



HAL
open science

Plus-value et limites des projets interdisciplinaires en astronomie

Clément Maisch, Caroline Leininger-Frézal, Assia Nechache, Didier Mathieu

► **To cite this version:**

Clément Maisch, Caroline Leininger-Frézal, Assia Nechache, Didier Mathieu. Plus-value et limites des projets interdisciplinaires en astronomie. L'Astronomie pour l'Education dans l'espace francophones., Editions Le Manuscrit, pp.200-234, 2021, 9782304052633. hal-04243804

HAL Id: hal-04243804

<https://hal.science/hal-04243804>

Submitted on 16 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Plus-values et limites des projets interdisciplinaires en astronomie

Maisch, Clément (1) ; Nechache, Assia (1) ; Leininger, Caroline (2) et Mathieu, Didier (3)

(1) CY-Cergy-Paris Université, LDAR ; (2) Université de Paris, LDAR ; (3) Planétarium d'Épinal

L'interdisciplinarité est un thème fortement lié à des situations d'astronomie comme cela a été observé tout au long de ce colloque. À travers cet atelier, nous souhaitons identifier comment l'astronomie peut être le vecteur d'un travail pluri- inter- ou transdisciplinaire. Durant cet atelier, 6 situations ont été présentées et prenaient différentes formes : séance, séquence, projet, dans lesquelles le plus souvent un fil rouge est constitué par un thème /une question astronomique. En plus de la description de la situation d'apprentissage en jeux, nous nous sommes posé trois questions en lien à ces situations :

- Quelle est la place des contenus (savoir, savoir-faire) liés à l'astronomie ?
- Quel est l'objectif de l'interdisciplinarité dans le travail présenté : de la juxtaposition d'apports disciplinaires, d'une mise en dialogue, ou du dépassement des limites disciplinaires.
- Sur quel type de travail se base la question de l'interdisciplinarité : les savoirs, les outils, les démarches expérimentales ou pédagogiques....

Situations	Type de Situations
A_AstroDuclaux	Projet interdisciplinaire sur l'année au lycée
B_Méria scénario	Projet annuel au niveau universitaire sur les mathématiques fondé sur une situation d'astronomie
C_Asmaté	Projet bidisciplinaire (SVT-PC) annuel au collège sous la forme de colloques
D_Missions spatiales	Projet en Terminal en lien avec une mission spatiale (hayabusa2, Mission Mars2020)
E_Schools Tune Into Mars	Atelier de ressources pédagogiques pour des enseignants du secondaire
F_Astro_Philosophie_histoire	Enseignement annuel sur 3 disciplines en 2 nd e

Les situations regroupant des enseignants de différentes disciplines (non uniquement scientifique) sur des projets de plus d'un trimestre, étaient les plus représentées.

A_Projet AstroDuclaux : un projet pluri-inter-trans-disciplinaire autour de l'astronomie avec une classe de seconde.

Hugues Amalric et Boyer Emmanuel¹

(Lycée E. Duclaux, Aurillac)

(Réponses aux questions)

La situation d'apprentissage.

L'équipe pédagogique d'une classe de seconde générale explore les possibilités d'apprentissage en interdisciplinarité autour de l'astronomie. Le lycée est à Aurillac, petite ville de province, loin des grands centres scientifiques (universités, culture scientifique, etc...). C'est donc l'opportunité d'ouvrir les portes d'une connaissance scientifique à des élèves pris « au hasard » qui n'ont pas choisi à priori de suivre ce projet. L'astronomie servira de fil conducteur à l'aventure menée sur l'année, mêlant enseignements, découvertes, sorties, explorations, manipulation de matériel, intervention de chercheurs de renom, parrains de l'aventure qui se déplaceront pour des conférences jusqu'à Aurillac. La production finale permettra aux élèves de mettre en valeur leur travail et de prendre du recul sur les progrès accomplis. Les professeurs vont ainsi profiter de la cohésion du groupe classe pour établir des relations de confiance face à l'apprentissage. Face au groupe, une équipe d'adultes, eux aussi soudés, va pouvoir mettre en œuvre une démarche de projet, où chaque maillon devra apporter sa pierre à l'édifice.

Place des contenus (savoir, savoir-faire) liés à l'astronomie.

Aux disciplines du lycée labellisées scientifiques, physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre, mathématiques, se sont jointes naturellement l'histoire, la géographie, les lettres, le français pour des approches complémentaires du thème choisi pour l'année, car venant d'horizons différents. Il n'y a pas d'heures supplémentaires prévues à l'emploi du temps de la classe, seulement une plage d'AP (Accompagnement Personnalisé) en commun ou MPS (Méthodes et Pratiques Scientifiques de la réforme du lycée précédente). Les contenus et méthodes à explorer et à approfondir de façon ambitieuse sont donc forcément liés aux programmes officiels. C'est le rôle du professeur et des échanges au sein de l'équipe qui permet de voir ce qui est faisable et ce qui ne l'est pas, et de rechercher les éléments qui peuvent être mis à portée des élèves. La deuxième phase du projet permet un travail de groupe plus ciblé, plus approfondi, selon les appétences de chaque élève et de leur projet d'orientation. Le travail se fait donc dans une relative autonomie, ce qui est un objectif transversal de la classe de seconde. La diversité des contenus explorés dans toutes les disciplines ne peut pas se résumer ici mais est détaillée pour le projet Saturne sur le site <http://www.irem.univ-bpclermont.fr/Projet-2017-2018-Destination> qui est organisé autour de cinq portes d'accès : les disciplines, les cinq thématiques abordées, la mise en œuvre chronologique, les dix thèmes de recherche de la phase 2, la production finale & les réseaux sociaux. Sur le site se trouvent aussi les bilans des six années d'expérimentation de 2013 à 2019 avec un sujet différent chaque année, de la Lune à Saturne.

Objectif de l'interdisciplinarité de notre travail.

