



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

Ce n'est pas du pipeau !

L'activité a pour objectif de travailler autour de la notion de fréquence et de hauteur d'un son, plus précisément de comprendre le rôle des trous sur une flûte. Les élèves réalisent une flûte avec une paille, puis mesurent les fréquences des sons émis à l'aide d'une application sur smartphone. Les données sont collectées et analysées en ligne de manière collaborative. Les compétences de la démarche scientifique sont développées ainsi que des compétences numériques : utilisation d'un outil d'acquisition puis d'un logiciel collaboratif de traitement de données.

L'activité se déroule en trois temps : une présentation en classe de l'activité, une réalisation de l'expérience et des mesures hors la classe, puis une interprétation des résultats en classe.

Prérequis

Décrire les conditions de propagation d'un son
La notion de fréquence peut avoir été abordée dans les niveaux antérieurs.

Référence(s) au(x) programme(s)

Des signaux pour observer et communiquer

Attendus de fin de cycle

- Caractériser différents types de signaux (lumineux, sonores, radio...).
- Utiliser les propriétés de ces signaux.

Connaissances et compétences associées

Signaux sonores
Décrire les conditions de propagation d'un son.
Relier la distance parcourue par un son à la durée de propagation.
Vitesse de propagation.
Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons.

Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève

Les exemples abordés privilégient les phénomènes naturels et les dispositifs concrets : tonnerre, sonar...
Les activités proposées permettent de sensibiliser les élèves aux risques auditifs.

Compétences du socle travaillées

Domaine 4 du socle

Pratiquer des démarches scientifiques

- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question scientifique.
- Concevoir une expérience pour la ou les tester.
- Mesurer des grandeurs physiques de manière directe ou indirecte.
- Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant.

Domaine 2 du socle

S'approprier des outils et des méthodes

- Mobiliser des outils numériques
- Utiliser des outils d'acquisition et de traitement de données, de simulations et de modèles numériques

Compétences du cadre de référence des compétences numériques (CRCN)¹

1.2. Gérer des données

Capacités associées : sauvegarder des fichiers dans l'ordinateur utilisé, et dans un espace de stockage partagé et sécurisé, afin de pouvoir les réutiliser

1.3. Traiter des données

Capacités associées : insérer, saisir, et trier des données dans un tableur pour les exploiter

Modalité de travail

Une hybridation du travail est mise en œuvre. Elle se traduit par une alternance entre le travail en classe et hors la classe.

Les élèves développent les capacités expérimentales hors la classe avec un accompagnement asynchrone.

Un accompagnement synchrone via une classe virtuelle est envisageable.

Les élèves développent, analysent et approfondissent en classe les résultats de l'expérience.

Séquence de travail proposée

Description de la séquence et articulation présentiel/distanciel

Exemple de mise en œuvre

Enseignement	 En classe	 Hors la classe	 En classe
Durée	De 15 min à 30 min	1 ou 2 semaines	55 min
Objectifs	Présentation de l'activité. Rédaction possible de la question et de l'hypothèse. Création possible de la flûte.	Réalisation de l'expérience par les élèves. Saisie de leurs mesures dans le tableau collaboratif en ligne. Point d'étape possible pour aider les élèves qui ont des difficultés à réaliser l'expérience.	Présentation des résultats. Analyse et exploitation des résultats. Conclusion. Structuration des connaissances.

¹ Cadre de référence des compétences numériques (CRCN) :

<https://eduscol.education.fr/721/cadre-de-referance-des-competences-numeriques>



En classe

Il peut être demandé aux élèves de prendre connaissance du problème : formuler une question scientifique, formuler une hypothèse et proposer un protocole. Ils peuvent regarder une [vidéo](#) d'une joueuse de flûte pour découvrir, le cas échéant, cet instrument.

Il est également possible de créer la flûte et d'installer l'application en classe.

Autrement, un tutoriel [vidéo](#) peut être visionné en classe et proposé aux élèves pour les accompagner hors la classe.



Hors la classe

Les élèves peuvent mesurer la fréquence fondamentale émise par la flûte pour différentes longueurs de tube. Ils peuvent saisir les longueurs et les fréquences dans un tableau collaboratif. Ainsi, de nombreuses mesures sont disponibles pour une exploitation au retour en classe.



De retour en classe

Les élèves peuvent exploiter les données.

