

# Analyse exploratoire et visualisation de données

## Rapport - Histoire du vol spatial

Yunan HOU & Mengxia SHI  
Groupe B1

### Introduction

Le 4 octobre 1957, l'URSS réussit l'exploit technologique d'envoyer en orbite le premier satellite artificiel de l'histoire, Spoutnik 1. C'est le début de l'exploration spatiale, un mouvement qui a connu un regain d'intérêt du grand public ces dernières années.

Dans ce rapport, nous nous intéresserons à tous les lancements de fusées depuis octobre 1957 à aujourd'hui, les dernières données datant d'août 2020. Pour cela nous utiliserons un dataset créé à partir des données du site "Next Spaceflight" qui répertorie toutes les missions spatiales depuis 1957 et que vous pouvez consulter sur Kaggle :

<https://www.kaggle.com/agirlcoding/all-space-missions-from-1957>

### Evolution de la conquête spatiale

Quand le satellite a été inventé, une ambition d'exploration de l'espace est née. Mais c'est également le début d'une compétition entre pays pour toujours chercher à aller plus loin. Notamment entre deux superpuissances, l'URSS et les USA, qui sont à ce moment-là en pleine guerre froide et où chacun cherche à montrer sa supériorité. Après la guerre froide, le nombre de vols spatiaux chute drastiquement, on passe d'environ cent voyages par an à la moitié, cinquante voyages par an. Ce n'est que récemment, vers les années 2015, que la conquête spatiale reprend toute sa splendeur grâce à des entreprises privées comme SpaceX qui vont enchaîner les innovations technologiques. Ce qui aura pour effet d'attirer l'attention du grand public et de multiplier les investissements. (Fig. 1)

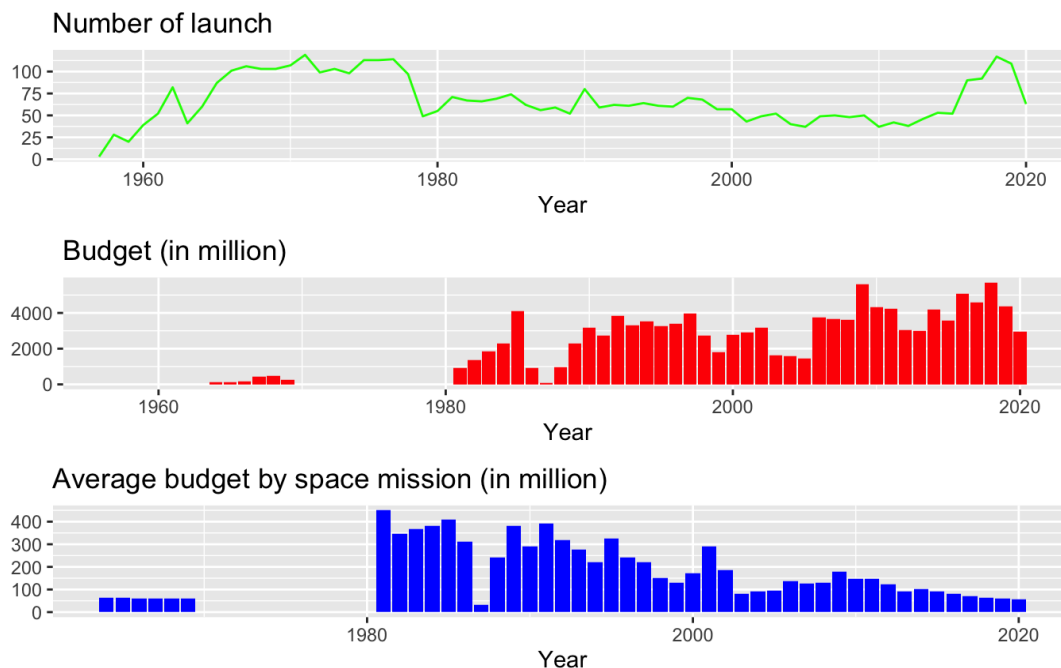


Fig.1: Nombre et coût des vols spatiaux

Nous avons la chance d'avoir un dataset très complet, la seule colonne qui avait des valeurs manquantes était celle des budgets pour chaque mission spatiale. C'est pourquoi nous n'avons presque pas de données avant les années 80 et que les quelques valeurs présentes ont l'air très sous-estimées. Nous savons notamment que pendant la guerre froide 5% du budget américain était consacré à la NASA, des chiffres que nous ne retrouvons pas dans notre dataset. Néanmoins, nous pouvons voir que le budget depuis les années 80 est assez variant, mais à tendance à grossir ces dernières années, ce qui paraît logique vu que le nombre de vols a fortement augmenté. Nous remarquons aussi que le budget par mission suit une tendance à la baisse, qui s'explique par l'accumulation d'expériences qui permet de réduire les coûts. Mais également par des innovations comme la fusée réutilisable de SpaceX qui permet de réduire considérablement les coûts, ce que l'on voit très bien à partir des années 2003 où ont lieu les premiers essais de SpaceX. (Fig. 1)

## Principaux acteurs de la conquête spatiale

Les missions spatiales nécessitent des budgets délirants et ne sont donc pas à la portée de n'importe qui. Nous nous sommes donc demandés quels étaient les principaux acteurs de la conquête spatiale.

