
LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO- CONSTRuite DANS UNE APPROCHE INTERDIS- CIPLINAIRE MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN CLASSE DE 4^e

Assia NECHACHE¹

IREMS de Paris

Marjorie BESSONIES²

IREMS de Paris

Domitille COUINAUD³

IREMS de Paris

Emmanuel ROLLINDE⁴

IREMS de Paris

Laetitia VALENTE⁵

IREMS de Paris

Résumé. Cet article présente un travail collaboratif mené par le groupe IREMS de Paris « Astronomie »⁶ au sujet d'une approche interdisciplinaire entre mathématiques et physique, qui traite de la notion de vitesse moyenne en classe de quatrième. Le projet repose sur l'utilisation du planétaire humain (que l'on notera PH), un outil pédagogique immersif simulant le Système solaire, qui permet d'expérimenter des notions abstraites telles que distance, durée et vitesse. Trois séances ont été conçues par un collectif pluridisciplinaire associant enseignants, chercheurs et inspecteurs. L'article détaille la deuxième séance en particulier, centrée sur le calcul de la vitesse moyenne *des orbites des planètes* en utilisant les données issues du PH. Il analyse la mise en œuvre de la séance par deux enseignantes, l'une en mathématiques et l'autre en physique, dans deux classes différentes de deux collèges différents. Il analyse également les difficultés rencontrées, notamment liées à la conversion d'unités et à l'utilisation des échelles.

Mots-clés. Interdisciplinarité, astronomie, vitesse moyenne, unité de mesure, mesurage, durée, distance, planétaire humain.

¹ assia.nechache@cyu.fr

² bessoniessvt@myyahoo.com

³ domitille.couinaud@ac-versailles.fr

⁴ emmanuel.rollinde@cyu.fr

⁵ laetitia.valente0@gmail.com

⁶ <https://irems.u-paris.fr/astronomie/>

Introduction et contexte de l'étude

Contexte institutionnel

Depuis 1875, les programmes de l'enseignement secondaire français sont structurés selon des logiques disciplinaires (Aroq et Niclot, 2006). Cependant, ces dernières années, on constate une incitation institutionnelle récurrente encourageant les enseignants à intégrer l'approche interdisciplinaire dans leurs pratiques d'enseignement. Selon les recommandations institutionnelles au niveau collège (juillet 2023), les enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI)

s'adressent à tous les élèves du collège. Mobilisant au moins deux disciplines, ils permettent de construire et d'approfondir des connaissances et des compétences inscrites dans les programmes d'enseignement. Ils s'appuient sur une démarche de projet et conduisent à une réalisation concrète, individuelle ou collective. Les ressources, conçues et réalisées par des groupes d'experts en partenariat avec l'inspection générale de l'éducation nationale, proposent des exemples de mise en œuvre⁷.

Ces ressources ne doivent pas être lues et comprises comme des modèles de mise en œuvre. Elles restent en effet de simples exemples sur lesquels les enseignants peuvent s'appuyer afin de concevoir la mise en œuvre des EPI. En ce sens, l'enjeu est ici d'inspirer les enseignants sur ce qu'il est possible de faire dans le cadre d'un travail interdisciplinaire au service des compétences travaillées à partir du socle commun et des programmes d'enseignement. Ainsi, en mobilisant au moins deux disciplines, les EPI permettent de construire et d'approfondir des connaissances

et des compétences inscrites dans les programmes d'enseignement. Ils s'appuient sur une démarche de projet permettant aux enseignants de réaliser ces enseignements. Cela encourage les échanges entre les collègues et stimule et la co-construction de projets concrets, individuels ou collectifs⁸.

Selon Aroq et Niclot (2006),

le développement de l'interdisciplinarité est également lié à la question du sens que les élèves donnent aux savoirs scolaires. Dans le cadre de la massification de l'enseignement, les difficultés croissantes qu'éprouvent les élèves à donner du sens aux savoirs scolaires ont été maintes fois mises en évidence (Aroq et Niclot, 2006, p. 1).

Ainsi, mettre en place un EPI dans une classe offre l'occasion de reconstruire le sens des apprentissages pour les élèves. Pour les enseignants, cela implique de penser une coordination accrue entre les disciplines considérées, de collaborer avec leurs pairs mais également d'adapter leurs pratiques d'enseignement. En travaillant sur un projet concret, on peut supposer que les élèves s'impliqueront davantage et prendront plus de plaisir à apprendre, tout en découvrant les liens entre des disciplines souvent enseignées séparément.

La mise en œuvre d'un enseignement interdisciplinaire suppose par ailleurs une collaboration entre enseignants, chacun étant spécialiste d'une des disciplines mises en jeu. Or, en France, les enseignants du secondaire sont généralement experts dans leur propre discipline. Ils sont peu habitués, ou faute de temps, à travailler sur des objets de savoirs communs à d'autres disciplines, leurs discours sur ces

⁷ <https://eduscol.education.fr/272/enseignements-pratiques-interdisciplinaires>

⁸ D'après le bulletin officiel du 15 mars 2024, consultable sur le site Eduscol.

objets peuvent être différents de ceux de leurs collègues.

Objectifs de l'étude

Dans le cadre de cet article, nous avons utilisé le terme d'*interdisciplinarité scolaire*, défini comme la mise en lien d'au moins deux disciplines scolaires visant à favoriser l'intégration des savoirs et des processus d'apprentissage chez les élèves (Lenoir et Sauvé, 1998 ; Roy et al., 2019). Ces liens sont caractérisés par le degré d'intégration des savoirs des disciplines mobilisées. La pratique de l'interdisciplinarité

se situe dans des rapports qui assurent une dépendance réciproque — sans prédominance et sans ignorance aucune — entre des disciplines scolaires en fonction des finalités de formation poursuivies et leur prise en compte, dans la richesse de leurs complémentarités et de leurs interrelations effectives et incontournables au niveau de leurs contenus cognitifs et de leurs démarches (Lenoir et Sauvé, 1998, p. 121).

De ce fait, la pratique de l'interdisciplinarité doit se caractériser par un degré fort d'interdépendance des objets de savoir. Du point de vue de l'opérationnalisation de l'interdisciplinarité, cela suppose de mettre en œuvre des séances dans lesquelles l'objet de savoir est étudié à travers le prisme de diverses disciplines.

Au regard des constats concernant la pratique de l'interdisciplinarité dans l'enseignement relatés ci-dessus, le groupe IREMS s'est alors fixé comme objectif de co-construire des séances ancrées dans une approche interdisciplinaire (mathématiques et sciences physiques) relevant comme défi de travailler sur un objet de savoir scientifique commun aux disciplines mobilisées. Ce type de travail n'est en aucun

cas nouveau dans l'horizon des travaux portant sur la question de l'interdisciplinarité (Moyon, 2015 ; Vilas Boas, 2018).

Le dispositif de travail collaboratif utilisé par le groupe IREMS est celui des *Lesson Studies* (ou LS : Fernandez et Chokshi, 2002 ; Miyakawa et Winslow, 2009). Ce dispositif est basé sur des analyses réflexives, l'observation conjointe des mises en œuvre de séances en classe, et sur une dialectique entre théorie et pratique. Un collectif d'une LS choisit de traiter un sujet d'enseignement problématique. Dans un processus itératif, il réalise une « *étude collective de la leçon* » (Nechache et Rollinde, 2025). Pour ce faire, il analyse l'apprentissage visé et planifie une leçon. Celle-ci est mise en œuvre par un des enseignants du collectif sous l'observation (sans intervention) des autres membres du groupe. Ensuite, le collectif se réunit pour discuter des effets de la leçon sur l'apprentissage des élèves et propose des ajustements si nécessaire, sinon il décide d'arrêter le processus d'étude de la leçon. À l'issue de ce processus itératif, le collectif diffuse l'étude de la leçon sous forme de scénarios pédagogiques et d'articles. Le collectif d'une LS est généralement constitué d'un groupe d'enseignants, d'un facilitateur qui anime et organise les séances de travail, d'un ou plusieurs chercheurs experts qui apportent des ressources issues de la recherche en lien avec le sujet traité. Dans notre cas, le collectif de travail⁹ est constitué :

- de deux enseignants de mathématiques (dont l'une des autrices), ainsi que d'une enseignante de SVT (autrice), tous trois exerçant dans le même établissement ;
- une enseignante de physique chimie, également autrice, issue d'un autre établissement ;

⁹ C'est le terme utilisé dans la suite de cet article pour désigner les participants du travail collaboratif.

**LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRUITE DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e**

- de deux chercheurs didacticiens (auteurs), l'un en mathématiques et l'autre en sciences ;
- d'une IPR de physique chimie.

L'objectif de cet article est de suivre la trajectoire d'une même séance co-construite par le collectif (pluridisciplinaire) à l'aide d'une approche interdisciplinaire mathématiques-physique dans le contexte de l'astronomie.

Nous nous proposons, dans un premier temps, d'explicitier la méthode générale que nous avons utilisée pour élaborer des contenus d'enseignements liant une progression de mathématiques et une progression de physique. Dans un second temps nous présenterons la mise en œuvre dans deux classes de 4^e de deux collèges. Enfin, nous esquissons quelques éléments

portant sur les effets de cette séance sur l'apprentissage de l'objet de savoir étudié.

1. – Méthodologie pour concevoir l'articulation entre mathématiques et physique

1.1. - Le planétaire humain : un outil pédagogique pour une approche interdisciplinaire

L'appréhension des concepts abstraits tels que la vitesse, la distance et la durée représente un défi dans l'enseignement des sciences et des mathématiques. Afin de relever ce défi, l'intégration d'outils pédagogiques concrets et engageants s'avère primordiale. Pour ce faire, le collectif a fait le choix d'utiliser un planétaire humain (*cf.* figure 1).

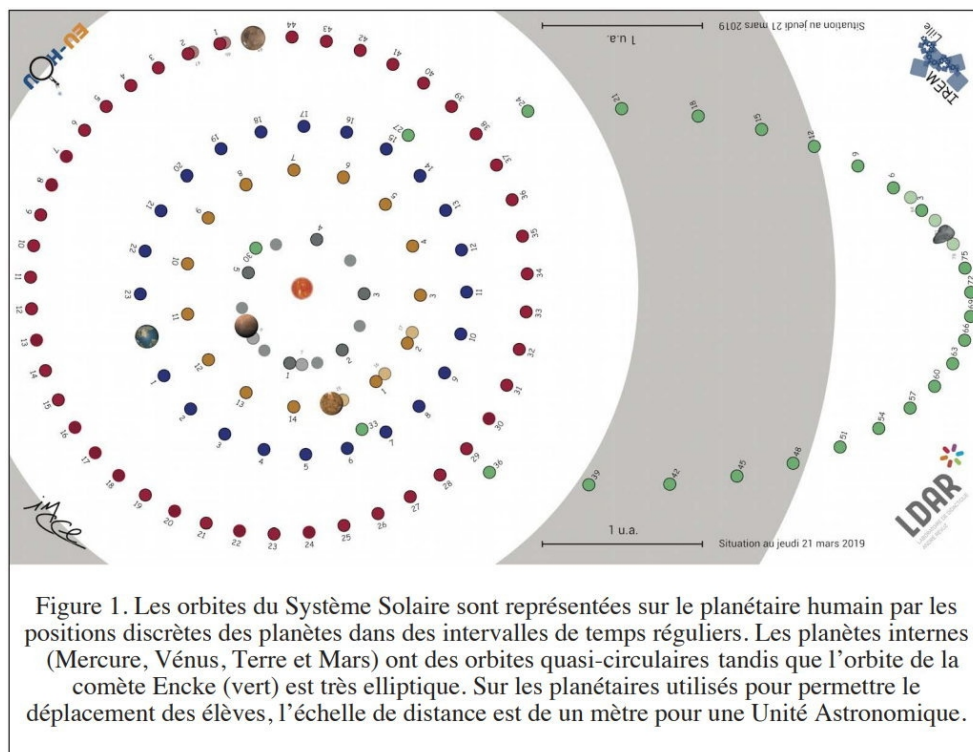


Figure 1 : Planétaire humain (Abboud & Rollinde, 2021).

Celui-ci¹⁰ est un outil pédagogique particulièrement intéressant, offrant un environnement immersif où des notions peuvent être vécues et incarnées par l'apprenant, favorisant ainsi son engagement dans l'activité d'apprentissage.

Le PH est « *une représentation matérielle plane des déplacements d'une partie des corps du Système solaire autour du Soleil* » (Abboud et Rollinde, 2021, p. 39). La conception du PH a nécessité des choix concernant la représentation des objets, des échelles de temps et de distance. Le rapport des distances entre les différents objets est respecté. Pour l'unité de longueur, le choix est de représenter la distance Terre-Soleil — soit une unité astronomique (ua) — par un mètre, facilitant les conversions d'échelle par la suite. En revanche, le rapport entre les tailles des planètes, de la comète et du Soleil, n'est pas respecté (ils sont tous représentés à la même taille). Par ailleurs, les positions des quatre planètes du Système solaire les plus proches du Soleil (Mercure, Vénus, Terre, Mars) ainsi qu'une comète (Encke) sont représentées dans un référentiel héliocentrique. Chacune des positions est représentée par des disques de couleur (numérotés) correspondant à chacune des planètes. Ils permettent de rendre compte de la trajectoire d'une planète lorsqu'elle tourne autour du Soleil, formant ainsi son orbite discontinue. L'intervalle de temps entre deux positions successives sur une orbite est de 15 ou 16 jours terrestres¹¹. Le Soleil est placé dans l'un des foyers des ellipses que forment les orbites de tous les objets du Système solaire.

Deux formats du PH sont utilisés. Un format dit *PH-Grand Format* (cf. figure 2a), qui

est la représentation du PH sur une bâche de 3 m par 6 m. Il s'intègre d'une salle de classe standard¹². Un autre format, qualifié de *PH-Format A3* (cf. figure 2b), est celui représenté sur une feuille A3. Dans le cas d'un PH-Grand Format, les élèves se déplacent en respectant deux règles. D'une part, le sens de déplacement doit correspondre à celui de la révolution des planètes sur leur orbite. Il est indiqué par la numérotation des différentes positions. D'autre part, le rythme de déplacement est imposé par une source extérieure (clap régulier produit par les mains ou un métronome). Il s'agit d'amener les élèves à effectuer un mouvement continu, en réalisant un pas à chaque clap et en posant un pied sur un disque.

Les travaux de Rollinde et al. (2020), Rollinde (2022) et Abboud et Rollinde (2021) décrivent l'utilisation du PH dans une approche interdisciplinaire (sciences et mathématiques) en relation avec les programmes de l'enseignement secondaire en France, sans nécessairement expliciter des mises en œuvre concrètes en classe, notamment en mathématiques. Ainsi, le travail entrepris dans le collectif du groupe IREMS vise à mener une étude collective de séances intégrant le PH au niveau de 4^e.

2. – Présentation de la séance co-construite

2.1. - Choix de la notion

Un travail préliminaire a été engagé lors d'une réunion en juin 2023 pour préparer l'année scolaire 2023-2024. Le collectif s'est accordé, dans un premier temps, sur le niveau

¹⁰ <http://planetaire.over-blog.com/2017/09/le-blog-des-planetaires-humains-eu-hou.html.html>

¹¹ Une année terrestre est divisée en 24 intervalles.

¹² Un format plus grand du PH, une bâche de 12 m par 12 m, permet de faire figurer l'orbite de Jupiter et une comète supplémentaire (Churyumov-Gerasimenko), mais cela nécessite un plus grand espace que celui d'une salle de classe.

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRUITE DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e

scolaire (ici quatrième). Le collectif a alors analysé les programmes scolaires de physique-chimie et de mathématiques pour ce niveau. L'objectif était d'identifier les notions pertinentes pour construire et mettre en œuvre des séances communes aux deux disciplines, destinées aux élèves du niveau retenu, en intégrant l'usage du PH dans une approche interdisciplinaire. Cette analyse des programmes a été enrichie par les travaux portant sur l'intégration du PH dans les séances d'enseignement. En effet, en mathématiques, de nombreuses notions peuvent être abordées de manière concrète avec le PH, telles que les fractions, la proportionnalité (avec la notion d'échelle ; Heussaff, Nechache et Rollinde, 2023), le cercle (Rollinde, Nechache et Abboud, 2022 ; Rollinde et Maisch, 2023), ou encore les grandeurs et mesures (ici distance, durée, vitesse ; Rollinde, 2019 ; Rollinde, Couanon et Ballenghien, 2020). Du côté des sciences physiques-chimie, l'usage du PH permet aux élèves de s'exercer à suivre ou élaborer un protocole expérimental, à modéliser, et à explorer des notions telles que le mouvement circulaire, l'accélération, le ralentissement, ou encore le calcul de vitesse. Face à cette diversité de possibilités, le collectif s'accorde pour traiter la notion de vitesse moyenne et en particulier son calcul.