Les professeurs chevronnés profitent de leur liberté pédagogique pour explorer tous ces champs en même temps ! Une clarification du projet a été tentée dans un article paru dans la revue Repères-Irem https://www.univ-irem.fr/reperes/articles/115_article_761.pdf. Le dialogue entre les disciplines, les attendus, les méthodes, permettent de comprendre les implicites demandés dans chaque discipline et de les expliciter auprès des élèves. Chacun des professeurs se retrouve

¹ Voir le résumé dans les présentations orales de la matinée du 8 janvier 2021)

non spécialiste d'une autre discipline et donc dans la situation des élèves, une proximité qui permet de gagner en quelque sorte la confiance des élèves dans un apprentissage ambitieux. Cet effort permet de mettre en évidence la complémentarité des disciplines mais aussi la nécessité de travailler dur pour comprendre les mécanismes physiques et de SVT, les outils mathématiques, les méthodes d'écriture, comme de recueil d'information, d'analyse, de présentation etc...

Type de travail sur lequel se base la question de l'interdisciplinarité.

L'approfondissement dans chaque discipline permet à chacune d'apporter sa propre pierre à un ensemble final cohérent. Le dialogue entre les disciplines permet d'essayer de répondre aux difficultés rencontrées par les élèves. Par exemple : en physique la notion de proportionnalité pourtant vue en maths reste difficile, elle est éclairée par les bénéfices d'une co-intervention sur un même objet d'étude suivi d'un va et vient entre les disciplines.

B_MERIA scénario: l'ellipse et l'application en astronomie

Županović, Vesna (1) ; Bošnjak, Željka (1)

(1) Université de Zagreb

Introduction

Les scénarios d'enseignement développés dans le cadre du projet Erasmus + MERIA- *Mathematics Education-Relevant, Interesting and Applicable*, <https://meria-project.eu/> de 2016 à 2019 sont basés sur la théorie des situations didactiques de Brousseau, également sur la théorie de Freudenthal de l'enseignement réaliste des mathématiques. Les principes des théories mentionnées sont expliqués dans le manuel du projet intitulé MERIA *Practical Guide to Inquiry Based Mathematics Teaching*. Les scénarios MERIA ont été développés, testés et analysés par des partenaires de l'Université de Ljubljana, de l'Université d'Utrecht, de l'Université de Zagreb, de l'Université de Copenhague, de l'Institut national d'éducation de Slovénie, du Vordingborg Gymnasium et du XV. Gymnase Zagreb.

Les scénarios de projet MERIA sont :

- Lignes de conflit – introduction
- Usine de vélos
- Distance de freinage
- Faire glisser
- Offre d'emploi

Les connaissances souhaitées sont respectivement :

- La partition d'un plan par des bissectrices perpendiculaires de paires de points donnés
- La construction de fonctions linéaires par morceaux comme solution optimale à un problème avec plusieurs conditions linéaires
- La distance de freinage dépend quadratiquement de la vitesse initiale
- Compréhension conceptuelle de la pente d'une courbe en tant que pente de la ligne tangente
- Déterminer, distinguer et prendre des décisions sur les mesures de la tendance centrale

Les scénarios sont basés sur des problèmes réels mais simplifiés :

- Trouver le puits d'eau le plus proche dans un désert
- Choix de la meilleure position d'une usine de vélos
- Limitation de vitesse dans une zone urbaine
- Construction d'un tremplin de saut à ski et d'un toboggan pour enfants
- Dans quelle entreprise chercheriez-vous un emploi?

Le scénario d'enseignement de l'ellipse

Figure 1. Bateau et deux bouées



Nous considérons ici le nouveau scénario *Bateau et bouées*, où la connaissance souhaitée est une construction de l'ellipse avec des foyers donnés et la longueur du grand axe (méthode du jardinier), et éventuellement dérivation de l'équation de l'ellipse. Le problème réel serait lié à la zone de mouvement d'un bateau attaché à deux bouées.

L'objectif plus large comprend la compréhension de la géométrie du triangle, ainsi que la capacité de travailler avec la notation mathématique. Les compétences d'enquête sont : expérimenter et dessiner systématiquement pour créer des zones qui sont déterminées par des points donnés et la distance. La courbe finale est présentée comme résultat. Les compétences interdisciplinaires sont exprimées dans la connexion des problèmes territoriaux aux méthodes géométriques de résolution de problèmes.

Les élèves travaillent en petits groupes de 3 à 4 personnes avec le matériel requis comme des feuilles de travail, du papier, de la ficelle et éventuellement des TIC. Le scénario pourrait convenir aux élèves âgés de 15 à 16 ans ou même à des élèves plus jeunes, mais pour les élèves plus jeunes, nous ne nous attendons pas à ce qu'ils trouvent l'équation. Pendant les phases adidactiques, action et formulation, l'interaction des élèves se déroule sans interférence de l'enseignant. Dans les situations didactiques, la dévolution et la validation, l'enseignant est modérateur. Dans la première phase - la dévolution - l'enseignant explique le problème et répond aux questions des élèves, clarifiant le problème.

L'atelier sur le planétaire humain

L'atelier s'est tenu le samedi 14 décembre 2019 à la Faculté d'ingénierie électrique et d'informatique de l'Université de Zagreb. Il y avait 80 élèves âgés de 12 à 15 ans qui ont participé à l'atelier dirigé par Zvonimir Drvar, directeur du planétarium du Musée de Technologie 'Nikola Tesla' de Zagreb, et les professeurs Ana Sušac, Željka Bošnjak et Vesna Županović. Dans le hall d'entrée de la faculté, 8 élèves ont dessiné les orbites des planètes sur le sol en utilisant la ficelle. À la fois dans quatre salles de classe, avec l'aide des étudiants de mathématiques et de physique, d'autres élèves résolvaient des problèmes mathématiques liés au mouvement des planètes. Zvonimir Drvar et Marin Belamarić, étudiant en géophysique à l'Université de Zagreb, étaient les auteurs des problèmes pour les élèves. Lorsque les orbites sont dessinées, les élèves des salles de classe rejoignent les autres. Ils pouvaient vérifier leurs solutions en se déplaçant le long des orbites tracées dans la salle.

