

Cycle(s)	1	2	3	4								
Classe(s)	PS	MS	GS	CP	CE1	CE2	CM1	CM2	6e	5e	4e	3e
Physique-chimie												

Construction spiralee du concept de vitesse au cycle 4

Activités permettant une progressivité dans la contextualisation et l'appropriation d'outils mathématiques

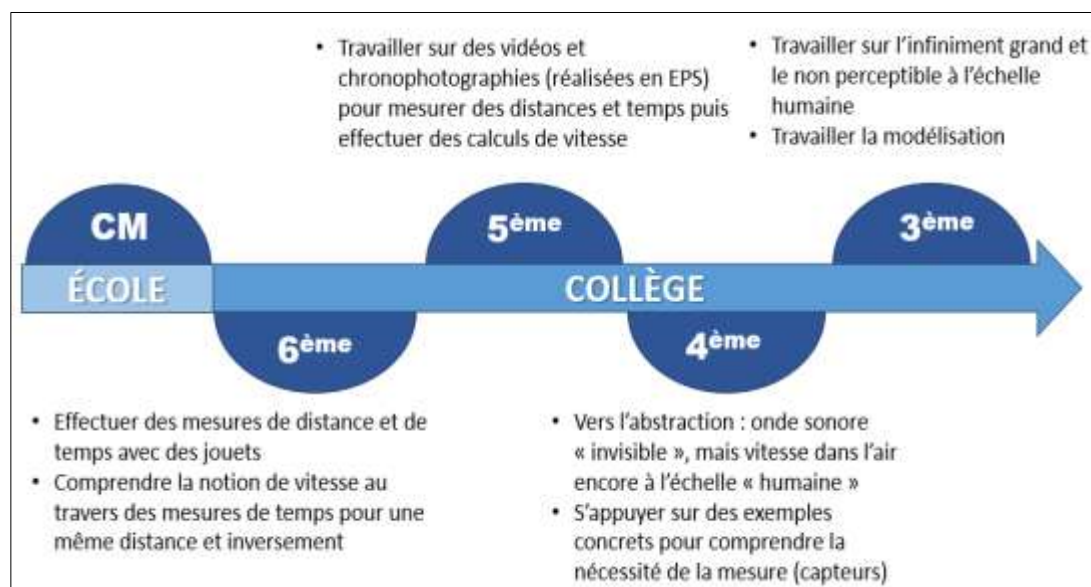
Le **concept de vitesse est omniprésent** dans les programmes de physique-chimie du cycle 3 au cycle terminal. Penser une **progression « spiralee » autour de ce concept**, de manière **conjointe avec les mathématiques**, en facilite son appropriation et contribue à la construction des savoirs fondamentaux.

Cette ressource, qui comprend **une activité par niveau de cycle 4**, est un exemple de spiralisation du concept de vitesse sur **tout le cycle**. Elle permet de **travailler les savoirs fondamentaux « mathématiques »** en donnant du sens aux grandeurs mesurées ou calculées **et en faisant appel à différents registres sémiotiques¹** (verbal, numérique, graphique et conceptuel), pour renforcer la compréhension.

Les trois activités proposées permettent une **progressivité** (qui peut débuter dès le cycle 3) au niveau :

- **de la contextualisation** puisqu'elles permettent un enrichissement progressif du concept de vitesse **du concret** (situations proches du quotidien des élèves en 6^{ème}/5^{ème}) **vers l'abstrait** (son en 4^{ème} puis lumière en 3^{ème}) ;
- **de l'échelle** allant de l'échelle humaine à l'infiniment grand.

¹ [Étude en inter-didactique des mathématiques et de la physique de l'acquisition de la loi d'Ohm au collège : changement de cadre de rationalité](#) de Didier Malafosse , Alain Lerouge, Jean-Michel Dusseau p 61-98 (2001)



Scénario pédagogique

La ressource proposée contient trois activités (une par niveau du cycle 4) qui permettent une progressivité au niveau de la contextualisation et de l'échelle comme explicité dans le descriptif ci-dessous. Chaque activité peut être menée pendant une à deux séances d'1 h ou 1 h 30.

Activité 5^{ème} – Et si nous faisons un peu de sport

Cette activité est basée sur une **situation concrète**, proche du quotidien des élèves et à **échelle humaine** : la course de sprint en EPS. Pour une approche interdisciplinaire, les vidéos et chronophotographies supports peuvent être réalisées en cours d'EPS puis analysées en physique-chimie. L'activité se découpe en deux parties :

PARTIE A : Quel est le coureur le plus rapide ?

Objectif : déterminer et comparer les vitesses à partir d'une vidéo de sprint.

PARTIE B : Analysons plus précisément une course de sprint

Objectif : déterminer, à partir de chronophotographies, les caractéristiques du mouvement d'un point et la vitesse entre deux points.

Activité 4^{ème} – Quelle est la vitesse du son ?

Cette activité, essentiellement expérimentale, est un premier pas vers l'**abstraction** puisqu'elle a pour contexte le son. Après avoir travaillé sur le « concret » et la course de sprint, la situation s'appuie ici sur l'onde sonore « invisible ». Toutefois, sa vitesse, dans l'air est encore à **échelle humaine** contrairement à la lumière qui sera vue en 3^{ème}. Elle s'organise en trois parties :

PARTIE A : Une histoire de tuyau !

Objectif : déterminer la vitesse de propagation du son dans l'air grâce à un tuyau

de 100 m de long et s'interroger sur la fiabilité des mesures.

PARTIE B : Soyons un peu plus précis !

Objectif : déterminer la vitesse de propagation du son dans l'air grâce à une expérience utilisant des capteurs.

PARTIE C : Revenons aux pratiques indiennes !

Objectif : s'interroger sur la problématique : « Pourquoi les Indiens mettaient-ils leur oreille contre les rails de chemin de fer pour savoir si un train arrivait ? ».

Activité 3^{ème} – À quelle vitesse tournait Thomas Pesquet dans l'ISS ?

Cette activité est, pour les élèves, un pas supplémentaire vers **l'abstraction**. En effet, après avoir travaillé sur l'onde sonore « invisible », mais dont la vitesse dans l'air est encore à **échelle humaine**, ils évoluent ici vers « l'infiniment grand » avec un contexte qui est celui de l'espace et d'ondes se déplaçant à la vitesse de la lumière. Le choix de Thomas Pesquet dans l'ISS est un levier de motivation pour les élèves qui apprécient particulièrement cet astronaute français.

Cette **tâche à prise d'initiatives** est une **résolution de problème** qui s'appuie sur plusieurs documents.

Objectif : déterminer la vitesse de rotation de Thomas Pesquet autour de la Terre lorsqu'il séjournait à bord de l'ISS.

Registres sémiotiques et compétences travaillées

Cette ressource permet également d'aborder progressivement différents registres sémiotiques et compétences mathématiques travaillés comme explicité ci-après :

Registres sémiotiques utilisés dans les 3 activités

Les différents registres sémiotiques

Registre VERBAL Explicitation des représentations, à l'oral ou à l'écrit, en utilisant la langue française	Registre NUMÉRIQUE Utilisation de données chiffrées, issues ou non de mesures	Registre GRAPHIQUE Représentation sous forme de graphique ou de schéma	Registre CONCEPTUEL Modélisation par une relation mathématique
--	---	--	--

Enrichissement progressif

	Activité 5 ^{ème}	Activité 4 ^{ème}	Activité 3 ^{ème}
Registre VERBAL	X	X	
Registre NUMÉRIQUE	X	X	X
Registre GRAPHIQUE	X		
Registre CONCEPTUEL		X	X

Fondamentaux mathématiques travaillés dans les 3 activités

Grandeurs et mesures	Activité 5 ^{ème}	Activité 4 ^{ème}	Activité 3 ^{ème}
Associer grandeurs (nom et symbole), valeurs, unités et appareils de mesure.	X	X	X
Mesurer des distances et des durées	X	X	
Mesures et incertitudes		X	
Effectuer des conversions d'unités	X	X	X
Espace et géométrie			
Reconnaître des mouvements rectilignes et circulaires	X		X
Rayon, diamètre, périmètre d'un cercle			X
Nombre et calculs			
Utiliser la proportionnalité pour des calculs de vitesse, de distances à l'échelle	X		
Calculer une vitesse à partir de la relation		X	X
Algèbre, mise en équation			
Exploiter l'expression littérale de la vitesse		X	X
Calcul littéral avec isolement de terme			X
Résoudre un problème			X

Références aux programmes

Prérequis / repères de progressivité

Activité 5^{ème} – Et si nous faisons un peu de sport ?

- Savoir associer grandeurs (noms et symboles), valeurs, unités et appareils de mesure
- Savoir mesurer des distances et des durées

- Utiliser la proportionnalité pour réaliser des calculs

Activité 4^{ème} – Quelle est la vitesse du son ?

- Connaître le vocabulaire lié à la propagation d'un son : émetteur et récepteur sonores, milieu de propagation.
- Savoir schématiser des chaînes de propagation d'un son
- Savoir associer grandeurs (noms et symboles), valeurs, unités et appareils de mesure
- Savoir mesurer des distances et des durées
- Effectuer des conversions d'unités de distance et de temps
- Connaître et savoir utiliser la relation permettant de calculer une vitesse (sans isolement de terme)

Activité 3^{ème} – À quelle vitesse tournait Thomas Pesquet dans l'ISS ?

- Savoir associer grandeurs (noms et symboles), valeurs, unités et appareils de mesure
- Savoir calculer le périmètre d'un cercle
- Effectuer des conversions d'unités de distance et de temps
- Connaître et savoir utiliser la relation permettant de la calculer une vitesse, une distance ou une durée (avec isolement de terme).

Référence(s) au(x) programme(s)

Programme de Physique-Chimie du cycle 4

Activité 5^{ème} – Et si nous faisons un peu de sport ?

Mouvement et interactions – Caractériser un mouvement

- Caractériser un mouvement :
 - Mouvements rectilignes et circulaires
 - Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en valeur
- Déterminer la valeur de la vitesse dans le cas d'un mouvement uniforme

Activité 4^{ème} – Quelle est la vitesse du son ?

Des signaux pour observer et communiquer – Signaux sonores

- Décrire les conditions de propagation d'un son.
- Relier la distance parcourue par un son à la durée de propagation d'un son : vitesse de propagation

Activité 3^{ème} – À quelle vitesse tournait Thomas Pesquet dans l'ISS ?

Mouvement et interactions – Caractériser un mouvement

- Caractériser un mouvement : mouvements rectilignes et circulaires
- Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée dans le cas d'un mouvement uniforme

Des signaux pour observer et communiquer – Signaux lumineux

- Relier la distance parcourue par la lumière à la durée de propagation de la lumière : vitesse de propagation

Contribution de la physique-chimie aux apprentissages fondamentaux

Mathématiques

Remarque : Lorsqu'une compétence n'est travaillée que dans un ou deux niveaux du cycle 4, cela est précisé entre parenthèses.

Nombres et calculs

- Comparer des nombres rationnels en écriture décimale (5^{ème}).

- Calculer avec des nombres décimaux.
- Effectuer des calculs numériques simples impliquant des puissances, notamment en utilisant la notation scientifique (3^{ème}).
- Utiliser le calcul littéral pour modéliser une situation (4^{ème} – sans isolement de terme, 3^{ème} – avec isolement de terme)

Organisation et gestion de données, fonctions

- Résoudre des problèmes utilisant la proportionnalité (échelles) (5^{ème}).

Grandeurs et mesures

- Mener des calculs impliquant des grandeurs mesurables, notamment des grandeurs composées, exprimer les résultats dans les unités adaptées.
- Vérifier la cohérence des résultats du point de vue des unités
- Effectuer des conversions d'unités

Espace et géométrie

- Mobiliser les connaissances des figures au programme pour déterminer des grandeurs géométriques (3^{ème}).

Résoudre un problème (3^{ème}).

Français

Lire

- Lire des textes non littéraires, des images et des documents composites

Écrire

- Utiliser l'écrit pour penser et pour apprendre : écrits de travail pour préparer des travaux ; écrits réflexifs pour expliquer une démarche, justifier une réponse.

Déroulement des séances

Les fiches élèves des trois activités ([Activité 5^{ème}](#), [Activité 4^{ème}](#), [Activité 3^{ème}](#)), les coups de pouce associés ([coups de pouce 5^{ème} – Partie A](#), [coups de pouce 5^{ème} – Partie B](#), [coups de pouce 3^{ème}](#)) et leurs corrections ([correction 5^{ème}](#), [correction 4^{ème}](#), [correction 3^{ème}](#)) sont à retrouver en annexes.

Activité 5^{ème} – Et si nous faisons un peu de sport

. Cette activité repose sur des vidéos et chronophotographies qui peuvent être réalisées en cours d'EPS sur une course de sprint de 60 m.

Partie A : Quel est le coureur le plus rapide ?

[55 min ; travail en classe]

Objectifs de la partie A :

- déterminer sans calcul, en justifiant sa réponse, quel est le coureur le plus rapide lors d'une course de sprint (notion vue en 6^{ème}) ;
- déterminer une vitesse à partir d'une vidéo et s'interroger sur la fiabilité du résultat.

Scénarisation possible pour la partie A :

Question 1 : Après avoir visualisé une vidéo de 3 coureurs réalisant une course de sprint sur 60 m, les élèves doivent expliquer comment la simple visualisation de cette vidéo permet de déterminer quel est le coureur le plus rapide.

Dans un premier temps, le professeur projette à la classe entière la vidéo, puis les élèves répondent individuellement à la question 1.

Dans un second temps, l'enseignant effectue la correction en s'appuyant sur les réponses des élèves. Une vigilance particulière est portée sur la nécessité de rigueur dans l'utilisation du vocabulaire scientifique.

Question 2 : À partir de la même vidéo, les élèves doivent, à présent, calculer de manière précise la vitesse de chacun des 3 coureurs en m/s.

Afin de se répartir le travail au sein de la classe, chaque élève choisira le coureur dont il veut calculer la vitesse. Puis une mise en commun sera réalisée.

- a) Chaque binôme détermine la vitesse du coureur choisi en expliquant bien sa démarche.
 - b) Par groupe de 4 élèves ayant travaillé sur le même coureur, les élèves doivent comparer leurs résultats, expliquer les différences observées puis retenir un résultat pour le groupe.
 - c) Une mise en commun de tous les résultats obtenus par la classe est faite puis une vitesse est retenue, après échanges et explicitations, pour chacun des coureurs. Les élèves doivent enfin confronter les valeurs des 3 vitesses obtenues à la réponse donnée à la question 1.
- a) Les élèves se répartissent en binômes puis choisissent le coureur dont ils veulent déterminer la vitesse. Le professeur veille à ce que la répartition des 3 coureurs soit homogène. Les élèves réalisent alors la tâche demandée. L'enseignant circule dans la classe et distribue des coups de pouce ([Annexe 2 - Coups de pouce – Activité 5ème – partie A](#)) aux binômes qui en font la demande ou à ceux qu'il juge en difficulté. L'organisation diffère selon que la salle dispose de tablettes/ordinateurs ou non. Les élèves réalisent la tâche demandée, en écrivant explicitement la démarche sur leurs copies. L'enseignant circule dans la classe. Si les élèves ne disposent pas de tablettes / ordinateurs, l'enseignant peut projeter la vidéo plusieurs fois afin que les élèves réalisent les mesures nécessaires.
 - b) L'enseignant constitue des groupes de 4 en regroupant par 2 les binômes ayant déterminé la vitesse du même coureur. Il vidéoprojette le tableau récapitulatif de la question c) de la fiche élève, permettant de compiler les résultats. Oralement, les élèves échangent au sein de leur groupe sur la valeur de vitesse obtenue et s'interrogent sur les différences observées (fiabilité des mesures, erreurs de calculs, arrondis, ...). Ils retiennent un résultat commun puis le notent sur leur compte-rendu en explicitant leur choix. Un rapporteur vient noter le résultat du groupe dans le tableau vidéoprojeté.

c) Les élèves recopient les résultats obtenus par les différents groupes pour chaque vitesse. Le professeur anime, oralement, les échanges au sein de la classe afin de compléter la colonne « résultats de la classe ». Un temps individuel est laissé pour répondre à la dernière question.

