



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

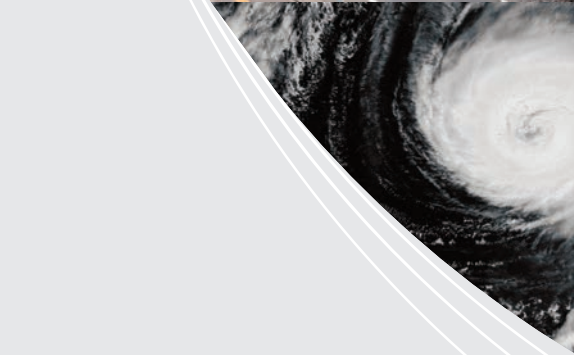


Les catastrophes naturelles : observations spatiales et prévisions

13 juin 2017 à 14h30

Grande salle des séances
de l'Institut de France

23, quai de Conti, 75006 Paris



L'observation de la Terre depuis l'espace, qui commença dans les années 1960 avec le regard étonné des premiers astronautes, a fait d'immenses progrès dans les dernières décennies. Ces progrès concernent aussi bien la qualité, la précision et la quantité des données recueillies, ainsi que la rapidité avec laquelle celles-ci peuvent être enregistrées et exploitées sur Terre. Ces données sont extrêmement variées et concernent non seulement l'imagerie visible, infra rouge et radar mais aussi quantité d'autres paramètres relatifs à l'atmosphère, l'océan, les surfaces continentales et la Terre solide. C'est ainsi que nous pouvons actuellement suivre en temps réel la formation et l'évolution des grandes perturbations atmosphériques, prédire le chemin et l'intensité des cyclones et des orages tropicaux, surveiller l'état de la mer à l'échelle du globe, ou l'évolution des vagues de tsunamis. L'observation de la terre solide par différentes techniques de géodésie satellitaire et sondage électromagnétique nous permet de mesurer les déformations de la croûte terrestre, de surveiller les volcans, ou détecter les ondes engendrées par les forts séismes dans l'ionosphère.

Cette conférence-débat a pour but de faire un tour d'horizon des capacités actuelles que nous apporte la technologie spatiale en matière de surveillance et prévision des catastrophes naturelles, ainsi que l'aide à la gestion en temps réel sur le terrain des désastres majeurs.



Les organisateurs de la conférence-débat



Anny CAZENAVE

Académie des sciences, Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiale de Toulouse et *International Space Science Institute* de Berne

Anny Cazenave est chercheur au Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiale de Toulouse et directeur pour les sciences de la Terre à l'*International Space Science Institute* de Berne. Ses travaux portent sur l'application des techniques spatiales à l'étude de la planète : géodésie et géophysique, niveau de la mer et climat, cycle global de l'eau.



Jean-Louis LE MOUËL

Académie des sciences, Institut de Physique du Globe de Paris

Jean-Louis le Mouël est un physicien du globe, aujourd'hui physicien émérite à l'Institut de Physique du Globe de Paris dont il fut le directeur des observatoires, puis le directeur de 1988 à 1998. Il fut pendant six ans président du comité national français de la Décennie Internationale pour la Prévention et la Mitigation des Catastrophes Naturelles (DIPCN ; 1990–2000), programme de l'ONU. Président du Comité des programmes scientifiques du Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) de 1994 à 2000, il vit l'avènement des observations par satellite dans l'étude et la surveillance des risques naturels. Ses travaux portent sur les différentes composantes du champ magnétique la Terre, la géoélectricité, la rotation de la planète, les relations Soleil-Terre.



Barbara ROMANOWICZ

Académie des sciences, Collège de France

Barbara Romanowicz étudie les mathématiques pures à l'Ecole Normale Supérieure de Sèvres puis obtient un doctorat de 3^e cycle en astronomie fondamentale à l'université Paris VI suivi d'un doctorat d'Etat en géophysique à l'université Paris VII. En tant que chercheur au CNRS affectée à l'Institut de Physique du Globe de Paris, elle a construit, entre 1981 et 1991, le réseau sismologique global large bande GEOSCOPE. De 1991 à 2011, elle a dirigé le laboratoire de sismologie de l'université de Californie à Berkeley. Depuis 2011, elle est titulaire de la chaire de Physique de l'intérieur de la Terre au Collège de France.