Le traitement de cette notion a été discuté selon deux perspectives : celle des mathématiques, en lien avec le concept de proportionnalité et des échelles, et celle de la physique en lien avec la notion de mouvement. En effet, le thème « Mouvement et interactions », inscrit au programme de physique-chimie du cycle 4, permet aux élèves de caractériser un mouvement en manipulant différentes grandeurs, telles que la distance et la durée. Ils apprennent ainsi à relier ces grandeurs pour calculer une vitesse moyenne. Ce calcul s'applique à des mouvements rectilignes ou circulaires. Ces mouvements peuvent être uni-

formes ou à vitesse variable, comme c'est le cas dans le fonctionnement du planétaire humain.

Au total, trois séances ont été construites et mises en œuvre en classe. La première consiste en une séance de découverte du PH dans laquelle les élèves expérimentent le mouvement des éléments célestes, en effectuant les déplacements sur le PH-Grand Format. Cela permet d'approcher la notion de vitesse. Cette séance est présentée en détail sur le site du projet européen ARISTARCHUS¹³ parmi une série de cinq séances. La deuxième séance porte sur le calcul de la vitesse moyenne. La troisième séance concerne un travail plus approfondi sur la question de la mesure pour le calcul de vitesse.

Dans le cadre restreint de cet article, nous avons fait le choix de présenter la deuxième séance. Cette dernière a été menée par l'enseignante de mathématiques (notée L dans la suite) et par l'enseignante de physique-chimie (notée D dans la suite) dans leur classe de 4^e respective.

2.2. - Description du scénario de la deuxième séance

Pour traiter la notion de vitesse moyenne avec le PH, le collectif a fait de nombreux choix prenant en compte : l'effectif des élèves, leurs difficultés potentielles, ainsi que les deux formats possibles pour le planétaire — Grand Format (*cf.* figure 2a) et Format A3 (Figure 2b) — sur lequel les élèves déplacent des pions).

¹³ <http://aristarchusproject.eu>

Il faut aller sur la plateforme e-learning (en français) et récupérer le livret complet des séances. Voir également sur le site handsonuniverse.orf/france indiqué dans la note précédente.

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRUITE DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e

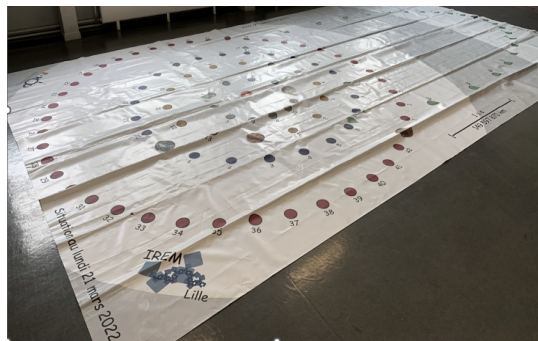


Figure 2 a : PH-Grand Format
(3 m par 6 m).

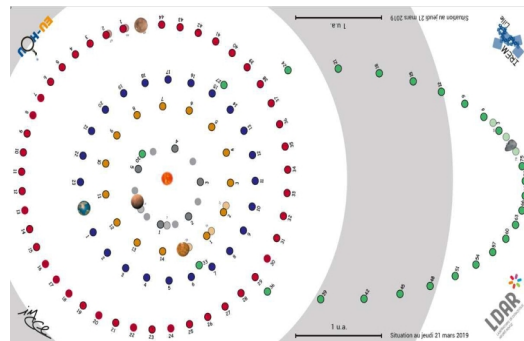


Figure 2 b : PH-Format A3.

La mise en œuvre des séances est prévue dans une salle de classe pouvant accueillir le PH et favorisant le déplacement des élèves. Selon le format du PH sur lequel ils travaillent, les élèves disposent, avec un usage libre, d'un matériel pour relever des mesures sur le PH.

Un travail spécifique sur la découverte du PH-Grand Format a été proposé aux élèves lors de la première séance. La seconde séance, sur laquelle cet article se centre, a commencé par une phase de redécouverte collective du PH (Grand Format). Il s'agit de permettre à tous les élèves de participer activement et de partager leurs connaissances, afin que chacun dispose des mêmes bases de connaissances pour la suite de la séance. Le mouvement des objets célestes est réexpérimenté par les élèves, et cela afin qu'ils aient une idée (grâce au mouvement de leurs corps) concernant l'évolution des vitesses moyennes des planètes, ainsi que celle de la comète. Puis, le groupe classe est subdivisé en deux demi-groupes, l'un utilisant le PH-Grand Format, et l'autre le PH-Format A3. Les tâches sont identiques pour les deux demi-groupes.

Dans chaque demi-groupe, les élèves sont répartis par groupes de quatre. Pour des rai-

sons de contrainte temporelle sur une séance d'une heure, le collectif a décidé d'attribuer à chacun des groupes l'étude du mouvement d'une planète ou de la comète. L'objectif est de déterminer la vitesse moyenne du corps céleste choisi sur différents trajets, définis par une série de quatre paires de points. Chaque paire est notée D (départ du trajet) et A (arrivée) (cf. figure 3). Pour calculer la vitesse moyenne, les élèves de 4^e connaissent *a priori* la relation entre vitesse moyenne, distance et la durée. Ils doivent donc mesurer la distance entre les points D et A le long de la trajectoire, puis calculer la durée du trajet à partir du nombre d'intervalles entre ces points.

Nous avons fait le choix de ne pas préciser que la mesure de la distance entre D et A devait se faire le long de l'orbite. L'objectif est d'amener les élèves à remettre en question, par eux-mêmes, la pertinence de la propriété « distance entre deux points est le chemin le plus court le long d'une ligne droite » pour mesurer deux positions sur une orbite du PH. Par ailleurs, nous avons fait le choix de ne pas considérer la trajectoire complète, afin de s'assurer que les élèves mesurent bien les distances sans faire l'hypothèse d'une trajectoire circulaire.

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRuite DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e

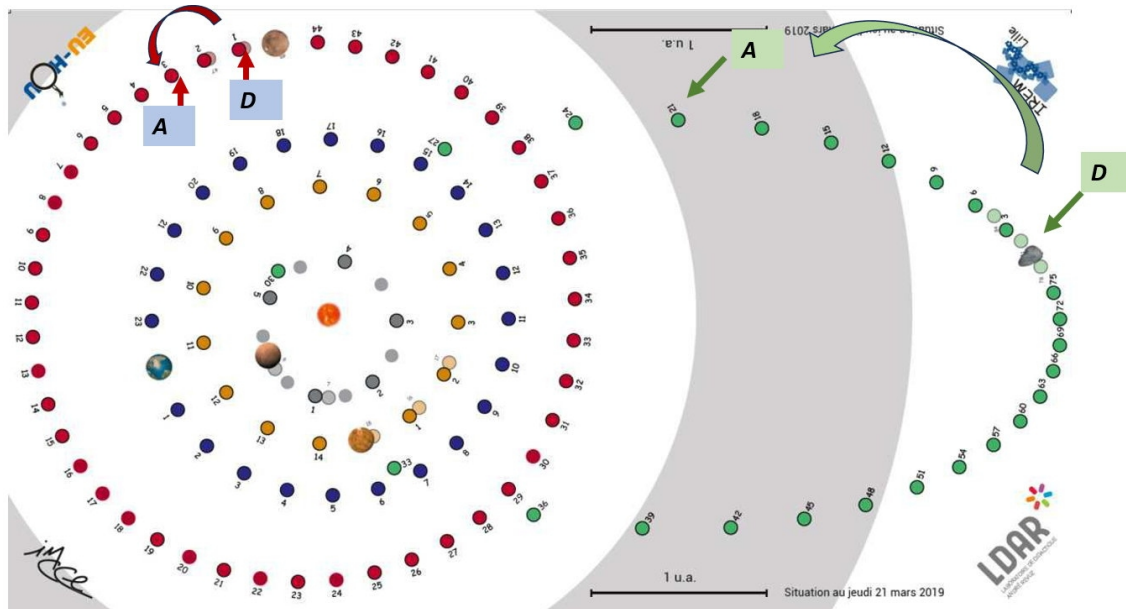


Figure 3 : Sur l'orbite de Mars : on mesure le trajet entre le point D (qui est à la position 1 de la planète) et le point A (qui est à la position 3 de la planète). Sur la comète Encke : on mesure le trajet entre le point D (à la position 1 de la comète) et le point A (qui est à la position 12 de la comète).