Partie B : Analysons plus précisément une course de sprint

[50 min ; travail en classe]

Objectifs de la partie B :

- se familiariser avec la chronophotographie et s'appropriier le vocabulaire scientifique associé au mouvement (sens, nature du mouvement) ;
- déterminer, à partir de données et de mesures à l'échelle, une vitesse réelle entre deux points d'une chronophotographie

Scénarisation possible pour la partie B :

À partir de 3 chronophotographies, réalisées en cours d'EPS, d'une athlète courant sur une piste d'athlétisme, et de deux séries de définitions données (1- Mouvement et trajectoire, 2- Mouvement et vitesse), les élèves doivent :

Question 1 : indiquer dans quel sens court l'athlète

Question 2 : caractériser les mouvements (donner la trajectoire et l'évolution de la vitesse) de l'athlète sur chacune des 3 chronophotographies proposées.

Dans un premier temps, individuellement, les élèves s'approprient les documents puis répondent aux deux questions.

Dans un second temps, l'enseignant effectue la correction en s'appuyant sur les réponses des élèves. Une vigilance particulière est portée sur la nécessité de rigueur dans l'utilisation du vocabulaire scientifique.

Question 3 : Les élèves doivent, à partir des chronophotographies et des données associées, déterminer, en expliquant la démarche, la vitesse réelle de l'athlète entre les points A et B sur la chronophotographie n°1

Les élèves sont répartis en groupes (2 à 4 élèves). L'enseignant circule dans la classe et distribue des coups de pouce ([Annexe 3 - Coups de pouce – Activité 5ème – partie B](#)) aux groupes qui en font la demande ou ceux qu'il juge en difficulté.

Autoévaluation

[5 min. ; travail en classe]

À la fin de l'activité, les élèves se positionnent, pour chacune des compétences, sur la [grille critériée \(auto-évaluation\)](#) selon le niveau de maîtrise qu'ils pensent avoir atteint.

Activité 4^{ème} – Quelle est la vitesse du son ?

Partie A : Une histoire de tuyau !

[35 min. ; travail en classe]

Objectifs de la partie A :

- schématiser la chaîne de propagation d'un son (vu dans le chapitre précédent) ;
- suivre un protocole expérimental permettant de se rendre compte, concrètement, de la durée de propagation du son dans l'air (dispositif : tuyau type « gaine de chantier » de 100 m de long) ;
- proposer puis suivre un protocole permettant de déterminer la vitesse du son dans l'air grâce au dispositif du « tuyau » et s'interroger sur la fiabilité de cette méthode.

Scénarisation possible pour la partie A :

Les élèves disposent de 2 documents :

Document 1 – Les pratiques indiennes : décrit une pratique qui consistait à ce que les Indiens mettaient leur oreille contre les rails de chemin de fer pour savoir si un train arrivait.

Document 2 – Un drôle de tuyau : décrit un dispositif constitué de 4 tuyaux de chantiers, de 25 m de long chacun, scotchés entre eux et enroulés autour d'un support en bois. Un protocole expérimental y est associé (Placer une des extrémités du tuyau devant la bouche, placer l'autre extrémité devant l'oreille, émettre un son bref et écouter).

Ils doivent, à partir de ces deux documents :

Question 1 : schématiser la chaîne de propagation correspondant à chaque situation.

Question 2 : réaliser le protocole expérimental présenté dans le document 2, noter leur observation et leur conclusion.

Ce travail est réalisé individuellement. Pendant que certains élèves réalisent la question 1, d'autres font la 2.

Pour la première question, aucune aide n'est apportée par l'enseignant puisqu'il s'agit d'un réinvestissement (les élèves peuvent s'aider de leurs outils d'apprentissages si nécessaire ou s'entraider). L'enseignant épaulé les élèves ayant des difficultés à mettre en œuvre le protocole expérimental.

Question 3 : Les élèves doivent, grâce au dispositif du « tuyau », déterminer la vitesse du son dans l'air. Il leur est demandé de :

- Élaborer un protocole expérimental précis puis appeler le professeur pour validation.
- Réaliser l'expérience et noter les résultats de mesure
- Déterminer la vitesse du son dans l'air puis conclure, en argumentant, sur la précision de cette méthode

Les élèves sont répartis en binômes. Des chronomètres sont mis à disposition à côté du dispositif du tuyau. L'expérience est réalisée en autonomie. L'enseignant circule dans la classe pour accompagner les élèves sur la

rédaction du compte-rendu comportant le protocole expérimental, les résultats de mesure, le calcul de la vitesse (l'utilisation de l'expression littérale est attendue) et une conclusion argumentée portant sur la précision de la méthode.

Partie B : Soyons plus précis !

[35 min. ; travail en classe]

Objectifs de la partie B : déterminer la vitesse du son dans l'air grâce à des mesures de durées prises par des capteurs et des mesures de distances réalisées avec un mètre ruban ou un décamètre.

Scénarisation pour cette partie B :

En groupe, à l'aide du matériel mis à leur disposition explicité dans le document 3, les élèves ont à déterminer la vitesse du son dans l'air en utilisant le dispositif de leur choix (maquette « vitesse du son » ou application Fizzig).

Il leur est demandé de réaliser l'expérience puis de rédiger un compte-rendu comportant le protocole expérimental, les résultats de mesures, le calcul de la vitesse (l'utilisation de l'expression littérale est attendue) et une conclusion explicitant pourquoi cette méthode est plus fiable que celle de la partie A.

Les élèves sont répartis en groupes de 4 élèves et choisissent l'un des deux dispositifs de mesure mis à leur disposition (dispositif 1 : maquette du son avec haut-parleur, micro et capteur mesurant le temps entre l'émission et la réception du son ; dispositif 2 : 2 téléphones portables ou tablettes avec l'application Fizzig). L'enseignant circule entre les groupes, valide les protocoles expérimentaux et épaula les groupes qui ont des difficultés à mettre en œuvre leur protocole.

Partie C : Revenons aux pratiques indiennes !

[15 min. ; travail en classe]

Dans cette partie, les élèves reviennent sur la situation présentée dans le document 1 de la partie A. Ils s'interrogent sur la problématique suivante : « Pourquoi les Indiens mettaient-ils leur oreille contre les rails de chemin de fer pour savoir si un train arrivait ? ».

Objectifs de la partie C :

- déterminer la vitesse du son dans l'acier grâce aux données de l'énoncé puis la comparer à celle de l'air ;
- répondre à la problématique de manière argumentée.

Scénarisation pour cette partie C :

Les élèves doivent :

- 1) Proposer une hypothèse pour répondre à la problématique posée.
- 2) Déterminer, grâce aux données de l'énoncé, la vitesse de propagation du son dans l'acier puis la comparer à celle de l'air.
- 3) Conclure en répondant à la problématique.

Les élèves réalisent ce travail de manière individuelle sans aide de l'enseignant.

Autoévaluation

[5 min. ; travail en classe]

À la fin de l'activité, les élèves se positionnent, pour chacune des compétences, sur la [grille critériée \(auto-évaluation\)](#) selon le niveau de maîtrise qu'ils pensent avoir atteint.

Activité 3^{ème} – À quelle vitesse tournait Thomas Pesquet dans l'ISS ?

Activité

[30 min. ; travail en classe]

Cette activité est une tâche à prise d'initiatives qui a pour but de vérifier la vitesse, donnée dans l'énoncé, de Thomas Pesquet autour de la Terre lorsqu'il séjournait à bord de l'ISS. Les élèves doivent identifier le problème puis le formuler, extraire les informations utiles des différents documents puis résoudre le problème en explicitant correctement leur démarche avec un vocabulaire scientifique précis. Il existe, comme pour toute tâche à prise d'initiatives, plusieurs stratégies possibles.

Scénarisation :

Plusieurs scénarisations peuvent être envisagées comme explicité ci-après. Dans tous les cas, les élèves rédigent leur travail sur une copie et l'enseignant donne des coups de pouce ([Annexe 6 - Coups de pouce – Activité 3^{ème}](#)) aux élèves qui le sollicitent ou lorsqu'il le juge nécessaire afin d'éviter les blocages.

Propositions d'organisation :

- Un travail collaboratif puis individuel : par binômes, les élèves ont 5 minutes pour analyser le problème et les documents. Ensuite, ils résolvent le problème de manière individuelle.
- Un travail individuel puis collaboratif : chaque élève analyse, pendant 5 minutes, le problème et les documents. Ils résolvent ensuite le problème en binôme.
- Un travail collaboratif : l'activité est réalisée entièrement en binômes.

Autoévaluation

[5 min. ; travail en classe]

À la fin de l'activité, les élèves se positionnent, pour chacune des compétences, sur [la grille critériée \(auto-évaluation\)](#) selon le niveau de maîtrise qu'ils pensent avoir atteint.

Exemples de travaux d'élèves et leur analyse

Activité 5^{ème} – Et si nous faisons un peu de sport

L'activité a été menée dans une classe de 5^{ème} de 30 élèves pendant une durée de 2h. Les élèves ont particulièrement apprécié de travailler sur le thème du sport d'autant plus que la vidéo avait été réalisée pendant leur cours d'EPS (différente de celles proposées dans l'activité et la correction). Cela a été un réel levier de motivation pour la classe.

Vidéo prise depuis le milieu de la course
utilisée par cette classe

<https://podeduc.apps.education.fr/video/95688-video-3-eleves-sprint-60-m-essai-1/>



Partie A : Quel est le coureur le plus rapide ?

Question 1 : Après avoir visualisé une vidéo de 3 coureurs (Léa, Diego et Anis) réalisant une course de sprint sur 60 m, les élèves doivent expliquer comment la simple visualisation de cette vidéo permet de déterminer quel est le coureur le plus rapide.

Les élèves ont globalement bien réussi cette question. Leur justification étant, la plupart du temps, basée sur le fait que Diego soit arrivé en première position. Seuls deux élèves ont répondu qu'Anis était le plus rapide puisqu'il accélérât à la fin. **Aucun n'a justifié en utilisant les grandeurs « distance parcourue » et « durée de la course » mises en jeu.** Toutefois certains élèves n'ont pas compris le sens de la question, pensant qu'il fallait expliquer pourquoi, techniquement, Diego était arrivé le premier :

1- Expliquer comment la simple visualisation de cette vidéo permet de déterminer quel est le coureur le plus rapide.

Diego est le plus rapide car il pose plus loin ses pieds et il pose ses pieds plus rapidement et il prend ses jambes plus loin.

Question 2 a) : À partir de la même vidéo, par binôme, les élèves devaient calculer de manière précise la vitesse d'un des 3 coureurs en m/s en expliquant bien leur démarche.

N'ayant pas de tablettes ou ordinateurs en nombre suffisant, la vidéo a été projetée au tableau, pour la classe entière, à plusieurs reprises. De nombreux binômes ont rapidement trouvé qu'il fallait mesurer le temps mis par le coureur pour parcourir le 60 m. Certains ont demandé un chronomètre, d'autres ont utilisé leur montre ou leur téléphone portable pour mesurer la durée du parcours de leur coureur. 5 binômes se sont, eux, appuyés sur le « curseur de temps » visible en bas de la vidéo omettant que celui-ci avait été déclenché au début de la prise de vidéo et non au départ de la course. Toutefois, certains élèves ont été complètement « bloqués », démunis face à la question posée.

L'utilisation des coups de pouce a été bénéfique pour la plupart, mais 2 binômes ont eu besoin d'un accompagnement supplémentaire par l'enseignant (extraits ci-dessous).

	Indiquer les deux grandeurs qu'il est nécessaire de connaître pour déterminer la vitesse du coureur choisi : 60
	Indiquer les deux grandeurs qu'il est nécessaire de connaître pour déterminer la vitesse du coureur choisi : les mètres de la piste, les secondes
	Indiquer la grandeur qui est donnée par l'énoncé : nom, symbole, valeur et unité : La longueur : 60
	Pour l'autre grandeur, non donnée par l'énoncé, il faut réaliser une mesure. Indiquer le nom de cette grandeur et l'appareil de mesure nécessaire puis noter le résultat obtenu : chronomètre
	Pour l'autre grandeur, non donnée par l'énoncé, il faut réaliser une mesure. Indiquer le nom de cette grandeur et l'appareil de mesure nécessaire puis noter le résultat obtenu : chronomètre est <u>de fait 8,65</u>
	Indiquer l'unité de la vitesse demandée dans l'énoncé : m/s. Après avoir analysé cette unité, déterminer le calcul à effectuer pour la déterminer puis le réaliser. On divise 60 par le temps on fait $60 \div 8,65 =$

Au vu des difficultés rencontrées face aux notions de grandeurs, valeurs, unités et appareils de mesure par beaucoup d'élèves, il a été nécessaire de les réexpliquer à la classe entière. En effet, nombre d'entre eux confondaient grandeurs et valeurs voire, pour certains, unités.

Concernant l'explicitation de la démarche, la qualité des productions a été très variable d'un binôme à l'autre, mais rares sont ceux qui n'en ont donné aucune. Certains ont écrit uniquement leur calcul, d'autres ont écrit leurs résultats de mesures puis les calculs, d'autres ont rédigé un petit paragraphe explicatif. Étonnamment, alors que cela n'a pas été vu précédemment, un tiers des binômes a utilisé les notations littérales pour noter les données et/ou le calcul de la vitesse avant de remplacer par les valeurs numériques.

Ans $60 \div 8,65 = 6,93 \text{ m/s}$

Léa a parcouru 60m en 10s (grâce au temps de la vidéo) $60 \text{ m} \div 10 \text{ s} = 6 \text{ m/s}$

Léa va à 6 m/s

J'ai chronométré 8,45 s
Je fais une division $\frac{60}{8,45}$
Je trouve 7,1 m/s c'est la vitesse de Diego

Sur une piste de 60 m, Diego arrive en 10 s. Pour trouver la vitesse de Diego on fait :

$$60 \text{ m} \div 10 \text{ s} = 6 \text{ m/s}$$

$$\text{Donc } v(\text{Diego}) = 6 \text{ m/s}$$

Pour calculer la vitesse de Léa il faut utiliser la formule $V = \frac{d}{t}$ - ditons

Pour sa course Léa a mis 9,80 s, la (d) distance fait 60 m, donc la vitesse de Léa est : $\frac{60 \text{ m}}{9,80 \text{ s}} = 6,122 \text{ m/s}$

Données : 60 m $v = \frac{d}{t}$ $60 : 9 \approx 7 \text{ m/s}$
9 sec

Léa Léa a terminée son 60 mètres à 9 secondes.

$V = \frac{d}{t}$ (Anis) Données : $d = 60 \text{ m}$ On divise la distance par le temps.
 $t = 8 \text{ sec}$

$$v = \frac{d}{t} = \frac{60}{8} = 7,5 \text{ m/s} \text{ Donc la vitesse d'Anis est à } 7,5 \text{ m/s.}$$

Même si la plupart des élèves ont bien pensé, sur cette question, à noter les unités des grandeurs mesurées ou calculées, les omissions ou confusions (notamment entre ms et m/s) sont assez fréquentes. Mettre les unités dans les applications numériques comme l'a fait le binôme sur la copie (page précédente en rouge) aurait permis d'éviter l'erreur commise (en bleu) par les élèves qui ont inversé distance et durée de parcours lorsqu'ils ont remplacé les symboles des grandeurs par leurs valeurs.

$$\text{Léa : } t = 9,80 \\ v = \frac{d}{t} = \frac{60}{9,80} = 6,122$$

Léa a parcouru 60 m en 10 s (grâce au temps de la vidéo) $60 \text{ m} \div 10 \text{ s} = 6 \text{ m/s}$

$$v = \frac{d}{t} \text{ La vidéo a mentionné à un moment donné } v = \frac{60}{9} \text{ m/s la distance de la piste et pour la seconde y a } v = 7$$

$$\text{Diego : } v = \frac{d}{t} \text{ 8,5 On a chronométré avec la montre d' } v = \frac{8,5 \text{ s}}{60} = 0,14 \text{ m/s}$$

Diego court à peu près à 0,14 m/s.

$$v(\text{Diego}) \approx 0,14 \text{ m/s}$$

Question 2 b) : Par groupe de 4 élèves ayant travaillé sur le même coureur, les élèves devaient comparer leurs résultats, expliquer les différences observées puis retenir un résultat pour le groupe.

