

Extrait du Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et astrophysique

<https://www.obspm.fr/-soutenances-de-these-et-hdr-.html>

# **Soutenances de thèse et HDR**

- Actualités -

Date de mise en ligne : mardi 15 janvier 2019

Date de parution : 24 janvier 2019

---

**Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et  
astrophysique**

---

# Soutenances à venir

## Thèses

- **Lundi 28 Janvier 2019 à 14h00** - Salle J.F. Denisse, Observatoire de Paris, 77Avenue Denfert Rochereau 75014 Paris - Soutenance de thèse de Monsieur **Yann DUCHEMIN** sur le sujet : "La navigation astronomique d'une sonde autonome, pour l'exploration du système solaire à l'ère de Gaia".

## Jury et résumé

### Composition du jury

M. Jean-Eudes ARLLOT Astronome Observatoire de Paris, Directeur de these

M. Octavian CUREA Associate professor ESTIA, Rapporteur du jury

M. Valery LAINEY Astronome adjoint IMCCE / Jet Propulsion Laboratory (Pasadena CA. USA) CoDirecteur de these

M. Paolo TANGA Astronome Observatoire de la Côte d'Azur - Membre du jury

Mme Françoise ROQUES Astronome Observatoire de Paris, Membre du jury

M. Olivier MAURICE Ingénieur de recherche ArianeGroup Rapporteur du jury

### Résumé :

Les sondes spatiales sont actuellement guidées en majorité par le réseau de radiotélescopes du Deep Space Network (DSN). Seule l'attitude (orientation) de la sonde peut être déterminée de manière autonome grâce à la visée d'étoiles. Le nombre croissant de sondes spatiales, l'utilisation de moteurs ioniques impliquant l'abandon des trajectoires balistiques, vont augmenter la pression sur les réseaux de suivi du DSN. La navigation totalement autonome d'une sonde va devenir essentielle. Une sonde doit savoir « faire le point » comme un navire en mer, à la différence fondamentale près, que l'on ne se place plus sur une surface, mais dans un espace à trois dimensions (quatre si on inclut le temps). Les expériences menées jusqu'à présent se sont limitées à une autonomie des sondes lors de leur arrivée dans l'environnement d'une planète : la cartographie embarquée de la planète permet à la sonde de se situer dans l'espace proche de la planète. Quelques missions automatiques ont permis l'exploration d'astéroïdes, d'approcher des comètes, ou encore de photographier la Lune. Mais le problème reste entier pour une sonde éloignée pour laquelle on ne peut pas conserver un contact permanent. Le travail réalisé dans cette thèse a été d'examiner les possibilités pour une sonde de connaître sa position indépendamment de toute aide du sol à différentes étapes d'une mission. Pour la localisation autonome, il est indispensable de bien repérer les corps mobiles du système solaire, et d'en évaluer leur magnitude. Leur utilisation et leur sélection en cours de mission va dépendre de la précision de leurs éphémérides respectives qui va influencer sur la précision de localisation de la sonde. Les contraintes dues aux matériels d'observation embarqués ont dû être pris en compte, plus particulièrement pour le système d'observation qui est au cœur du système. Les méthodes à utiliser doivent être efficaces dans le cas de positionnements successifs sur une trajectoire estimée en phase voyage. C'est pourquoi, à partir d'une position a priori connue, j'ai convergé vers une méthode probabiliste de localisation.

### Summary :

Spacecrafts are nowadays mainly guided by Deep Space Network (DSN) radio telescopes. Stellar sensors can only provide the attitude (orientation) of the probe. The increasing number of spacecrafts, the use of ion thrusters involving the abandonment of ballistic trajectories, will raise the load on DSN tracking arrays. Totally autonomous navigation is becoming essential. A probe must be able to « take a bearing », like a ship at sea, except that the environment is a three-dimensionnal space (four, with time). So far, spacecrafts have experimented autonomous navigation only while approaching a planet, using onboard mapping. A few automated space missions have allowed to explore asteroids, to get close to comets or to photography the Moon. But the issue remains unresolved in the case of a remote probe for which permanent contact can't be kept. The aim of my research works was to investigate the possibilities for a spacecraft to know its position at different stages of the mission without any information from the ground. It is essential for autonomous localization to properly identify solar system mobile bodies and evaluate their magnitude. During mission, the choice and use of an object will depend on the accuracy of its ephemerides. Moreover, constraints due to on-board equipment have to be taken into consideration. In the case of successive positionning on an estimated trajectory during cruise travel, effective means must be used. Therefore, I have chosen a probabilistic method of localization from an a priori known position.