Pour le PH-Grand Format, une corde, une ficelle, une règle (de longueur 1 mètre), et un décimètre sont fournis ; et une règle graduée, une ficelle, un compas pour le PH-Format A3. Une fois le matériel choisi, les groupes procèdent au relevé, pour chaque trajectoire (orbite), des mesures de distances entre D et A en suivant la trajectoire (passant par les positions qui se situent sur le trajet délimité par les positions D et A). Or sur le PH, les positions sur une orbite sont indiquées par des disques, cela va donc

amener les élèves à s'interroger sur le lieu des points où positionner une règle ou une corde s'ils veulent faire une mesure de distance entre deux objets [...]. Ce choix permet donc d'aborder avec les élèves la question de l'incertitude sur la mesure (Rollinde et Maisch, 2023, p. 14).

Les positions D et A ont été choisies afin que la différence entre la corde et la trajectoire

réelle entre deux positions successives soit suffisamment faible pour être négligée. Ils doivent convertir la mesure de la distance obtenue sur le PH en une distance réelle (en ua) grâce à l'échelle indiquée sur le planétaire (1 ua représente 1 mètre). Les élèves doivent également mesurer la durée sur le trajet entre les points D et A. Pour cela, ils utilisent l'indication de l'unité de durée qui correspond à la durée mise par tout objet sur le planétaire pour se déplacer entre deux positions successives. Une feuille leur est distribuée avec un tableau dans lequel ils peuvent noter les mesures qu'ils ont relevées (cf. annexe 2).

Enfin, lorsque tous les groupes ont calculé au moins deux ou trois valeurs de la vitesse moyenne, une mise en commun est effectuée. Chaque groupe formule ses résultats à l'ensemble de la classe, s'exprime sur le caractère « proportionnel ou non » entre les grandeurs distance et durée. Il s'agit également de s'exprimer sur la caractérisation du mouvement,

uniforme ou non, des planètes et de la comète. Une discussion peut donc être initiée sur les variations des vitesses moyennes qui vont alors apparaître : sont-elles révélatrices d'une vitesse moyenne non constante ? Sont-elles issues d'une imprécision de lecture des valeurs de distance lors des mesurages ? Ou sont-elles issues d'un mauvais choix de matériel ?

Cette séance apporte pour l'apprentissage des mathématiques une approche nouvelle de la relation à trois termes : distance, durée et vitesse. Concernant l'apprentissage de la physique, l'accent est davantage mis sur le protocole expérimental et l'acte de mesurage.

Le contenu de la séance et sa mise en œuvre sont identiques dans les deux classes de 4^e. La différence réside dans le fait que la séance est animée par deux enseignants pour deux groupes classes différents.

3. – Présentation du déroulement effectif dans chacune des classes

Nous allons ci-après présenter le déroulement effectif dans chacune des deux classes de 4^e, que nous avons nommées classe de mathématiques (sous-entendu la classe menée par l'enseignante L de mathématiques) et classe de

physique (sous-entendu la classe menée par l'enseignante D de physique-chimie).

3.1. - Dans la classe de mathématiques

La séance débute avec une phase de redécouverte du PH installé au centre de la salle. L'enseignante invite les élèves à observer le PH afin de pouvoir répondre aux questions qui leur seront posées. La première question porte sur les objets présents sur le PH. Les élèves ont facilement identifié les planètes et le Soleil, situé au centre. L'enseignante L est intervenue pour donner quelques précisions sur le terme « centre » en faisant remarquer la distinction sémantique entre le centre du Système solaire (tel qu'il est convoqué ici) et le centre utilisé en mathématique pour indiquer le point équidistant des points du cercle.

Ensuite, par groupes, les élèves ont été invités à se déplacer d'un disque à un autre en suivant la trajectoire des astres représentés, au rythme imposé par l'enseignante L (clap des mains). Cette phase permet donc de réactiver des notions rencontrées dans la première séance dédiée à la découverte du PH (les objets, trajectoires, etc.) en y intégrant des déplacements des élèves sur le PH, afin de faire ressentir les mouvements des corps célestes.



Figure 4 : Déplacement sur le PH-Grand Format.

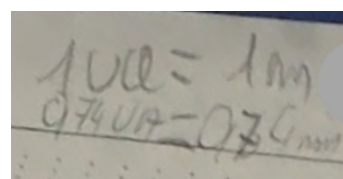


Figure 5 : Production du groupe A.

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRuite DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e

Le ressenti sur le mouvement a ensuite fait l'objet d'une discussion entre l'enseignante L et les élèves, notamment au sujet de la comète. Un élève la jugeant d'abord comme étant « la plus lente », il a ajouté qu'elle était plus lente seulement pour une certaine partie de son orbite. L'enseignante L a résumé cela en « [pour la comète], à un moment on allait lentement et à un moment on allait vite. Est-ce que cela a été le cas pour les planètes ? ». Elle force ainsi la comparaison entre les mouvements des planètes, et donc la différence entre la perception par les élèves d'un mouvement uniforme et d'un mouvement non uniforme.

L'enseignante L a formulé par la suite l'objectif de la séance : « le but est de voir par le calcul si c'est [la différence observée] vrai ou si c'est faux ». Ceci a conduit très rapidement à l'identification de la notion mise en jeu, celle de « vitesse » (sous-entendu : vitesse moyenne), donnée par un élève, ainsi que les éléments nécessaires pour la calculer, *i.e.* la durée (calibrée par construction) et la distance (mesurée). Les attentes sont désormais fixées et le choix du matériel est laissé libre à chacun des groupes durant la phase de recherche. Des groupes de trois ou quatre élèves, au choix des élèves, sont constitués et la fiche d'activité est distribuée (*cf.* annexe 2).

Sur le PH-Grand Format

Un groupe d'élèves (noté groupe A) a ten-

té de passer de l'échelle du mètre au centimètre pour s'aider lors des éventuels calculs. Cela a conduit à l'écriture des nombres très grands tels que « 14 959 787 000 000 » (écrit par un élève en bas de sa feuille), ce qui a posé une difficulté de lecture et d'interprétation. Ce travail ne leur a pas permis de progresser dans leurs recherches, car la conversion des distances en kilomètres n'était pas nécessaire ici (bien qu'elle le soit pour comparer les résultats obtenus à partir des deux formats du PH).

Ce même groupe d'élèves a rencontré des difficultés pour convertir une mesure de distance entre deux points (0,75 m) en ua. L'intervention de l'enseignante L a permis de revenir sur l'échelle de distance fournie par celle-ci au début de la séance, qui est : 1 ua correspond à 1 m sur le PH-Grand Format. Elle leur a alors proposé de noter sur leur feuille la relation entre les différentes mesures connues (1 ua correspond à 1 m, la distance mesurée entre deux points est 0,74 m) afin de déterminer la quatrième mesure recherchée en ua (*cf.* figure 5).

Pour mesurer la distance entre les positions 1 et 23 sur la planète Mars, un groupe (noté groupe B) a utilisé le décimètre en le déroulant suivant une ligne droite entre les deux positions (*cf.* figure 6).

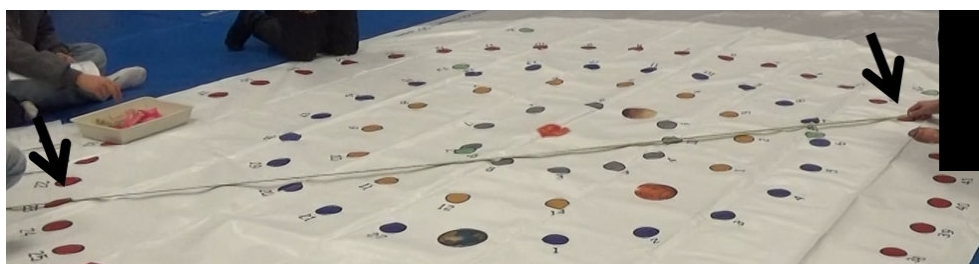


Figure 6 : Mesurage de la distance entre les positions 1 et 23 sur l'orbite de Mars (groupe B).

La trajectoire — représentée par le décimètre — passait très proche du Soleil et ne suivait pas l'orbite de Mars. Face à cette erreur, l'enseignante L a donc sollicité l'avis de l'ensemble des élèves en ce qui concerne la pertinence de la procédure du groupe B. Ce sont les élèves ayant travaillé sur le PH-Format A3, en particulier un élève, qui sont inter-

venus pour faire remarquer au groupe B que leur procédure est incorrecte, car la distance parcourue par Mars entre les positions 1 et 23 correspond à la distance de 1 à 2, puis 2 à 3, ..., puis de 22 à 23. Cela a alors induit un changement de matériel, en prenant une corde pour suivre correctement la trajectoire de la planète (cf. figure 7).