Les échanges au sein de chaque groupe ont été très riches. **Les objectifs visés sont atteints** car les élèves ont mis en évidence qu'à une mesure est associée une incertitude ; ils ont

- compris d'où pouvaient venir les différences observées ;
- réussi à trouver, s'il y en avait, la source des erreurs commises et ainsi à écarter les valeurs « erronées » ;
- saisi la nécessité de réaliser plusieurs fois une mesure et de confronter les résultats afin de la valider.

b) Travail en groupe de 4 (Se mettre par groupes de 2 binômes qui ont choisi le même coureur) ⇒ Comparer les résultats obtenus pour la vitesse et indiquer s'ils sont identiques. ⇒ Dans le cas où ils ne sont pas identiques, expliquer à quoi sont dues les différences observées. ⇒ Retenir un résultat pour le groupe en expliquant votre choix. ⇒ Nommer un rapporteur du groupe qui vient noter au tableau le résultat retenu par le groupe. On a remarqué qu'on a fait $\frac{t}{d}$ au lieu de $\frac{d}{t}$ donc $v(\text{diego}) = 7 \text{ m/s}$ On avait presque le même résultat car on a pu trouver exactement le même temps et parce qu'on a pas tous la même précision.	b) Travail en groupe de 4 (Se mettre par groupes de 2 binômes qui ont choisi le même coureur) ⇒ Comparer les résultats obtenus pour la vitesse et indiquer s'ils sont identiques. ⇒ Dans le cas où ils ne sont pas identiques, expliquer à quoi sont dues les différences observées. ⇒ Retenir un résultat pour le groupe en expliquant votre choix. $\approx 6,122 \text{ m/s}$ ⇒ Nommer un rapporteur du groupe qui vient noter au tableau le résultat retenu par le groupe. (Nathan) G1 = On a trouvé $6,122 \text{ m/s}$ en utilisant la technique $v = \frac{d}{t}$. G2 = Ils ont utilisé les divisions, ils ont chronométré 10s. En prenant en compte que Léa a pris 10s et que la distance doit de 60m, la même vitesse est $\approx 60 \text{ m} \div 10 \text{ s} \approx 6 \text{ m/s}$. La différence de mesure est liée à la différence de technique de chronométrage et la précision.
⇒ Nommer un rapporteur du groupe qui vient noter au tableau le résultat retenu par le groupe. On avait pas le même résultat car on a pas le même temps de réaction	⇒ Nommer un rapporteur du groupe qui vient noter au tableau le résultat retenu par le groupe. Nos résultats sont différents : 7m/s / 6,8 m/s deux résultats est le mieux car ils ont utilisé un chronomètre et ont un téléphone.
⇒ Nommer un rapporteur du groupe qui vient noter au tableau le résultat retenu par le groupe. On avait presque le même temps. On a utilisé le temps de la vidéo et avec un chronomètre.	On s'est ent 6,8 m/s

Question 2 c) : Une mise en commun de tous les résultats obtenus par la classe est faite puis une vitesse est retenue, après échanges et explications, pour chacun des coureurs. Les élèves devaient enfin confronter les valeurs des 3 vitesses obtenues à leur réponse donnée à la question 1.

La mise en commun, au tableau, des résultats (les extraits sont en page suivante) et les échanges qui ont suivi ont permis de :

- mettre en avant la **nécessité d'arrondir un résultat** (les élèves ayant vivement réagi lorsque l'élève a inscrit sa valeur dans la case encadrée en rouge) ;
- s'interroger sur la **vraisemblance des résultats** obtenus.

Ils ont ainsi **écarté les valeurs erronées persistantes** (cases encadrées en vert et bleu) en s'appuyant sur :

- la différence **significative** des résultats du groupe 2 pour la vitesse de Léa (case encadrée en vert) et de même pour celle d'Anis (case encadrée en bleu) par rapport à ceux des groupes 1 et 3 ;
- l'**impossibilité qu'Anis ait une vitesse supérieure à celle de Diego** (case encadrée en bleu) puisqu'il est arrivé deuxième de la course.

Afin d'obtenir les résultats retenus par la classe (colonne encadrée en jaune), les élèves ont fait le choix de calculer la moyenne des résultats vraisemblables et de les arrondir au dixième.

	Résultats groupe 1	Résultats groupe 2	Résultats groupe 3	Résultats de la classe
v(Léa) en m/s	6,122	6,8	6,147540938 A Arrondir...	6,1
v(Diego) en m/s	7	7,09	X	7
v(Anis) en m/s	6,6	7,5	6,93	6,8

⇒ Après échanges, compléter la colonne « résultats de la classe »

Pour finir, tous les élèves ont abouti à la conclusion que les résultats obtenus corroboraient leur réponse à la première question. Les justifications montrent, toutefois, que les élèves n'utilisent que rarement le vocabulaire scientifique adapté et font des confusions (temps/vitesse, chiffre/nombre, ...). Quant à ceux qui utilisent le bon vocabulaire ils ne s'appuient pas sur les valeurs chiffrées pour justifier. Bon nombre d'élèves ne rédigent pas avec des phrases complètes.

⇒ Indiquer, en justifiant la réponse, si les résultats obtenus sont en accord avec la réponse obtenue à la question 1. Oui c'est en accord car le chiffre de Diego est supérieur aux autres.	⇒ Indiquer, en justifiant la réponse, si les résultats obtenus sont en accord avec la réponse obtenue à la question 1. Oui c'est bien Diego qui est premier il parcourt plus de m/s que les autres.
⇒ Indiquer, en justifiant la réponse, si les résultats obtenus sont en accord avec la réponse obtenue à la question 1. Oui c'est en accord car le chiffre de Diego est le plus grand.	⇒ Indiquer, en justifiant la réponse, si les résultats obtenus sont en accord avec la réponse obtenue à la question 1. Oui car Diego a un temps 7 m/s.
⇒ Indiquer, en justifiant la réponse, si les résultats obtenus sont en accord avec la réponse obtenue à la question 1. Oui car il a la plus grande vitesse.	⇒ Indiquer, en justifiant la réponse, si les résultats obtenus sont en accord avec la réponse obtenue à la question 1. Oui, Diego est le plus rapide car sa vitesse est plus grande que les autres.

Partie B : Analysons plus précisément une course de sprint

À partir de 3 chronophotographies, réalisées en cours d'EPS, d'une athlète courant sur une piste d'athlétisme, et de deux séries de définitions données (1- Mouvement et trajectoire, 2- Mouvement et vitesse), les élèves devaient :

Question 1 : indiquer dans quel sens court l'athlète.

Question 2 : caractériser les mouvements (donner la trajectoire et l'évolution de la vitesse) de l'athlète sur chacune des 3 chronophotographies proposées.

Ces deux premières questions sont très bien réussies par la majeure partie de la classe. Quelques erreurs sont toutefois commises :

- certains n'ont pas compris la consigne ;
- pour la deuxième question, certains élèves ne caractérisent que partiellement chaque mouvement.

1) Indiquer, d'après les chronophotographies, dans quel sens l'athlète court-elle. Elle court tout droit.	① la vitesse de la sur la course 1 est constante elle garde la même vitesse. ② la vitesse de la fille est une accélération, elle accélère. ③ la fille ralentit.
① Le mouvement est rectiligne. ② Le mouvement est lent. ③ Le mouvement est accéléré.	

Question 3 : Les élèves doivent, à partir des chronophotographies et des données associées, déterminer, en expliquant la démarche, la vitesse réelle de l'athlète entre les points A et B sur la chronophotographie n°1

Les élèves, même s'ils se sont tous lancés dans la tâche, ont éprouvé beaucoup de difficultés dans la résolution de cette dernière question. Alors qu'ils ont bien extrait les données sous la chronophotographie (temps écoulé entre deux photographies et distance réelle entre 2 plots jaunes), mesuré les distances à l'échelle et compris comment il fallait s'y prendre, ils ont été **souvent bloqués par les compétences mathématiques**.

Une erreur constatée de manière récurrente a été sur le calcul de la durée de parcours. Les élèves comptant **le nombre de positions successives (7) et non d'intervalles (6) entre ces positions** (encadré en rouge), même si certains ont réussi à se corriger d'eux-mêmes. Mais l'obstacle le plus fréquent a été celui de **déterminer la distance réelle entre les points A et B**. Impliqués et soucieux d'aboutir seuls, ils n'ont pas souhaité utiliser les coups de pouce pour calculer cette distance réelle, alors que cela les aurait grandement aidés et leur aurait permis d'aboutir.

Elle garde la même vitesse car on voit que sur les autres photos, la deuxième elle court plus vite et la dernière elle court plus doucement. Donc elle court pendant 4,2 s car $0,6 \times 7 = 4,2$. Le temps entre A et B : $6 \times 0,6 = 3,6$ s.	Il y a une accélération vers la fin au début il allait plus vite et vers la fin il a accéléré et a ralenti juste avant la ligne. Le temps entre A et B : $7 \times 0,6 = 4,2$ s $6 \times 0,6 = 3,6$ s 11,5 cm sur la feuille fait 10 m en vrai 74,3 cm
Données : temps entre 2 photos : 0,6 s $0,6 \times 6 = 3,6$ s entre 2 plots : 10 m	$6 \times 0,6 = 3,6$ Le temps entre A et B : $7 \times 0,6 = 4,2$ s. 11,5 cm sur la feuille fait 10 m en vrai

Pour calculer le temps de la il faut multiplier la temps que elle traverse une image par le nombre du image.

Elle prend 0,6 s pour traverser chaque image, il y a 7 images donc le départ ne compte pas, car que la course a commencé. Donc $T = 0,6 \times 7 = 3,6 s$.

Pour calculer la vitesse il faut utiliser la formule $V = \frac{d}{t}$

Il y a 10 m entre les 2 plots, mais entre les 2 plots 14,3 cm

Il y a 7 plots donc $10 \times 7 = 70 m$ sur la piste.

10 m sur la piste = 14,3 cm sur le dessin
 $14,3 \div 10 = 1,43$
 donc si entre les points A et B il y a 14,3 cm sur le dessin, $14,3 \times 1,43 = 20,44 m$ sur la piste.

donc $V = \frac{d}{t} = \frac{20,44 m}{3,6 s} = 5,68 m/s$

Il court à peu près à 5,68 m/s sur la chronophotographie n°1. 3,6 m/s

$v(\text{gille}) \approx 4 m/s$
 3,6 m/s

Activité 4^{ème} – Quelle est la vitesse du son ?

L'activité a été menée dans deux groupes de 4^{ème} de 24 élèves, chacun pendant une durée de 1h30. Préalablement à cette séance, les élèves ont réalisé une fiche méthode sur la rédaction d'un exercice utilisant une relation. Celle-ci a été conçue conjointement par les équipes de mathématiques et de physique-chimie de l'établissement.

Conseil : je partage ma feuille en 2 parties (gauche et droite)

A gauche, en allant à la ligne à chaque fois, j'écris :	A droite j'écris :
a) « Je cherche ... » (mettre le nom ou le symbole de la grandeur)	a) « Je connais : » ou « on a : »
b) La relation « de base » (celle que j'ai apprise) avec les unités puis je l'encadre.	b) Le symbole, la valeur et l'unité de chaque donnée (grandeur physique) nécessaire. J'effectue les conversions d'unités si nécessaire.
c) Le calcul réalisé (je remplace chaque grandeur par sa valeur)	
d) La réponse (sans oublier l'unité !) et je la souligne	

Partie A : Une histoire de tuyau !

Les élèves disposaient de 2 documents :

Document 1 – Les pratiques indiennes : décrivant une pratique qui consistait à ce que les Indiens mettaient leur oreille contre les rails de chemin de fer pour savoir si un train arrivait.

Document 2 – Un drôle de tuyau : décrivant un dispositif constitué de 4 tuyaux de chantiers, de 25 m de long chacun, scotchés entre eux et enroulés autour d'un support en bois. Un protocole expérimental y est associé (Placer une des extrémités

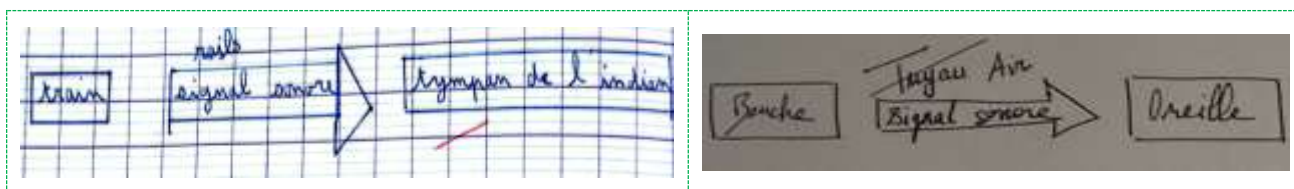
du tuyau devant la bouche, placer l'autre extrémité devant l'oreille, émettre un son bref et écouter).

Ils devaient, à partir de ces deux documents :

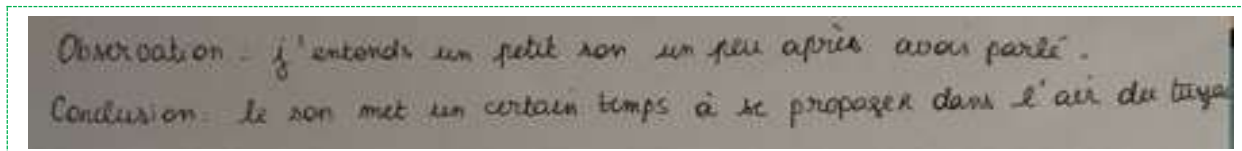
Question 1 : schématiser la chaîne de propagation correspondant à chaque situation.

Question 2 : réaliser le protocole expérimental présenté dans le document 2, noter leur observation et leur conclusion.

Pour la première question, la modélisation des chaînes de propagation ayant été travaillée dans la séquence précédente, tous les élèves ont été en réussite. Une aide orale a été toutefois apportée à ceux qui n'avaient pas identifié l'air comme milieu de propagation dans la situation 2 (le tuyau).



La réalisation de l'expérience proposée avec le tuyau de 100 m a été très appréciée par les élèves qui étaient surpris de percevoir un tel décalage entre l'émission et la réception du son. Beaucoup ont fait le rapprochement avec les phénomènes tels que l'orage ou les feux d'artifice.



Question 3 : Les élèves doivent, grâce au dispositif du « tuyau », déterminer la vitesse du son dans l'air. Il leur est demandé de :

- Élaborer un protocole expérimental précis puis appeler le professeur pour validation.
- Réaliser l'expérience et noter les résultats de mesure
- Déterminer la vitesse du son dans l'air puis conclure, en argumentant, sur la précision de cette méthode.

Les **protocoles expérimentaux proposés manquent parfois de précision**. En effet, les élèves n'explicitent pas vraiment comment ils s'y sont concrètement pris pour chronométrer la durée de propagation du son dans le tuyau. Les résultats de mesure obtenus sont, comme attendu, peu fiables et **les élèves aboutissent assez facilement au manque de précision de cette méthode**.

Trois groupes **ont toutefois trouvé une solution assez efficace** : répéter plusieurs fois l'expérience afin de mémoriser le temps de décalage « Ha ... Ha ». Une fois le « rythme »

retenu, ils le répétaient à voix haute en chronométrant. Ils obtiennent ainsi un résultat bien plus fiable que les autres.

Les rédactions des comptes-rendus sont réussies, la majorité des élèves s'étant vraiment appliqués à suivre la fiche méthode construite en amont de la séance.

Protocole expérimental :

- Prendre un tuyau de 100m
- Mettre une extrémité devant la bouche
- Mettre une autre extrémité devant son oreille
- Faire un son
- Écouter le son
- Chronométrer

Protocole expérimental :

- Placer sa bouche et une de ses oreilles sur les deux extrémités
- Faire un son sec et fort
- Répondre le décalage
- Chronométrer le décalage

Résultat de mesure :

$$d = 100 \text{ m}$$

$$t \approx 0,35 \text{ s}$$

Calcul de la vitesse :

$$v = \frac{d}{t} \quad v = \frac{100 \text{ m}}{0,35 \text{ s}}$$

$$v = 285,71 \text{ m/s}$$

Résultats de mesure :

$$d = 100 \text{ m}$$

$$t = 0,31 \text{ s}$$

Calcul de la vitesse :

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{100}{0,31}$$

$$v = 322,5 \text{ m/s}$$

La méthode de mesure n'est pas très fiable car c'est compliqué de faire l'expérience et de chronométrer en même temps. En plus, le temps est trop court pour être vraiment précises.

Des erreurs commises sont à noter dans les unités associées aux grandeurs mesurées. Elles sont, pour certains, fréquemment omises. Plusieurs élèves indiquent les unités de longueur et de durée dans leur calcul de vitesse ce qui les aide à associer la bonne unité au résultat. Quelques erreurs de calculs sont à noter également.

Handwritten calculations for speed:

- Calcul 1: $d = 100 \text{ m}$, $T = 0,25$, $100 \div 0,25 = 400$
- Calcul 2: calcul de la vitesse, $V = \frac{100}{0,30} = 333,333$
- Calcul 3: Table with $d = 100 \text{ m}$ and $t = 0,35 \text{ s}$, $V = 285,71 \text{ g}$

Partie B : Soyons un peu plus précis !

