30	Philippe Lalande (ONERA) : <i>La physique des éclairs</i>
14:30-14:45	Eric Defer (Observatoire de Paris) : <i>Caractérisation de l'état électrique d'un orage par détection des éclairs</i>
14:45-15:00	Olivier Guaitella (LPP, Ecole Polytechnique, CNRS) : <i>"Streamers", "bullets" et "filaments" : Les ondes d'ionisation en laboratoire et leurs similitudes avec les phénomènes atmosphériques</i>
15:00-15:15	Thomas Farges (CEA, DAM) : <i>Phénomènes lumineux transitoires : observations et mécanismes physiques</i>
15:30-15:45	David Sarria (IRAP, Université Paul Sabatier, CNRS) : <i>Étude des électrons et positrons secondaires produits lors des Terrestrial Gamma-ray Flashes</i>
15:45-16:00	Benoît Revenu (SUBATECH, Ecole des Mines de Nantes, CNRS) : <i>Rayons cosmiques, gerbes atmosphériques et orages</i> (présentation par Eric Defer).

Tableau 1. Programme de la première partie de l'atelier « Électrodynamique Atmosphérique et Spatiale ».

La deuxième partie (2 heures) était une discussion organisée autour des objectifs de l'atelier.

La première partie a attiré une vingtaine de participants et la partie discussion ~15. Les affiliations des participants présents étaient les suivantes : LPC2E (Université d'Orléans/CNRS), LA (Observatoire Midi-Pyrénées/Université Paul Sabatier/CNRS), LERMA (Observatoire de Paris), ONERA, CEA/DAM, LATMOS (UVSQ/UPMC/CNRS), LPP (École Polytechnique/CNRS), IRAP (Université Paul Sabatier/CNRS), LESIA (Observatoire de Meudon), et SUBATECH (École des Mines de Nantes/CNRS).

III. Résumé des discussions

Sur la base des questions scientifiques évoquées dans la première partie, **quatre grandes thématiques** (et leurs domaines de recherche associés) sont identifiées :

1. *Éclairs* : modélisation électrodynamique, physico-chimie de l'atmosphère, électrification des nuages.
2. *TLE* : éclairs, streamers, ionosphère, modélisation électrodynamique, radioélectricité, physico-chimie de l'atmosphère.
3. *TGF et LEP* : éclairs, sursauts gamma, streamers, modélisation électrodynamique, transport de particules dans l'atmosphère, ceintures de radiation, radioélectricité (+ionosphère).
4. *Couplage rayons cosmiques / orages et TGE* : rayons cosmiques, gerbes atmosphériques, transport de particules de haute énergie dans l'atmosphère, éclairs, radioélectricité, électrification des nuages.

* Acronymes :

TLE : *transient luminous events*

TGF : *terrestrial gamma ray flash*

LEP : *lightning-induced electron precipitation*

TGE : *terrestrial ground enhancement*

Ces thématiques sont associées à des projets transversaux :

TARANIS (mission spatiale CNES), **SOLID** (Space-based Optical Lightning Detection, projet CNES-TOSCA de préparation, validation, support, et coordination des données d'observation des éclairs par les futures missions ISS-LIS (NASA), TARANIS (CNES), et MTG-LI (Eumetsat)), **LICORNE** (projet interdisciplinaire de l'École

des Mines de Nantes sur l'impact des gerbes atmosphériques dans les orages), **SAETTA** réseau de localisation des décharges électriques d'éclairs de technologie LMA (lightning mapping array) installé en Corse.

Un certain nombre d'autres projets sont en cours de développement ou en phase d'amorçage.

Les participants à l'atelier manifestent leur souhait d'une structuration de la communauté sous la forme d'un Groupe de Recherche (GdR). Eric Defer (LERMA) [Eric Defer est maintenant affilié au LA] se porte volontaire pour assurer la coordination des activités préparatoires à la formation d'un GdR fin 2016. Ce GdR stimulera les efforts dans les différentes thématiques identifiées, encouragera les synergies entre groupes, et pourra jouer un rôle de coordinateur dans l'utilisation et la valorisation des données produites par les différents projets.

Il est convenu que les participants discuteront de l'investissement de leurs instituts respectifs au GdR avec leurs hiérarchies: P. Lalande pour l'ONERA, A. Bourdon pour l'INSIS, B. Revenu pour l'IN2P3, T. Farges pour le CEA, J.-L. Pinçon pour l'INSU.