Une moyenne peut être envisagée si plusieurs mesures ont été réalisées pour une même longueur de paille. Autrement, une réflexion plus globale sur leurs données peut être engagée et un tri réalisé.

Ensuite, la réalisation d'un graphique fréquence/longueur de la paille peut être entrepris. Un document d'aide en ligne est disponible à cet effet.

À l'issue de ce travail, les élèves rédigent une conclusion.

Ils peuvent retenir que la hauteur d'un son est associée à une fréquence. Un travail transdisciplinaire avec l'éducation musicale peut être envisagé à ce sujet.

Pour des niveaux de classe plus élevés, une modélisation peut être envisagée.

Élément pour construire l'activité des élèves

Une flûte est un tube de bois percé de plusieurs trous.



[Présentation du conservatoire de Rouen](#)

Problème

Quelle question pouvons-nous nous poser ?

Hypothèse

Émettre une hypothèse.

Expérience

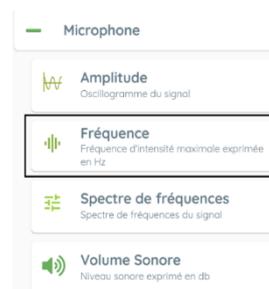
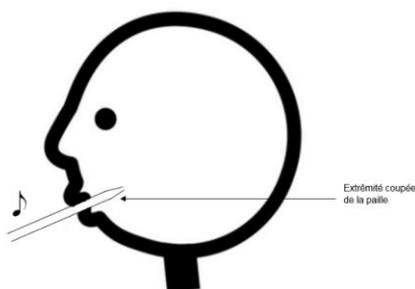
Pour comprendre le principe de la flûte, réaliser l'expérience suivante :

- Matériel :
 - une paille en plastique ;
 - une paire de ciseaux ;
 - une règle.



Réaliser le protocole suivant :

1. Appuyer sur une des extrémités de la paille pour l'aplatir.
2. Couper cette extrémité en pointe.
3. Aplatir bien la pointe.
4. Dans l'application FizziQ², sélectionner « Microphone » puis « Fréquence ».



5. Mettre l'extrémité en pointe dans sa bouche et souffler pour émettre une note.
6. Mesurer la fréquence du son en soufflant en direction du micro du smartphone.
7. Mesurer la taille de la paille.
8. Reporter la taille de la paille et la fréquence dans le tableur collaboratif.
9. Enlever un morceau de la paille du côté où la paille n'est pas coupée.



10. Mesurer la fréquence du son en soufflant en direction du micro du smartphone.
11. Mesurer à nouveau la taille de la paille.
12. Et ainsi de suite jusqu'à ne plus réussir à émettre de son.

² Site de l'application : <https://www.fizziq.org/>

Fondation La MAP : <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/66483/fizziq-un-labo-sur-son-smartphone>

Analyse

1. Trier les valeurs et supprimer celles qui ne paraissent pas cohérentes.
2. Réaliser le graphique XY de la fréquence en fonction de la longueur de la paille à l'aide d'un tableur.

Le graphique devra comporter une légende.

Conclusion

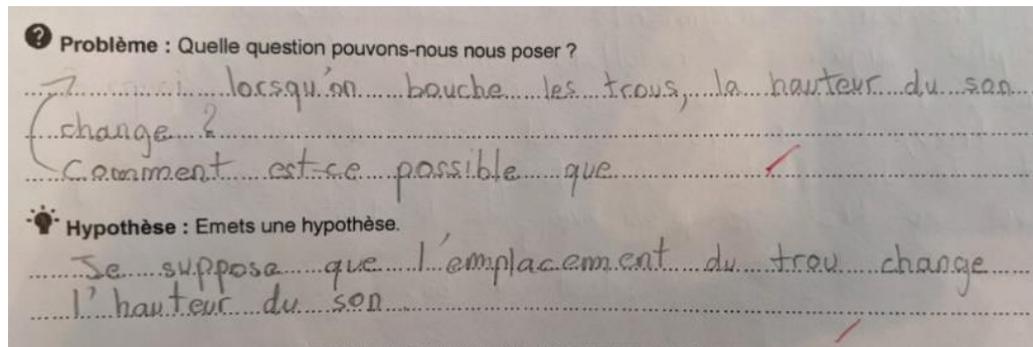
Rédiger une conclusion.