En groupe, à l'aide du matériel mis à leur disposition explicité dans le document 3, les élèves ont à déterminer la vitesse du son dans l'air en utilisant le dispositif de leur choix (maquette « vitesse du son » ou application Fizziq).

Il leur est demandé de réaliser l'expérience puis de rédiger un compte-rendu comportant le protocole expérimental, les résultats de mesures, le calcul de la vitesse (l'utilisation de l'expression littérale est attendue) et une conclusion explicitant pourquoi cette méthode est plus fiable que celle de la partie A.

Il n'a malheureusement pas été possible, dans cette activité, de proposer aux élèves l'utilisation de l'application Fizziq (pas de tablettes et pas d'accès aux smartphones). Ils ont donc tous réalisé l'expérience avec le dispositif « vitesse du son ».

Les **protocoles expérimentaux proposés manquent parfois de précision**. En effet, les élèves n'explicitent pas toujours comment ils positionnent le haut-parleur et le micro. Beaucoup d'entre eux n'ont pas indiqué quelle grandeur s'affichait sur l'écran. La plupart sont restés **vagues** (souligné en vert) ou ont noté qu'il s'agissait de la **vitesse** (souligné en rouge). D'autres ont donné les résultats de mesure dans le protocole.

Handwritten experimental protocols:

- Protocol 1:**
 - Prendre et brancher le haut-parleur
 - Placer une règle graduée entre le haut-parleur et le micro
 - Appuyer sur le bouton
 - Observer le résultat affiché sur le haut-parleur
- Protocol 2:**
 - Protocole expérimental:
 - Placer le ruban
 - Positionner le boîtier à zéro, le haut-parleur en direction du micro
 - Positionner le micro à quatre-vingt
 - Appuyer sur le bouton du boîtier
 - Lire le chiffre
- Protocol 3:**
 - installer le boîtier contenant le haut-parleur à 0cm
 - Poser le micro à 85cm
 - Appuyer sur l'interception
 - Lire le nombre sur l'écran
- Protocol 4:**
 - mettre le haut-parleur à 0
 - mettre le micro à 85cm
 - appuyer sur le bouton
 - Lire sur l'écran le temps et ça fait 2,84 ms

- Placer un mètre-ruban entre le micro et le haut-parleur.
- Mettre à 0 le haut-parleur.
- Attendre que le son se propage au micro.
- Voir le résultat de la valeur de la vitesse.

- Placer le boîtier à zéro du mètre-ruban.
- Placer le micro à 80 cm du mètre-ruban.
- Appuyer sur le bouton du boîtier.
- Regarder le temps inscrit sur le boîtier.

Pour la notation des résultats, la majorité des binômes ont bien pensé à les faire précéder du symbole de la grandeur et d'indiquer les unités. Certains les ont toutefois omis. Ayant insisté sur la nécessité de convertir les unités dans l'unité du système international, tous les groupes ont bien pensé à effectuer les conversions nécessaires. Pour les calculs, la quasi-totalité des groupes a noté, au préalable, l'expression littérale de la vitesse. L'unité finale a été omise dans de nombreuses copies.

Résultat de mesure

$d = 80 \text{ cm} = 0,80 \text{ m}$
 $t = 2,15 \text{ ms} = 0,00215 \text{ s}$

calcul de la vitesse

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = 365 \text{ m/s}$$

Résultat de mesure

$d = 84 \text{ cm}$ $T = 2,34 \text{ ms}$

$d = 0,84 \text{ m}$ $T = 0,00234 \text{ s}$

calcul de la vitesse : $0,84 : 0,00234 = 358,974$

Une erreur mathématique récurrente est le mauvais positionnement du trait de fraction par rapport au signe égal (entouré en rouge). Certains élèves rédigent d'une manière particulière leurs calculs (entouré en vert). D'autres mettent directement le résultat sans écrire l'application numérique (entouré en bleu page précédente).

Résultats de mesure :

$t = 2,22 \text{ ms} = 0,00222 \text{ s}$
 $d = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$

Calcul de la vitesse :

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{0,8 \text{ m}}{0,00222 \text{ s}}$$

$$v = 360 \text{ m/s}$$

Résultat de mesure

$t = 2,22 \text{ ms} = 0,00222 \text{ s}$
 $d = 80 \text{ cm} = 0,80 \text{ m}$

Calcul de la vitesse :

$$v = \frac{d}{t} = 360,360 = \frac{0,80}{0,00222}$$

Résultats de mesure :

$d = 80 \text{ cm}$
 $d = 80 \text{ cm} \rightarrow 0,8 \text{ m}$
 $t = 2,25 \text{ ms}$
 $t = 2,25 \text{ ms} \rightarrow 0,00225 \text{ s}$

Calcul de la vitesse :

$$v = \frac{d}{t}$$

$v = \frac{0,8}{0,00225}$
 $v = 355,5 \text{ m/s}$

Résultats de mesure :

$t = 2,22 \text{ ms}$
 $d = 80 \text{ cm}$

Calcul de la vitesse :

$$v = \frac{d}{t}$$

$v = \frac{0,8 \text{ m}}{0,00222 \text{ s}}$
 $\approx 360 \text{ m/s}$

La **conclusion finale est cohérente** avec ce qui était attendu. Toutefois, alors qu'ils comprennent que la méthode « 2 » (avec la maquette) est plus fiable que la méthode « 1 » (avec le tuyau), certains **calculent la moyenne des deux valeurs** plutôt que de ne choisir que la méthode la plus fiable. Plusieurs groupes ont indiqué que les capteurs « calculaient » la vitesse au lieu de « mesuraient » la vitesse. Les groupes ayant mémorisé le décalage avec l'expérience du « tuyau », ont trouvé deux résultats assez proches.

Conclusion : La moyenne de $355,55 \text{ m/s}$ (Maquette) et de $270,77 \text{ m/s}$ (Tuyau) est de $312,91 \text{ m/s}$. La méthode 2 est la plus fiable car c'est une machine qui a mesuré.

La Méthode 2 est la méthode la plus précise car c'est une machine qui la mesure alors que l'autre méthode car elle est mesurée par un humain.

Je trouve approximativement les mêmes résultats avec les deux méthodes mais je pense que la méthode 2 est plus précise car c'est un capteur qui a calculé la vitesse du son dans l'air c'est à dire 356 m/s .

Partie C : Revenons aux pratiques indiennes !

Dans cette partie, les élèves reviennent sur la situation présentée dans le document 1 de la partie A. Ils s'interrogent sur la problématique suivante : « Pourquoi les indiens mettaient-ils leur oreille contre les rails de chemin de fer pour savoir si un train arrivait ? ».

Les élèves doivent :

- 1) Proposer une hypothèse pour répondre à la problématique posée.

2) Déterminer, grâce aux données de l'énoncé, la vitesse de propagation du son dans l'acier puis la comparer à celle de l'air.

3) Conclure en répondant à la problématique.

Les élèves ont réalisé ce travail de manière individuelle sans aide de l'enseignant. Ils ont, au préalable, bénéficié d'une séance d'AP « mathématiques/physique-chimie » sur l'analyse d'une consigne pour un exercice utilisant une relation. Celle-ci a abouti à la rédaction de la « fiche méthode » ci-dessous.

Ce que je cherche :

- a) Je surligne, sur mon énoncé, d'une couleur, le verbe d'action (calculer, déterminer, ...) ainsi que la grandeur (vitesse, poids, masse, ...) que l'on me demande de trouver
- b) J'écris, à côté de la grandeur cherchée, son symbole (v, P, m, ...)

Ce que l'on me donne :

- a) Je surligne, sur mon énoncé, d'une autre couleur, toutes les données
- b) J'écris, à côté de chaque donnée, le symbole de la grandeur correspondante
- c) Je suis attentif, de suite, aux unités et note le signe ⚠ si un changement d'unité sera nécessaire

Ce que l'on ne me donne pas :

Si une information me manque (vitesse de la lumière, vitesse du son, ...), je regarde dans le sujet complet pour voir si cela n'est pas donné précédemment, sinon, c'est une valeur que je dois connaître.

 **L'analyse précise de l'énoncé doit te permettre immédiatement de trouver la relation, apprise, que tu vas devoir utiliser**

Cette séance d'AP a été très bénéfique puisque les élèves se la sont bien appropriée.

Le passage d'un train situé à 10 km de l'indien émettait un son qui parvenait à ses oreilles en 1,75 s. Quelle est la vitesse du son dans l'acier ? La comparer à celle dans l'air.

Pour la question 2, le bilan est très positif. La méthodologie de rédaction des calculs semble désormais acquise pour la majorité des élèves. Lors des échanges, ils ont même indiqué être « rassurés » d'avoir une méthode précise qu'ils peuvent suivre. Par contre, des erreurs demeurent dans la notation des symboles des grandeurs (omission) et dans les unités (omissions, et oubli de convertir les km en m pour la distance). Ils ont éprouvé davantage de difficultés pour la comparaison à la vitesse du son dans l'air (oubli, pas d'appui sur les valeurs chiffrées).

3. $v = \frac{d}{t}$

On a : $d = 10 \text{ km}$
 $t = 1,75 \text{ s}$

On cherche la vitesse

$v = \frac{d}{t}$

$v = 10 : 1,75 \approx 5,71 \text{ km/s}$

$v = 5710 \text{ m/s}$

$v = \frac{d}{t}$

on a distance = 10 km
temps = 1,75 s

$v = \frac{10 \text{ km}}{1,75 \text{ s}}$

vitesse = 5,714 km/s

→ en m/s

Handwritten student work for Question 3, showing calculations for speed in air and steel, and a comparison.

La question 3 n'a pas toujours été bien comprise par les élèves, mais la plupart ont souligné que cela était lié au déplacement plus rapide du son dans l'acier que dans l'air.

Copie difficilement lisible

Les Indiens d'Amérique mettaient leurs oreilles sur les rails du chemin de fer pour prévenir de l'arrivée d'un train et sa vitesse.

Copie difficilement lisible

Ils mettaient leur oreille contre les rails pour savoir à quelle distance le train était.

Les indiens mettaient l'oreille contre les rails car le son se déplace plus vite dans les rails que dans l'air. *Donc*

Les indiens d'Amérique mettaient leur oreille contre les rails du chemin de fer car l'acier propage rapidement le son.

Activité 3^{ème} – À quelle vitesse tournait Thomas Pesquet dans l'ISS ?

Cette activité a été proposée à 5 groupes de 3^{ème} (24-25 élèves par groupe) dont deux avaient bénéficié d'une séance d'AP math-physique/chimie (coanimation des deux enseignants) autour de la résolution de problème.

Cette tâche à prise d'initiatives a pour but de vérifier la vitesse, donnée dans l'énoncé, de Thomas Pesquet autour de la Terre lorsqu'il séjournait à bord de l'ISS. Les élèves doivent identifier le problème puis le formuler, extraire les informations utiles des différents documents puis le résoudre en explicitant correctement leur démarche avec

un vocabulaire scientifique précis. Il existe, comme pour toute tâche à prise d'initiatives, plusieurs manières de la résoudre.

Les élèves **avaient la possibilité de travailler de manière collaborative**. Certains ont fait ce choix pour l'analyse des documents et de la problématique uniquement, d'autres pour l'ensemble du travail ou uniquement la résolution du problème et sa rédaction. Plusieurs ont toutefois souhaité réaliser le travail individuellement. Même si certains élèves n'ont pas abouti à la solution, **tous se sont engagés positivement dans l'activité**. Plusieurs d'entre eux ont demandé des coups de pouce.

L'analyse des copies a été réalisée en s'intéressant aux différentes compétences auxquelles fait appel cette tâche à prise d'initiatives.

Extraire les informations de la consigne ou des documents

Les élèves qui ont bénéficié de l'AP math/PC ont **tous surligné** les informations contrairement aux autres et ont **annoté en indiquant les symboles des grandeurs**. Certains ayant même rajouté des indices aux deux temps donnés t_1 et t_2 .

Il est, par contre, assez fréquent que certains n'arrivent pas à extraire les données qui leur sont utiles, ayant tendance à sélectionner toutes les valeurs chiffrées. Plusieurs d'entre eux ont éprouvé des difficultés à extraire la bonne information du tableau du document 3 (vitesse orbitale de la Terre, diamètre du soleil).

L'ISS est le plus grand objet artificiel en orbite autour de la Terre, elle s'étend sur environ 110 m de longueur, 74 m de largeur et 30 m de hauteur. D'une masse de 450 t, elle tourne autour de de la Terre sur une trajectoire circulaire en 1 h 30 min.	lumière ($v = 300\,000\text{ km/s}$). distance la plus courte de Dijon, à une hauteur h, le temps mis arrive, depuis l'ISS, jusqu'aux de $t = 1,33 \times 10^{-3}\text{ s}$.																																								
elle tourne autour de de la Terre sur une trajectoire circulaire en 1 h 30 min. t_1	ation arrive, depuis l'ISS, jusqu'aux était de $t_2 = 1,33 \times 10^{-3}\text{ s}$.																																								
Document 3 : Données sur le système solaire <table border="1"> <thead> <tr> <th>Astres</th> <th>Diamètre (km)</th> <th>Distance au Soleil (km)</th> <th>Vitesse orbitale (km/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Soleil</td> <td>1 392 000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mercure</td> <td>4 880</td> <td>57 909 176</td> <td>47,89</td> </tr> <tr> <td>Vénus</td> <td>12 104</td> <td>108 208 930</td> <td>35,03</td> </tr> <tr> <td>Terre</td> <td>12 756</td> <td>149 597 887</td> <td>29,78</td> </tr> </tbody> </table>	Astres	Diamètre (km)	Distance au Soleil (km)	Vitesse orbitale (km/s)	Soleil	1 392 000			Mercure	4 880	57 909 176	47,89	Vénus	12 104	108 208 930	35,03	Terre	12 756	149 597 887	29,78	Document 3 : Données sur le système solaire <table border="1"> <thead> <tr> <th>Astres</th> <th>Diamètre (km)</th> <th>Distance au Soleil (km)</th> <th>Vitesse orbitale (km/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Soleil</td> <td>1 392 000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mercure</td> <td>4 880</td> <td>57 909 176</td> <td>47,89</td> </tr> <tr> <td>Vénus</td> <td>12 104</td> <td>108 208 930</td> <td>35,03</td> </tr> <tr> <td>Terre</td> <td>12 756</td> <td>149 597 887</td> <td>29,78</td> </tr> </tbody> </table>	Astres	Diamètre (km)	Distance au Soleil (km)	Vitesse orbitale (km/s)	Soleil	1 392 000			Mercure	4 880	57 909 176	47,89	Vénus	12 104	108 208 930	35,03	Terre	12 756	149 597 887	29,78
Astres	Diamètre (km)	Distance au Soleil (km)	Vitesse orbitale (km/s)																																						
Soleil	1 392 000																																								
Mercure	4 880	57 909 176	47,89																																						
Vénus	12 104	108 208 930	35,03																																						
Terre	12 756	149 597 887	29,78																																						
Astres	Diamètre (km)	Distance au Soleil (km)	Vitesse orbitale (km/s)																																						
Soleil	1 392 000																																								
Mercure	4 880	57 909 176	47,89																																						
Vénus	12 104	108 208 930	35,03																																						
Terre	12 756	149 597 887	29,78																																						

Comprendre le problème posé

Certains élèves n'ont pas réussi à « donner du sens » aux valeurs extraites dans les documents (vitesse orbitale (encadré en vert), longueur de l'ISS (encadré en rouge)) ne les associant pas toujours aux bonnes grandeurs (encadré en bleu).

Diamètre Terre = 12756 km
 Orbite : 29,79 km/s



12756 km
 1,33 x 10³ km
 3,14 x 10⁴ km

diamètre 1 m l'anneau ; $V = \frac{D}{T}$ car $V = 29,79$ km/s

$D = 29,79 \times 1,33 \times 10^3$

La navette tourne autour de la terre en 1h30
 1h30 en h = 1,5h

Le diamètre de la Terre est de 12756

Donc $V = \frac{d}{T}$
 $V = \frac{(12756 \times \pi) + 120,110}{1,5}$
 $V = 26716,1726$ km/h

Nous cherchons à quelle vitesse l'anneau tourne dans l'espace donc $V = \frac{d}{T}$
 $d = 4855$ m/s
 $T = 1h30 = 1,5 \text{ heures} = 5400 \text{ secondes}$
 $93 \text{ m/s} \rightarrow 7,40 \text{ km} \text{ en } 30 \text{ min}$
 $93 \text{ en } 30 \text{ min} \rightarrow 1,86 \text{ km en } 30 \text{ min}$
 $1800 + 800 = 2600 \text{ s}$

Donc $V = \frac{4855 \text{ m/s}}{2600 \text{ s}}$
 Concluons dans l'espace l'anneau tourne à 3,02 m/s.

