



Ce document est l'un des livrables à fournir lors du dépôt de votre projet : 4 pages maximum (hors documentation).

Pour accéder à la liste complète des éléments à fournir, consultez la page [Préparer votre participation](#).

Vous avez des questions sur le concours ? Vous souhaitez des informations complémentaires pour déposer un projet ? Contactez-nous à info@trophees-nsi.fr.

Une visite guidée d'une fusée

> PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Bienvenue à notre visite guidée d'une fusée. Dans ce site web interactif en trois dimensions (<https://une-visite-guidee-des-fusees.onrender.com/>), vous allez découvrir les différentes caractéristiques qui constituent une fusée, comment elles s'influencent les unes et les autres, et comment on peut les optimiser. En effet, des minuscules modifications de certains paramètres peuvent avoir un effet surdimensionné sur la trajectoire et la consommation de carburant/combustible. A cause de limitations technologiques (nous n'avons pas accès au super-ordinateurs de NASA), nous allons nous limiter à des fusées atmosphériques, c'est-à-dire des fusées qui n'atteignent pas la ligne de Karman à 100 km.

Nous allons étudier quelques uns de ces différents caractéristiques, notamment:

1. Le poids et l'impulsion total du moteur

En effet, les moteurs forment une partie intégrale d'une fusée: ils permettent à cette dernière de décoller. Le moteur-fusée éjecte de la matière (du gaz) vers l'arrière, qui est produite par une réaction chimique exothermique dans une chambre de combustion, et qui est ensuite accélérée par une tuyère de Laval. Ceci transmet par réaction une poussée au véhicule, nommée propulsion ou impulsion, de force égale et de direction opposée, soit vers l'avant. En application de la loi de la conservation de la quantité de mouvement, la vitesse de la fusée s'accroît. On caractérise aussi les fusées par leur impulsion spécifique, qui correspond à la mesure de son rendement, qui sera reprise par Mohamad Ghassan Alhalabi.

2. Le poids et la performance du propergol solide

Le propergol (le carburant) est un aspect important pour le fonctionnement d'une fusée. Dans ce guide nous allons étudier des fusées à propergol solide. Le carburant va avoir des effets dans la vitesse d'échappement et dans la performance de la fusée. Aussi le propergol peut affecter le rapport de masse et alors l'impulsion totale.

3. L'impulsion spécifique

L'impulsion spécifique est la période en secondes pendant laquelle 1 kg de masse de propergol (combustible et comburant mélangés) va produire une poussée de 9.8 N de force. Bien que l'impulsion spécifique soit une caractéristique du système propulsif, sa valeur exacte varie selon certaines conditions de fonctionnement et la conception d'un moteur-fusée. Pour cette raison, différents numéros sont attribués à un propulseur particulier ou à une combinaison de ceux-ci. En tant que caractéristique importante des carburants, le nombre indique l'efficacité des moteurs. Plus le nombre est élevé, plus l'efficacité est élevée.

4. La trajectoire (simulée)

Finalement, nous allons exécuter des simulations de trajectoire en Python, en utilisant la bibliothèque *RocketPy*, afin de trouver la hauteur maximale que peuvent atteindre différents moteurs et fusées.

Après avoir parcouru le site web, vous serez devenu experts en ce qui caractérise une fusée – tout cela d'une manière interactive et ambitieuse (pour un site web).

> ORGANISATION DU TRAVAIL :

- *Présentation de l'équipe (prénom de chaque membre et rôle dans le projet)*
- *Répartition des tâches*
- *Organisation du travail (répartition par petits groupes, fréquence de réunions, travail en dehors de l'établissement scolaire, outils/logiciels utilisés pour la communication et le partage du code, etc.)*

Notre équipe est constituée de 5 participants:

- Kira Davidoff (femme)
- Mohamed Ghassan Alhalabi (homme)
- Nikita Mounier (homme)
- Omar Hauser (homme)
- Ryan Ghossainy (homme).

Pour déterminer les rôles de chacun (initialement) et ensuite rendre compte du travail qu'on avait fait durant la semaine, nous avons organisé des réunions en ligne sur Discord chaque dimanche, où l'on discutait sur le progrès du projet avant de distribuer de nouvelles tâches. En effet, sur Discord, nous avons créé un "serveur" avec plusieurs "chaînes", de texte et de voix, où chaque chaîne était dédiée à un aspect du projet – recherche/collecte de données, simulation, etc. Ainsi, deux personnes pouvaient être en train de travailler sur la recherche de données ensemble en appel vocal alors que deux autres pouvaient être en train de travailler sur la simulation en Python, aussi en appel vocal, en même temps, et l'on pouvait passer d'un appel à l'autre en toute fluidité.

Aussi, à cause de la charge de travail d'école et donc le manque de visibilité long-terme, les tâches qu'on se donnait devaient toujours être réalisables en une semaine - c'est pourquoi on appelait ces tâches "l'objectif du dimanche prochain".