Figure 7 : Mesurage de la distance parcourue entre les positions 1 et 23 de l'orbite de Mars (groupe B).

Une nouvelle question s'est posée sur la position exacte par laquelle la corde devait passer sur chaque disque. La décision a été prise, après quelques échanges, de passer par le centre des disques. La corde est maintenue par plusieurs élèves (cf. figure 7). Une fois le centre du disque de la position 23 atteint, les élèves proposent de couper la corde. La partie de la corde obtenue est mesurée à l'aide d'un décimètre. L'enseignante L en a profité pour faire le point sur la méthode d'utilisation de l'échelle pour calculer la distance réelle (en ua). Un élève a remarqué que « c'est

simple, c'est la même chose à chaque fois », cette remarque émerge du fait que la donnée de 1 m correspond à 1 ua.

Sur le PH-Format A3

Pour procéder au prélèvement des mesures, les groupes d'élèves ayant travaillé sur ce format ont utilisé des procédures semblables à celles utilisées avec le PH-Grand format. En effet, ils ont commencé par utiliser une règle graduée pour mesurer la longueur du segment joignant les couples de points ($D; A$) (cf. figure 8).

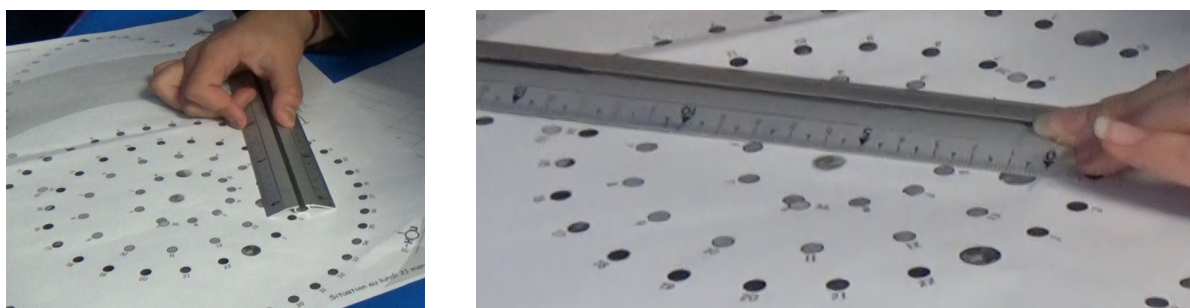


Figure 8 : Mesure de la distance entre deux positions.

Cette méthode a été assez rapidement abandonnée à la suite des échanges entre les

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRuite DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e

élèves, notamment avec le groupe B qui a souligné le fait que la distance du trajet recherchée devait passer par l'ensemble des positions comprises entre les deux positions *D* et *A* fournies dans l'énoncé de la tâche. Par la suite, les

groupes d'élèves ont choisi d'utiliser une ficelle pour reporter la distance entre les positions *D* et *A*, puis mesurent cette longueur à l'aide d'un mètre ruban (cf. figure 9).

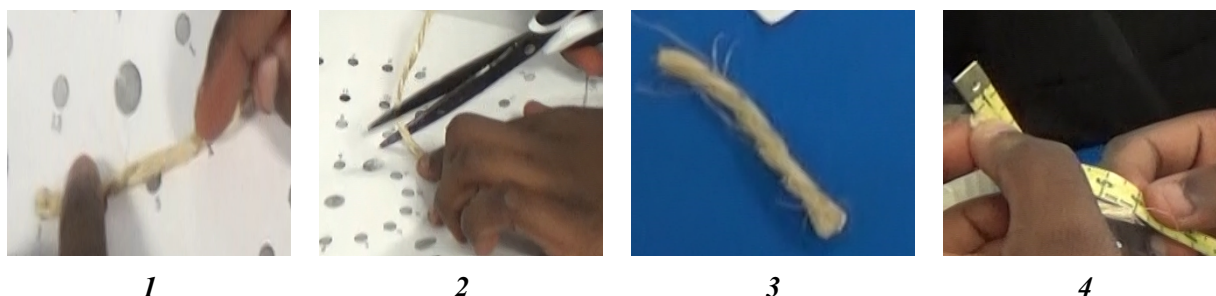


Figure 9 : Protocole pour mesurer la distance parcourue entre les positions 1 et 4 de l'orbite de Vénus.

De la même manière, pour obtenir la distance parcourue entre la position 1 et la position 14 de l'orbite de Vénus, les élèves ont uti-

lisé la ficelle et ils ont mesuré la longueur à l'aide d'une règle graduée (cf. figure 10).

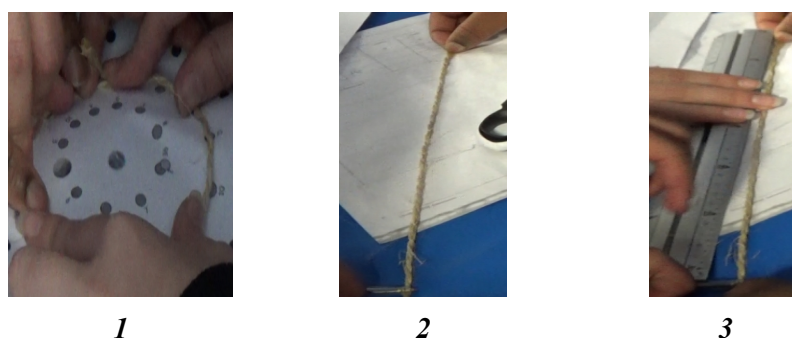


Figure 10 : Protocole pour mesurer la distance entre les positions 1 et 14 de l'orbite de Vénus.

Les mesures de longueurs ainsi obtenues sont formulées en cm. Or il a été demandé aux élèves de fournir les longueurs en ua, ce qui leur a posé une difficulté. Celle-ci provient du fait que sur le PH-Format A3, la donnée 1 ua correspond à 7 cm et non plus à 1 m (comme sur le PH-Grand Format). De ce fait, la recherche de la quatrième proportionnelle requiert des calculs faisant intervenir la division, ce qui n'était pas le cas dans le PH-Grand Format. Ce choix d'échelle, dans ce format, est

une variable didactique choisie par le collectif. L'objectif est d'amener les élèves à utiliser explicitement la proportionnalité. Pour appuyer cette démarche, l'enseignante L intervient dans chaque groupe : elle invite les élèves à écrire les données sur leur feuille et à établir le lien entre mesures réelles (en ua) et données obtenues après mesurage (en cm). Cela les a conduits à utiliser le produit en croix pour déterminer la mesure (en ua) attendue.

À l'issue de cette séance, l'ensemble des groupes d'élèves n'avaient pas pu terminer le relevé de toutes les distances et ainsi calculer la vitesse moyenne de chacune des orbites (cf. figure 10). C'est pourquoi, lors de la séance suivante, les élèves ont achevé les cal-

culs de vitesses moyennes. Les élèves ont confirmé la différence — qui avait été ressentie lors de la première séance — entre la vitesse moyenne de la comète et celles des planètes.

Planétaire *Emcke* 4^{ème}

II. Relevé de valeurs

	Entre la position 12 et la position 12	Entre la position 12 et la position 24	Entre la position 12 et la position 30	Entre la position 12 et la position 39
Distance parcourue (en UA)	14,2 ua	10 ua	8,5 ua	4 ua
Durée du trajet (en jours)	264 jours	64 jours	32 jours	368 jours
Vitesse = $\frac{\text{Distance}}{\text{Durée}}$ (en UA/jours)	$\frac{14,2}{264} = 0,054$	$\frac{10}{64} = 0,15$	$\frac{8,5}{32} = 0,26$	$\frac{4}{368} = 0,010$

Figure 11 : Calcul de la vitesse moyenne sur l'orbite de la Terre sur le PH-Format A3.

3.2. - Dans la classe de physique

La séance débute par un rappel sur les éléments importants concernant le PH. Ce rappel est effectué — en classe entière — à l'oral par un jeu de questions-réponses. Les élèves y participent en formulant des réponses telles que noms et positions des planètes, de la comète, orbites, position du Soleil et sens du déplacement, grandeurs physiques ; distance (en ua) et durée (en jours) présentes sur le PH sont également énumérées. Par la suite, les élèves ont été interrogés plus spécifiquement sur la relation entre les deux grandeurs identifiées : « Si je connais la distance et la durée d'un déplacement, qu'est-ce que je peux aussi connaître ?