## Soutenances à venir

### Thèses

- **Lundi 28 Janvier 2019 à 14h00** - Salle J.F. Denisse, Observatoire de Paris, 77Avenue Denfert Rochereau 75014 Paris - Soutenance de thèse de Monsieur **Yann DUCHEMIN** sur le sujet : "La navigation astronomique d'une sonde autonome, pour l'exploration du système solaire à l'ère de Gaia".

### Jury et résumé

#### Composition du jury

M. Jean-Eudes ARLLOT Astronome Observatoire de Paris, Directeur de these

M. Octavian CUREA Associate professor ESTIA, Rapporteur du jury

M. Valery LAINEY Astronome adjoint IMCCE / Jet Propulsion Laboratory (Pasadena CA. USA) CoDirecteur de these

M. Paolo TANGA Astronome Observatoire de la Côte d'Azur - Membre du jury

Mme Françoise ROQUES Astronome Observatoire de Paris, Membre du jury

M. Olivier MAURICE Ingénieur de recherche ArianeGroup Rapporteur du jury

#### Résumé :

Les sondes spatiales sont actuellement guidées en majorité par le réseau de radiotélescopes du Deep Space Network (DSN). Seule l'attitude (orientation) de la sonde peut être déterminée de manière autonome grâce à la visée d'étoiles. Le nombre croissant de sondes spatiales, l'utilisation de moteurs ioniques impliquant l'abandon des trajectoires balistiques, vont augmenter la pression sur les réseaux de suivi du DSN. La navigation totalement autonome d'une sonde va devenir essentielle. Une sonde doit savoir « faire le point » comme un navire en mer, à la différence fondamentale près, que l'on ne se place plus sur une surface, mais dans un espace a trois dimensions (quatre si on inclut le temps). Les expériences menées jusqu'à présent se sont limitées à une autonomie des sondes lors de leur arrivée dans l'environnement d'une planète : la cartographie embarquée de la planète permet à la sonde

de se situer dans l'espace proche de la planète. Quelques missions automatiques ont permis l'exploration d'astéroïdes, d'approcher des comètes, ou encore de photographier la Lune. Mais le problème reste entier pour une sonde éloignée pour laquelle on ne peut pas conserver un contact permanent. Le travail réalisé dans cette thèse a été d'examiner les possibilités pour une sonde de connaître sa position indépendamment de toute aide du sol à différentes étapes d'une mission. Pour la localisation autonome, il est indispensable de bien repérer les corps mobiles du système solaire, et d'en évaluer leur magnitude. Leur utilisation et leur sélection en cours de mission va dépendre de la précision de leurs éphémérides respectives qui va influencer sur la précision de localisation de la sonde. Les contraintes dues aux matériels d'observation embarqués ont dû être pris en compte, plus particulièrement pour le système d'observation qui est au coeur du système. Les méthodes à utiliser doivent être efficaces dans le cas de positionnements successifs sur une trajectoire estimée en phase voyage. C'est pourquoi, à partir d'une position a priori connue, j'ai convergé vers une méthode probabiliste de localisation.

### **Summary :**

Spacecrafts are nowadays mainly guided by Deep Space Network (DSN) radio telescopes. Stellar sensors can only provide the attitude (orientation) of the probe. The increasing number of spacecrafts, the use of ion thrusters involving the abandonment of ballistic trajectories, will raise the load on DSN tracking arrays. Totally autonomous navigation is becoming essential. A probe must be able to « take a bearing », like a ship at sea, except that the environment is a three-dimensional space (four, with time). So far, spacecrafts have experimented autonomous navigation only while approaching a planet, using onboard mapping. A few automated space missions have allowed to explore asteroids, to get close to comets or to photograph the Moon. But the issue remains unresolved in the case of a remote probe for which permanent contact can't be kept. The aim of my research works was to investigate the possibilities for a spacecraft to know its position at different stages of the mission without any information from the ground. It is essential for autonomous localization to properly identify solar system mobile bodies and evaluate their magnitude. During mission, the choice and use of an object will depend on the accuracy of its ephemerides. Moreover, constraints due to on-board equipment have to be taken into consideration. In the case of successive positioning on an estimated trajectory during cruise travel, effective means must be used. Therefore, I have chosen a probabilistic method of localization from an a priori known position.