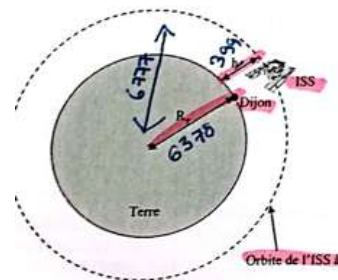
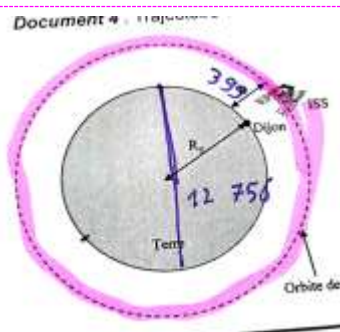
L'appropriation du problème a été aussi difficile pour beaucoup. Peu d'entre eux ont eu « l'automatisme » d'utiliser le schéma de la situation (document 4) pour y reporter les informations et éviter les écueils rencontrés (périmètre de la Terre calculé au lieu de celui de l'ISS, erreur dans le calcul du diamètre (D) de l'orbite (souligné en rouge) : $D = D_T + h$ au lieu de $D = D_T + 2h$). Certains élèves n'ont pas compris ce que représentait la hauteur h et comment la calculer.

On sait que la vitesse est égale à $\frac{d}{T}$. Dans le document 1, on nous apprend que l'ISS tourne autour de la Terre en 1h30 minutes. Ensuite, on sait que la distance parcourue par l'ISS est égale au périmètre de la Terre plus la distance h. Le périmètre de la Terre est égal à $\pi \times D$ donc $\pi \times 12756 \approx 40074,15589$ km. La vitesse de l'ISS est donc égale à $\frac{d}{T}$ donc $\frac{40074,15589 + h}{1,5} = 26716,1726$ mais il manque

On calcule ensuite le périmètre de la Terre
 $= \pi \times D$
 $= \pi \times 12756$
 $= 40053,84$ km
 on y ajoute 2 fois la distance entre la terre et la station
 $= 40053,84 + (393,22)$
 $= 40851,88$ km

$$\text{périphérie} = (398 + 12\,756) \times 55$$

$$P = 1\,157\,55,55 \quad \text{Rem.} = \text{distance du parcours du satellite}$$



Utiliser les outils mathématiques

Étonnamment, le **calcul du périmètre a été bloquant** pour plusieurs élèves qui confondent la relation littérale permettant de calculer l'aire d'un disque et celle pour le périmètre. Ceux-ci ont fait appel au [coup de pouce mathématique](#) afin de le calculer.

Par ailleurs, comme vu précédemment, certains ont eu des difficultés à s'approprier la situation et sa géométrie (repérer le diamètre ou le rayon de l'orbite).

Les élèves ont tous utilisé des notations littérales pour les données ou les calculs, même si cela n'est pas systématique (certains utilisent encore la proportionnalité plutôt que les expressions littérales). Tous ceux qui se sont lancés dans les calculs ont correctement remplacé les symboles des expressions littérales par les valeurs numériques associées. Par contre, plusieurs élèves ont commis des erreurs **pour isoler le terme « d »** à partir de la relation de la vitesse.

On sait que la transmission s'effectue en 0,00133 s, on sait aussi que la vitesse de la lumière est égale à 300 000 km/s ou 3×10^8 m/s. Pour trouver la distance entre la terre et la station, on fait un produit en croix.

Distance (km)	300 000	?	$300\,000 \times 0,00133 = 399 \text{ km}$
Temps (s)	1,3	0,00133	

La station se trouve à 399 km

$$\text{Altitude de l'orbite ISS : } d = \frac{v}{f}$$

$$d = \frac{360\,000}{1,33 \times 10^{-3}}$$

$$d = 270\,676,6917$$

L'orbite ISS est à une altitude de 270,676 691 7 km

Au niveau des **unités**, certains élèves les **omettent** ou **associent** aux valeurs une **mauvaise unité** (vitesse de la lumière en km/s, h en m. Par ailleurs, les **conversions d'unités** restent un point de blocage pour quelques-uns, **notamment** pour les unités de temps (heures et minutes, en heures).

Left page:

L'ISS met 4h30 à tourner autour de la Terre avec une trajectoire de 28 387 km/h.

La distance Terre - Soleil est de 149 597 887 km.

On peut trouver la distance donc on fait : $d = v \times t$

$d = 1.80 \times 10^8$

Right page:

Je cherche la hauteur de l'ISS par rapport à la terre

Il y a une distance donc $d = v \times t$

$d = 30000 \times 1,33$

$d = 399$

$V = \frac{d}{t}$

$V = \frac{40876}{1,5}$

$V = 27.24$

ATTENTION : Si v est en km/s, d est en km

Expliciter la démarche

Quelques élèves, assez rares, ont rédigé avec de **nombreuses phrases** en **explicitant peu leurs calculs**. D'autres, plus nombreux, ont explicité leur démarche **par une suite de calculs avec pas ou très peu d'explications**. Nombreux sont ceux qui ont fait un net effort pour structurer leur démarche en **mettant des titres aux différentes étapes**. C'est **majoritairement le cas** dans les groupes ayant **bénéficié de l'AP** mathématiques-physique/chimie dédié à la résolution de problème.

Etape 1: Données :

Depuis le doc 1, on sait que :

- L'ISS fait une révolution autour de la terre en 1h30 min = 9,5h
- L'altitude de l'ISS n'est pas directement donnée, mais on peut l'estimer à environ 400 km

Depuis le doc 4, on sait que :

- L'ISS suit une trajectoire circulaire autour de la terre.
- Pour connaître la distance parcourue en une orbite, on doit calculer la circonférence de l'orbite.

Etape 2: Calcul de la distance parcourue

En trajectoire est un cercle, donc on utilise la formule de la circonférence :

$$C = 2\pi r = 2 \times \pi \times 6778 \approx 42566 \text{ km}$$

Etape 3: Calcul de la vitesse

En vitesse, c'est la distance divisée par le temps :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{42566 \text{ km}}{9,5 \text{ h}} \approx 28387 \text{ km/h}$$

$$\text{Donc : } t = 1,33 \times 10^{-3} \quad v = 300000 \text{ m/s}$$

$$t = 1,33 \times 10^{-3} = 0,00133 \text{ s}$$

Pour 300 000 km/s ça fait 0,00133 s à arriver à Paris

$$300000 \div 233 \times 10^{-3}$$

$$D = v \times t$$

$$D = 300000 \times 0,00133 / 433 \times 10^{-3}$$

$$D = 399 \text{ km}$$

L'ISS est à 399 km de la terre

$$\text{Diamètre + Hauteur ISS}$$

$$6378 + 399 = 6777$$

$$C = 2 \times \pi \times r$$

$$C = 2 \times \pi \times 6777$$

$$C = 13554 \pi$$

le périmètre est de 13554 π km

$$13554 \pi \div 28387 = 1,5$$

$$1h30 = 1,5$$

Grâce à mes calculs je peux confirmer que la vitesse de l'ISS est de 28387 km/h

$$v = \frac{d}{t}$$

$$\text{on a : } t = 1,33 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$v = 3 \times 10^5 \text{ km/s}$$

$$d = v \times t$$

$$d = 3 \times 10^5 \times 1,33 \times 10^{-3}$$

$$d = 399 \text{ km}$$

Calcul du périmètre de la trajectoire de l'ISS autour de la terre :

$$\text{on utilise : } C = 2\pi r = 2 \times \pi \times 6778$$

$$\text{Périmètre} = 2 \times \pi \times 6778$$

$$\text{Périmètre} = 2 \times \pi \times 6778$$

$$\text{Périmètre} \approx 42566,15 \text{ km}$$

$$\text{diamètre} = 12756 + 798$$

$$\text{diamètre} = 13554$$

$$v = \frac{d}{t}$$

$$\text{on a : } d = 42566,15 \text{ km}$$

$$v = \frac{42566,15}{1,5}$$

$$v \approx 28387,43 \text{ km/h}$$

$$t = 1h30 \text{ min} = 1,5 \text{ h}$$

Calcul de la distance ISS-Paris :

$$v = \frac{d}{t}$$

$$d = v \times t$$

$$d = 3 \times 10^5 \times 1,33 \times 10^{-3}$$

$$d = 399 \text{ km}$$

Calcul de la vitesse de l'ISS :

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{42566,15}{1,5}$$

$$v = 28387,43 \text{ km/h}$$

Calcul de la distance que parcourt l'ISS :

$$\text{Périmètre} = 2\pi r$$

$$\text{Périmètre} = 2\pi \times 6778$$

$$\text{Périmètre} = 42566,15 \text{ km}$$

$$\text{Périmètre} = 42566,15 \text{ km}$$

L'ISS va donc bien à 28387 km/h.

A quelle distance se trouvait Thomas Pesquet lors de l'ISS?

on a : $1h30 = t$ (distance Plouze)
 $1,5h = t$
 $ds = r_{\text{Terre}} + h$
 $ds = 6378 + h$

$r_{\text{Terre}} = \frac{\text{diamètre Terre}}{2}$
 $r_T = \frac{12756}{2}$
 $r_T = 6378$

$h = \text{vitesse} \times t$ avec :
 $h = 300000 \times 1,33 \times 10^{-3} \text{ s} = 1,33 \times 10^3 \text{ s}$
 $h = 399 \text{ km}$
 $v = 300000 \text{ km/s}$

donc $ds = 6378 + 399$
 $ds = 6777 \text{ km}$

$ds = \text{Plouze}$

$\text{Plouze} = \pi \times r \times 2$ avec $r = 6777 \text{ km}$
 $P_c = 6777 \times 2 \times \pi$
 $P_c = 13556 \pi$
 $P_c \approx 42581,1 \text{ km}$

Pour trouver la vitesse orbitale : $v = \frac{d}{t}$

$v(\text{ISS}) = \frac{d}{t}$ avec : $t = 1,5h$
 $d = 42581,1 \text{ km}$

$v(\text{ISS}) = \frac{42581,1}{1,5}$

$v(\text{ISS}) = 28387 \text{ km/h}$

On sait que : diamètre Terre = 12756 km
 donc Rayon T = diamètre $\div 2$
 $= 12756 \div 2$
 $= 6378 \text{ km}$

Calcul de la hauteur du centre de la Terre à l'ISS

• Calcul de Dijon - ISS

On a : $t = 1,33 \times 10^{-3} \text{ s}$
 $v = 300000 \text{ km/s}$

$v = \frac{d}{t}$
 $d = v \times t$

$d = 1,33 \times 10^{-3} \times 300000$
 $d = 399 \text{ km}$

• Calcul Centre de la Terre - Dijon - ISS

donc $H = R_T + h$
 $H = 6378 + 399$
 $H = 6777 \text{ km}$

On a : Dijon - ISS = 399 km
 $R_T = 6378 \text{ km}$

• Calcul de l'orbite de l'ISS à l'altitude h

$P_{\text{ISS}} = \pi \times r \times 2$
 $P_{\text{ISS}} = \pi \times 6777 \times 2$

avec $r = 6777 \text{ km}$

$P_{\text{ISS}} = 13556 \pi$
 $P_{\text{ISS}} \approx 42581 \text{ km}$

• Calcul de la vitesse de l'ISS autour de la Terre

$v = \frac{d}{t}$
 $v = \frac{42581}{1,5}$
 $v \approx 28387 \text{ km/h}$

On a : $d = 42581 \text{ km}$
 $t = 1h30$
 $t = 1,5h$

Donc l'information est vraie

Bilan global

Les activités proposées permettent aux élèves de s'approprier de manière progressive le concept de vitesse, tout au long du cycle 4, tout en contribuant au renforcement des savoirs fondamentaux « mathématiques ». La contextualisation dans des situations physiques variées est une plus-value indéniable car elle permet de donner du sens aux grandeurs mesurées ou calculées et ainsi de **renforcer leur compréhension, mais aussi de faciliter les va-et-vient entre les différents registres sémiotiques** (verbal, numérique, graphique et conceptuel).

L'analyse des copies pour les 3 activités montre que des **difficultés persistent**, tout au long du cycle 4, autour des **grandeurs et mesures**. Un travail autour des **automatismes liés aux grandeurs, conjoint mathématiques – physique-chimie** serait, sans nul doute, une piste d'amélioration à envisager.

Activité 5^{ème} – Et si nous faisons un peu de sport ?

Pour cette activité, le **travail en interdisciplinarité EPS - Physique-Chimie** est, sans nul doute, un **levier de motivation** pour les élèves. Cela est accru lorsqu'ils travaillent sur leurs propres vidéos et chronophotographies.

Les différents échanges au sein des binômes, des groupes de 4 ou de la classe leur ont permis de **s'interroger sur la fiabilité des mesures, de la vraisemblance de leurs résultats et ainsi de les sensibiliser à la notion de « niveau de preuve »** dans la démarche scientifique.



Cette activité permet également de **donner du sens à la notion de vitesse** (quotient de la distance parcourue par la durée de parcours) **sans passer par l'application systématique de la relation littérale**, même si assez facilement, certains élèves basculent vers le registre conceptuel.

Les difficultés rencontrées ont été nettes dans **l'utilisation de la proportionnalité** pour calculer une distance réelle à partir de celle mesurée, à l'échelle, sur la chronophotographie. Celles-ci ont été accrues par les valeurs numériques décimales et non entières des distances mesurées. En effet, le coefficient de proportionnalité pour passer de la distance à l'échelle à celle réelle n'étant pas entier, les élèves ont eu beaucoup de mal à le déterminer. Ils n'ont jamais eu à faire face à cela en mathématiques. La détermination de la distance réelle par la méthode de la « quatrième proportionnelle » (autrement appelée « produit en croix ») aurait été facilitante, mais celle-ci n'est vue en mathématiques qu'en 4^{ème} puisque l'objectif en 6^{ème} et 5^{ème} est de **donner du sens à la proportionnalité** plutôt que d'appliquer cette « technique ». Une piste d'amélioration serait de **modifier la chronophotographie** afin que la **distance** entre les 2 plots (10 m) **corresponde, à l'échelle, à une valeur entière** (10 cm par exemple).

Par ailleurs, les élèves ont manqué de temps pour réaliser cette dernière partie de l'activité et ils n'ont pas souhaité prendre de coups de pouce trop désireux d'y arriver « sans aide ». Une piste d'amélioration serait donc **d'octroyer davantage de temps aux élèves et que ce soit le professeur qui donne les coups de pouce dès qu'il le juge nécessaire**.

Activité 4^{ème} – Quelle est la vitesse du son ?

L'aspect expérimental de cette activité est primordial. Grâce au dispositif du « tuyau », les élèves **perçoivent concrètement le fait que la vitesse du son soit finie** et comprennent des phénomènes rencontrés auparavant comme le décalage entre l'éclair et le tonnerre. Mais ils prennent aussi conscience qu'au vu de la valeur importante de la vitesse du son, il est nécessaire de faire appel à des **capteurs numériques pour réaliser des mesures de temps fiables**.

Le travail réalisé, en amont de la séance, autour de la **rédaction d'un exercice utilisant une relation littérale a porté ses fruits**. Cela devient un automatisme pour la plupart et celui-ci **perdure dans le temps** aussi bien en physique-chimie qu'en mathématiques.

Activité 3^{ème} – À quelle vitesse tournait Thomas Pesquet dans l'ISS ?

