

**Master thesis and internship[BR]- Master's Thesis : Comet Interceptor:
Optimisation of Quasi-Ballistic Departure Opportunities by Means of a Lunar
Swing-by[BR]- Internship (linked to master's thesis)**

Auteur : Ranuschio, Daniel

Promoteur(s) : Kerschen, Gaetan

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/10151>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Candidate: Ranuschio Daniel

Promoters: Kerschen Gaëtan (University of Liège)
Colombo Camilla (Politecnico di Milano)
Sánchez Cuartielles Joan Pau (University of Cranfield)

Academic Year 2019/2020
Degree in Aerospace Engineering

Comet Interceptor: Optimisation of Quasi-Ballistic Departure Opportunities by Means of a Lunar Swing-by

Abstract

As part of the Cosmic Vision Programme, Comet Interceptor was selected in 2019 as a Fast-track mission programmed to be launched in 2028 together with the Ariel M4 mission. The objective of the mission is the interception of a pristine comet on its way through the solar system. To accomplish this task the spacecraft will be placed in a quasi-Halo orbit around the L_2 Libration Point where it will stay until a suitable target is identified. At this point the spacecraft begins its journey to the comet by departing from the parking orbit and escaping the Earth's gravitational field.

The aim of this thesis is the analysis of the first section of this journey, i.e., from the detection of the comet to the moment of escape. The analysis is performed assuming the validity of the Planar Circular Restricted Three-Body Problem (PCR3BP) and focuses on the evaluation of the expected value of the escape velocity with respect to the Earth. Initially the trajectory is computed by simply propagating a set of initial conditions, however, in order to optimise the escape conditions, a lunar flyby is introduced to alter the trajectory achieving higher v_∞ .

Via a Monte Carlo Simulation it is demonstrated that optimal flybys can be systematically targeted and exploited under different initial conditions, leading generally to a substantial increase in escape velocity potentially reducing the Δv budget that needs to be provided by the spacecraft. Furthermore, it was proven that for some of the transfers also a reduction of the time of flight can be achieved reducing the required notice time, and thus increasing the success rate of the mission.

The obtained analysis serves as a starting point for the analysis of the interplanetary leg of Comet Interceptor. Moreover, the developed methodology can be used for the analysis of trajectories involving multiple lunar flybys.

Keywords: Comet Interceptor; Moon flyby trajectory; Earth escape trajectory; L_2 departure

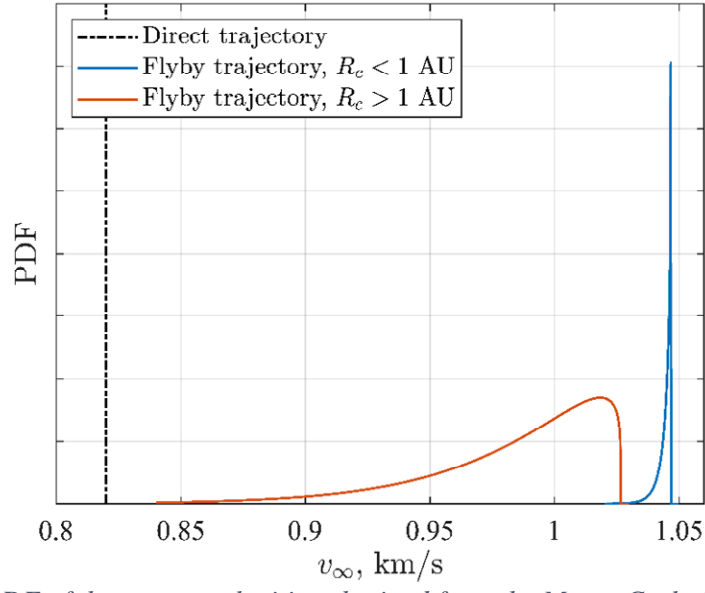


Figure 1 PDF of the escape velocities obtained from the Monte Carlo Simulation.