Indiquer sur la flûte le trou ou les trous à boucher pour émettre le son le plus aigu et le son le plus grave.



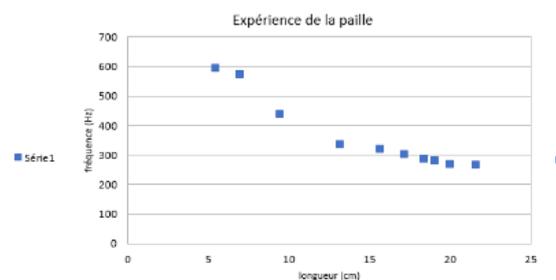
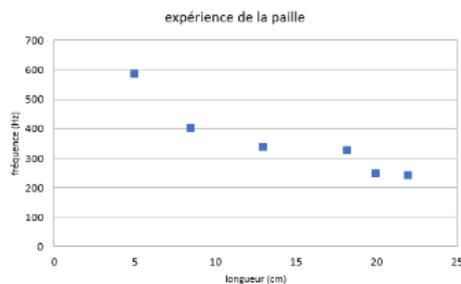
Aperçu de travaux d'élèves

Exemple 1



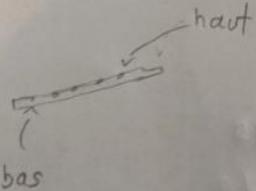
Traitement des données en binôme.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
22	238		21,6	263								
20	246		20	268								
18,2	325		19,1	280								
13	337		18,4	285								
8,5	399		17,2	301								
			15,7	318								
			13,2	335								
			9,5	433								
5	582		7	572								



☑ **Conclusion** : Concluez la situation.

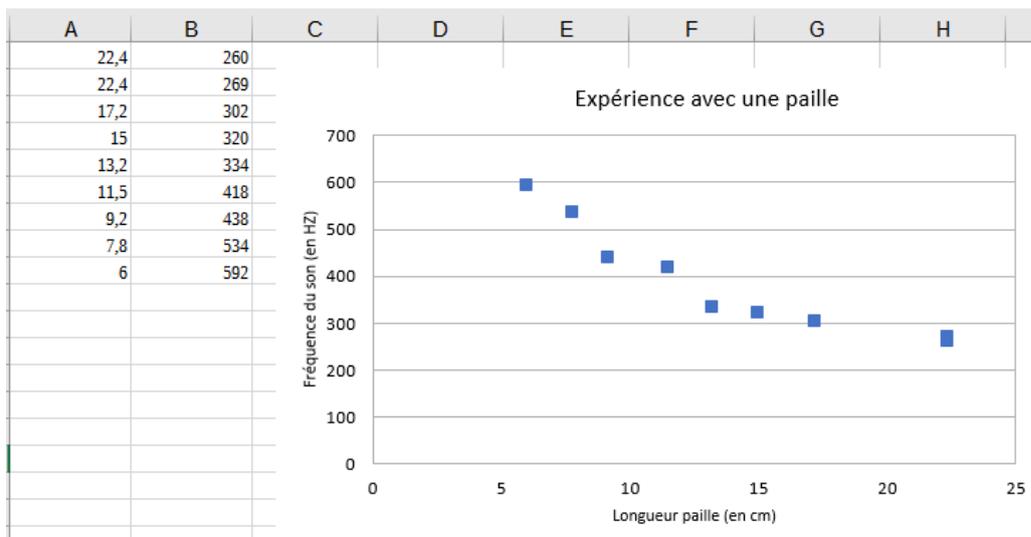
J'ai vu que lorsqu'on coupe un morceau de paille, la fréquence augmente le son devient de plus en plus aigu. Les résultats corroborent ma hypothèse. Donc le son change en fonction de l'emplacement du trou, la fréquence du son est plus aigu en haut de la flûte. La fréquence du son est plus grave au trou qui se trouve tout en bas.



Exemple 2

❓ **Problème** : Quelle question pouvons-nous nous poser ?
Pourquoi lorsque l'on bouche les trous sur une flûte la hauteur du son change ?

💡 **Hypothèse** : Émettez une hypothèse.
Je suppose que c'est comme si on réduisait la taille donc elle varierait selon la taille de la flûte.



☑ **Conclusion** : Concluez la situation.