Figure 2. Le planétaire humain



Bibliographie

- Cafuta, K. editor, (2019). MERIA scenarios and modules, *le projet MERIA*, <https://meria-project.eu/activities-results/meria-teaching-and-learning-modules>. Le manuel scolaire, 77.
- Rollinde, E. and Decamp, N. (2019). J. Phys.: Conf. Ser. 1287 012011

Winslow, C. editor, (2017). MERIA Practical Guide to Inquiry Based Mathematics Teaching, *le projet MERIA*, <https://meria-project.eu/activities-results/practical-guide-ibmt>.

Županović, V., Šorić, K., Bistričić, L., Vidović, P. (2020). Modélisation de fonction linéaire: multivitamines, taxi et vitesse, *Les mathématiques et l'école MIS*, 103, 9, 122-130.

(Réponses aux questions)

La situation d'apprentissage.

La description de la situation d'apprentissage: dans le hall d'entrée de la faculté, 8 élèves ont dessiné les orbites de Mars, Vénus et Mercure sur le sol en utilisant la ficelle. Dans les salles de classe, avec l'aide des étudiants de mathématiques et de physique, d'autres élèves résolvent des problèmes mathématiques liés au mouvement des planètes. Lorsque les orbites sont dessinées, les élèves des salles de classe rejoignent les autres. En se déplaçant le long des orbites tracées sur le sol, les élèves utilisaient les mêmes orbites qu'ils dessinaient en classe.

Place des contenus (savoir, savoir-faire) liés à l'astronomie.

Dans les exercices les élèves exécutent un scénario MERIA et apprennent quelles sont les propriétés de l'ellipse. Après, en utilisant les mesures de la distance des planètes, les élèves dessinent la trajectoire de la planète autour du Soleil sur le papier. Enfin, ces prédictions sont vérifiées dans l'expérience: les élèves dessinent les orbites à l'aide de la ficelle. Les connaissances acquises lors de la combinaison de ces exercices sont la connaissance des orbites planétaires autour du Soleil et la démonstration pratique de la construction de l'ellipse.

Objectif de l'interdisciplinarité de notre travail.

L'interdisciplinarité est contenue dans l'interaction entre les mathématiques et l'astronomie. L'astronomie donne un sens à la construction mathématique de l'ellipse, tandis que pour l'astronomie, les mathématiques sont un outil de base.

Type de travail sur lequel se base la question de l'interdisciplinarité.

Les mathématiques sont utilisées ici comme un outil pour l'astronomie, mais aussi la construction du planétaire humain apparaît de l'autre côté comme un laboratoire de test pour l'objet mathématique. La tâche de trouver l'équation de l'ellipse par simple dessin dans le scénario MERIA est placée dans un contexte pratique plus large lorsque les élèves se retrouvent comme des objets en se déplaçant sur la trajectoire lors de la construction de l'ellipse.

C_L'aventure d'ASMAÉ, un petit être venu d'ailleurs

Witczak, Nathalie et Casse, Laetitia

(Collège R. Doisneau, Dammarie Les Lys)

Naissance du projet et contexte

Le projet est né de la collaboration de deux professeurs en collège classé REP ; une professeure de Sciences et vie de la Terre (Laetitia Casse) et une professeure de sciences physiques (Nathalie Witczak). Notre volonté était de développer l'appétence des sciences chez les jeunes adolescents de sixième à travers la pédagogie de projet. Pour cela, nous avons candidaté au projet éducatif 77 (PE77), et nous avons obtenu une subvention du département. L'appel à projet pour la subvention demande une réflexion et la construction d'un projet cohérent. C'est pourquoi le projet s'articule autour de deux axes ; l'enseignement des sciences et l'organisation du colloque par les élèves. Ayant participé à un colloque en didactique un an auparavant, nous avons eu l'ambition de transposer ce modèle de présentation dans notre collège. Le colloque scientifique Junior était né !

Afin de porter ce projet tout au long de l'année et motiver les élèves, il nous a paru essentiel de créer un environnement fictif dans lequel l'imagination et la motivation des élèves pouvait être développées. AsMaÉ est un être venu d'ailleurs dont vous allez faire la connaissance. Ce personnage est à la base de la « story-telling » et a permis l'élaboration du colloque scientifique Junior. En effet, les élèves ayant fait connaissance avec lui, ont voulu retransmettre cette histoire lors du colloque. Attachez vos ceintures ! Voici l'histoire d'AsMaÉ. Nous vous présentons à présent la partie de la « story telling » sur l'astronomie.

Présentation d'une partie de la « story telling » en lien avec l'Astronomie

« 2250. La Terre va de plus en plus mal ! La population ne cesse d'augmenter, les ressources naturelles s'épuisent et les scientifiques ont baissé les bras ! Comment les humains vont-ils se nourrir ? Les scientifiques notamment les chimistes ont tenté pendant des années de mettre au point des substituts alimentaires pour lutter contre l'obésité mais, frustrés les Terriens dévorent plus qu'ils ne mangent, et gaspillent ! Les technologies sont omniprésentes et le besoin en électricité croit ! Tout le monde veut avoir accès à des sources d'énergie infinies ! La planète souffre de plus en plus de tous ces excès car elle ne peut pas fournir tout ce que les humains attendent, du moins ce dont ils disent avoir besoin ! Les terriens vivent un moment d'apocalypse et en désespoir lancent un ultime appel à l'aide dans l'espace. Qui sait, ce message serait peut-être reçu et quelqu'un leur viendra peut-être en aide !

Les terriens envoient le message en morse SOS !!!

Les terriens ont ciblé leur grand problème : Comment recréer un monde idéal et durable pour tous ?

