

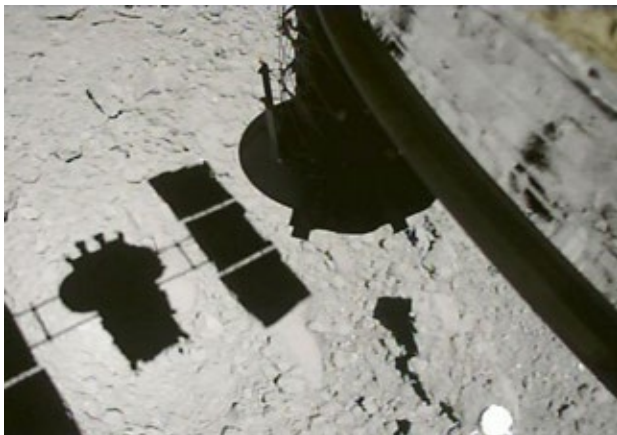
## La mission はやぶさ2 (Hayabusa 2)

projet interdisciplinaire japonais et physique-chimie

**Alain Ortais**, enseignant de japonais et **Thomas Appéré**, enseignant de physique-chimie et docteur en planétologie, lycée St Paul Vannes.

*Il existe dans l'enseignement secondaire de nombreux projets interdisciplinaires mais il n'est pas courant d'en trouver un qui allie l'apprentissage du japonais et l'enseignement de physique-chimie. La mission japonaise Hayabusa 2, qui consiste à venir prélever un échantillon de régolithe à la surface de l'astéroïde Ryugu, constitue un cadre qui s'y prête.*

La mission japonaise Hayabusa 2 (はやぶさ2) a été lancée en décembre 2014 pour rejoindre l'astéroïde Ryugu (リュウグウ ou 竜宮) en juin 2018. Elle y a mené une campagne d'observations et d'exploration ambitieuse et inédite : largage de deux robots puis de l'atterrisseur franco-allemand MASCOT et prélèvement à deux reprises d'échantillons de régolithe. La sonde est actuellement sur le chemin du retour pour ramener ses précieux échantillons sur Terre le 6 décembre 2020.



*La sonde Hayabusa 2, à quelques mètres de l'astéroïde Ryugu, projette son ombre à la surface (crédit : JAXA).*

Cet événement est une opportunité pour parler des défis technologiques de l'exploration spatiale au lycée. Par ailleurs, nos élèves ont la chance de pouvoir suivre des cours de japonais dans notre établissement. C'est une occasion rêvée pour aborder les sciences sous l'aspect culturel comme linguistique.

Nous avons donc mis en place cette année un projet interdisciplinaire sur le thème de la mission Hayabusa 2. Ce projet est destiné aux élèves de terminale suivant les cours de japonais et/ou à ceux qui ont choisi la spécialité physique-chimie.

Nous vous présentons l'avancement du projet avec les élèves au terme des sept premières semaines de cours. Dans une première partie, Alain Ortais expose les thématiques retenues par les élèves lors de son cours de japonais. Dans une seconde partie, Thomas Appéré explique quels exercices il a choisi pour étudier différents aspects techniques de la mission Hayabusa 2 en spécialité physique-chimie.

### En cours de japonais (Alain Ortais)

L'année dernière j'ai eu la joie d'accueillir mon collègue de science Thomas Appéré, qui avait présenté aux élèves de terminale du cours de japonais la mission Hayabusa 2. En début d'année, à la suggestion de Thomas, j'ai à nouveau proposé aux élèves de terminale d'exercer leurs talents d'expression sur le thème de cette mission.

J'ai suggéré aux élèves quelques pistes de réflexion, tout en veillant à ne pas contrarier d'éventuelles idées originales. J'ai regretté que la description de l'aspect technique et scientifique du projet ne soit pas retenue par mes élèves. Ceci pour rendre hommage à l'initiative de mon collègue, mais aussi parce que, du point de vue linguistique, la description en japonais des successions d'actions et de mouvements dynamiques, présente un intérêt particulier. Toutefois, l'implication des différentes équipes qui se sont constituées spontanément autour de thèmes, parfois inattendus, m'a impressionné et je me propose de vous les présenter ici.

La plupart des thèmes de travail sont attendus et non moins pertinents, deux autres m'ont semblé plus originaux. Parmi les premiers il s'agit de présenter l'agence spatiale japonaise, la JAXA, et ses réalisations mais aussi la mission OSIRIS-REx, cousine américaine de Hayabusa 2. Une autre piste d'inspiration découle du nom de l'astéroïde visé par

Hayabusa 2, Ryûgû (dont les accents marquent les voyelles longues). Nombre de légendes japonaises situent ce « Palais du dragon » au fond de la mer. La plus célèbre d'entre elles est la légende d'Urashima Tarô. Ce personnage y est invité à une vie de plaisir pour avoir sauvé une tortue. Cependant cette aventure s'avère être un voyage dans le temps sans possibilité de retour. Certains élèves proposent un résumé de la légende quand d'autres relèvent les reprises de la célèbre légende dans les grands récits contemporains de la culture populaire japonaise.



*Urashima quitte le Palais du dragon  
(auteur inconnu, The Bodleian Library, Oxford).*

Quatre élèves ont choisi de s'exprimer sur la relation qu'entretiennent les Japonais avec la science en relevant que dans ce pays la remise en question de la démarche scientifique et de ses résultats ne rencontre pas le même développement qu'ailleurs. Pour expliquer ceci, la piste de la priorité donnée aux études et la quasi-absence des croyances monothéistes est explorée.