J'ai vu que lorsque la paille diminuait de taille la fréquence augmentait. Mon hypothèse est valide. C'est pour ça que lorsque l'on bouche les trous sur une flûte la hauteur du son change.

Analyse de travaux d'élèves et éléments de correction

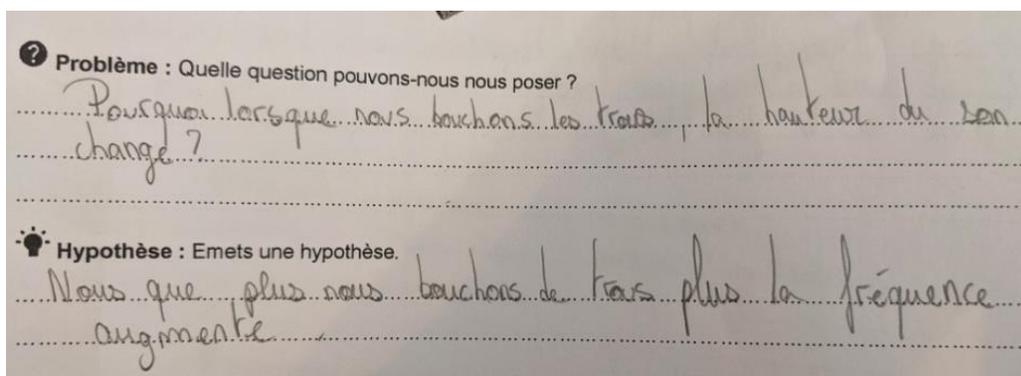
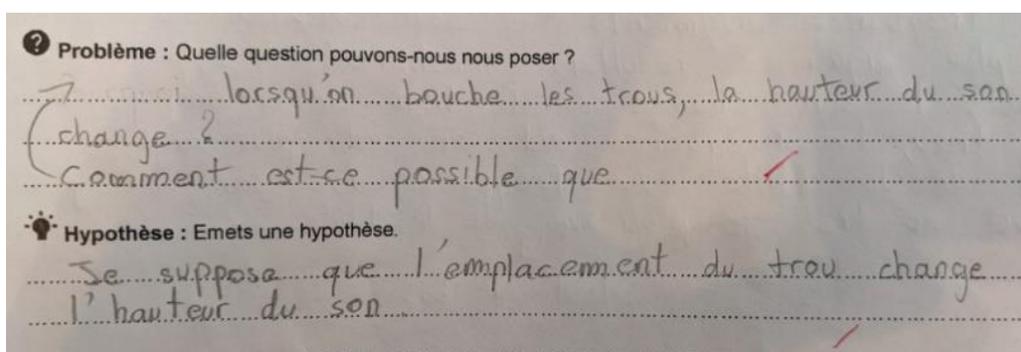
Les élèves sont évalués par compétences selon des critères définis au préalable et explicités aux élèves.

Étape : problème et hypothèse

La rédaction d'une question peut être attendue lors de l'identification du problème. Il est possible d'aborder la notion de « Pourquoi » et de « Comment » en sciences lors de la formulation de la question scientifique.

Pour l'hypothèse, nous pouvons valoriser l'emploi de vocabulaire scientifique notamment l'emploi du mot « fréquence » dans la formulation, d'un champ lexical lié à l'hypothèse : « Je pense que, Je suppose que... » et veiller à ne citer qu'un paramètre expérimental vérifiable.

Ci-dessous, exemples de réponses d'élèves :



Étape : analyse et traitement des données

En classe entière, nous pouvons analyser les données en les projetant.

Les élèves peuvent prendre conscience que pour une longueur donnée, nous n'avons pas forcément la même fréquence. L'écart peut être faible comme il peut être important.

Nous pouvons discuter des paramètres influençant ces écarts de mesures : erreur de manipulation, appareil de mesure (précision, sensibilité...).

Nous pouvons mettre en avant que la reproductibilité d'une expérience est importante et que, réaliser de nombreuses mesures peut être nécessaire pour élaborer des modèles puis des théories. Nous pouvons ouvrir sur le travail des chercheurs et la recherche plus généralement.