Le message a été réceptionné par AsMaÉ, un extra-terrestre, persuadé qu'une autre forme de vie existe en dehors de sa planète ! AsMaÉ veut prouver que les énonciateurs de ce message existent bel et bien et il sait qu'il peut les aider ! Mais comment le leur dire ? AsMaÉ essaie de collecter toutes les données qu'il peut pour trouver une réponse. Il pourra compter sur un de ses amis fidèles qui lui proposera une liste des possibilités pour communiquer que doivent avoir les humains. AsMaÉ sait même, désormais, que le message provenait du système solaire. Mais quelle est sa structure, ses dimensions ? Où se trouve-t-il ? De quoi est-il composé ? Il ne peut pas partir sans avoir une destination précise ! AsMaÉ essaie de se représenter le système solaire mais comprend que celui-ci est en plus animé de mouvements ! Comment s'y retrouver ? Son ennemi juré, ne cesse de lui faire parvenir des représentations différentes ! Mais quelle est la bonne ? Comment expliquer que les terriens sont sur Terre ? Comment s'est formée leur Terre comment ont-ils pu la coloniser ?

AsMaÉ se sent maintenant prêt à partir avec son vaisseau. Il sait qu'il faut qu'il maîtrise sa vitesse pour arriver à bon port. Il a aussi lu que beaucoup de navigateurs humains se servaient des constellations qu'ils observent depuis la Terre. Mais voilà AsMaÉ a bien repéré une liste d'étoiles sur son chemin mais ne comprend pas pourquoi il n'arrive pas à dessiner dans le ciel toutes ces figures, à l'origine de légendes assez incroyables ! Il lui tarde d'être sur Terre pour voir si ces constellations ne sont pas, elles aussi, des mythes ! »

Ce fil rouge nous a permis de lier l'ensemble des enseignements qui voulaient s'intégrer au projet. Nous allons à présent vous présenter l'ensemble des disciplines et des projets qui se sont inclus tout au long de l'année ainsi que la méthode adoptée pour réaliser ce projet.

Comment rendre experts les élèves de sixième ?

Le projet s'articule autour de trois grands thèmes, chaque classe devient « experte » dans l'un d'entre eux. Les élèves abordent ces différentes thématiques au cours de l'aventure d'AsMaÉ. Les apports théoriques nécessaires à l'élaboration du colloque ont été apportés par différentes voies. Les enseignements en classe ont permis d'aborder les notions, ou de découvrir des outils numériques. Les sorties pédagogiques ont permis d'avoir davantage d'ouverture sur le monde qui nous entoure ainsi que la rencontre de personnes passionnées de sciences. Les classes expertes ont ensuite créées de toutes pièces des ateliers permettant de constituer le colloque scientifique Junior.

Comme nous le voyons dans le début du fil rouge, l'astronomie tient une place importante dans ce projet. En effet, à travers l'histoire d'AsMaÉ, nous avons fait voyager les élèves dans l'espace. Et ceci nous a permis d'aborder différentes notions du programme de cycle 3.

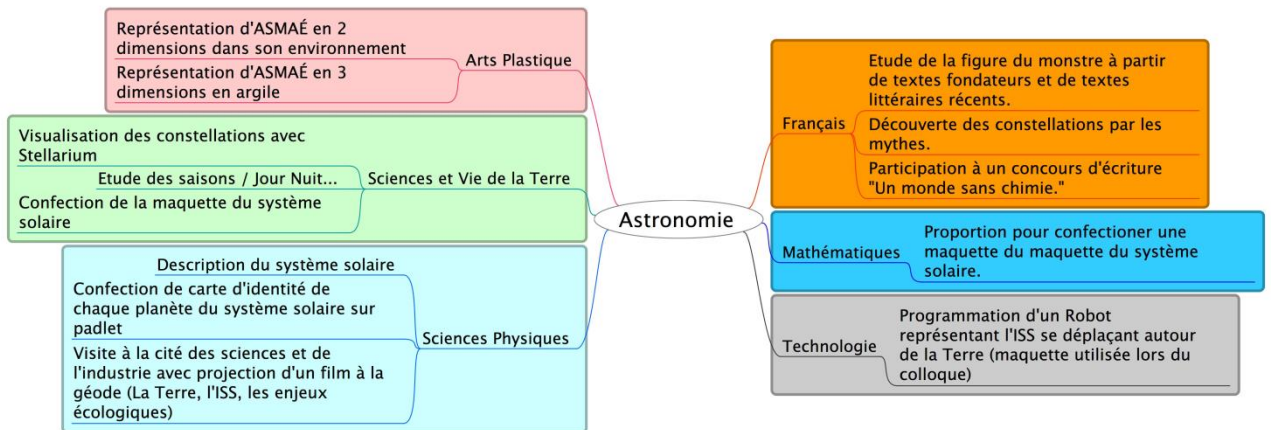
Le tableau qui suit permet de lister les différentes activités proposées en classe ainsi que les sorties permettant d'alimenter la connaissance des élèves.

Tableau 1 – Liste de différentes activités proposées en classe de sciences et technologie ainsi que des sorties permettant d'alimenter la connaissance des élèves en Astronomie.

Disciplines	Exemples de différentes activités
Sciences physiques	<p>Séance sur le système solaire (Planètes dans le système solaire, planètes telluriques, planètes gazeuses, ceintures d'astéroïdes)</p> <p>Recherche documentaire sur chaque planète par petit groupe et confection de carte d'identité sur un « Padlet » avec l'aide du professeur documentaliste.</p> <p>Etude des phases de la Lune</p> <p>Mouvement circulaire / rectiligne pour pouvoir définir le mouvement des planètes autour du Soleil et de la Lune autour de la Terre.</p> <p>Calcul de la vitesse du vaisseau d'ASMAÉ.</p>
Sciences et Vie de la Terre	<p>Explication mouvement de la Terre : rotation (origine jour : nuit), révolution (alternance des saisons)</p> <p>Explication de la formation du système solaire et histoire de l'apparition de la vie sur Terre</p> <p>Constellation : utilisation de « Stellarium » pour se repérer dans le ciel grâce aux constellations et lien avec le français pour les mythes liés à chaque constellation.</p>
Disciplines	Exemples de différentes activités
Technologie	<p>Programmation d'un mini robot pour la confection d'une maquette représentant l'ISS se déplaçant autour de la Terre.</p>
Sorties pédagogiques	<p>Cité des sciences et de l'industrie avec notamment le visionnage d'un film à la coupole sur la vie dans l'espace et plus particulièrement sur l'ISS.</p> <p>Visite de l'uranoscope de Gretz-Armainvillier.</p>

La carte mentale qui suit, permet de montrer comment chaque discipline s'est intégrée dans le projet afin de travailler différents aspects en lien avec l'astronomie.