Qu'est-ce que je peux calculer ? ». Un seul élève a donné une réponse : « la vitesse ». Il ne précise pas s'il s'agit de la vitesse instantanée, qui ne peut pas être calculée, ou la vitesse moyenne. L'enseignante D sollicite l'ensemble des élèves pour donner leur avis sur la réponse de leur camarade. Les élèves discutent entre eux et finissent par valider la réponse en s'appuyant sur l'idée : « on peut calculer la vitesse moyenne car on connaît la distance parcourue et la durée du parcours ». Toutefois, ils n'ont pas précisé explicitement qu'il s'agit de la vitesse moyenne. Cet échange permet cependant à l'enseignante D d'explicitier aux élèves l'objectif de la séance et précise qu'il s'agit de déterminer la vitesse moyenne des orbites des

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRuite DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e

planètes et de la comète. Pour ce faire, une fiche élève (cf. annexe 2) est distribuée et lue avec les élèves. L'ensemble du matériel est présenté et il est demandé aux groupes, en insistant, de bien établir le protocole de mesurage des distances. Les groupes sont répartis entre les deux espaces de la classe : celui contenant le PH-Grand Format et celui contenant le PH-Format A3 (des tables et chaises installées en îlot). Quel que soit le format utilisé, les groupes d'élèves ont sélectionné naturellement le matériel adapté au format du PH utilisé.

Sur le PH-Grand Format

Les groupes travaillant sur le PH-Grand Format n'ont globalement pas rencontré de difficultés avec la grandeur durée, tous se rappellent rapidement que la durée entre deux positions successives d'une orbite (représentés par deux disques) est 16 jours. Mais la grandeur distance leur semble moins accessible. En effet, seul un groupe identifie rapidement l'unité de distance : l'unité astronomique (notée ua sur le PH). L'enseignante D a dû relancer les élèves, en donnant une aide sous forme d'un document nommé « utiliser une échelle » (cf. annexe 3). Cette aide a permis aux élèves de convertir 1 m (sur le PH-Grand Format) en 1 ua. L'enseignante D a rappelé également que la mesure 1 ua correspond à la distance moyenne entre le centre du disque représentant le Soleil et les centres des différents disques sur la trajectoire de la Terre (à la position 0). Ce rappel a également été effectué auprès des élèves travaillant sur le PH-Format A3. Trois groupes travaillant sur le PH-Grand Format optent directement pour la corde et le mètre ruban. Les élèves expérimentent plusieurs méthodes pour mesurer de la distance entre deux positions *D* et *A*. Ces méthodes sont validées ou non au fur et à mesure des tests.

Les échanges entre les élèves d'un même groupe et avec les autres groupes ont été nombreux. Ils portent essentiellement sur la précision du mesurage. Ainsi, pour certains élèves, il est évident qu'il faut choisir un point fixe des disques pour réaliser le mesurage de la distance, tandis que d'autres ne s'attardent pas et enchaînent le prélèvement des mesures sans systématiser le choix précis des points fixes. Pour un groupe (noté groupe F) le débat pour « choisir le bon point » est âpre. Ainsi, une élève du groupe F propose de « prendre le centre » et montre à ses camarades comment s'y prendre. Or le positionnement du centre ne leur semble pas correct (cf. figure 12a), car « il n'est pas tout à fait au milieu du disque » (propos d'un élève du groupe F en réponse à sa camarade). L'enseignante D intervient par la suite pour accompagner la réflexion des élèves en ce qui concerne le choix des points « fixes » pour procéder au mesurage. Celle-ci souligne alors la nécessité de réaliser le même procédé de mesurage entre deux positions successives rencontrées sur la partie de la trajectoire mesurée (délimitée par les points *D* et *A*). Les élèves proposent alors de choisir comme point fixe le centre de chacun des disques. Mais, au sein d'un même groupe, les élèves ne sont pas d'accord sur la position du centre du disque. L'enseignante D intervient une nouvelle fois en questionnant les élèves sur ce désaccord. Au cours de l'échange, les élèves reconnaissent qu'un protocole doit être reproductible de manière identique et systématique. Cela les conduit à appliquer un protocole basé sur le centre des disques (cf. figure 12b).

Afin d'estimer la position de ce centre, ils utilisent une règle graduée pour mesurer la longueur d'un diamètre du disque et déterminent son milieu, qu'ils considèrent comme le centre du disque. La mesure de la distance est effectuée à l'aide d'une corde et d'une règle graduée (cf. figure 12c). L'ensemble des

groupes a utilisé le même protocole de mesurage explicité comme suit :

Avec une ficelle relever la distance entre les centres des disques. Reporter cette distance sur le mètre ruban pour connaître sa valeur en mètre. Convertir cette distance en ua à l'aide de l'échelle du planétaire.

L'usage de l'échelle de distance (conversion entre les deux unités m et ua) a présenté des difficultés pour les élèves. Les élèves ont eu recours au document « utiliser l'échelle » (cf. figure 10) pour les aider à formuler les conversions attendues. Un seul groupe a réussi à faire les conversions demandées sans recourir au document ressource.

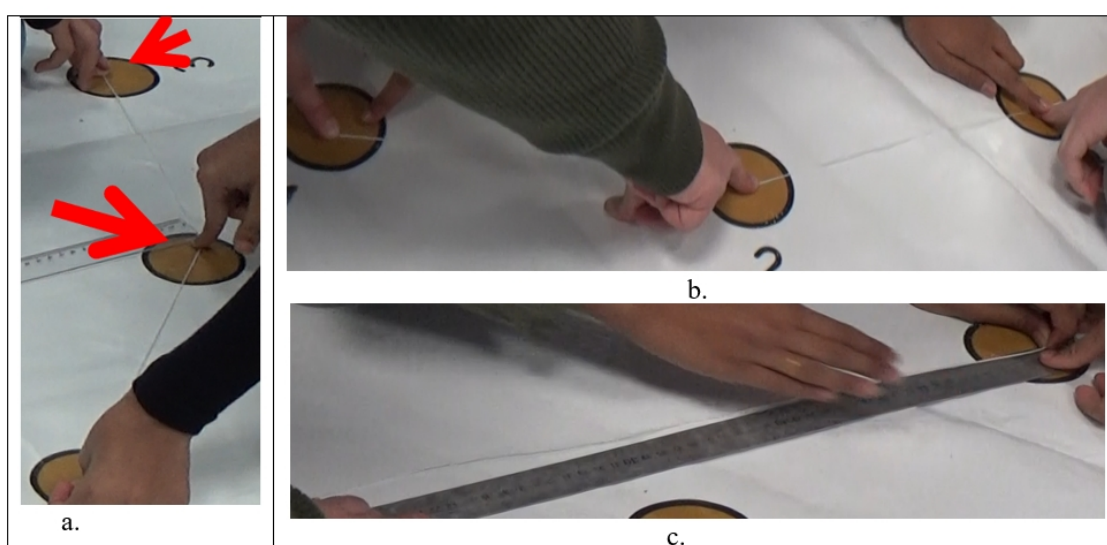


Figure 12 : Mesurage de la distance entre les positions 1 et 3 de l'orbite de Vénus.

Les stratégies ne sont pas les mêmes au sein de tous les groupes. Certains décident de mener à bien l'ensemble des conversions, ils n'arriveront généralement pas au calcul des vitesses moyennes avant la fin de la séance. D'autres décident de mener le raisonnement jusqu'au bout et parviennent au calcul de la vitesse moyenne. Seuls deux groupes remarquent avant la fin de la séance que la vitesse moyenne de leur astre était constante. Les autres groupes ont eu besoin d'une séance supplémentaire pour mener à bien leur calcul et pour vérifier si leur astre a un mouvement uniforme ou non.

Sur le PH-Format A3

Les élèves travaillant sur le PH-Format

A3 ont utilisé la règle graduée et parfois aussi de la ficelle pour procéder au mesurage des distances entre les positions D et A. La procédure utilisée est identique à celle utilisée dans la classe de mathématiques (avec l'enseignante L). Des discussions concernant les points fixes à considérer, comme dans le cas du PH-Grand Format, sont également produites entre ces élèves. Ils ont alors choisi de considérer les centres des disques.