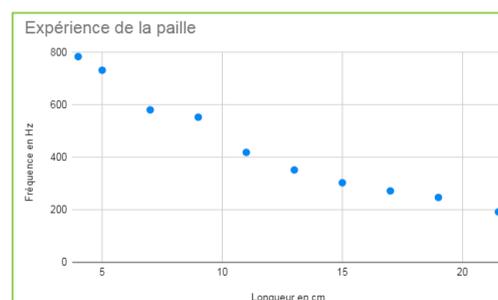
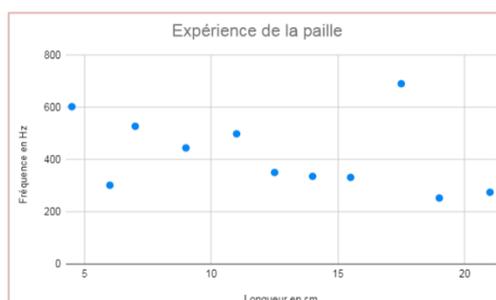
Les élèves peuvent en groupe comparer leurs données puis leur graphique.

Ils peuvent essayer d'éliminer les mesures qui semblent incohérentes et énoncer leurs critères de sélection.

Ils peuvent également comparer leur résultat avec l'ensemble de la classe, voire travailler sur un même document collaboratif pour une visualisation dynamique.

Ci-dessous, deux élèves ont comparé leurs résultats. La dispersion des mesures en rose en comparaison de celles en vert a amené l'élève à réfléchir sur son mode opératoire lors des mesures à 17,5 cm et à 6 cm. Il s'est rappelé avoir pincé la paille lors de ces deux mesures. Il a alors effectué un tri pertinent dans ses données.

Longueur (cm)	Fréquence (Hz)	Longueur (cm)	Longueur (cm)	Fréquence (Hz)
23	286		21,5	192
21	275		19	247
19	253		17	272
17,5	691		15	303
15,5	332		13	352
14	336		11	419
12,5	351		9	553
11	499		7	581
9	445		5	732
7	528		4	784
6	302			
4,5	603			



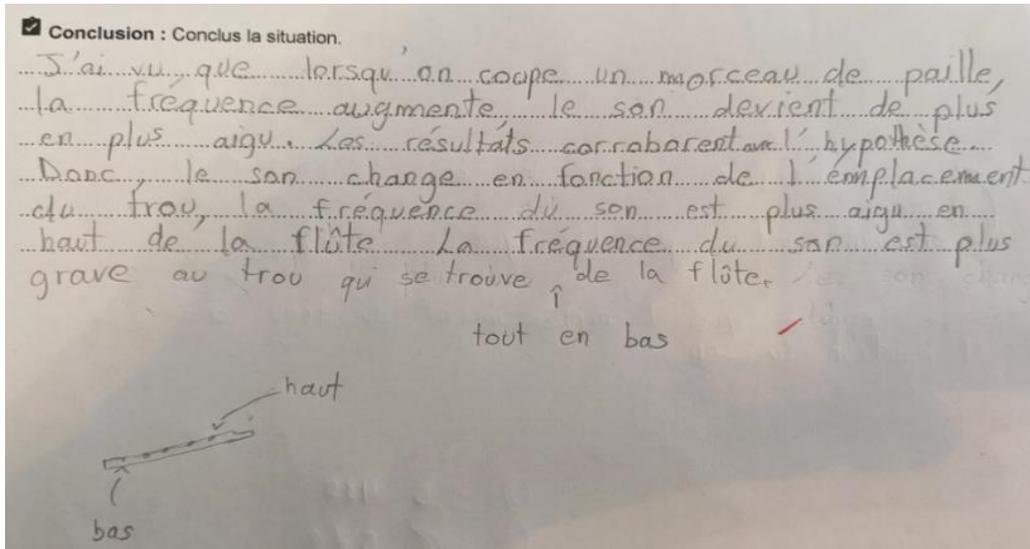
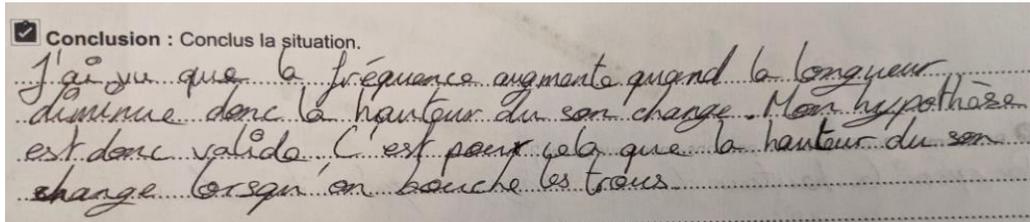
Étape : conclusion

Nous pouvons retenir plusieurs critères pour la conclusion.