Figure 1 – Carte mentale représentant la contribution de chaque discipline dans le projet en lien avec le thème Astronomie.



La réalisation du colloque scientifique Junior

Tout au long de l'année, les élèves ont travaillé avec l'ensemble de l'équipe éducative investie dans le projet. Certaines productions avaient été réalisées pendant l'année, comme la maquette du système solaire. Puis, nous avons « coaché » les élèves afin de construire et organiser le colloque scientifique junior au sein du collège. Des équipes de travail ont été constituées. Chacune ayant un but précis : mettre au point un discours d'accueil des visiteurs, une animation pour un atelier, un message de remerciement, une organisation de la circulation dans les couloirs entre les ateliers... Les participants au colloque étaient les autres classes de sixièmes du collège, ainsi qu'une classe de maternelle. Cet échange inter-degré a été l'occasion pour les élèves de maternelle de présenter aux collégiens des jeux sur le système solaire qu'ils avaient construit au cours de l'année avec leur professeure des écoles.

Les ateliers étaient riches et variés, nous vous donnons quelques exemples non exhaustifs :

- Présentation de la maquette du système solaire.
- Robot technologique représentant la Station Spatiale Internationale se déplaçant autour de la Terre.
- Présentation d'une chaîne alimentaire.
- Expérience permettant de présenter les propriétés des matériaux (conductivité électrique, densité, différence entre un thermoplastique et un thermorésistant)
- Jeux autour de la nutrition. Quel est le plateau repas qui contient le moins de sucre ?

Conclusion

Ce type de travail est riche tant pour les professeurs que pour les élèves, au-delà de l'aventure d'AsMaÉ, c'est une aventure humaine extraordinaire. Il n'a été mené qu'une seule fois au sein de notre collège, cependant, nous pensons pour la rentrée de septembre 2021 reprendre le fil rouge afin de faire plonger les nouveaux élèves de sixième dans cet univers. Le point fort de ce type de projet, est vraiment l'action et l'engagement des élèves en tant que source de savoir. C'est le propre de la pédagogie de projet, l'élève est acteur de son savoir. La retransmission de son savoir à ses pairs est le gage d'un savoir approprié et intégré. Nous encourageons toute équipe pédagogique à se lancer dans une aventure comme la nôtre.

Description de la situation d'apprentissage

L'organisation du Colloque scientifique junior, s'inscrit dans le cadre de l'enseignement des sciences en sixième, ce projet a été imaginé par deux professeurs de Sciences (SVT et sciences physiques). Il s'est adressé à trois classes de sixième que nous avons en commun. Pour enrichir les connaissances des élèves et ainsi alimenter le colloque scientifique, chaque classe a participé à des sorties et à des interventions en classe. Chaque classe possédait un pôle d'excellence dans les domaines suivants : astronomie, matière et énergie. Les trois pôles ayant donné le nom de notre héros (AsMaE). Afin d'enseigner les différents thèmes, la totalité des cours de SVT et de sciences physiques ont été construits sur la base d'une "storytelling" ou "fil rouge". Ce projet est également un projet d'interdisciplinarité car différents professeurs se sont intégrés, comme deux professeurs de français, un professeur d'histoire-géographie, un professeur d'arts plastiques et un professeur documentaliste. La storytelling a ensuite servi de trame pour la structure du colloque présenté par les élèves au sein de l'établissement.

Place des contenus (savoir, savoir-faire) liés à l'astronomie

La carte mentale qui suit présente la contribution et la place des savoirs liés à l'astronomie lors de l'année d'enseignement et du colloque scientifique. En ce qui concerne les savoir-faire, les élèves en ont développé de multiples, en effet, la réalisation d'un colloque demande de travailler en équipe, s'entraider, s'exprimer à l'oral, utiliser l'outil informatique pour effectuer des présentations informatiques, des affiches...

Objectif de l'interdisciplinarité

Le projet que nous présentons a permis de mettre en œuvre des séances de co-interventions entre sciences physique et SVT. En effet, une majorité des pratiques expérimentales étaient effectuées en co-intervention. Un des exemples est une séance basée sur l'étude de la matière qui nous entoure. Lors de cette séance, les élèves devaient aider Asmaé à élucider un problème concernant différents matériaux qui étaient dans une boîte. Les élèves devaient alors réaliser plusieurs tests afin de répondre au problème de départ, et tout cela en équipe de 4. En plus de cela, la majorité des matières se sont emparées du personnage Asmaé et l'a fait apparaître dans son cours tel un personnage de bande dessinée qui se glisse dans différents endroits afin d'y vivre des aventures passionnantes. A la fin de l'année, le colloque étant articulé autour des trois pôles Astronomie, matière et énergie, les élèves devaient forcément mettre en relation les savoirs provenant des différentes disciplines.

Type de travail lié à l'interdisciplinarité

Le but de ce projet étant d'organiser un colloque dans l'établissement en fin d'année scolaire, l'interdisciplinarité c'est glissé tout au long de l'année dans une multitude de formes comme nous l'avons évoqué plus haut. La majorité des disciplines travaillant dans le même but d'aider les élèves à produire et construire cet événement.

D_ Impliquer les lycéens dans l'exploration spatiale via des projets interdisciplinaires

Appéré, Thomas
(Lycée St Paul, Vannes)

Les nombreuses missions robotiques explorant le Système solaire sont autant d'opportunités pour aborder l'exploration spatiale avec les élèves. Au lycée Saint-Paul à Vannes (Morbihan, France), établissement privé sous contrat d'enseignement général et technologique accueillant 1800 élèves et comptant 155 enseignants, nous avons mis en place cette année plusieurs projets interdisciplinaires à destination des classes de Terminale. L'objectif est d'impliquer les élèves dans des missions d'exploration spatiale et de leur montrer les liens entre les différentes disciplines.