Nous avons donc réparti le travail comme ceci:

- Omar allait s'occuper de l'analyse des moteurs disponibles sur le module *RocketPy*
- Kira allait élargir cette analyse aux types de propergol
- Ghassan allait se focaliser sur le rendement officiel de la fusée en calculant son impulsion spécifique, et ainsi les trois ont rapporté leurs résultats à
- Ryan, qui, après avoir été donné les résultats des trois auparavant, allait simuler ensuite différentes trajectoires de fusées avec *RocketPy*.
- Nikita, qui après avoir été envoyé au fur et à mesure les résultats, les a rassemblés sur un site web interactif en trois dimensions qu'il a construit lui-même.

Pour tout ce qui était étude / analyse de données en Python, tout a été fait sur des fichiers Google Colaboratory .ipynb, qui nous permettait de coder en même temps sur un même fichier, et aussi d'exécuter des simulations de fusées intensives en terme de performance sur des ordinateurs Google dans le cloud. Ainsi, nous pouvions vérifier et exécuter le code des autres coéquipiers, ce qui a relevé des bugs de nombreuses fois.

Pour la partie site web interactif, qui a été réalisé en HTML, CSS, et JavaScript, Nikita a mis son code sur GitHub afin qu'il soit facile d'accès aux autres coéquipiers, et en cas de perte / accident sur le disque local. Cela a aussi permis aux autres coéquipiers de se familiariser avec GitHub et git qui sont désormais des outils indispensables dans le monde du numérique.

> LES ÉTAPES DU PROJET :

Nous avons décidé de nous mettre ensemble car nous prenons tous du plaisir à programmer, et nous partageons le même professeur de NSI. Pour trouver le fil directeur de notre projet, nous nous sommes basés sur nos propres intérêts ; certains voulaient poursuivre des études en ingénierie aérospatiale, d'autres en data science, et d'autres en front-end. Ainsi, nous nous sommes finalement accordés sur l'idée de faire une « Visite guidée d'une fusée » avec le module de Python *RocketPy* présenté sur un site web interactif. Ainsi, ce projet combine la science de données (analyse d'une quantité importante de moteurs), l'aérospatiale, et le développement front-end.

> FONCTIONNEMENT ET OPÉRATIONNALITÉ :

Nous sommes généralement contents de l'avancement du projet. Nous avons pu compléter nos objectifs primaires, qui étaient d'étudier des caractéristiques d'une fusée et les simuler afin de mieux les comprendre, tout cela dans un site web interactif. Nous aurions voulu peut-être plus s'accrocher sur le côté environnemental des fusées,

notamment avec la pollution que peut engendrer les différents carburants, et comment cette pollution est influencée par le poids, le moteur, etc. Malheureusement, nous ne pouvions pas trouver les composants chimiques du propergol qui se trouvait dans les fusées que nous étudions, et donc nous ne pouvions pas étudier leur effet environnemental.

Pour la partie site web interactive, le processus pour créer l'environnement en trois dimensions n'était pas très complexe, grâce à l'API bien conçue de Three.js, la bibliothèque JavaScript 3D que j'ai utilisée, mais tout de même chronophage. Néanmoins, j'ai pu automatiser le processus de mise en place des objets 3D en construisant des abstractions afin de itérer plus rapidement.

Pour s'assurer qu'on a pas introduit de bugs dans notre code, nous avons relancé tout le Colab chaque fois que quelqu'un a fait un changement de code significatif. Pour le site web interactif, tout bug se manifestait par un défaut visuel ou une erreur dans la console JavaScript intégré dans le navigateur web. Grâce à la nature dynamique de Javascript, le site web se rechargeait instantanément après les modifications, ce qui rendait visible tout défaut visuel.

> OUVERTURE :

Pour l'instant, les fichiers Colab .ipynb qui sont incorporés dans le site web sont statiques. Afin d'augmenter l'interactivité, ça serait encore mieux si l'utilisateur pouvait taper son propre code Python dans les cellules de code en utilisant nos données. Cela pourrait être possible avec une technologie récente qui s'appelle *JupyterLite*.

Grâce aux missions spatiales qui se déroulent bientôt, comme le retour des humains sur la Lune d'ici 2025, et aux sociétés innovantes comme SpaceX, l'intérêt dans l'espace, et donc les fusées, est en train de croître assez rapidement. Ainsi, pour toucher un large public, nous pourrions nous présenter sur les réseaux sociaux comme un moyen accessible de comprendre avec vigueur les différentes caractéristiques d'une fusée – pour toute personne, qu'il s'agisse d'un jeune adulte qui souhaite se lancer dans l'aérospatiale ou d'un investisseur qui veut investir dans SpaceX.

En regardant notre projet d'un œil critique, nous nous sommes lancés dedans trop vite, avant de nous être assurés que les données dont nous avons besoin sont réellement disponibles. En effet, nous avons passé trop de temps à rechercher sur l'internet des données qui, parfois, n'existent tout simplement pas, comme les composants chimiques de certains carburants pour fusées. Au lieu de définir la portée de notre projet et de chercher ensuite des données, nous aurions dû comprendre quelles données sont disponibles et définir ensuite la portée de notre projet.