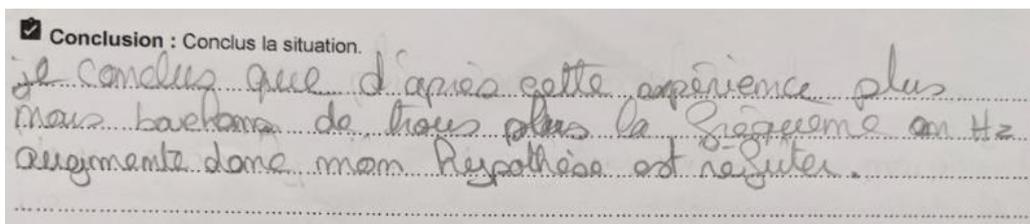
Nous pouvons valoriser la modélisation réalisée par les élèves dans la conclusion. La mise en évidence de l'influence d'un paramètre sur l'autre est grandement souhaitée.

Les élèves sont amenés à revenir sur leur hypothèse. Ils pourront la valider, la réfuter ou la corroborer. La distinction entre ces termes peut alors être abordée.

Les élèves pourront indiquer sur un schéma le trou permettant le son le plus aigu et le trou permettant le son le plus grave.



Nous pourrions être également vigilants à la résolution de la situation problème. En effet, les élèves confondent régulièrement leurs observations et leur conclusion. Dans l'exemple suivant, l'élève pourra reformuler ainsi : « J'ai observé lors de l'expérience que... ». Il pourra alors penser à écrire une conclusion à sa question initiale.



Bilan

Analyse

Bilan global

Les élèves ont aimé réaliser cette activité.

Ils ont pu prendre le temps de réaliser la manipulation.

Leurs mesures n'étaient pas perturbées par le travail des autres élèves.

À la maison, nous n'étions plus contraints par les conditions sanitaires notamment pour souffler dans la paille.

À chaque fois, les deux tiers de la classe ont réalisé des mesures.

Certains élèves n'ont pas réussi à maîtriser la paille. Ils ont soufflé du mauvais côté ou pincé le tube.

Si nous laissons une durée de deux semaines, nous pouvons les aider en réalisant un point d'étape lors de la première semaine. Toutefois, l'expérience a montré que c'est au dernier moment que l'activité est réalisée.

Si un élève n'a pas réussi à réaliser l'expérience, il pourra tout de même s'appuyer sur les résultats de ses camarades et terminer également l'activité.

Appropriation de l'activité à distance

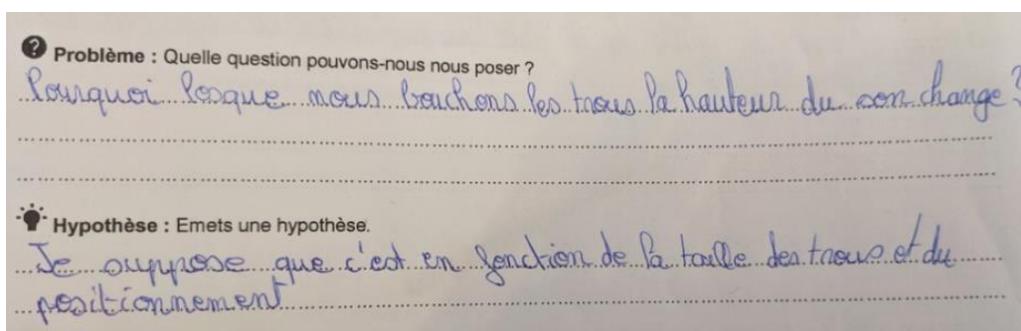
Il est possible que des élèves soient en difficulté pour s'approprier l'activité.

Un point d'étape peut permettre d'aider l'élève à rectifier ses réponses.

L'élève peut notamment photographier ses réponses et les transmettre pour validation via l'ENT.