Projet sur la mission Hayabusa2

La mission japonaise Hayabusa2 a été lancée en décembre 2014 pour rejoindre l'astéroïde Ryugu en juin 2018. Elle y a prélevé des échantillons de régolithe ramenés sur Terre en décembre 2020. Nous avons profité de cette opportunité pour mener un projet interdisciplinaire japonais/physique-chimie.

En cours de physique-chimie, les élèves de Terminale ont découvert la mission Hayabusa2 via plusieurs exercices :

- Descente balistique du module franco-allemand Mascot (mouvement dans un champ de pesanteur uniforme) ;
- Moteur à propulsion ionique de la sonde Hayabusa 2 (mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme) ;
- Orbite de l'astéroïde Ryugu (mouvement dans un champ de gravitation).

Mon collègue de japonais Alain Ortais a travaillé avec ses élèves de Terminale sur la traduction d'articles de presse portant sur la mission Hayabusa2 (はやぶさ2) pour qu'ils découvrent des mots de vocabulaire en lien avec les notions abordées en physique-chimie. La traduction littérale des termes japonais est très évocatrice. Par exemple, "astronomie" se traduit littéralement par "étude des motifs du ciel" (天文学, "temongaku" en japonais) et "télescope" par "miroir pour voir loin" (望遠鏡, bôenkyô en japonais).

Les élèves ont rédigé un texte en japonais par groupe de trois ou quatre. Ces textes ont concernés des aspects à la fois techniques, culturels ou littéraires de la mission comme :

- L'agence spatiale japonaise
- Les objectifs de la mission Hayabusa2
- La mission OSIRIS-REx, cousine américaine de Hayabusa2
- Quelles relations entretiennent les Japonais avec la science ?
- Ryûgû et la légende d'Urashima Tarô dans la culture populaire japonaise.

Dans cette légende très célèbre au Japon, Urashima Tarô est entraîné dans le Palais du dragon, Ryûgû (リュウグウ). Là, il se voit offrir le Tamatebako, un coffret contenant son âge multiséculaire, le temps évoluant différemment dans ce palais. L'astéroïde exploré par la sonde Hayabusa 2 a été baptisé Ryûgû en référence à cette légende. C'est un astéroïde carboné, constitué d'un matériau qui a très peu évolué depuis la formation du Système solaire. Le Tamatebako symbolise donc la capsule de retour d'échantillons.

Enfin, Aurélie Moussi, cheffe de projet Hayabusa2/MASCOT au CNES est intervenue à distance en avril 2021 auprès des élèves. Après avoir présenté le déroulé de la mission Hayabusa2, elle a répondu aux questions des élèves qui ont notamment porté sur la façon de travailler avec l'équipe japonaise.

Le projet a été très bien accueilli par les élèves qui ont fait preuve de beaucoup d'enthousiasme. La majorité des élèves en classe de japonais ne suivant pas des spécialités scientifiques, le volet linguistique leur a permis de s'approprier pleinement le projet.

Projet sur la mission Mars2020

Le 18 février 2021, le rover Persévérance de la mission Mars2020 s'est posé avec succès sur la planète Mars. Cette mission a pour objectif de chercher des terrains ayant pu préserver des indices d'une éventuelle vie passée et de prélever des échantillons du sol martien. De nombreux aspects de cette mission peuvent faire l'objet d'exercices dans les différentes disciplines scientifiques. Le réseau d'enseignants Supercam Education (<https://mars2020.oca.eu/fr/accueil-mars2020>) répertorie ces activités pédagogiques.

En Terminale Spécialité physique-chimie, les élèves ont étudié le rôle du bouclier thermique (transferts thermiques) et le générateur thermoélectrique à radioisotope (RTG) du rover (équation d'une réaction nucléaire, énergie libérée par une réaction nucléaire) afin de vérifier les informations données sur le site officiel de la mission Mars2020.

En Terminale Spécialité NSI, les élèves ont écrit un programme informatique en langage Python simulant l'atterrissage de Persévérance et utilisant la notion de classes. Ils ont eu besoin des équations horaires du mouvement du Sky Crane, la "grue du ciel", étudiées en Spécialité physique-chimie.

(Réponses aux questions)

La situation d'apprentissage.

La mission spatiale japonaise Hayabusa 2 a été lancée en décembre 2014 pour rejoindre l'astéroïde Ryugu en juin 2018. Après une campagne fructueuse d'observations et d'exploration, la sonde a ramené des échantillons de l'astéroïde le 5 décembre 2020. Prenant pour cadre cette actualité, un projet interdisciplinaire a été mis en place cette année au lycée Saint Paul (Vannes, Morbihan) à l'initiative de Thomas Appéré, professeur de physique-chimie et d'Alain Ortais, professeur de japonais. La mission Hayabusa 2 sert de fil conducteur pour les travaux d'expression écrite réalisés en cours de japonais de Terminale : présentation de l'agence spatiale japonaise, origine du nom "Ryugu" et les légendes associées, écriture d'une nouvelle de science-fiction inspirée par la mission, ... Les élèves partagent ensuite leurs travaux avec le reste du groupe-classe. En spécialité physique-chimie de Terminale, plusieurs exercices ont pris pour cadre différents aspects de la mission : son mode de propulsion, le largage du robot MASCOT à la surface de l'astéroïde, l'étude de l'orbite de l'astéroïde Ryugu. Deux autres projets interdisciplinaires étaient prévus cette année. Cependant, des contraintes liées aux emplois du temps n'ont pas permis leur mise en œuvre.

Place des contenus (savoir, savoir-faire) liés à l'astronomie.

En cours de physique-chimie, la mission Hayabusa 2 sert de contexte pour différents exercices sur les lois de Newton et les lois de Kepler. Ces notions font partie de deux chapitres du programme officiel de spécialité physique-chimie de Terminale. Les élèves suivant l'option japonais ont des appétences plus ou moins prononcées pour les sciences. Aussi, certains élèves se sont intéressés aux aspects techniques de la mission tandis que d'autres ont mené leurs recherches sur des aspects plus sociologiques comme la façon dont la science est perçue au Japon.

