

**Projets académiques - M2 Ingénierie Spatiale, Université Toulouse**

**Academic projects - Master's in Space Engineering, University of Toulouse**

### **FR : Étude de Conception d'un Petit Satellite 2U pour Mission Stratosphérique**

#### **EN : 2U Small Satellite Design Study for Stratospheric Mission**

**FR :** Projet d'étude avec le CNES pour un CubeSat 2U destiné à un vol en ballon stratosphérique. Comparaison et choix d'un capteur solaire pour orienter le satellite. Étude pour réduire la taille d'une roue de rotation et sélection de composants électroniques économes en énergie (régulateurs et capteur de position). Respect des limites de poids (<2kg) et de taille (2U).

**EN:** Study project with CNES for a 2U CubeSat for stratospheric balloon flight. Comparison and selection of solar sensor for satellite orientation. Study to reduce rotation wheel size and selection of energy-efficient electronic components (regulators and position sensor). Compliance with weight (<2kg) and size (2U) limits.

### **FR : Étude du Chaos dans les Systèmes à Plusieurs Corps**

#### **EN : Chaos Study in Multi-Body Systems**

**FR :** Simulation Python du comportement chaotique dans un système avec plusieurs pôles. Test et comparaison de trois méthodes de calcul (Euler, Euler à pas variable, Runge-Kutta 4) pour identifier les zones stables et chaotiques. Étude de l'impact des conditions de départ avec différentes vitesses initiales, et application au système solaire pour suivre les trajectoires d'astéroïdes ou de satellites.

**EN:** Python simulation of chaotic behavior in multi-pole systems. Testing and comparison of three calculation methods (Euler, variable-step Euler, Runge-Kutta 4) to identify stable and chaotic zones. Study of initial conditions impact with different starting velocities, and solar system application to track asteroid or satellite trajectories.

### **FR : Détection de Planète par Mesure de Luminosité**

#### **EN : Planet Detection through Light Measurement**

**FR :** Traitement de 119 images FITS pour créer une courbe de luminosité d'étoile. Création d'un programme en Python et C incluant la lecture des images, la correction du bruit de fond, la compensation du mouvement du télescope et la mesure de la lumière. Détection réussie du passage d'une planète devant son étoile grâce à l'analyse de la variation de luminosité corrigée.

**EN:** Processing of 119 FITS images to create a star brightness curve. Development of Python and C program including image reading, background noise correction, telescope movement compensation and light measurement. Successful detection of planet passing in front of its star through corrected brightness variation analysis.

## **FR : Modélisation de la Rotation des Galaxies : Newton vs MOND**

### **EN : Galaxy Rotation Modeling: Newton vs MOND**

**FR :** Simulation en C et Python des courbes de rotation de galaxies avec deux théories différentes. Programmation de l'approximation de Gauss et du calcul exact pour la gravitation classique, puis comparaison avec la théorie MOND (Modified Newtonian Dynamics). Ajustement des paramètres par méthode  $\chi^2$  sur les données réelles de la galaxie NGC6503, montrant les limites de la physique de Newton à l'échelle des galaxies.

**EN:** C and Python simulation of galaxy rotation curves with two different theories. Programming of Gaussian approximation and exact calculation for classical gravitation, then comparison with MOND theory (Modified Newtonian Dynamics). Parameter adjustment using  $\chi^2$  method on real data from NGC6503 galaxy, showing Newton's physics limitations at galaxy scale.

## **FR : Estimation de Paramètres d'un Signal Bruité**

### **EN : Noisy Signal Parameter Estimation**

**FR :** Analyse d'un signal bruité avec profil lorentzien en MATLAB. Comparaison de trois méthodes d'estimation : moindres carrés avec FWHM connue, maximum de vraisemblance pour tous les paramètres, et approche bayésienne avec Metropolis-Hastings. Minimisation numérique avec différents algorithmes de gradient, analyse des résidus et calcul des matrices de covariance pour évaluer la robustesse de chaque méthode.

**EN:** Analysis of noisy signal with Lorentzian profile in MATLAB. Comparison of three estimation methods: least squares with known FWHM, maximum likelihood for all parameters, and Bayesian approach with Metropolis-Hastings. Numerical minimization with different gradient algorithms, residual analysis and covariance matrix calculation to evaluate each method's robustness.

## **FR : Conception AOCS pour CubeSat 3U Déployé depuis l'ISS**

### **EN : AOCS Design for 3U CubeSat Deployed from ISS**

**FR :** Design complet d'un système de contrôle d'attitude pour CubeSat 3U en orbite à 408 km. Analyse du référentiel orbital local et sélection de composants commerciaux (capteurs solaires, magnétomètre, roues de réaction) dans un budget de 100k€. Architecture de contrôle avec filtre de Kalman et contrôleur PID pour atteindre une précision de pointage de 0.5°.

**EN:** Complete attitude control system design for 3U CubeSat in 408 km orbit. Local orbital frame analysis and commercial component selection (sun sensors, magnetometer, reaction wheels) within 100k€ budget. Control architecture with Kalman filter and PID controller to achieve 0.5° pointing accuracy.

**FR : Analyse Orbitale de l'ISS avec Calcul de Transfert Interplanétaire**

**EN : ISS Orbital Analysis with Interplanetary Transfer Calculation**

**FR :** Traitement de données TLE pour l'analyse de l'orbite ISS en Python avec PYTRIUS. Conversion des éléments képlériens, propagation orbitale et calcul de trace au sol. Détection des passages équatoriaux, calcul de visibilité depuis la station Hartebeesthoek et validation avec Heavens-Above. Étude des perturbations (J2, traînée) et calcul du  $\Delta V$  pour transfert Terre-Mars par trajectoire de Hohmann.

**EN:** TLE data processing for ISS orbit analysis in Python with PYTRIUS. Keplerian elements conversion, orbital propagation and ground track calculation. Equatorial crossing detection, visibility calculation from Hartebeesthoek station and validation with Heavens-Above. Perturbations study (J2, drag) and  $\Delta V$  calculation for Earth-Mars transfer via Hohmann trajectory.