P rogramme

- 14:30** Ouverture
Sébastien CANDEL, Président de l'Académie des sciences, Paris
Catherine BRÉCHIGNAC, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, Paris
- 14:45** Apports récents de la géodésie spatiale à la compréhension des séismes
Éric CALAIS, professeur à l'École Normale Supérieure, Paris
- 15:15** La prévision des éruptions volcaniques : une réalité ?
Jacques ZLOTNICKI, directeur de recherche à l'Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand
- 15:45** Détection ionosphérique des tsunamis et des ondes sismiques : maturité et perspectives
Elvira ASTAFYEVA, chargée de recherche au CNRS à l'Institut de Physique du Globe de Paris
- 16:15** Les catastrophes hydro-météorologiques : leur suivi et leur prévision depuis l'espace
Jean-François MAHFOUF, responsable d'équipe au Centre National de Recherches Météorologiques (CNRS et Météo France), Toulouse
- 16:45** La Charte internationale Espace et catastrophes majeures : l'observation de la Terre au service de la gestion de crise
Hélène DE BOISSEZON, responsable activités Risques au Centre National d'Études Spatiales, Toulouse
- 17:15** Discussion et conclusion

Biographies et résumés



Éric CALAIS

Professeur à l'École Normale Supérieure, Paris

Eric Calais est professeur à l'École Normale Supérieure (Paris), spécialiste des régions sismiques actives du globe. Ses chantiers de recherche incluent la Caraïbe, l'Afrique de l'Est et l'Asie centrale. Il a co-dirigé la *task-force* des Nations Unies suite au séisme d'Haïti en 2010 puis y a travaillé comme conseiller scientifique pour les Nations Unies dans le cadre de la reconstruction post-séisme. Il est membre de l'Institut universitaire de France et a reçu le prix Fallot-Jeremine-Jacob de l'Académie des sciences pour ses travaux sur l'application de la géodésie spatiale à l'étude des séismes et le prix Frank Press de l'Association américaine de sismologie pour ses travaux sur le séisme d'Haïti.

Apports récents de la géodésie spatiale à la compréhension des séismes

La géodésie spatiale permet, depuis une vingtaine d'années, de mesurer le déplacement des plaques tectoniques, les déformations aux frontières des plaques et les mouvements associés aux séismes majeurs. Au-delà d'une description de la cinématique de ces déformations, ces observations sont maintenant utilisées pour comprendre les processus physiques qui les sous-tendent grâce à des modèles numériques. Plus récemment, ces observations ont permis la découverte d'épisodes de glissement aisé dans les zones de subduction et, plus généralement, d'établir le comportement mécanique hétérogène dans l'espace et dans le temps des failles sismiques, ouvrant peut-être une nouvelle brèche dans notre compréhension des processus pré-sismiques. Cette présentation sera illustrée, entre autres, par l'exemple du séisme d'Haïti (janvier 2010).



Jacques ZLOTNICKI

Directeur de recherche à l'Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand

Jacques Zlotnicki est directeur de recherche au CNRS et président de l'association internationale EMSEV (*Electromagnetic Studies of Earthquakes and Volcanoes*) depuis 2007. Directeur du laboratoire de Géophysique d'Orléans de 1993 à 1998, il effectue ses recherches aujourd'hui à l'Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand.

Jacques Zlotnicki s'intéresse à la compréhension, la surveillance et la prévision des éruptions volcaniques et des séismes en y appliquant des méthodes d'imagerie. A ce titre, il a conçu des techniques de surveillance, et développé des méthodes d'analyse et d'identification des mécanismes à l'origine des éruptions volcaniques et des séismes.



La prévision des éruptions volcaniques : une réalité ?