Objectif de l'interdisciplinarité de notre travail.

L'aspect interdisciplinaire concerne principalement les élèves qui suivent à la fois la spécialité physique-chimie et l'option japonais. L'objectif est de leur offrir une ouverture culturelle sur un sujet habituellement abordé principalement par l'application mathématique de lois physiques. Les notions disciplinaires sont mises en dialogue pour permettre leur contextualisation et ainsi donner plus de sens aux connaissances apportées.

Type de travail sur lequel se base la question de l'interdisciplinarité.

Le contexte de la mission Hayabusa 2 sert de support pour présenter les structures de la langue japonaise, confirmer les connaissances grammaticales acquises jusque-là et réutiliser à l'oral les connaissances acquises. La traduction d'articles des médias japonais relatant les dernières actualités de la mission Hayabusa 2 permet de découvrir de nouveaux mots de vocabulaire. L'analyse de l'étymologie du vocabulaire scientifique en japonais est l'occasion d'aborder l'interdisciplinarité. Par exemple, le mot "chimie" (kagaku) se traduit par "étude des transformations", le mot "télescope" (boenkyo) par "miroir pour voir loin". Les notions vues en cours de physique-chimie permettent d'expliquer ces traductions.

E_Schools Tune Into Mars

Moujdi-Menaugue, Fatima et Bouvet, Fanny
(Lycée International de Valbonne, Valbonne)

Les pratiques enseignantes

L'objectif de l'atelier « Schools Tune Into Mars » est de présenter les ressources pédagogiques produites dans le cadre du projet Schools Tune Into Mars soutenu par le programme européen Erasmus + en partenariat avec OCA, IPGP et le CNES.

Ces ressources pédagogiques sont interdisciplinaires (STEM Science Technologie Ingénierie et Mathématiques) et basées sur l'exploitation des données spatiales de recherche. Elles s'adressent aux enseignants de science du secondaire (collège et lycée).

Comment promouvoir les données des missions spatiales comme Insight Mars auprès des élèves ?

Cet atelier propose des activités, innovantes et interdisciplinaires, qui répondent aux attendus de la nouvelle réforme des programmes de SVT et d'enseignement scientifique des niveaux 1^{ère} et Terminale.

Il est destinée aux enseignants, ces activités leur permettront d'aborder différentes thématiques avec leurs élèves telles que :

- Le système solaire
- La planétologie comparée (Terre-Mars) : géodynamique interne et externe.
- Les missions spatiales vers Mars.

Nous proposerons une exposition (8 posters) ainsi que des modélisations permettant au public présent de réaliser ces activités. La démarche expérimentale est au cœur de chaque activité.

(Réponse aux questions)

Donner une description de la situation d'apprentissage

L'exploitation des données de recherche des missions spatiales (dont Insight Mars, ...) en étroite collaboration entre le monde de la recherche (IPGP – OCA – CNRS) est indispensable pour à la fois contribuer à la réactualisation des connaissances des enseignants, et leur donner envie de créer de nouvelles activités interdisciplinaires au service de la réussite et de la motivation de nos élèves.

Le projet STIM² « Schools Tune Into Mars » a eu pour objectif tout long de ces trois années de produire des ressources STEM validées scientifiquement et pédagogiquement. Ces activités ont pour objectif de comprendre d'une réalité complexe et/ou de ses enjeux est l'objectif des activités créées dont mise en œuvre est au service des apprentissages des élèves.

L'ensemble des ressources pédagogiques produites sont à destination des enseignants de sciences (Physique – Chimie, Mathématiques, Sciences de la vie et de la Terre, Sciences du Numérique et technologie.) et contribue à leur développement professionnel (réactualisation des connaissances dans le domaine de la planétologie et l'acquisition de données de recherche).

Place des contenus (savoir, savoir-faire) liés à l'astronomie ?

L'astronomie y a une place centrale, les activités se basant sur de la planétologie comparée : étudier Mars pour mieux comprendre la planète Terre.

² STIM Project (oca.eu) : <https://insight.oca.eu/fr/stim-resources>

Une entrée ludique (exposition Insight³) peut être mise en place en amont pour permettre ensuite la mise en œuvre des activités STEM en classe.

Les ressources proposées entrent dans les programmes disciplinaires et d'enseignement scientifique.

Objectif de l'interdisciplinarité de notre travail.

L'interdisciplinarité est au service de la compréhension. Elle devient l'outil indispensable à l'élève pour résoudre une problématique scientifique. L'acquisition de connaissances et de compétences disciplinaires se font donc naturellement par nécessité et par la volonté de l'élève.

L'interdisciplinarité telle qu'elle est abordée dans ce projet permet également de donner tout son sens à la discipline (à l'enseignement disciplinaire).⁴

Type de travail se base la question de l'interdisciplinarité

L'interdisciplinarité implique un lien fort entre la compréhension de concepts globaux permet aux élèves de passer de la cognition à l'action.

La réflexion Pédagogique de l'enseignant va permettre la mise en place d'une démarche expérimentale visant à assoir ou donner du sens à de nouveaux savoirs disciplinaires.

³ Insight Resources (oca.eu) : <https://insight.oca.eu/fr/insight-resources>

⁴ Voir la vidéo : What benefits to make STIM project part of your Everyday Classroom ? : <https://www.youtube.com/watch?v=fqgn2XUcC90&feature=youtu.be>

F_ Astro-philo-histoire, un enseignement pluridisciplinaire de l'astronomie

Rives, Jean-Jacques

(Lycée L. de Vinci, Montaigu-Vendée)

Présentation d'un enseignement expérimental mis en place de 2014 à 2018 dans le cadre des enseignements de découverte de l'ancien programme de seconde. Cet enseignement regroupait trois enseignants de trois disciplines différentes : physique, philosophie et histoire-géographie pour aborder des thèmes communs de l'astronomie : se repérer dans l'espace et sur Terre, concevoir l'Univers, la définition d'une science, etc.