Premièrement on peut se douter qu'au vue des coûts et la quasi-inexistence de bénéfice, la plupart de ces acteurs sont publics et subventionnés par un État. C'est ce que l'on peut vérifier sur la figure 2, où nous remarquons que la majorité des pays n'ont qu'une ou quelques compagnies publiques qui effectuent des vols spatiaux. C'est notamment le cas de la Russie où l'on retrouve le RVSN USSR en première position qui était le programme spatial de l'Union soviétique lors de la guerre froide et qui sera ensuite remplacé par le VKS RF (forces aérospatiales russes) et le Rosmoscos (agence chargée du programme spatial civil russe) qui sont tous des programmes financés par l'état russe.

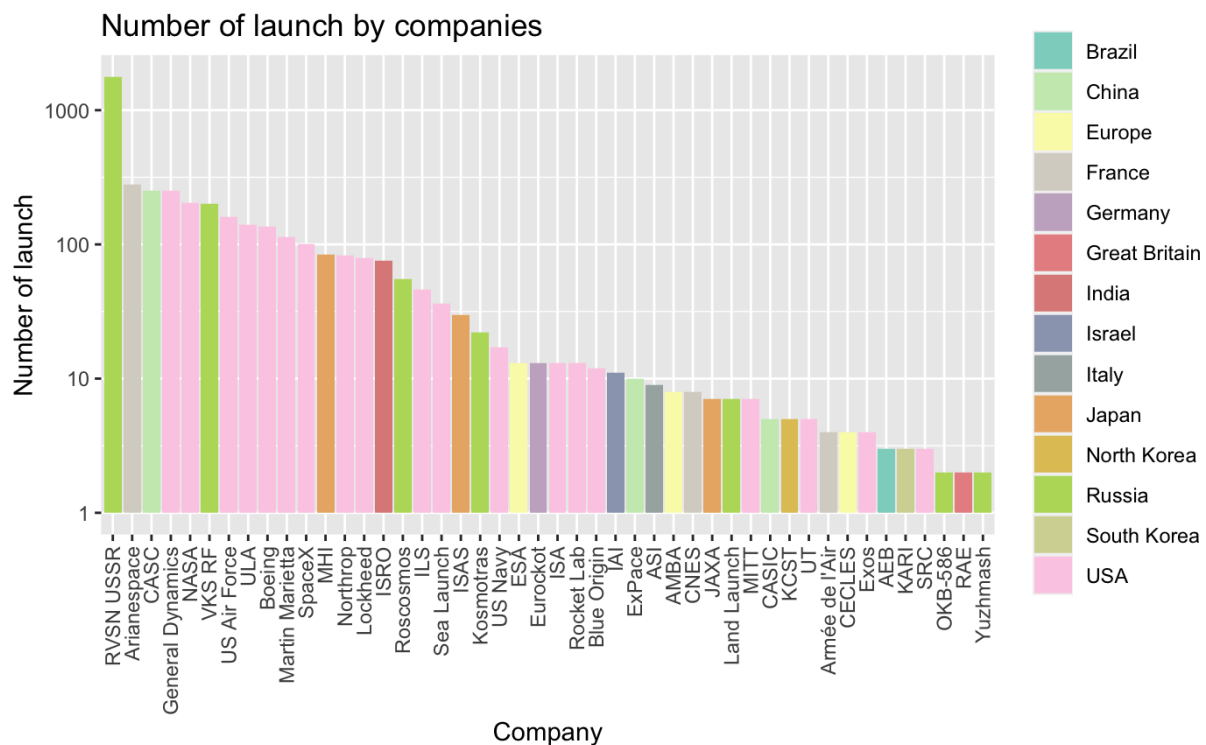


Fig. 2: Nombre de missions spatiales par compagnies

Le seul pays qui fait exception sont les États-Unis qui comptent pas moins de 19 acteurs dans le secteur spatial. Bien sûr certains sont des acteurs publics comme le plus connu la NASA. Mais un grand nombre sont privés, pour n'en citer que deux qui ont le vent en poupe ces dernières années : SpaceX créé par Elon Musk et Blue Origin créé par Jeff Bezos. Deux milliardaires qui ont les ressources nécessaires pour investir dans de tels projets et qui comptent dégager des bénéfices grâce au tourisme spatial et/ou en gagnant des contrats avec des instituts publics comme par exemple ravitailler la station spatiale internationale. À noter que la Chine a de plus en plus d'entreprises privées dans le secteur spatial qui ont déjà commencé à révolutionner le secteur.