Enfin cinq élèves ont écrit une nouvelle inspirée par la mission. La sonde devient habitée et l'astronaute découvre sur l'astéroïde une microfaune en voie d'extinction. Il parvient à la guérir puis restitue les échantillons. Interrogé sur la raison de ce dénouement, le principal rédacteur m'a déclaré que c'était une leçon à retenir de la destruction de notre environnement terrestre. À défaut de progrès de la science la sagesse n'est-elle pas gagnante ?

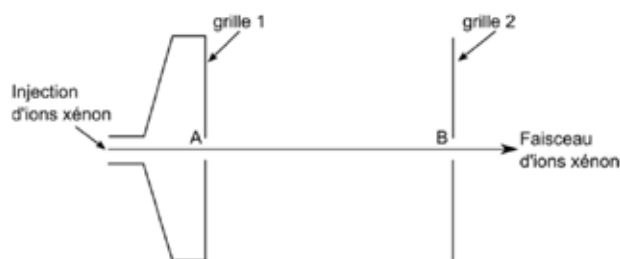
Voici le matériau sur lequel je vais m'appuyer pour animer les multiples compétences acquises jusque-là. À travers la maîtrise de leurs propres rédactions et grâce à l'acquisition d'un vocabulaire commun, je projette de permettre aux différents groupes et individus de dialoguer pour découvrir leurs réalisations respectives. À ce point, nous disposerons peut-être de nouveaux éléments pour nous rapprocher des origines de la vie sur notre planète.

## En cours de spécialité physique-chimie (Thomas Appéré)

Le thème « Mouvement et interactions » du programme de terminale spécialité physique-chimie se prête particulièrement bien pour traiter les aspects techniques de la mission Hayabusa 2. J'ai choisi trois exercices en particulier.

### La propulsion de la sonde Hayabusa 2

Cet exercice et le suivant s'inspirent fortement du sujet de baccalauréat donné en Polynésie à la session de septembre 2019. Il s'agit ici d'étudier le moteur à propulsion ionique de la sonde Hayabusa 2. Cet exercice s'inscrit dans le chapitre « Mouvement dans un champ uniforme » : des ions xénon  $Xe^+$  sont accélérés sous l'effet d'un champ électrostatique (tension  $U_{AB} = 1\,500\text{ V}$ ) et éjectés à grande vitesse (environ  $47\,000\text{ m.s}^{-1}$ ).



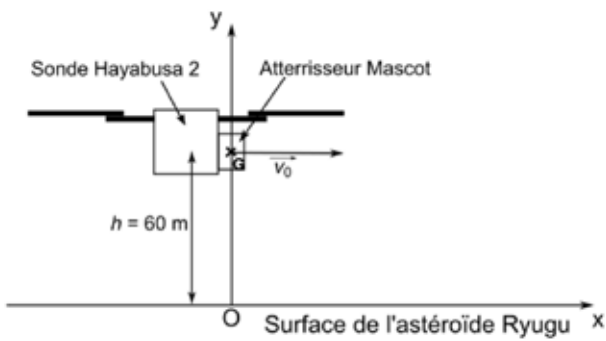
Les élèves représentent le champ électrostatique et la force appliquée sur un ion pour qu'il soit accéléré de la grille 1 à la grille 2. Puis ils recherchent le travail de la force électrique entre les points A et B afin d'obtenir l'expression et la valeur de la vitesse d'un ion xénon au point B.

L'expression de la vitesse de la sonde obtenue par conservation de la quantité de mouvement leur est donnée (cette notion n'est plus au programme). Les élèves déterminent la durée de fonctionnement maximale des moteurs et la comparent à la durée de la mission donnée en introduction de l'exercice.

### Largage du module franco-allemand MASCOT

Cet exercice s'inscrit de nouveau dans le chapitre « Mouvement dans un champ uniforme » avec cette fois un champ de pesanteur.

Le but de l'exercice est d'établir les équations horaires du module MASCOT lors de sa descente balistique jusqu'à la surface de l'astéroïde Ryugu. Les élèves déterminent ensuite la vitesse de MASCOT au moment où il touche la surface et la compare à la valeur donnée dans un article de presse.



### L'orbite de l'astéroïde Ryugu

Cet exercice entre dans le chapitre « Mouvement dans un champ de gravitation ». Il s'agit d'identifier l'ellipticité de l'orbite de Ryugu et d'appliquer la troisième loi de Kepler pour calculer la période de révolution de l'astéroïde Ryugu connaissant son demi-grand axe.

Notre équipe de physique-chimie suit une progression commune. Ainsi, nous commencerons tous le

chapitre « Mouvement dans un champ uniforme » début novembre 2020. Les élèves de terminale spécialité physique-chimie auront donc tous travaillé sur ces trois exercices avant le retour des échantillons de Ryugu sur Terre. Espérons que cela attisera leur curiosité à l'égard de cette prouesse technologique et des découvertes scientifiques qui seront faites lors de l'analyse des échantillons rapportés.

### Conclusion

Ce projet interdisciplinaire suscite déjà un fort enthousiasme chez les élèves en cours de japonais. L'interdisciplinarité ne sera réellement effective que chez les élèves suivant à la fois les cours de japonais et de physique-chimie. Il sera intéressant d'avoir leur ressenti sur la façon d'aborder la mission Hayabusa 2 sous ces différents angles. Nous dresserons le bilan de ce projet dans un prochain article.



*La sonde japonaise Hayabusa 2 -vue d'artiste (Photo Jaxa).*



*L'astéroïde Ryugu (photo Jaxa).*