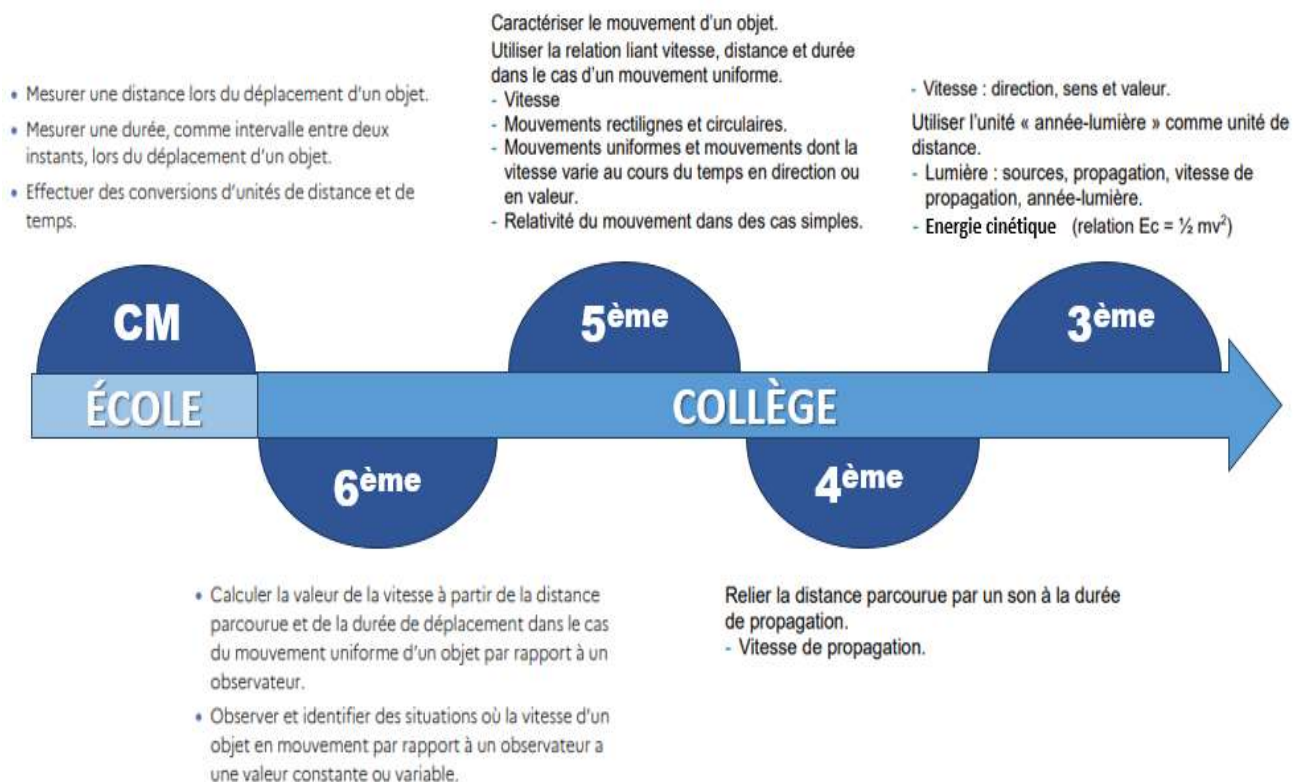
Cette activité type « résolution de problème » a été très appréciée par les élèves de par son **contexte** et par leur **envie de résoudre le problème posé**. De plus, la mission proposée étant de « **vérifier que la vitesse de l'ISS autour de la Terre est de 28 387 km/h** », les élèves **s'engagent positivement et mettent tout en œuvre pour obtenir la valeur donnée**. L'engagement est moindre quand on leur demande de « calculer la vitesse de l'ISS autour de la Terre ».

L'extraction d'informations et l'appropriation du problème sont des freins indéniables **pour beaucoup**. Il est primordial d'outiller les élèves pour qu'ils acquièrent des stratégies puis de travailler ces compétences très régulièrement. **Le travail conjoint mathématiques – physique-chimie, autour de la résolution de problème est un point d'appui précieux et source de progrès** chez les élèves. En effet, **ceux ayant bénéficié de séances spécifiques**, dans les deux matières, autour de la méthodologie d'appropriation des consignes, de rédaction d'exercices utilisant une relation littérale et d'isolement d'un terme **ont été davantage en réussite que les autres**.

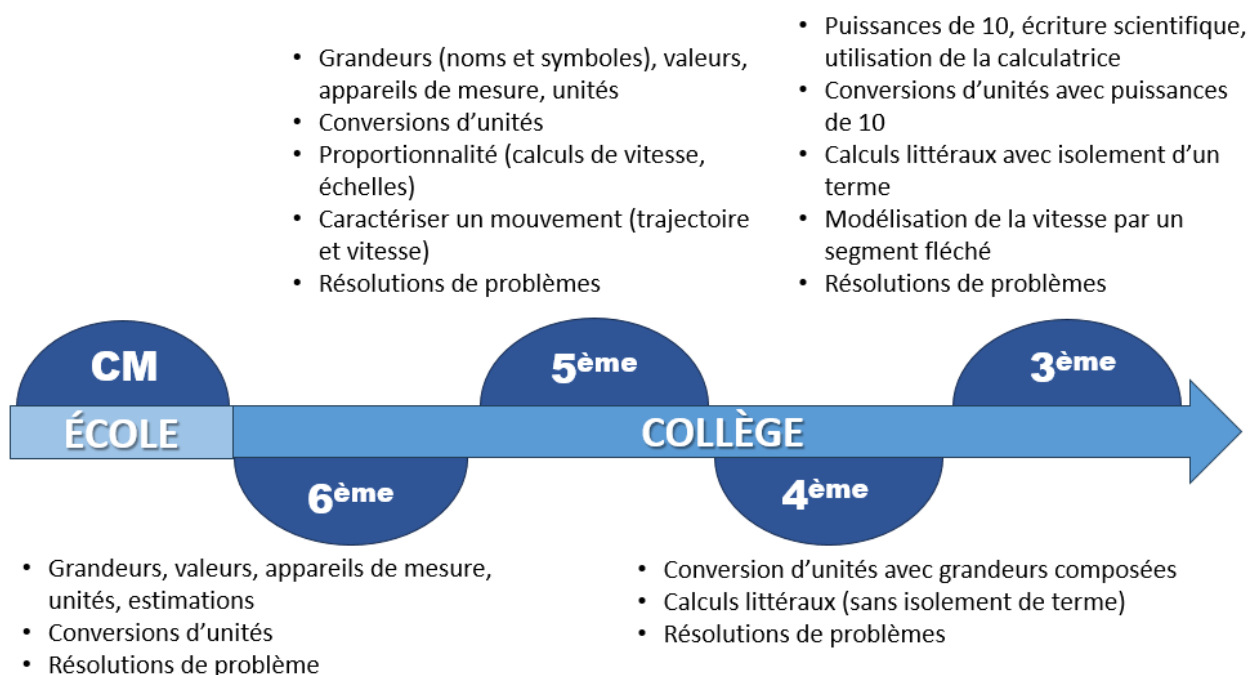
Prolongements possibles

Le travail en interdisciplinarité, sur le concept de vitesse, est une plus-value indéniable et un levier de motivation et de progrès aussi bien pour les élèves que pour les enseignants. Il peut **être intéressant de prolonger l'activité de 5^{ème} entre EPS et mathématiques** autour de calculs de **pourcentages de VMA** (Vitesse Maximale Aérobie) en course longue qui peuvent aussi **être réalisés à l'aide de tableur**. Il peut aussi être intéressant de faire réaliser aux élèves leurs propres chronophotographies sur tablette ou téléphone portable.

La **progressivité autour du concept de vitesse**, au niveau du **contexte**, de l'**échelle**, des **registres sémiotiques** et des **savoirs fondamentaux mathématiques**, proposée dans cette ressource peut être **réfléchie de manière plus large** afin de couvrir l'ensemble du programme des cycles 3 et 4. Cela peut aboutir, par exemple, à un découpage du programme de physique-chimie comme proposé dans l'exemple ci-dessous :



Par ailleurs, le travail en **interdisciplinarité avec les mathématiques** autour du concept **de vitesse** étant un levier indéniable pour motiver et faire progresser les élèves dans les fondamentaux mathématiques, il peut donc être intéressant **de co-concevoir une progression spiralée** en accord avec les repères de progressivité des deux programmes. On peut envisager, par exemple :



Références bibliographiques

Malafosse, D., Lerouge, A., & Dusseau, J.-M. (2001). [Étude en inter-didactique des mathématiques et de la physique de l'acquisition de la loi d'Ohm au collège : changement de cadre de rationalité](#). *Didaskalia*, 18, 61-98.

Académie de Créteil. (s. d.). [Guide pratique « Mathématiques des grandeurs, Opérations et proportionnalité »](#).

Groupe de travail académique « Esprit critique ». (s. d.). [Affiche niveau de preuve. Académie de Lyon](#).

Annexes

Annexe 1 : Support de l'activité élève – 5ème

Et si nous faisions un peu de sport ?

Activité - 5^{ème}

Partie A : Quel est le coureur le plus rapide ?

Une professeure d'EPS a filmé 3 élèves réalisant une course de sprint sur 60 m de deux points de vue dont voici les liens :

Vidéo prise depuis la ligne d'arrivée

<https://podeduc.apps.education.fr/video/95689-arrivee/>



Vidéo prise depuis le milieu de la piste

<https://podeduc.apps.education.fr/video/95691-milieu-course/>



- 1- Expliquer comment la simple visualisation de cette vidéo permet de déterminer quel est le coureur le plus rapide.
- 2- On souhaite désormais, à partir de cette vidéo, calculer de manière précise la vitesse de chacun des 3 coureurs en m/s que l'on notera $v(\text{Léa})$, $v(\text{Diego})$ et $v(\text{Anis})$.

Remarque : Afin de se répartir le travail au sein de la classe, chaque élève choisira le coureur dont il veut calculer la vitesse. Puis une mise en commun sera réalisée.

a) Travail en binôme

Pour le coureur choisi, déterminer, à l'aide de la vidéo, sa vitesse **en m/s** en expliquant bien la démarche.

Remarques : 1- Il est possible de demander, si nécessaire, du matériel au professeur.

2- Des coups de pouce sont disponibles en cas de besoin : les demander au professeur

b) Travail en groupe de 4 (Se mettre par groupes de 2 binômes qui ont choisi le même coureur)

- ⇒ Comparer les résultats obtenus pour la vitesse et indiquer s'ils sont identiques.
- ⇒ Dans le cas où ils ne sont pas identiques, expliquer à quoi sont dues les différences observées.
- ⇒ Retenir un résultat pour le groupe en expliquant votre choix.
- ⇒ Nommer un rapporteur du groupe qui vient noter au tableau le résultat retenu par le groupe.

c) Mise en commun

- ⇒ Compléter le tableau ci-dessous grâce aux résultats obtenus par tous les groupes.

	Résultats groupe 1	Résultats groupe 2	Résultats groupe 3	Résultats de la classe
$v(\text{Léa})$ en m/s				
$v(\text{Diego})$ en m/s				
$v(\text{Anis})$ en m/s				

Partie B : Analysons plus précisément une course de sprint

Afin d'analyser précisément les gestes des sportifs pour améliorer leur technique, les entraîneurs ont souvent recours à 2 techniques :

- l'analyse vidéo avec arrêts sur image ;
- la chronophotographie.

Une chronophotographie consiste à prendre une succession de photographies à intervalles de temps réguliers, permettant de décomposer chronologiquement les phases d'un mouvement (humain ou animal) ou d'un phénomène physique, trop brefs pour être observés convenablement à l'œil nu.

Les 3 chronophotographies ci-dessous, d'une élève courant sur la piste d'athlétisme, ont été réalisées en EPS.



- 1) Indiquer, d'après les chronophotographies, dans quel sens court l'athlète.
- 2) Après avoir analysé les définitions 1 et 2, caractériser les mouvements (donner la trajectoire et l'évolution de la vitesse) de l'athlète sur chacune des 3 chronophotographies proposées.

Définitions 1 : Mouvement et trajectoire

La trajectoire d'un objet est l'ensemble des positions occupées par celui-ci lors de son mouvement.

Si la trajectoire a la forme :

- ⇒ D'un **cercle** ou d'un **arc de cercle**, on dit que le mouvement est **circulaire**.
- ⇒ D'une **droite** ou d'un **segment**, on dit que le mouvement est **rectiligne**.

Définitions 2 : Mouvement et vitesse

On caractérise aussi le mouvement d'un objet par l'évolution de sa vitesse au cours de celui-ci.

- ⇒ Si la vitesse **augmente**, on dit que le mouvement est **accélééré**
- ⇒ Si la vitesse **diminue**, on dit que le mouvement est **ralenti**

- 3) On a repéré sur la chronophotographie n°1 :

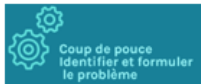
- par des croix : la position de l'épaule de l'athlète sur la première image (point A) et la dernière image (point B) ;
- par des triangles : les 2 cônes jaunes

À partir des chronophotographies et des données associées, déterminer, en expliquant la démarche, la vitesse réelle de l'athlète entre les points A et B sur la chronophotographie n°1.

AUTO-ÉVALUATION : Positionne-toi en coloriant le niveau de maîtrise que tu penses avoir atteint

J'ai réussi à	Maîtrise insuffisante	Maîtrise fragile	Maîtrise satisfaisante	Très bonne maîtrise
Utiliser des notations scientifiques adaptées : - symboles des grandeurs (v, t, ...) - précisions sur les informations (exemple pour distance AB : $d(AB)$)	Les notations scientifiques sont rarement utilisées	Quelques notations scientifiques sont utilisées de manière correcte	Les notations scientifiques sont presque toujours utilisées de manière correcte	Les notations scientifiques sont toujours utilisées de manière correcte
Associer les bonnes unités aux grandeurs mesurées (données et résultats)	Les unités sont rarement indiquées de manière correcte	Quelques unités sont indiquées de manière correcte	Les unités sont presque toujours indiquées de manière correcte	Les unités sont toujours indiquées de manière correcte
Identifier le problème, le formuler. Attendus : J'ai compris qu'il fallait : - déterminer la distance AB réelle parcourue par l'athlète ; - déterminer la durée du parcours ; - calculer ensuite sa vitesse.	0/3 attendus ou utilisation du coup de pouce « identifier et formuler le problème posé » pour comprendre la situation	1/3 attendus	2/3 attendus	3/3 attendu
Extraire les informations utiles dans les documents Attendus : - Chronophotographie 2 - Points A et B repérés - Temps écoulé entre 2 photographies - Distance réelle entre les 2 plots jaunes	0 ou 1/4 attendu	2/4 attendus	3/4 attendus	4/4 attendus
Construire les étapes nécessaires à sa résolution Attendus : - mesurer la distance entre les 2 plots sur la photo ; - mesurer AB sur la photo ; - déterminer $d(AB)$ réelle ; - déterminer la durée t entre A et B ; - utiliser la proportionnalité	Le problème posé n'a pas été compris et/ou utilisation du coup de pouce « résoudre le problème posé »	1 ou 2/5 attendus ou utilisation du coup de pouce « identifier et formuler le problème posé »	3 ou 4/5 attendus	5/5 attendus
Effectuer des calculs numériques en utilisant la proportionnalité Attendus : - Calculer la distance AB réelle - Calculer la durée t entre A et B en comptant le nombre d'intervalles - Calculer la vitesse v - Présenter correctement la proportionnalité (phrases ou calculs)	0 ou 1/4 attendu ou utilisation des deux coups de pouces mathématiques	2/4 attendus ou utilisation d'un coup de pouces mathématiques	3/4 attendus	4/4 attendus
Expliquer la démarche de manière organisée (mettre des titres, organiser les calculs,...)	Les explications sont rarement présentes	Quelques explications sont présentes	La démarche est presque toujours organisée et expliquée	La démarche est très bien organisée et expliquée

Annexe 2 : Coup de pouce – Activité 5^{ème} – Partie A



Coup de pouce
Identifier et formuler
le problème

Indiquer les deux grandeurs qu'il est nécessaire de connaître pour déterminer la vitesse du coureur choisi :



Coup de pouce
Extraire les
informations
des documents

Indiquer la grandeur qui est donnée par l'énoncé : nom, symbole, valeur et unité :



Coup de pouce
Résoudre le problème
posé

Pour l'autre grandeur, non donnée par l'énoncé, il faut réaliser une mesure. Indiquer le nom de cette grandeur et l'appareil de mesure nécessaire puis noter le résultat obtenu :



Coup de pouce
Résoudre le problème
posé

Indiquer l'unité de la vitesse demandée dans l'énoncé :

Après avoir analysé cette unité, déterminer le calcul à effectuer pour la déterminer puis le réaliser.

Annexe 3 : Coup de pouce – Activité 5^{ème} – Partie B

Les informations importantes, du problème, sont surlignées. Il faut t'interroger sur ce que **chaque terme** signifie.



Coup de pouce
Extraire les
informations
du problème

En utilisant les données indiquées sous les chronophotographies, calculer la vitesse réelle de l'athlète entre les points A et B sur la chronophotographie n°1.

Remarque : Ce coup de pouce peut être partiel

Chaque partie du document t'apporte une ou plusieurs information(s) utile(s). Grâce aux indices ci-dessous, surligne-les toutes.