L'astronomie a été le support de cette formation originale entre les sciences et les humanités, qui a permis de développer un sens critique en s'appuyant sur des connaissances scientifiques, historiques et philosophiques, ainsi que de montrer que ces connaissances sont intimement liées.

(Réponses aux questions)

La situation d'apprentissage.

Cet enseignement expérimental a été mis en place par une équipe de trois enseignants (de philosophie, d'histoire-géographie et de physique-chimie) dans le cadre l'ancien programme de seconde, sur le fonctionnement des " enseignements d'exploration ".

A l'image de l'enseignement d'exploration " Méthodes et Pratiques Scientifiques ", les enseignants intervenaient sur deux séances hebdomadaires consécutives de deux heures.

L'organisation annuelle était découpée en deux parties : Un premier trimestre pendant lequel des apports transdisciplinaires étaient présentés, un deuxième trimestre au cours duquel les élèves réalisaient un dossier sur un thème qui leur tenait à cœur, qu'ils présentaient ensuite à l'oral, puis enfin le troisième trimestre permettait de nouveau d'apporter des connaissances disciplinaires pour parfois compléter les recherches des élèves.

Place des contenus (savoir, savoir-faire) liés à l'astronomie.

Les séances étaient généralement abordées par des questions ; soit provenant des élèves, soit basées sur des textes philosophiques, des textes historiques ou encore des méthodes d'observations et d'analyses. Les apports consistaient alors en savoir et savoir-faire particulièrement en séances de sciences physiques pendant lesquelles étaient réalisées des activités expérimentales.

Objectif de l'interdisciplinarité de notre travail.

A la mise en place de l'ancien programme de seconde, les enseignements d'exploration avaient un caractère pluridisciplinaire comme l'enseignement d'exploration " Méthodes et Pratiques Scientifiques " qui faisait intervenir trois enseignants des trois disciplines physique-chimie, SVT et mathématiques. Cependant le constat était de voir que tous les enseignements gardaient un caractère soit scientifique, soit littéraire mais jamais vraiment pluridisciplinaires. Trois enseignants du lycée ont souhaité alors aller plus loin en proposant un enseignement transdisciplinaires regroupant les enseignements scientifiques, littéraires et humaines, permettant à des élèves hésitant entre un cursus littéraire et/ou scientifique d'avoir un aperçu des méthodes et des contenus avant de s'engager dans une première spécifique.

L'objectif de cet enseignement était donc de mettre en lien la philosophie, l'histoire-géographie et les sciences physiques avec le thème de l'astronomie comme support.

Dans les trois disciplines, les contenus se basaient sur des apports disciplinaires liés entre les trois enseignements avec dépassement des programmes disciplinaires. Il est bon de noter que c'était pour tous les élèves de seconde une possibilité de découvrir la philosophie, matière enseignée encore aujourd'hui qu'en terminale!

Type de travail sur lequel se base la question de l'interdisciplinarité.

L'interdisciplinarité de cet enseignement était basée sur une vision, une interprétation différente d'un même thème alors que d'autres parties étaient plus spécifiques. Cependant les enseignants avaient élaboré un programme liant étroitement, autant que possible, les trois disciplines.

Certains thèmes abordés étaient vraiment transdisciplinaires. Par exemple : En sciences, les élèves apprenaient avec un logiciel à observer le ciel, repérer les astres visibles, les constellations. En histoire, l'origine des constellations, des calendriers ainsi que l'origine de l'horoscope étaient abordées avec les anciennes civilisations (égyptienne antique, mésopotamienne,..). En philosophie étaient abordées des questions comme "Ce que nous voyons est-il réel? Qu'est-ce que l'Univers?...".

D'autres contenus étaient plus spécifiques (quoique...) à la discipline enseignée : Comment déterminer la masse d'un trou noir? Ou d'une planète? A quoi sert un nocturlabe? Un portulan? Avons-nous une expérience du "monde"?.....

Conclusion

Les discussions ayant eu lieu lors de cet atelier ont mis en évidence :

- L'importance ou l'intérêt (surtout motivationnel, ludique) de travailler avec des chercheurs, spécialiste de la thématique (parrain) ;
- L'intérêt d'une dimension sociale : aspect fédérateur de ce genre de projet (enseignant, élèves, parents d'élèves,...) ;
- Le choix des disciplines est plutôt lié à des affinités entre des personnes et la nécessité de ne pas se limiter aux STEM mais aussi à d'autres disciplines (art, éco, LV...) ;
- La possibilité d'orienter ce travail vers l'apprentissage des capacités des élèves tel que la curiosité, développer la citoyenneté ou plus généralement travailler sur la complexité. Il s'agit aussi d'ouvrir à la créativité (autant pour les apprenants que pour les enseignants), dans des situations d'apprentissage où tout le monde est acteur;
- La nécessité de trouver/avoir du temps pour organiser la collaboration avec les collègues et d'autres intervenants (« Au début, c'est chronophage mais, ensuite, on retrouve son investissement ») ;
- Le thème de l'astronomie impulse le travail interdisciplinaire mais les articulations ne sont pas forcément claires à lire (du fait de la taille des projets proposés) ;
- Il est important de ne pas limiter notre regard à l'enseignement scolaire général et de l'ouvrir aux aspects d'enseignement professionnel et aux situations de médiation scientifique.

Les organisateurs du débat soulignent que malgré la richesse de celui-ci, les thèmes de la place des savoirs d'astronomie dans les apprentissages de ces projets, ainsi que son rôle dans ces projets n'ont pas été véritablement identifiés. Ceci laisse à penser que les savoirs astronomiques sont plutôt des fils rouges, des supports que des objectifs d'apprentissage. Ces projets permettent une première approche de certaines notions liées à l'astronomie dans le cadre scolaire. Cette réflexion se doit d'être poursuivie et approfondie d'autant plus, du fait que la situation actuelle de renouvellement des programmes du lycée rend plus difficile la mise en place de tels projets.

Nous proposons de mettre en avant la question de l'évaluation en termes d'apprentissage de ces projets du point de vue des connaissances directement liées à l'astronomie.