Les éruptions volcaniques font partie des catastrophes naturelles qui engendrent des coûts humains, économiques et sociétaux de plus en plus importants. L'urbanisation et la densification des populations sur des volcans réputés dangereux présagent le paiement de lourds tributs. Même de simples panaches de cendres se dissipant dans la haute atmosphère perturbant le trafic aérien pendant des semaines engendrent des coûts non acceptés. La prévision des éruptions est donc décisive pour atténuer les risques encourus. Aujourd'hui, de nombreux satellites survolent la Terre et nous renseignent en temps quasi-réel sur les modifications importantes de la morphologie, de la température, des gaz émis, et des changements hydro-environnementaux de zones étendues. Si les observations satellitaires actuelles sont cruciales pour suivre une activité éruptive à grande échelle, elles ne peuvent cependant pas encore rendre compte des faibles signaux précurseurs transitoires et localisés. Avec le pré-requis d'une connaissance fine du dynamisme éruptif, les réseaux de surveillance au sol intégrant de multiples techniques restent les plus adaptés à la prévision des éruptions volcaniques.





Elvira ASTAFYEVA

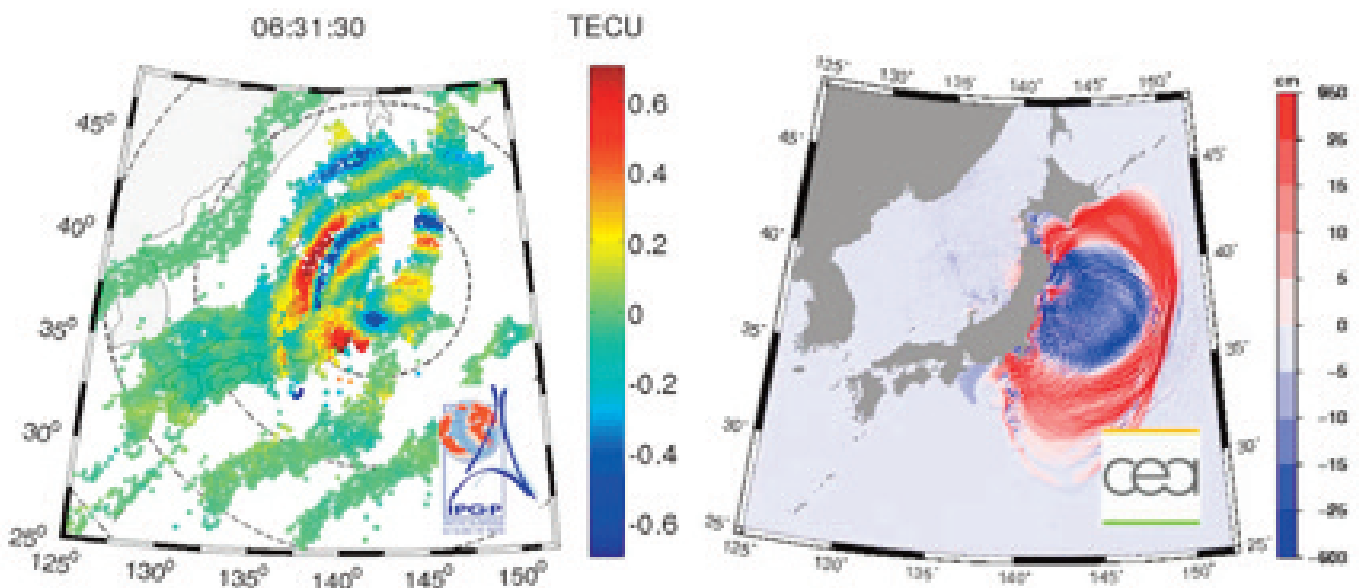
Chargée de recherche au CNRS à l'Institut de Physique du Globe de Paris

Elvira Astafyeva est chargée de recherche CNRS à l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), spécialiste de la physique de l'ionosphère terrestre et de la sismologie ionosphérique. Elle est titulaire d'un doctorat en physique de l'atmosphère de l'Institut de Physique Solaire et Terrestre (Irkoutsk, Russie) obtenu en 2005. Recrutée par le CNRS en 2012, elle est responsable scientifique d'un projet *ERC Starting Grant*. En 2016, elle a reçu la médaille de bronze du CNRS pour ses travaux en sismologie ionosphérique.