Coup de pouce
Extraire les
informations
des données

Données :

- Temps écoulé entre deux photographies
- Distance réelle entre 2 plots jaunes



Coup de pouce
Extraire les
informations
des données

Chronophotographies :

- Numéro de la chronophotographie concernée par la question
- Points A et B



Coup de pouce
Utiliser des notations
scientifiques adaptées

- Chaque grandeur est symbolisée par une **lettre** (exemples : L, v, m, d, ...)
- Pour être plus précis, on peut indiquer entre **parenthèse "de quoi on parle"**
Exemple pour la longueur d'une planche, on écrira : L(planche)
- Quand on note la valeur d'une grandeur donnée ou calculée, l'**unité associée doit être précisée**.



Coup de pouce
Identifier et formuler
le problème

Utilise la chronophotographie 1 pour bien comprendre le problème posé



Repère la distance parcourue par l'athlète sur la chronophotographie 1



Quelles grandeurs te sont nécessaires pour calculer la vitesse REELLE de l'athlète ?



Quelles informations utiliser pour déterminer ces grandeurs ?



Coup de pouce
Résoudre le problème
posé

Ce coup de pouce est à utiliser en ultime recours !!

Voici les étapes de la démarche :

Sur la chronophotographie 1

1. Mesurer la distance entre les 2 plots
2. Déterminer, grâce aux données, la distance réelle entre les 2 plots
3. Mesurer la distance AB
4. Calculer la distance réelle AB
5. Déterminer la durée t du parcours entre les positions A et B
6. Calculer la vitesse entre A et B



Coup de pouce
Expliquer la démarche
de manière organisée

- J'identifie les étapes de mon raisonnement
- J'organise ces étapes à l'écrit (mettre des titres, numéroter)
- Je conclus en répondant au problème posé



Coup de pouce
Présenter correctement
les calculs et outils

Exemple d'énoncé

Un train télécommandé parcourt 6 m en 4 s. Déterminer sa vitesse en m/s

Pour déterminer la vitesse, il faut, pour expliciter correctement sa démarche.

- **1^{ère} méthode – De manière rédigée, avec des phrases explicatives**

Exemple : - Le train parcourt 6 m en 4 s

- Pour 1 s, la durée de parcours est 4 fois moins grande, la distance parcourue est donc 4 fois moins grande
- Ainsi, il parcourt 6 m : 4 = 1,5 m en 1 s
- La **vitesse du train télécommandé est donc de 1.5 m/s**

- **2^{ème} méthode – Avec un calcul précédé d'une explication**

Exemple : Pour calculer la vitesse du train en mètres par seconde (m/s), je dois diviser la distance parcourue par le train en mètres (m) par la durée du parcours en secondes (s).

$$v(\text{train}) = \frac{6 \text{ m}}{4 \text{ s}}$$

$$v(\text{train}) = 1.5 \text{ m/s}$$



1
Coup de pouce
mathématique

Pour calculer la distance réelle entre les points A et B

Recopier, en la complétant, la trame ci-dessous :

- Sur la chronophotographie, je mesure cm entre les deux plots, ce qui correspond à m en réalité.
- Ainsi, 1 cm mesuré sur la chronophotographie correspond à m en réalité.
- Sur la chronophotographie, je mesure cm entre A et B, ce qui correspond à m en réalité.



2
Coup de pouce
mathématique

Pour calculer la vitesse entre A et B

Recopier, en la complétant, la trame ci-dessous :

- Entre A et B, l'athlète a parcouru m en s.
- Pour 1 s, la durée de parcours est fois moins grande, la distance parcourue est donc fois moins grande.
- Donc elle parcourt m en 1 s
- La **vitesse de l'athlète est donc de m/s**

Annexe 4 – Support de l'activité élève – 4^{ème}

Quelle est la vitesse du son ?

Activité - 4^{ème}**Partie A : Une histoire de tuyau****Document 1 : Les pratiques indiennes !**

Les indiens d'Amérique mettaient leur oreille contre les rails de chemin de fer (acier) pour savoir si un train arrivait.



https://c.pxhere.com/photos/98/1a/train_rails_trains_rail_abandonment_railway_vias_locomotive-1276322.jpg!d

Document 2 : Un drôle de tuyau !

Les professeurs de Physique-Chimie du collège ont eu l'idée d'acheter 4 tuyaux de type « gaine de chantier » de 25 m de long chacun, de les scotcher l'un à la suite de l'autre puis d'enrouler le tout sur lui-même.



Voici un protocole expérimental associé à ce dispositif :

- Placer une des extrémités du tuyau devant votre bouche
- Placer l'autre extrémité devant votre oreille
- Émettre un son bref et écouter

Schématiser la chaîne de propagation correspondant à chaque situation présentée dans les documents 1 et 2.

- 1- a) Réaliser le protocole expérimental proposé dans le document 2
b) Noter votre observation et votre conclusion
- 2- On souhaite déterminer, grâce au dispositif du document 2, la vitesse du son dans l'air. *À réaliser en binôme.*
 - a) Élaborer un protocole expérimental précis puis appeler le professeur pour validation.
 - b) Réaliser l'expérience et noter vos résultats de mesure.
 - c) Déterminer la vitesse du son dans l'air puis conclure, en argumentant, sur la précision de cette méthode.

Partie B : Soyons un peu plus précis !**MISSION**

En groupe, à l'aide du matériel mis à votre disposition explicité dans le document 3, déterminer la vitesse du son dans l'air en utilisant le dispositif de votre choix (maquette « vitesse du son » ou application Fizziq).

Votre compte-rendu comprendra : Le protocole expérimental précis, les résultats des mesures effectuées, le calcul de la vitesse du son dans l'air puis une conclusion finale explicitant pourquoi cette méthode est plus précise que celle de la partie A.



Une attention toute particulière sera portée à la rigueur dans le vocabulaire utilisé, dans la rédaction et dans les notations scientifiques.

Document 3 : Matériel mis à disposition pour chacun des dispositifs**Maquette « vitesse du son »**

- Un micro
- Un boîtier contenant un haut-parleur (commandé par l'interrupteur) et un écran sur lequel s'affiche le temps mis par le son pour parcourir la distance entre le HP et le micro
- Un mètre ruban

Application Fizziq

- 2 téléphones portables ou tablettes avec l'application Fizziq
- Un décimètre
- Un tutoriel pour utiliser l'application :



<https://ladigitale.dev/digiview/#/v/6838636ced1c5>

Partie C : Revenons aux pratiques indiennes !**Pourquoi les indiens d'Amérique mettaient-ils leur oreille contre les rails de chemin de fer pour savoir si un train arrivait ?**

- 1) Proposer une hypothèse pour répondre à cette problématique
- 2) Le passage d'un train situé à 10 km de l'indien émettait un son qui parvenait à ses oreilles en 1,75 s. Déterminer la vitesse de propagation du son dans l'acier puis la comparer à celle dans l'air.
- 3) Conclure en répondant à la problématique de l'encadré.

AUTO-ÉVALUATION : Positionne-toi en coloriant le niveau de maîtrise que tu penses avoir atteint

J'ai réussi à	Maîtrise insuffisante	Maîtrise fragile	Maîtrise satisfaisante	Très bonne maîtrise
Analyser un énoncé pour en extraire les informations utiles : - Surligner les informations importantes - mettre des annotations	Les informations surlignées et les annotations ne correspondent pas à des informations utiles	Quelques informations utiles sont surlignées ou annotées	La plupart des informations utiles a été repérée	Toutes les informations utiles ont été repérées ou annotées de manière judicieuse
Élaborer et écrire un protocole expérimental (Partie B) : - avec des verbes à l'infinitif ; - de manière ordonnée ; - sans oublier d'étape.	0 attendu	1/3 attendus	2/3 attendus	3/3 attendus
Suivre un protocole expérimental : - avec précision - avec fiabilité (refaire plusieurs fois les mesures)	Les protocoles sont mis en œuvre avec beaucoup d'aide	Une partie des protocoles et des mesures est effectuée sans aide	Les protocoles expérimentaux ont presque toujours été suivis avec précision et fiabilité	Le protocole est mis en œuvre sans aide. Les mesures effectuées sont précises et reproductibles
Utiliser les notations scientifiques adaptées : - symboles des grandeurs (v, t, ...) - écriture de l'expression littérale de la vitesse	Les résultats et les expressions demandées sont notées en langage naturel	Quelques notations scientifiques sont utilisées de manière correcte	Les notations scientifiques sont presque toujours utilisées de manière correcte	Les notations scientifiques sont toujours utilisées de manière correcte
Convertir les unités si nécessaire	Les conversions d'unités sont effectuées avec beaucoup d'aide	Les conversions d'unités sont effectuées avec un peu d'aide	Les conversions d'unités ont presque toujours été réalisées correctement et de manière autonome	Les conversions d'unités ont toujours été réalisées correctement de manière autonome
Effectuer des calculs numériques	Des essais de calculs sont effectués	Les calculs sont posés et effectués avec de l'aide	Les calculs ont presque toujours été réalisés de manière correcte	Les calculs ont toujours été réalisés de manière correcte
Associer les bonnes unités aux grandeurs mesurées ou calculées	Les unités sont indiquées de manière correcte avec de l'aide	Les unités sont indiquées de manière correcte avec un peu d'aide	Les unités sont presque toujours indiquées de manière correcte	Les unités sont toujours indiquées de manière correcte
Expliquer la démarche, conclure de manière organisée et argumentée	Des explications sommaires sont rédigées	Quelques explications sont présentes	La démarche est presque toujours organisée et expliquée	La démarche est très bien organisée et expliquée

Annexe 5 – Support de l'activité élève – 3^{ème}

A quelle vitesse tournait Thomas Pesquet dans l'ISS ?

Activité – 3^{ème}

Document 1 : La Station Spatiale Internationale (ISS)



L'ISS est le plus grand objet artificiel en orbite autour de la Terre, elle s'étend sur environ 110 m de longueur, 74 m de largeur et 30 m de hauteur. D'une masse de 450 t, elle tourne autour de la Terre sur une trajectoire circulaire en 1 h 30 min.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Station_spatiale_internationale

Document 2 : Des élèves bourguignons ont communiqué avec l'astronaute Thomas Pesquet dans l'espace



Des élèves du Creusot, de Saint-Vallier et de Dijon ont eu la chance de pouvoir échanger avec l'astronaute français Thomas Pesquet, lors de sa mission dans la station spatiale internationale.

L'entretien a eu lieu lundi 16 janvier 2017. Les jeunes ont pu poser leurs questions à celui qui venait d'effectuer sa première sortie dans l'espace.

Ils ont communiqué via téléphones satellites qui fonctionnent grâce à des ondes électromagnétiques se déplaçant à vitesse de la lumière ($v = 300\,000\text{ km/s}$).

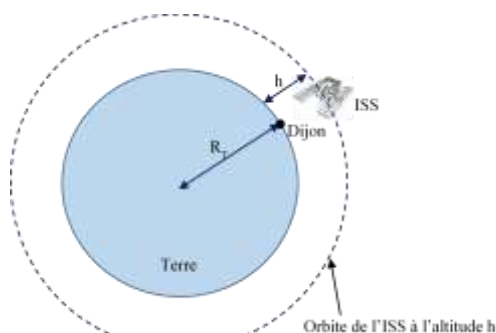
Lorsque l'ISS était à la distance la plus courte de Dijon, c'est-à-dire à la verticale à une hauteur h , le temps mis pour que l'information arrive, depuis l'ISS, jusqu'aux collégiens de Dijon était de $t = 1,33 \times 10^{-2}\text{ s}$.

<http://marco3.regions.francetvinfo.fr/bourgogne/laone-et-le-croissant/creusot-les-jeunes-ont-communique-avec-l-astrophysicien-thomas-pesquet-espace-170649.html>

Document 3 : Données sur le système solaire

Astres	Diamètre (km)	Distance au Soleil (km)	Vitesse orbitale (km/s)
Soleil	1 392 000		
Mercure	4 880	57 909 176	47,89
Vénus	12 104	108 208 930	35,03
Terre	12 756	149 597 887	29,79
Mars	6 792	227 936 637	24,145
Jupiter	142 984	778 412 027	13,066
Saturne	120 536	1 421 179 772	9,645
Uranus	51 118	2 876 679 082	6,81
Neptune	49 528	4 498 253 000	5,48

Document 4 : Trajectoire de l'ISS autour de la Terre



MISSION

À l'aide des différents documents, vérifier, par des calculs et en explicitant la démarche, que la vitesse de l'ISS autour de la Terre est de 28 387 km/h.

- Il est important de laisser toute trace de recherche
- En cas de besoin, des « coups de pouce » sont disponibles

AUTO-ÉVALUATION : Positionne-toi en coloriant le niveau de maîtrise que tu penses avoir atteint

J'ai réussi à	Maîtrise insuffisante	Maîtrise fragile	Maîtrise satisfaisante	Très bonne maîtrise
Utiliser des notations scientifiques adaptées : - symboles des grandeurs (v, t, ...) - précisions sur les informations (exemple pour vitesse ISS : $v(\text{ISS})$)	Les notations scientifiques sont rarement utilisées	Quelques notations scientifiques sont utilisées de manière correcte	Les notations scientifiques sont presque toujours utilisées de manière correcte	Les notations scientifiques sont toujours utilisées de manière correcte
Associer les bonnes unités aux grandeurs mesurées (données et résultats)	Les unités sont rarement indiquées de manière correcte	Quelques unités sont indiquées de manière correcte	Les unités sont presque toujours indiquées de manière correcte	Les unités sont toujours indiquées de manière correcte
Identifier le problème, le formuler Attendus : J'ai compris - quelle était la trajectoire de l'ISS ; - qu'il fallait calculer la vitesse de l'ISS sur cette trajectoire ; - que cette vitesse était de 28 387 km/h ;	0/3 attendu ou utilisation du coup de pouce « identifier et formuler le problème posé » pour comprendre la situation	1/3 attendus	2/3 attendus	3/3 attendu
Extraire les informations utiles dans les documents Attendus : - forme trajectoire ISS ; - temps mis par l'ISS pour faire un tour autour de la Terre ; - diamètre Terre ; - vitesse de la lumière ; - temps transmission information appel avec collégiens ;	0 ou 1/5 attendus	2 ou 3/5 attendus	4/5 attendus	5/5 attendus
Construire les étapes nécessaires à sa résolution Attendus : J'ai compris - qu'il fallait calculer h ; - que l'orbite de l'ISS est un cercle centré sur le centre de la Terre ; - que l'ISS parcourait le périmètre de ce cercle ; - comment calculer la vitesse de l'ISS ; - qu'il fallait conclure ;	Le problème posé n'a pas été compris et/ou utilisation du coup de pouce « résoudre le problème posé 2 »	2 ou 3/5 attendus ou utilisation du coup de pouce « résoudre le problème posé 1 »	4/5 attendus	5/5 attendus
Ecrire et effectuer des calculs numériques et littéraux pour résoudre les calculs Attendus : - écrire les expressions littérales de la vitesse et du périmètre ; - trouver l'expression littérale permettant de calculer h (isoler) ; - convertir les unités, si nécessaire ; - calculer les valeurs numériques sans faire d'erreurs ;	0 ou 1/4 attendu ou utilisation de deux coups de pouce	2/4 attendus ou utilisation d'un coup de pouce	3/4 attendus	4/4 attendus
Expliquer la démarche de manière organisée (mettre des titres, organiser les calculs,...)	Les explications sont rarement présentes	Quelques explications sont présentes	La démarche est presque toujours organisée et expliquée	La démarche est très bien organisée et expliquée

Annexe 6 – Coup de pouce – 3^{ème}

Les informations importantes, du problème, sont surlignées. Il faut t'interroger sur ce que **chaque terme signifie**.



Coup de pouce
Extraire les informations du problème

À l'aide des différents documents, vérifier, par des calculs et en explicitant la démarche, que la vitesse de l'ISS autour de la Terre est de 28 387 km/h.

Remarque : Ce coup de pouce peut être partiel (ne porter que sur un document par exemple)

Chaque document t'apporte une ou plusieurs information(s) utile(s). Grâce aux indices ci-dessous, surligne-les toutes.



Coup de pouce
Extraire les informations des documents

Document 1 :

- Forme de la trajectoire de l'ISS autour de la Terre
- Durée de la trajectoire de l'ISS autour de la Terre



Coup de pouce
Extraire les informations des documents

Document 2 :

- Comment communiquent T. Pesquet et les jeunes ?
- A quelle distance est l'ISS de Dijon ?
- Temps de propagation de l'information ?



Coup de pouce
Extraire les informations des documents

Document 3 :

- Astre concerné (autour duquel tourne l'ISS) ?
- Grandeur, valeur et unité utiles ?