D'ailleurs il nous semblait intéressant d'étudier la répartition des lancements entre pays pour chaque année (Fig. 3). On y voit que les États-Unis ont dominé pendant une courte durée avant une longue période de domination de la Russie en pleine guerre froide. En revanche l'éclatement de l'union soviétique a fortement réduit le nombre de missions spatiales et la Russie n'est plus qu'un acteur de second plan du secteur spatial moderne. Ainsi les États-Unis ont repris leur position de leader à partir de 1992. Néanmoins, la Chine connaît une forte croissance dans le domaine spatial ces dernières années et pourrait dépasser les États-Unis dans un avenir proche. Notamment avec la construction de la station spatiale chinoise qui a débuté cette année par la CASC (société de sciences et technologies aérospatiales de Chine).

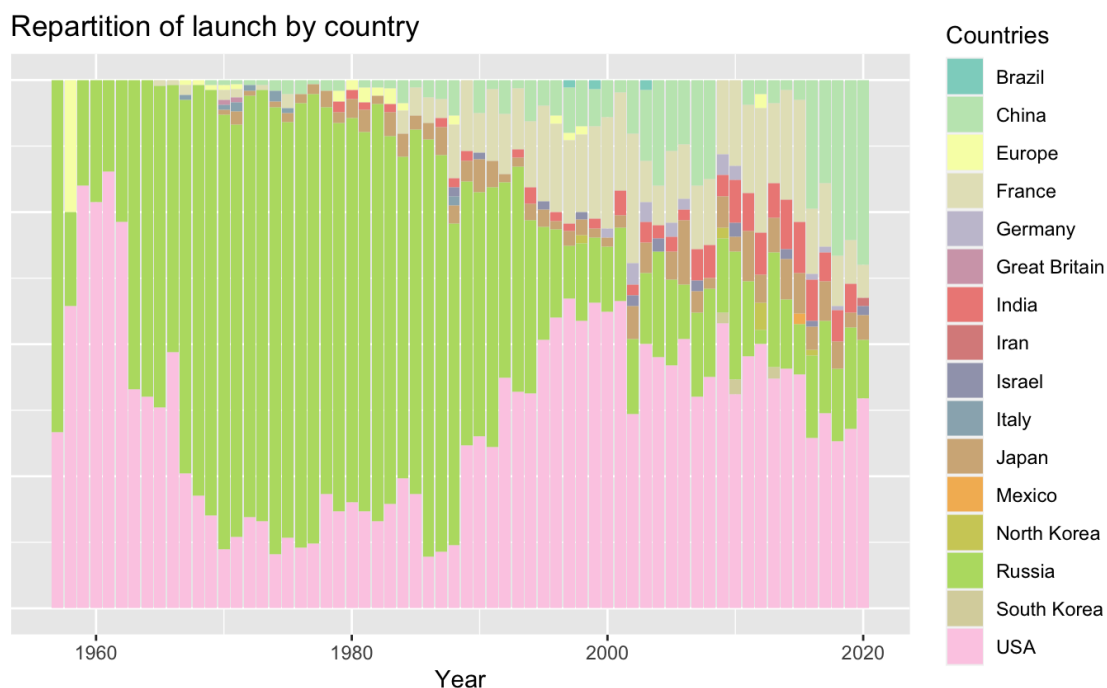


Fig. 3: Répartition des lancements entre pays pour chaque année

## Principaux sites de lancement

Après s'être intéressé aux principaux acteurs de la conquête spatiale, il nous semblait intéressant de voir où se trouvaient les principaux sites de lancement de fusées. En effet, le lancement ne se fait pas forcément depuis le même site que la compagnie ou du pays à cause de contraintes géographiques.

