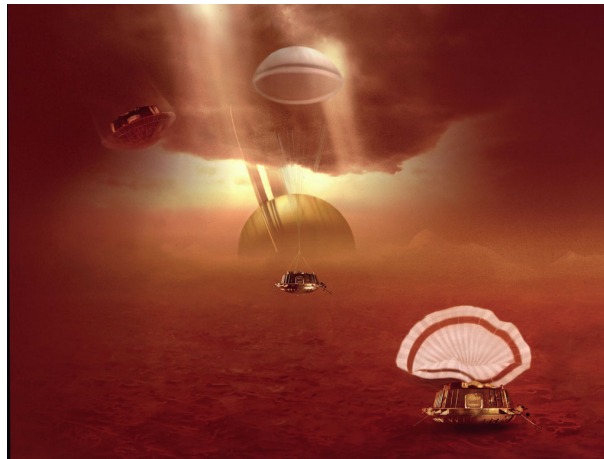




# Characterization of the spin and attitude of the ESA Huygens probe during its descent onto Titan using the engineering dataset.



Study carried out by Alain Sarlette  
under supervision of  
**Dr. J.-P. Lebreton**  
**Dr. O. Witasse, Ir. M. Pérez Ayúcar**  
**Pr. J.-P. Swings**

during a training period at ESA/ESTEC Noordwijk, The Netherlands  
from February to April 2005

**Liège University**  
**Faculty of Applied Sciences**

---



## Abstract

The Huygens probe is the ESA's main contribution to the Cassini-Huygens mission, carried out jointly by the ESA, the NASA and the ASI. It was designed to descent into the atmosphere of Titan, Saturn's largest moon, on January 14, 2005, providing surface images of the farthest object a man-made probe has ever landed on. Its main purpose was to study Titan's atmosphere during the descent phase.

Of course, priority has been given to the scientific instruments for data recovery but a small engineering dataset was also sent back to Earth. The goal of the present work was, using these engineering data, to characterize the instantaneous orientation of the Huygens probe during its descent, in order to allow correct analysis of the scientific data.

The methods used concern evaluation of reduced accelerometer data, analysis of the telecommunication link's power level using the accurately known antenna gain pattern and a comparison between the Huygens mission and the more fully instrumented SM2 test probe which was dropped in the Earth's atmosphere in 1995. Some basic dynamic modelization has also been done to investigate likely behaviours and try to identify consistent approximations.

In addition to this report, the results of my work include Excel ® files containing probe orientation (support) data as well as a MATLAB ® routine which allows to compute a probe's azimuth from the (manually pre-processed) telemetry link gain and the positioning dataset. A user-friendly program for the visualization of the evolution of all involved variables - including a 3D probe orientation display - was also planned, but could not be finished since a complete characterization of the probe's attitude (tilt-related motions) was not achieved yet before writing the present report.

As a whole bunch of people spread over the world were working on the subject of the probe's orientation using different information, the conclusions of all teams had to be compared. This was continually done by e-mail while working on the subject; a final meeting on April 22 & 23, 2005 was meant to clarify the situation before publishing first official results.



---

Alain Sarlette, student in physical engineering (orientation space technologies), University of Liège, 2004-2005.

**Caractérisation du spin et de l'attitude de la sonde Huygens de l'ESA pendant sa descente vers Titan à partir des données utilisées pour le contrôle des opérations.**

---

●

## **Abstract(FR)**

La sonde Huygens constitue la contribution principale de l'ESA à la mission Cassini-Huygens, effectuée conjointement avec la NASA et l'ASI. Elle a été conçue pour descendre dans l'atmosphère de Titan, le plus grand satellite de Saturne, le 14 janvier 2005. Les images de la surface de cet objet, le plus éloigné sur lequel l'homme ait jamais posé une sonde, ont fait le tour du monde. Mais le principal objectif de la mission était l'étude de l'atmosphère de Titan pendant la descente.

Il est logique que les mesures scientifiques aient été privilégiées en ce qui concerne le rapatriement des données, mais un petit ensemble de données opérationnelles a également été envoyé vers la Terre. Le but du présent travail était la reconstitution de l'orientation instantanée de la sonde Huygens pendant la descente en se basant sur ces informations dont disposent les ingénieurs, afin de permettre aux scientifiques d'interpréter correctement leurs résultats.

Les méthodes utilisées comportent l'évaluation de données d'accéléromètres, la comparaison de la puissance du lien de télécommunication au diagramme de gain de l'antenne ainsi que l'analyse d'une possible analogie entre le mouvement de la sonde Huygens lors de sa mission et celui de la maquette SM2, spécifiquement instrumentée pour observer le comportement de la sonde lors d'une descente dans l'atmosphère terrestre effectuée en 1995. Une brève étude dynamique simplifiée a également été effectuée afin de tenter d'identifier des régimes probables et des approximations cohérentes.

En plus de ce rapport, les résultats de mon travail comprennent des fichiers Excel ® contenant des données sur l'orientation de la sonde ainsi qu'une routine MATLAB ® permettant de calculer l'azimut d'une sonde à partir d'un jeu de données opérationnelles disponibles (en particulier, gain de la télécommunication prétraité manuellement et données de localisation). Un programme a également été prévu pour la visualisation conviviale de l'évolution des variables concernées - incluant un affichage 3D de l'orientation de la sonde; celui-ci n'a malheureusement pas pu être terminé à cause d'une caractérisation encore insuffisante de l'attitude de la sonde au moment de la publication du présent rapport.

Vu le nombre de personnes, distribuées dans le monde, travaillant sur le sujet du comportement de la sonde en utilisant des sources d'informations différentes, les conclusions de toutes ces équipes devaient être comparées. Cela s'est fait continuellement par courriel au cours des avancées des analyses; une réunion à l'ESTEC les 22 et 23 avril 2005 devait clarifier la situation avant la publication des premiers résultats officiels.

●

---

Alain Sarlette, étudiant ingénieur civil physicien (orientation techniques spatiales), Université de Liège, 2004-2005.