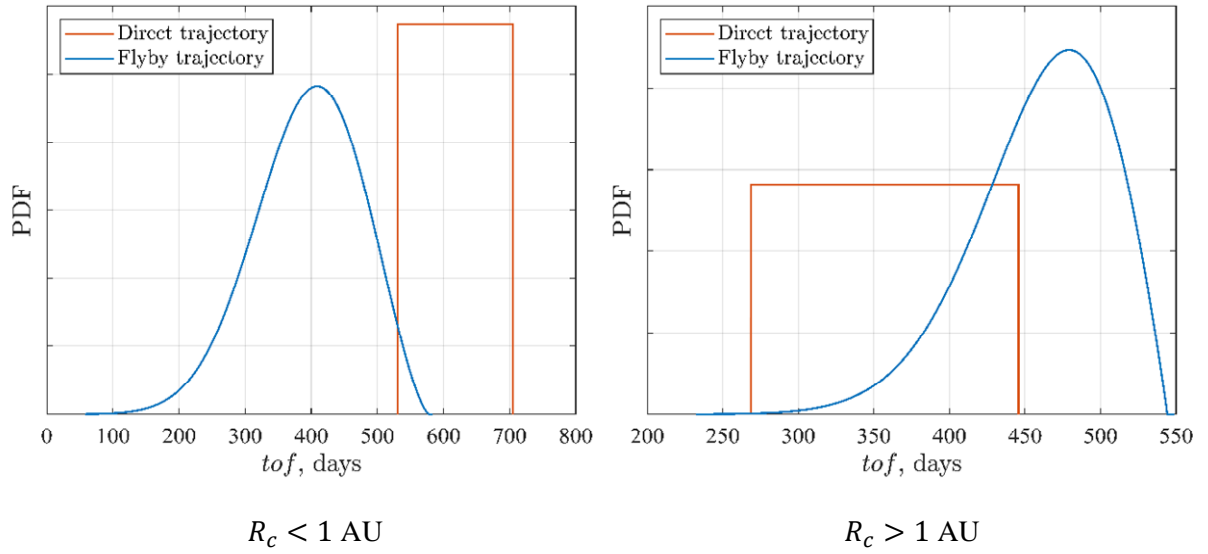
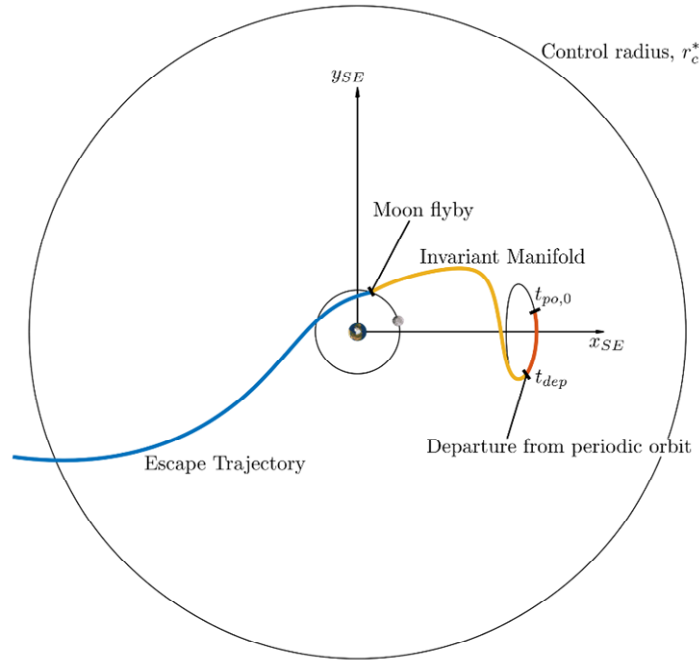
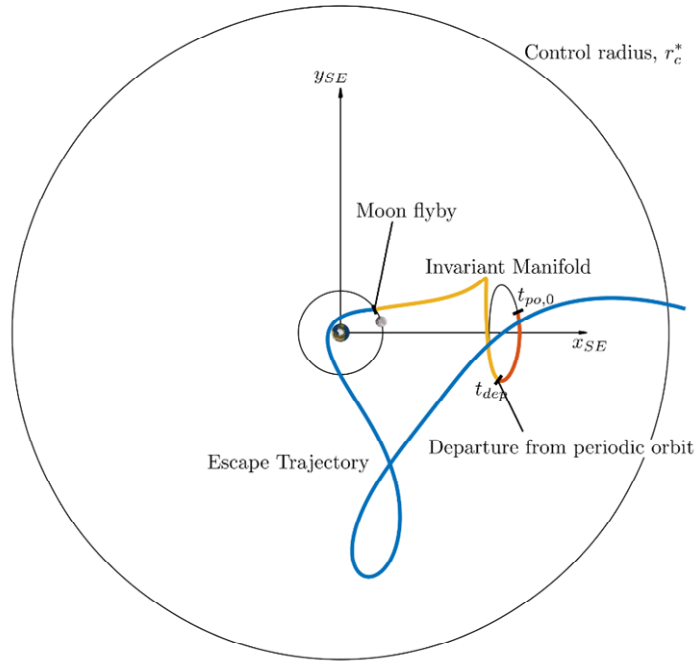


Figure 2 Comparison between the time of flight of the direct escape and the flyby escape obtained from the Monte Carlo Simulation.



$R_c < 1 \text{ AU}$



$R_c > 1 \text{ AU}$

Figure 3 Optimized escape trajectories towards obtained from one run of the Monte Carlo Simulation. r_c^* is not in scale.