L'usage de l'échelle de distance a cependant posé une difficulté chez ces élèves. La conversion de la mesure de la distance (entre Soleil et Terre), relevée en cm, en ua dans la réalité, a été un échec. Cela est sans doute dû à l'impression des PH-Format A3, qui a modifié le taux de réduction. Cela a engendré une va-

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRuite DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e

riété de mesures pour une même longueur, ce qui a perturbé certains élèves. Par la suite, les élèves ont déterminé les mesures des longueurs (en cm) en utilisant deux protocoles. L'un utilise la ficelle (comme le procédé vu dans la classe de mathématiques) pour rejoindre les disques par leurs centres respectifs, puis ils ont mesuré à l'aide d'une règle graduée la longueur de la ficelle d'extrémité *D* et

A. Dans l'autre protocole, les élèves ont, à l'aide d'une règle graduée, mesuré la longueur de chacun des segments reliant — via leurs centres — deux disques consécutifs de la trajectoire. La mesure de la longueur recherchée est alors obtenue en additionnant les mesures de longueur de chacun des segments convertis par la suite en ua (cf. figure 12).

Je connais l'échelle :
« 6,5 cm sur le plan représente 1 ua dans la réalité. »

Longueur sur le plan	6,5 cm	3,5 cm	12,5 cm	10,3
Longueur réelle	1 ua	0,53 ua	2,15 ua 0,52 ua	2,13 ua

Handwritten notes: x0,53, x0,52

Figure 12 : Production d'un groupe d'élèves.

Seuls deux groupes d'élèves ont pu calculer la vitesse moyenne lors de cette séance (cf. figure 13). La séance suivante a permis à

l'ensemble des élèves d'aboutir à la vitesse moyenne et d'interpréter en termes de mouvement (uniforme ou non).

II. Relevé de valeurs

	Entre la position 1 et la position 3	Entre la position 1 et la position 8	Entre la position 1 et la position 12	Entre la position 1 et la position 17
Distance parcourue (en UA)	3,7 cm 0,57	18,7 cm 1,35 ua	20,3 cm 3,17	30 cm 4,60 ua
Durée du trajet (en jours)	32 j	122 j	176 j	256 j
Vitesse = $\frac{\text{Distance}}{\text{Durée}}$ (en UA/jours)	$\frac{0,57}{32} = 0,018$	$\frac{1,35}{122} = 0,011$	$\frac{3,17}{176} = 0,018$	0,018

Figure 13 : Calcul de la vitesse moyenne de l'orbite de la Terre sur le PH-Format A3.

4. – Analyse des effets de la séance sur l'apprentissage des élèves

4.1. - Dans la classe de mathématiques

Les difficultés rencontrées par chacun des groupes n'ont pas pu être surmontées assez rapidement pour permettre le calcul de vitesse avant la fin de la séance. Toutefois, les échanges ont été porteurs de compréhension notamment en ce qui concerne l'utilisation de l'échelle de distance et la lecture des données. La notion de proportionnalité n'a pas été relevée par les élèves des deux classes de 4^e. Il a été constaté que l'utilisation de l'échelle n'a pas été réellement maîtrisée, même après cette séance. L'« exotisme » de cette dernière — être filmés, la présence de plusieurs professeurs, la rareté des EPI, l'utilisation de la salle d'EPS (qui n'est pas la salle habituelle en mathématiques), ainsi que l'usage de matériel différent de celui utilisé en cours de mathématiques — a pu constituer un obstacle supplémentaire pour les élèves. Cependant, cela ne signifie pas que cette séance n'a pas été bénéfique pour les élèves. Au contraire, nous avons constaté que des élèves habituellement peu investis en classe ont joué un rôle moteur au sein de leurs groupes et ont contribué à faire avancer le travail du groupe. Ce type de séance, mise en œuvre dans des conditions particulières, semble ainsi favoriser l'engagement des élèves dans le travail de recherche.

4.2. - Dans la classe de physique

Les modalités de travail mises en place n'ont pas perturbé la mise en activité des élèves. Ils ont été placés dans une démarche expérimentale habituelle, et ont su se mobiliser en groupes et utiliser le matériel proposé de manière autonome. La mise au point d'un protocole qui leur semblait viable a été le centre de leur préoccupation au cours de cette séance.

Les élèves pouvaient refaire plusieurs fois une même mesure pour s'assurer et discuter de son exactitude.

Si l'utilisation de l'échelle de durée n'a pas présenté de difficulté, celle des distances a été plus problématique. Que ce soit sur le PH-Grand Format ou sur le PH-Format A3, les élèves n'étaient pas à l'aise avec la notion de proportionnalité, ce qui a provoqué une difficulté pour déterminer la distance parcourue entre les positions D et A données. Il a fallu fournir à l'ensemble des groupes le document d'aide (cf. annexe 3). Ce faisant, l'exploitation des mesures et le calcul des vitesses moyennes ont été accomplis seulement par deux groupes d'élèves.

C'est au cours de la troisième séance que l'ensemble des élèves a finalisé le calcul des vitesses moyennes. Ils ont également rédigé collectivement la dernière partie de l'activité, « Qu'est-ce que vous remarquez ? », en regroupant les observations des groupes ayant travaillé sur le même astre. Les résultats ont révélé des interprétations divergentes : certains ont constaté « une vitesse qui varie au cours du déplacement », tandis que d'autres ont observé « une vitesse constante ». Au fil de cette séance, les élèves ont aussi remarqué que les valeurs mesurées pour la distance entre deux points n'étaient pas toujours identiques d'un groupe à l'autre. Conscients de l'importance du choix des points de mesure sur le disque représentant l'astre — une prise de conscience déjà amorcée lors de la rédaction des protocoles, ils ont engagé une réflexion sur la précision de leurs méthodes. Cette discussion a mis en lumière la nécessité d'une mise en œuvre rigoureuse et systématique des protocoles adoptés. L'enseignante D a profité de cet échange pour introduire la notion d'incertitude de mesure à l'ensemble de la classe. Enfin, lors de la rédaction du bilan général, les concepts de vi-

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRUITE DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e

tesse moyenne, mouvement uniforme et mouvement non uniforme ont été définis et formalisés comme suit :

Tout objet en mouvement est appelé un mobile. La vitesse moyenne d'un mobile est le coefficient de proportionnalité entre la distance parcourue et la durée du parcours.

Un mobile a un mouvement dit uniforme s'il parcourt des distances égales pendant des durées égales. Alors qu'un mobile a un mouvement dit non uniforme si le coefficient de proportionnalité n'est pas toujours le même au cours du mouvement.

5. – Discussion autour de la trajectoire de la séance

5.1. - Travailler à deux échelles : entre individuel et collectif

Dans la séance présentée, la moitié des élèves ont travaillé sur le PH-Grand Format (dans le méso-espace), et l'autre moitié sur le PH-Format A3 (dans le micro-espace). L'usage de ces deux formats a permis de mieux comprendre l'impact de la taille du PH sur la manière dont les élèves s'approprient les notions, que ce soit en termes de compréhension, de manipulation des outils ou d'engagement dans la tâche. Les différences observées se sont révélées plus marquées qu'attendu.

5.2. - Ce qui fonctionne bien... avec des nuances

Le PH-Grand Format semble avoir aidé les élèves à mieux visualiser les distances. En effet, le fait de pouvoir se déplacer, utiliser son corps pour parcourir les distances (celle des orbites des planètes), se positionner sur les médaillons en écartant les pieds pour comparer les écarts entre les planètes a permis à certains

élèves de mieux se représenter l'espace. Une meilleure compréhension du phénomène semble avoir été mise en évidence notamment pour les élèves moins moteurs en cours traditionnel.

L'usage de la corde pour reporter des distances ou comparer les distances est correctement réalisé par les élèves sur le PH-Format A3. Ceci est dû à un meilleur maintien des extrémités sur le PH-Grand Format. Même si les mesures restent parfois approximatives, elles s'avèrent souvent plus fiables qu'en format A3 du PH. On peut cependant noter une difficulté liée à l'usage de ce format, est le fait que les élèves travaillant sur le même PH-Grand Format, de ce fait cela pouvait perturber l'avancée du travail des groupes d'élèves.

À l'inverse, le PH-Format A3, manipulable individuellement, apportait une autre dynamique. Certains élèves ont trouvé des astuces ingénieuses, comme graduer au stylo pour mémoriser les longueurs. D'autres ont apprécié pouvoir réfléchir à leur rythme, sans la pression du groupe. Mais ce format réduit aussi ses limites : les doigts se chevauchent, la corde glisse, et les médaillons représentant les planètes (environ 10 cm de diamètre sur le PH-Grand Format et 5 mm sur le PH-Format A3) créent parfois des doutes sur le point de départ ou d'arrivée : doit-on mesurer à partir du bord ? du centre ? Les prises de mesures sont plus laborieuses car plus petites, elles ajoutent ainsi une incertitude plus grande aux les résultats. Ces hésitations peuvent impacter la précision des calculs.