Détection ionosphérique des tsunamis et des ondes sismiques : maturité et perspectives

Depuis une dizaine d'années et avec le développement des réseaux denses des récepteurs GNSS (Global Navigation Satellite system), les observations des perturbations ionosphériques générées par des catastrophes naturelles telles que les séismes, les tsunamis et les éruptions volcaniques, se sont accumulées. Plus surprenant encore, il est aujourd'hui possible de « visualiser » la source sismique à partir des données ionosphériques, de « voir » la propagation des tsunamis dans l'atmosphère puis l'ionosphère terrestre, et détecter ou même « localiser » une éruption volcanique à partir de l'ionosphère.

Nous illustrons ces observations et nous présentons les diverses techniques ionosphériques de la détection des catastrophes naturelles.



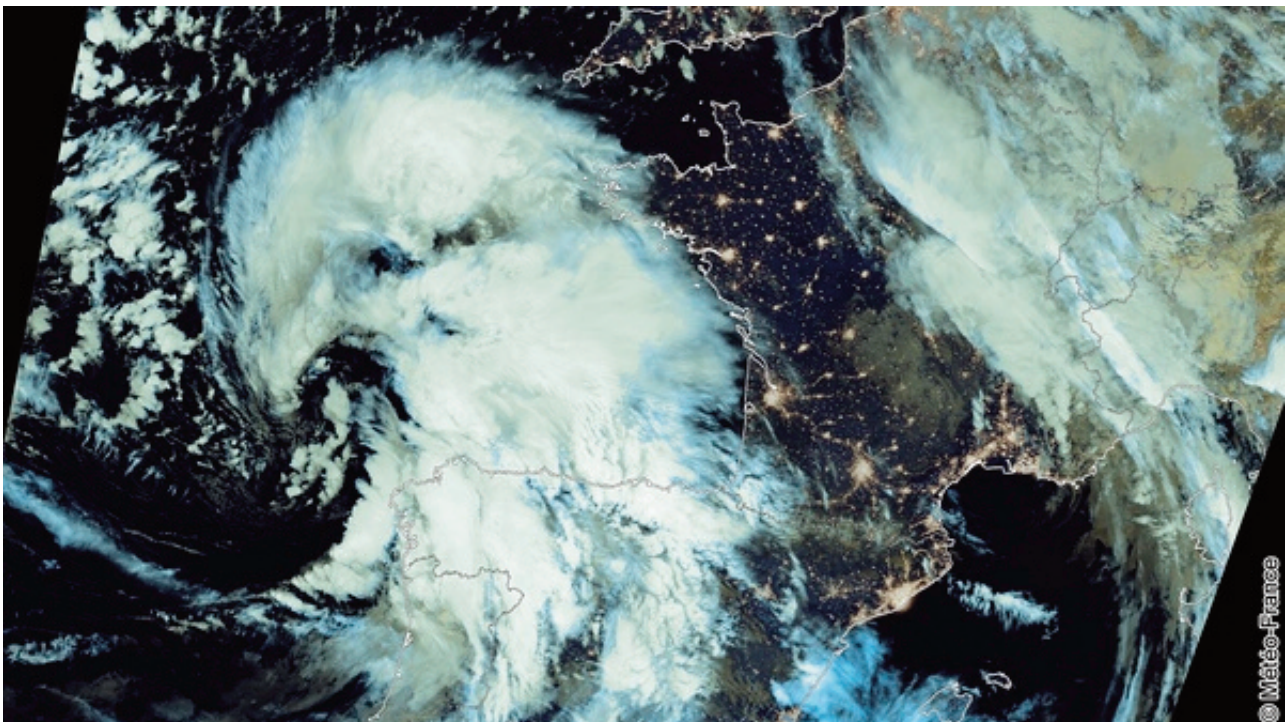
Jean-François MAHFOUF
Responsable d'équipe au Centre National de
Recherches Météorologiques (CNRS et Météo France), Toulouse



Jean-François Mahfouf est responsable de l'équipe « Observations » au sein du groupe de recherche en prévision numérique du temps du Centre National de Recherches Météorologiques (UMR 3589) du CNRS et de Météo-France. Il est titulaire d'un doctorat en géophysique de l'université Blaise Pascal (Clermont-Ferrand) obtenu en 1986 et d'un diplôme d'habilitation à diriger des recherches de l'université Paul Sabatier (Toulouse) obtenu en 1994. Ses activités de recherche portent principalement sur l'initialisation des surfaces continentales et des régions nuageuses de l'atmosphère dans les modèles de prévision numérique du temps en utilisant les observations de la télédétection spatiale dans le domaine des micro-ondes.