Sans surprise la Russie et les États-Unis, principaux acteurs du développement spatial, ont plusieurs sites de lancement très actifs comme on peut le voir sur la figure 4. On note aussi la présence du Kazakhstan qui a été pendant longtemps le centre de lancement le plus actif de la planète (cosmodrome de Baïkonour). Cependant, depuis que ce territoire n'appartient plus à la Russie, les russes développent de nouveaux sites de lancement pour éviter de payer des frais d'utilisation élevés au pays, d'où la baisse d'activité. Comme nous l'avons vu précédemment, la Chine est très active dans le secteur spatial ces dernières années, d'où le nombre de lancements qui ne fait que monter. On peut aussi remarquer la belle position de la France qui est le principal acteur européen du secteur spatial avec Arianespace. Pour résumer, nous notons que la plupart des lancements se font dans l'hémisphère Nord. Alors qu'il est scientifiquement prouvé, que les lancements sont plus efficaces lorsque l'on se rapproche de l'équateur. Cela pour deux raisons, la vitesse de rotation de la Terre et l'orbite géostationnaire dans le cas des satellites. C'est pourquoi la Guyane Française, le Brésil, ou encore le Kenya ont des sites de lancement en pleine croissance grâce à leur avantage géographique.

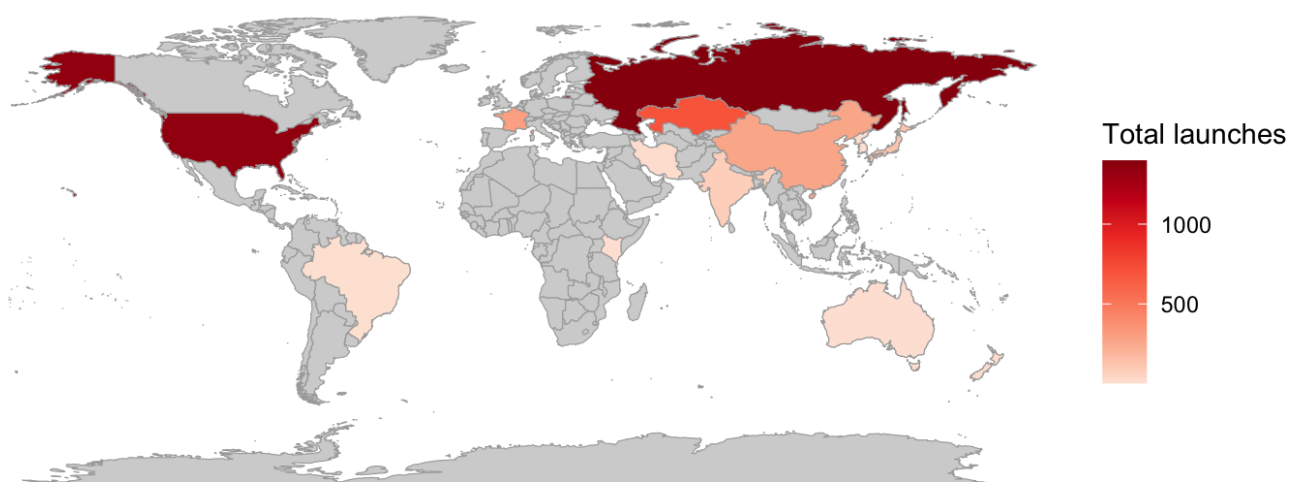


Fig. 4: Principaux sites de lancement de fusées

## Réussite et échecs des missions spatiales

Pour finir il nous semblait intéressant de jeter un œil à la chronologie des missions spatiales pour chaque compagnie et en particulier aux résultats de chaque mission (Fig. 5). Par "résultat" nous entendons est-ce que la mission a été un succès ou un échec. Nous notons que les premiers vols spatiaux ont connu de nombreux échecs, ce qui paraît tout à fait logique vu l'obstacle scientifique que représente un voyage spatial. On peut notamment remarquer le premier succès de la RVN USSR avec la mise en orbite du premier satellite artificiel, le célèbre Spoutnik 1, en 1957, qui sera d'ailleurs suivi par de nombreux échecs avant un nouveau succès.

Cette époque étant aussi le début de la guerre froide, on y voit bien la présence des États-Unis avec trois acteurs majeurs : General Dynamics, l'US Air Force et bien évidemment la NASA qui ont tous connu leurs premiers échecs dans la même période. Cette chronologie permet également de voir la durée de vie des différents acteurs. Très peu sont des acteurs majeurs de l'histoire du vol spatial, certains donnent même l'impression de n'avoir pas existé sur ce diagramme. Néanmoins, on peut noter la fin de la RVSN USSR lors de l'éclatement du régime soviétique qui fut aussitôt remplacé par le VKS RF que nous avons déjà évoqué plus tôt.