5.3. - Des difficultés récurrentes, peu importe le format

Quel que soit le support, certaines difficultés sont revenues. La principale : passer de la mesure concrète à l'interprétation scienti-

fique. Mesurer une distance, c'est une chose. Comprendre que cette distance peut être liée à une durée de trajet (comme 16 jours pour aller d'un point au suivant sur la trajectoire d'une planète) et qu'on peut en déduire une vitesse en est une autre... Cela a été parfois compliqué. Beaucoup d'élèves ne font pas spontanément le lien entre les données présentes sur le support (échelle, durée entre deux points) ou fournies avec la relation $vitesse = \frac{distance}{durée}$. Cela peut laisser penser qu'une des premières difficultés des élèves est de faire correspondre des notions travaillées à des situations concrètes où l'on peut les appliquer.

Que ce soit dans la classe de mathématiques (avec l'enseignante L) ou la classe de physique (avec l'enseignante D), le protocole de mesurage de la distance entre deux positions (D et A) suffisamment éloignées d'une orbite a été incorrect. En effet, les élèves ont tous joint les positions D et A à l'aide d'une corde suivant une ligne droite passant proche du Soleil. Cette erreur peut être expliquée par le fait que les élèves n'ont pas une bonne compréhension de l'orbite d'une planète et de sa représentation sur le PH (les disques représentant les différentes positions de l'orbite). Cette erreur vient sans doute de notre choix de pas préciser aux élèves qu'il s'agit de la distance entre deux points le long de la trajectoire. Il serait donc nécessaire avant de commencer la deuxième séance de refaire une chorégraphie courte (*i.e.* la reproduction des mouvements des planètes et de la comète autour du Soleil) en insistant sur la double signification des disques qui représentent les positions des planètes à des instants différents.

Par ailleurs, la conversion des mesures de m ou cm à ua a présenté des difficultés chez les élèves, notamment ceux qui ont travaillé sur le PH-Format A3. Cela provient du fait que l'usage de produit en croix pour déterminer la

quatrième mesure n'est pas correctement formulé mais aussi du fait que la relation 1 ua ne correspond plus à 1 m mais à 7 cm. Cela a donc perturbé certains élèves, ce qui a nécessité l'intervention de l'enseignant pour aider les élèves à rebondir et poursuivre le travail.

Conclusion

La séance présentée dans cet article met en dialogue deux disciplines — selon une approche interdisciplinaire — autour d'un objet de savoir commun : la vitesse, interdisciplinaire par nature. Cet objet a été étudié dans le contexte du Système solaire via le PH.

Le retour d'expérience que nous avons présenté ici met en évidence la richesse d'un travail collaboratif autour de l'enseignement d'un objet de savoir commun à deux disciplines. Cela pose néanmoins la question de la mise en œuvre des séances qui gagnera à être plus riche si, dans le cadre de ce dispositif, l'enseignant de mathématiques et celui de la physique-chimie co-interviennent au sein d'une même classe et en même temps. En effet, pour surmonter les effets du contrat didactique, notamment observé dans la classe de mathématique, on suppose qu'une orchestration de la séance d'une classe par les deux enseignantes L et D aurait aidé les élèves à se détacher du contrat habituel qu'ils ont dans la classe de mathématique et de la classe de physique pour construire des réponses fondées sur leur expérience vécue sur le PH et sur un usage adéquat des connaissances mathématiques et physiques.

Cela soulève des questions sur la manière de gérer la dynamique de travail sur le PH-Grand Format lorsque l'effectif des élèves est important. Un travail en demi-groupe par exemple serait-il peut-être plus fructueux ?

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-
CONSTRuite DANS UNE APPROCHE
INTERDISCIPLINAIRE
MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN
CLASSE DE 4^e

Notamment car l'enseignant a alors plus de temps pour chaque élève du demi-groupe.

Par ailleurs, la mise en place d'un tel dispositif de travail requiert selon nous la collaboration et le croisement de regards entre différents acteurs (enseignants de disciplines différentes, ici mathématiques et SPC, chercheurs, IPR). Cette collaboration, en termes de co-construction et d'observation conjointe, est selon nous un atout majeur afin que l'approche interdisciplinaire porte ses fruits sur le plan de l'apprentissage des élèves.

Assia NECHACHE

IREMS de Paris
CY Cergy Paris Université, LDAR

Marjorie BESSONIES

IREMS de Paris
Collège Victor Hugo, Académie de Versailles

Domitille COUINAUD

IREMS de Paris
Collège Chantereine, Académie de Versailles

Emmanuel ROLLINDE

IREMS de Paris
CY Cergy Paris Université, LDAR

Laetitia VALENTE

IREMS de Paris
Collège Victor Hugo, Académie de Versailles

Références bibliographiques

- Abboud, M., & Rollinde, E. (2021). Les Mathématiques du système solaire en plein air. Le planétaire humain au collège. *Repères-IREM*, 124, 37–62.
- Aroq, C., & Niclot, D. (2006). Interdisciplinarité et programmes scolaires disciplinaires. *8^e Biennale de l'éducation et de la formation : Débats sur les recherches et les innovations*, Lyon les 11, 12, 13 et 14 avril 2006. INRP [En ligne]. <http://www.inrp.fr/biennale/8biennale/contrib/longue/84.pdf> (consulté le 25/06/25).
- Heussaff, V., Nechache, A., & Rollinde, E. (2023). Découvrir et approfondir des notions mathématiques à l'aide du planétaire humain. Dans *49^e Colloque COPIRELEM* (p. 353–378).
- Lenoir, Y., & Sauvé, L. (1998). De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement : un état de la question. Nécessité de l'interdisciplinarité et rappel historique. *Revue française de pédagogie*, 124, 121–153.
- Moyon, M. (2015). Rubrique Pour aller plus loin... Réflexions et pratiques interdisciplinaires. *Repères-IREM*, 101, 91–95.
- Nechache, A., & Rollinde, E. (2022). La pratique de la polyvalence vécue par les professeurs des écoles débutants en France. *Recherche & formation*, 101, 21–36. <https://doi.org/10.4000/158bt>
- Rollinde, E. (2019). Learning science through enacted astronomy. *International Journal of Science and mathematics education*, 17(2), 237–252.
- Rollinde, E., Couanon, L., & Ballenghien, S. (2020). Incarner la notion de vitesse en classe de 6^e. *Le Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie*, 114(1023), 411–434.
- Rollinde, E. (2022). Vivre les Corps célestes avec le Corps Apprenant. Engager le corps pour enseigner et apprendre. *Diver-*

sité de perspectives, 249.

Rollinde, E., Nechache, A., & Abboud, M. (2022). Étude du travail géométrique autour des ellipses avec le planétaire humain. Dans *Actes du colloque ETM7* (p. 309–320).

Rollinde, E., & Maisch, C. (2023). Les orbites planétaires sont-elles circulaires ? Une ingénierie didactique associant mathématiques et sciences en cycle 3. *Grand N*, 111, 5-39.

Roy, P., Schubnel, Y., & Schwab, C. (2019). Les représentations de la pratique interdisciplinaire chez de futurs enseignants suisses du primaire. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 19, 49–85.

Vilas Boas, H. (2018). Rubrique Point de vue : L'interdisciplinarité est-elle une énigme pédagogique ? *Repères-IREM*, 112, 20–28.

Annexes

Annexe 1 – Séquence portant sur la vitesse conçue par le collectif

Nombres de séances	Durée	Thème	Contenu
Séance 1	50 min	Découverte du planétaire	Chorégraphie des planètes Système Solaire, etc..
Séance 2	50 min	Le mouvement des planètes (en relation avec la vitesse et proportionnalité)	Vitesse = distance/durée L'homogénéité de la formule Relever des mesures Débat sur le choix du matériel pour mesurer les grandeurs
Séance 3	20 min	« Mesurer les grandeurs »	Critique du choix du matériel par rapport à la précision de la mesure

LA TRAJECTOIRE D'UNE SÉANCE CO-CONSTRUITE DANS UNE APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE EN CLASSE DE 4^e

Annexe 2 – Fiche élève de la séance 2

[illegible]

IREM Paris

Astronomie

Mathématiques

RELEVÉ DES VALEURS

	...entre et	...entre et	...entre et	...entre et
Distance parcourue par la planète... (en UA)				
Durée du trajet (en jours)				
Vitesse (en UA/j)				

Qu'est ce que je peux remarquer ?

Bilan :

Groupe IREM Astronomie

1803-0854

2/2

Annexe 3 – Document aide nommé « utiliser une échelle »

Je connais l'échelle :

« _____ sur le plan représente _____ dans la réalité. »

Longueur sur le plan				
Longueur réelle				