Les catastrophes hydro-météorologiques : leur suivi et leur prévision depuis l'espace

Cette présentation sera introduite par quelques statistiques sur les catastrophes naturelles affectant l'atmosphère, les océans, et les rivières. Plusieurs exemples, ayant récemment frappé la métropole, comme la forte tempête hivernale « Zeus » le 6 Mars 2017, seront illustrés. On montrera notamment comment la télédétection spatiale a permis de suivre l'évolution de ces événements extrêmes. Les observations issues de capteurs embarqués sur des plateformes en orbites basse ou géostationnaire sont utilisées de manière quantitative pour améliorer les états initiaux de modèles numériques afin de prévoir la localisation spatio-temporelle des catastrophes hydro-météorologiques et ainsi anticiper les risques associés. Le principe de l'assimilation de données fournissant des conditions initiales optimales aux modèles numériques sera résumé. Le potentiel prédictif de ces modèles sera démontré sur plusieurs événements (cyclones tropicaux, précipitations intenses le long du pourtour méditerranéen, ...). On terminera en décrivant plusieurs missions spatiales en préparation qui apporteront une nouvelle vision de l'atmosphère, des océans et des rivières pour mieux suivre et prévoir ces catastrophes.





Hélène DE BOISSEZON

Responsable activités Risques au Centre National d'Études Spatiales, Toulouse

Hélène de Boissezon commence sa carrière à SCOT Conseil, où elle reste 12 ans et mène des projets de télédétection en agriculture, forêt, aménagement du territoire. Elle rentre au CNES en 2000 pour assurer l'interface avec les utilisateurs via des études R&D. De 2008 à 2016, elle est chef du service Analyse et Produits Image, qui a pour but de rapprocher l'observation de la terre des utilisateurs. Depuis 2016, elle travaille dans l'équipe Services Aval dans le domaine des risques et représente le CNES au comité directeur de la Charte internationale Espace et catastrophes majeures.

La Charte internationale Espace et catastrophes majeures : l'observation de la Terre au service de la gestion de crise

Chaque année, des catastrophes naturelles (séismes, inondations, feux de forêts...) ou technologiques (marées noires, ...) bouleversent la vie de millions d'êtres humains. Chaque fois, les organismes de secours chargés de venir en aide aux victimes peuvent demander l'activation de la Charte internationale « Espace et catastrophes majeures ».

La Charte a été créée en 2000 à l'initiative du CNES, de l'ESA et de l'Agence spatiale canadienne (CSA). C'est un programme unique de coordination des systèmes d'observation de la terre pour répondre à l'urgence en cas de catastrophe naturelle à grande échelle, sur la base du volontariat. Depuis bientôt 17 ans d'activité, elle a permis l'émergence d'autres dispositifs aux niveaux européen ou international. L'activation de la Charte permet de programmer des satellites en mode « rush » afin d'acquérir des images permettant de cartographier les zones sinistrées et d'évaluer les impacts. Ces informations sont particulièrement utiles pour une intervention d'urgence efficace, grâce à une vision exhaustive, synoptique et actualisée de la situation. En zones urbanisées, elles permettent par exemple d'identifier les voies de circulation détruites, les bâtiments endommagés, les zones permettant d'installer des camps. Depuis 2000, la Charte internationale a été activée plus de 600 fois (environ 40 fois par an) pour des catastrophes météorologiques (inondations, ouragans, tempêtes, orages cycloniques, surcotes marines...), des événements géophysiques (glissements de terrain, tremblements de terre, éruptions volcaniques), des feux de forêts ou des accidents industriels (marées noires).

L'exposé présentera l'activité de la Charte internationale, formidable démonstrateur maintenant pleinement opérationnel. Seront aussi présentés brièvement d'autres dispositifs visant à développer l'utilisation des satellites pour mieux gérer les situations de crise, voire réduire et prévenir les risques naturels.