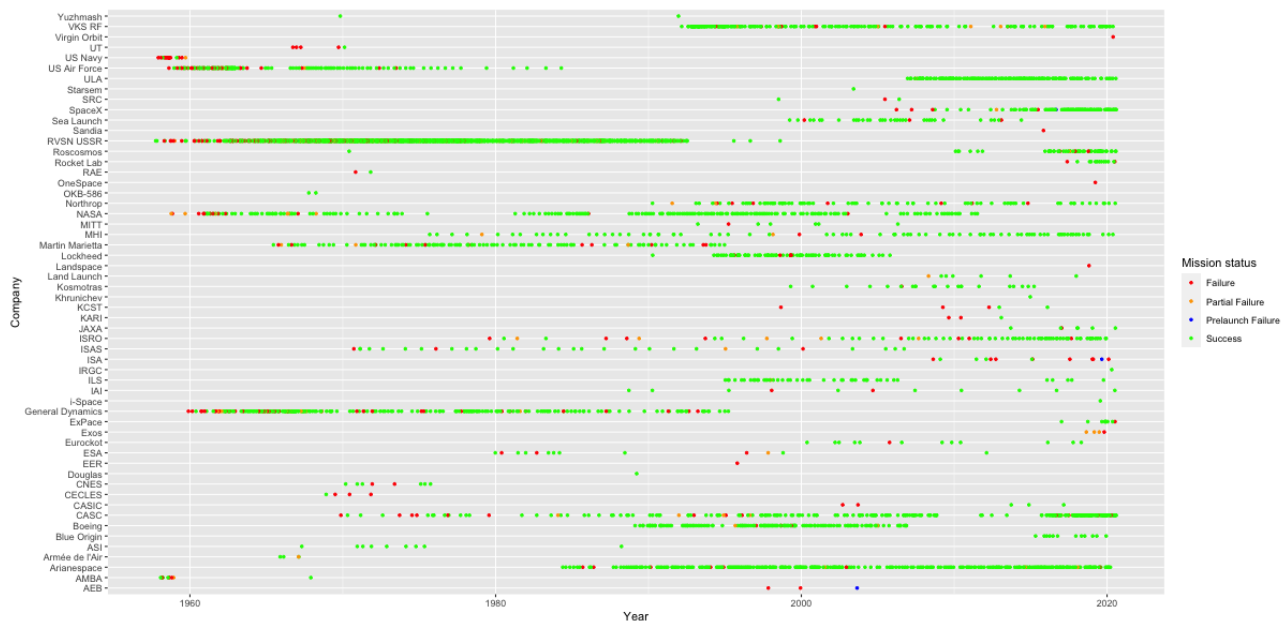


Fig. 5: Chronologie des missions spatiales par entreprise

Si nous regardons sur une période plus récente nous remarquons que les échecs se font plus rares, on estime qu'il y a environ un échec spatial chaque année. Ce qui prouve la difficulté de telles missions après tant d'années d'apprentissage. Sans oublier que certains acteurs sont des nouveau-nés dans ce secteur comme SpaceX que nous avons cité à plusieurs reprises et qui a connu de grosses difficultés avant de réussir à faire atterrir ses fusées dans le but de les rendre réutilisables. Finalement, la présence d'échecs avant le décollage ou d'échecs partiels est plutôt anecdotique. La plupart des échecs se traduisant dans la grande majorité des cas par la perte de la fusée.

## Conclusion

Pour résumer, dans un premier temps nous nous sommes intéressés à l'évolution globale de l'histoire du vol spatial où nous avons délimité plusieurs grandes périodes et une volonté de baisser les coûts afin de multiplier les missions. Pour ensuite se concentrer sur les principaux acteurs du secteur, qu'ils soient publics ou privés, que nous avons rattachés à leur pays d'origine afin de voir la répartition de l'activité spatiale en fonction des années. Puis, nous avons placé sur une carte les principaux sites de lancement pour étudier la répartition géographique de nos données. Enfin, nous avons terminé par la chronologie des différents acteurs du milieu spatial et plus précisément sur les échecs et réussites de chacun.

Nous sommes particulièrement contents du choix de dataset que nous avons fait, car en plus d'être très complet, il nous a permis de retracer l'histoire de la conquête spatiale. En effet, tous nos résultats ont pu être rattachés à un moment historique ou à une explication scientifique. Ce qui a rendu la rédaction de ce rapport très plaisante et surtout très instructive grâce à tous les articles que nous avons lus afin de valider nos résultats. Aussi la diversité des données, nous a donné la liberté créative de varier les types de graphe et notamment d'en découvrir des nouveaux que nous n'avions pas eu l'occasion d'utiliser en TP. Nous espérons que vous avez pris tout autant de plaisir à lire cette étude que nous nous en avons pris à la rédiger !