Coup de pouce
Extraire les informations des documents

Document 4 :

- Nom des « objets » figurant sur le schéma



Coup de pouce
Utiliser des notations scientifiques adaptées

- Chaque grandeur est symbolisée par une **lettre** (exemples : L, V, m, U, ...)
- Pour être plus précis, on peut indiquer entre **parenthèse "de quoi on parle"**
Exemple pour la longueur d'une planche, on écrira : L(planche)
- Quand on note la valeur d'une grandeur donnée ou calculée, il **ne faut pas oublier d'indiquer l'unité associée**.



Coup de pouce
Identifier et formuler le problème

Utilise le document 4 pour bien comprendre le problème posé



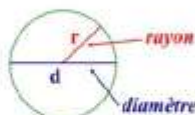
Coup de pouce
Expliquer la démarche de manière organisée

- J'identifie les étapes de mon raisonnement
- J'organise ces étapes à l'écrit (mettre des titres, numéroté)
- Je conclus en répondant au problème posé



Coup de pouce
mathématique

Comment calculer le périmètre d'un cercle ?



Périmètre d'un cercle :
 $\pi \times d$ ou $2 \times \pi \times r$



Coup de pouce
Résoudre le problème posé

Comment calculer h ?

h est la distance parcourue par les ondes électromagnétiques entre les téléphones satellites de Thomas Pesquet et des élèves.

- Trouve la relation qui existe entre h, t (temps mis pour que l'information arrive) et v (vitesse de la lumière).
- Remplace chaque symbole par sa valeur indiquée dans le document 2.

Ce coup de pouce est à utiliser seulement en ultime recours !!

Voici les étapes de la démarche :

1. Calculer la hauteur h : distance entre l'ISS et la Terre (voir documents 2)
2. Calculer le rayon de l'orbite de l'ISS.
3. Calculer le périmètre de l'orbite de l'ISS
4. Calculer la vitesse de l'ISS autour de la Terre
5. Conclure en répondant au problème posé



Coup de pouce
Résoudre le problème posé

Annexe 7 – Éléments de correction – Activité 5^{ème}

Partie A : Quel est le coureur le plus rapide ?

1. En visualisant la vidéo, on peut déterminer que le coureur le plus rapide est Diego car c'est celui qui coupe la ligne d'arrivée le premier. En effet, pour la même distance parcourue (60 m), c'est celui qui a mis le moins de temps.
2.
 - a. Pour déterminer la vitesse du coureur choisi, on doit chronométrer la durée de sa course de 60 m en le déclenchant quand il part et en l'arrêtant quand il atteint la ligne d'arrivée. Ensuite pour calculer la vitesse en m/s, deux méthodes peuvent être choisies par les élèves :
 1. déterminer la distance parcourue en une seconde (retour à l'unité) en utilisant la proportionnalité.
 2. diviser la distance par la durée du parcours ;

Durée de parcours chronométrés :

$$t(\text{Diego}) = 8,1 \text{ s}$$

$$t(\text{Léa}) = 8,4 \text{ s}$$

$$t(\text{Anis}) = 8,8 \text{ s}$$

Calculs des vitesses :

Par la méthode 1

Diego met 8,1 s pour parcourir 60 m

Pour 1 s, la durée de parcours est 8,1 fois moins grande, la distance parcourue est donc 8,1 fois moins grande

Ainsi, il parcourt 60 m : $8,1 = 7,4 \text{ m en } 1 \text{ s}$

La vitesse de Diego est de 7,4 m/s

Léa met 8,4 s pour parcourir 60 m

Pour 1 s, la durée de parcours est 8,4 fois moins grande, la distance parcourue est donc 8,4 fois moins grande

Ainsi, elle parcourt 60 m : $8,4 = 7,1 \text{ m en } 1 \text{ s}$

La vitesse de Léa est de 7,1 m/s

Anis met 8,8 s pour parcourir 60 m

Pour 1 s, la durée de parcours est 8,8 fois moins grande, la distance parcourue est donc 8,8 fois moins grande

Ainsi, il parcourt 60 m : $8,8 = 6,8 \text{ m en } 1 \text{ s}$

La vitesse d'Anis est de 6,8 m/s

Par la méthode 2

Pour calculer la vitesse de chaque coureur en mètres par seconde (m/s), je divise la distance parcourue en mètre (m) par la durée du parcours en secondes (s).

$$v(\text{Diego}) = \frac{60 \text{ m}}{8,1 \text{ s}}$$

$$v(\text{Léa}) = \frac{60 \text{ m}}{8,4 \text{ s}}$$

$$v(\text{Anis}) = \frac{60 \text{ m}}{8,8 \text{ s}}$$

$$\underline{v(\text{Diego}) = 7,4 \text{ m/s}}$$

$$\underline{v(\text{Léa}) = 7,1 \text{ m/s}}$$

$$\underline{v(\text{Anis}) = 6,8 \text{ m/s}}$$

b. Les objectifs de cet échange en groupe de 4 sont de faire émerger :

- qu'à une mesure est associée une incertitude ;
- d'où peuvent venir les différences observées (utilisation d'un chronomètre et non la bande de temps de la vidéo, temps de réaction pour le déclenchement du chronomètre, ...);
- la source des erreurs commises, s'il y en avait, et ainsi à écarter les valeurs « erronées » ;
- la nécessité de réaliser plusieurs fois une mesure et de confronter les résultats afin de la valider.

c. Le tableau qui compile les résultats est projeté sur le tableau blanc de la salle de classe. Les trois groupes qui ont déterminé la vitesse de Léa viennent noter leur résultat, de même pour Diego et Anis.

Un échange s'en suit au sein de la classe. Celui-ci amène à :

- mettre en avant la **nécessité d'arrondir un résultat** ;
- s'interroger sur la **vraisemblance des résultats** obtenus et donc d'écarter les valeurs erronées persistantes (grande différence d'ordre de grandeur, valeur en accord avec l'ordre d'arrivée des différents coureurs).

⇒ Après échanges, compléter la colonne « résultats de la classe »

Une fois les valeurs erronées « éliminées », le choix se fait assez facilement de faire la moyenne des valeurs vraisemblables pour établir le « résultat de la classe »

⇒ Indiquer, en justifiant la réponse, si les résultats obtenus sont en accord avec la réponse obtenue à la question 1.

Les résultats obtenus sont en accord avec la réponse obtenue à la question 1 car Diego a une vitesse supérieure à Léa qui a une vitesse supérieure à Anis ($7,4 \text{ m/s} > 7,1 \text{ m/s} > 6,8 \text{ m/s}$).

Partie B : Analysons plus précisément une course de sprint

1. D'après les chronophotographies, l'athlète court de la droite vers la gauche
2. Sur les 3 chronophotographies, le mouvement est rectiligne car la **trajectoire** de l'athlète est une droite.

Sur la **chronophotographie 1**, le mouvement est uniforme car l'athlète a une **vitesse constante**.

Sur la **chronophotographie 2**, le mouvement est accélééré car l'athlète a une **vitesse qui augmente**.

Sur la **chronophotographie 1**, le mouvement est ralenti car l'athlète a une **vitesse qui diminue**.

3. Première étape : déterminer la durée du parcours entre A et B

Entre deux chronophotographies successives, on a une durée $t = 0,6 \text{ s}$ d'après les données.

Entre les positions A et B de l'athlète, il y a 6 intervalles durant 0,6 s chacun.

Ainsi entre A et B, la durée du parcours est de $0,6 \text{ s} \times 6 = 3,6 \text{ s}$

La durée du parcours entre A et B est donc de 3,6 s

Deuxième étape : déterminer la distance entre A et B réelle

D'après les données, la distance réelle entre les 2 plots jaunes est de 10 m.

Or, sur la chronophotographie, la distance entre les 2 plots jaunes est de 11,5 cm.

Ainsi 1 cm sur la chronophotographie représente 0,87 m (10/11,5) en réalité

Entre A et B, je mesure, sur la chronophotographie une distance de 14,3 cm

En réalité **la distance entre A et B est donc** de $14,3 \times 0,87 = \underline{12,4 \text{ m}}$

Troisième étape : calculer la vitesse de l'athlète entre A et B

Première méthode :

Entre A et B, l'athlète a parcouru 12,4 m en 3,6 s.

Pour 1 s, la durée de parcours est 3,6 fois moins grande, la distance parcourue est donc 3,6 fois moins grande

Ainsi, elle parcourt $12,4 \text{ m} : 3,6 = 3,4 \text{ m}$ en 1 s.

La vitesse de l'athlète entre A et B est de 3,4 m/s.

Deuxième méthode :

Pour calculer la vitesse de l'athlète entre A et B en mètres par seconde (m/s), je divise la distance réelle parcourue entre A et B en mètre (m) par la durée du parcours en secondes (s).

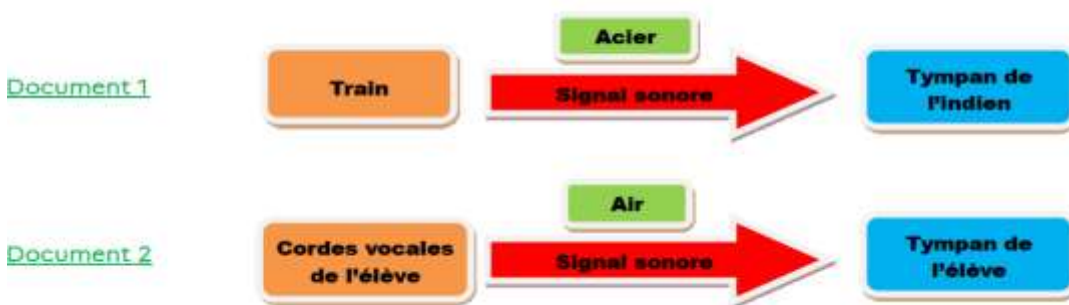
$$v(\text{athlète}) = \frac{12,4 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}$$

$$\underline{v(\text{athlète}) = 3,4 \text{ m/s}}$$

Annexe 8 – Éléments de correction – Activité 4^{ème}

Partie A : Une histoire de tuyau !

1.



2. **Observation** : quelques instants après avoir émis notre son, on entend, à l'autre extrémité le même son mais un peu moins fort.

Conclusion : le son émis met donc un certain temps à se propager dans le tuyau de 100 m. Le son se propage donc dans l'air à une certaine vitesse.

3.

a)

- mettre une extrémité du tuyau (de longueur 100 m) devant la bouche ;
- placer l'autre extrémité de ce tuyau sur une oreille ;
- émettre un son bref (« ah ») et écouter le son réceptionné ;
- répéter cela plusieurs fois afin de mémoriser le décalage qu'il y a entre le son émis et le son réceptionné ;
- puis prendre un chronomètre afin de mesurer le temps (décalage) mis par le son pour parcourir le tuyau.

b) Les résultats obtenus sont les suivants :

- distance parcourue par le son (longueur du tuyau) $d = 100$ m
- durée de propagation du son entre l'émetteur et le récepteur : $t = 0,26$

s.

c) Déterminer la vitesse du son dans l'air puis conclure, en argumentant, sur la précision de cette méthode

$$v = \frac{d}{t}$$

$$\text{on a : } d = 100 \text{ m}$$

$$v = \frac{100}{0,26}$$

$$t = 0,26 \text{ s}$$

$$v = 385 \text{ m/s}$$

D'après nos mesures et notre calcul, la vitesse du son dans l'air est de 385 m/s. Cette méthode nous semble peu précise et donc peu fiable car il est difficile de mémoriser le décalage précisément et de mesurer correctement la durée de propagation sur le chronomètre (temps de réaction).

Remarque : certains élèves obtiennent de très bons résultats par cette méthode (proche de celle de la partie B).

Partie B : Soyons un peu plus précis !

PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

- mettre le haut-parleur (HP) à 0 cm sur le mètre ruban ;
- placer le micro à une distance $d = 80$ cm (par exemple) du haut-parleur ;

- appuyer sur le bouton du boîtier afin d'émettre un son ;
- regarder sur le boîtier le temps mis par le son pour parcourir cette distance.

RÉSULTATS DE MESURE

- distance entre l'émetteur et le récepteur $d = 80 \text{ cm}$;
- durée de propagation entre l'émetteur et le récepteur : $t = 2,43 \text{ ms}$.

CALCUL DE LA VITESSE

$$v = \frac{d}{t}$$

$$\text{on a : } d = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$v = \frac{0,8}{0,00243}$$

$$t = 2,43 \text{ ms} = 0,00243 \text{ s}$$

$$\underline{v = 329 \text{ m/s}}$$

D'après nos mesures et notre calcul, la vitesse du son dans l'air est de 329 m/s. Cette valeur est beaucoup plus précise et donc fiable que celle calculée dans la partie A, car la mesure du temps de propagation du son a été réalisée par des capteurs. Il y a donc beaucoup moins d'erreurs de mesures.

Partie C : Revenons aux pratiques indiennes !

- 1.
2. $\underline{v = 5\,715 \text{ m/s}}$

La vitesse du son dans l'acier est largement supérieure à celle dans l'air ($5714 \text{ m/s} \gg 333 \text{ m/s}$)

3. Conclure en répondant à la problématique dans l'encadré.

Les Indiens mettaient leur oreille sur les rails de chemin de fer car le son se propage bien plus vite dans les rails en acier que dans l'air et ils pouvaient ainsi plus rapidement savoir qu'un train arrivait même s'il était loin ! De plus, le son se disperse beaucoup moins dans l'air que dans l'acier.

Annexe 9 – Éléments de correction – Activité 3^{ème}

Comme pour toute tâche à prise d'initiatives, il y a plusieurs cheminements possibles.

Comme par exemple :

1. déterminer la distance parcourue par l'ISS pour réaliser une orbite autour de la Terre, puis calculer sa vitesse et vérifier qu'elle vaut bien $28\,387 \text{ km/h}$;
2. déterminer la distance parcourue par l'ISS pour réaliser une orbite autour de la Terre, puis, grâce à la vitesse fournie, déterminer la durée de cette rotation autour de la Terre et vérifier qu'elle est bien d'1 h 30 min ;

3. à partir de la vitesse et de la durée de la rotation de l'ISS autour de la Terre, fournies dans l'énoncé, déterminer la distance parcourue par l'ISS pour effectuer une orbite, puis calculer cette distance avec les données de l'énoncé et vérifier que les valeurs concordent ;
4. il y a d'autres cheminements possibles !

La correction proposée ci-dessous suit la première méthode

Première étape : déterminer la hauteur h (distance la plus courte ISS-Dijon)

D'après l'énoncé, la communication entre Thomas Pesquet à bord de l'ISS et les collégiens de Dijon, distants d'une hauteur h, se fait via des ondes électromagnétiques qui se propagent à la vitesse de la lumière pendant un temps $t_2 = 1,33 \times 10^{-3}$ s.

$$v = \frac{h}{t_2}$$

$$\text{on a : } v = 300\,000 \text{ km/s}$$

$$h = v \times t_2$$

$$t_2 = 1,33 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$h = 300\,000 \times 1,33 \times 10^{-3}$$

$$\underline{h = 399 \text{ km}}$$

Deuxième étape : déterminer le rayon de l'orbite de l'ISS

$$R_{\text{ISS}} = R_T + h$$

$$\text{on a : } R_T = \frac{12\,756}{2} = 6\,378 \text{ km}$$

$$R_{\text{ISS}} = 6378 + 399$$

$$h = 399 \text{ km}$$

$$\underline{R_{\text{ISS}} = 6\,777 \text{ km}}$$

Troisième étape : déterminer la distance parcourue par l'ISS sur son orbite

Cela revient à déterminer le périmètre de l'orbite de l'ISS (P_{ISS}) : cercle de rayon R_{ISS}

$$P_{\text{ISS}} = 2 \times \pi \times R_{\text{ISS}}$$

$$P_{\text{ISS}} = 2 \times \pi \times 6777$$

$$\underline{P_{\text{ISS}} = 42\,581 \text{ km}}$$

Quatrième étape : déterminer la vitesse de l'ISS autour de la Terre

L'ISS parcourt son orbite selon le périmètre P_{ISS} en $t_1 = 1 \text{ h } 30 \text{ min}$

$$v = \frac{P_{\text{ISS}}}{t_1}$$

$$\text{on a : } P_{\text{ISS}} = 42\,581 \text{ km}$$

$$v = \frac{42581}{1,5}$$

$$t_1 = 1 \text{ h } 30 \text{ min} = 1,5 \text{ h}$$

$$\underline{v = 28\,387 \text{ km/h}}$$

La vitesse de l'ISS en rotation autour de la Terre est donc bien de 28 387 km/h