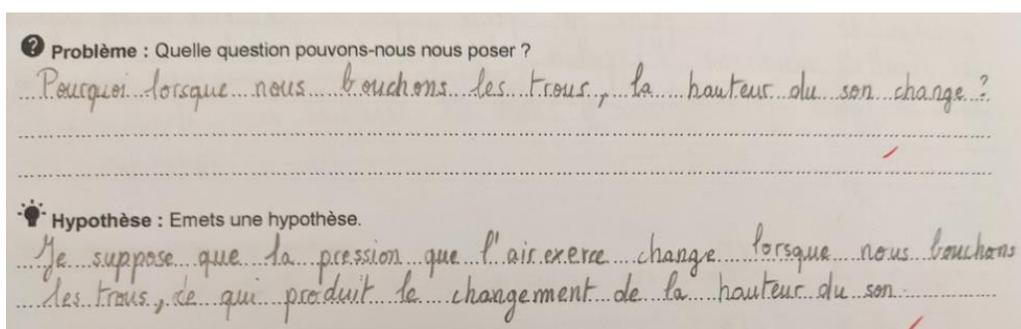
Gestion des hypothèses non envisagées dans la manipulation proposée

Les élèves peuvent imaginer d'autres hypothèses. Nous pouvons proposer dans ce cas des pailles de différents diamètres pour réfléchir. Autrement, nous pouvons présenter des flûtes avec des dimensions de trous différents en s'appuyant sur des capsules [vidéos](#).

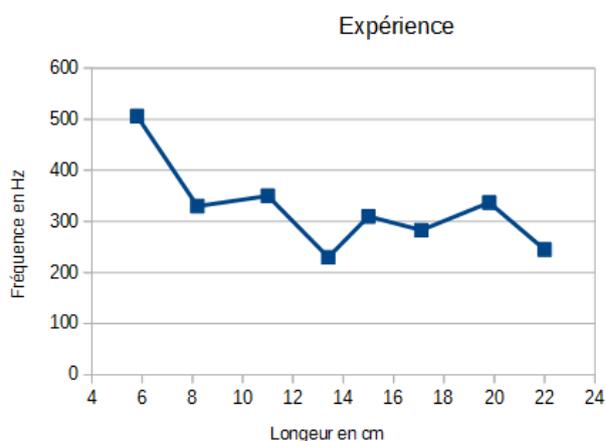


Il est possible également que les élèves fassent des recherches sur internet pour développer leur hypothèse. Ils risquent dans ce cas de trouver la solution sans pour autant comprendre son sens.

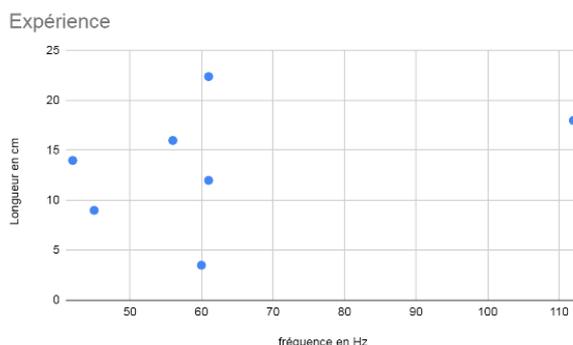
Nous pouvons lors d'un point d'étape discuter du sens que l'élève donne à son hypothèse et l'aider à faire émerger une hypothèse plus personnelle et accessible.



Lors de la réalisation du graphique, certains élèves avaient réalisé le graphique, non en nuage de points mais sous forme de courbe. Cela peut être l'occasion d'aborder la notion de modélisation et du sens derrière le fait d'avoir des points reliés dans un traitement de données expérimentales.



Il est possible que l'ensemble des mesures soient incorrectes. Il est intéressant qu'elles soient tout de même traitées et que le constat provienne de l'élève. L'élève peut alors recommencer une série de mesures ou exploiter les résultats d'un autre élève/groupe.



Prolongements possibles

Il est possible de :

- réaliser une modélisation et calculer la vitesse du son ;
- travailler autour de la validation du modèle en comparant valeur théorique et expérimentale de la fréquence $f = v / (nL)$ avec $n = 2$ pour une flûte à bec ou 4 pour une flûte de Pan, une clarinette ou un hautbois. Pour tenir compte d'une erreur systématique sur la longueur du tube, on pourra tracer $L_0 - L_i$ en fonction de $1/f_0 - 1/f_i$;
- réaliser la comparaison avec des valeurs obtenues à partir d'applications disponibles notamment sur un smartphone ;
- travailler autour des paramètres qui pourraient influencer la précision des mesures (position du capteur, durée du son, positionnement des lèvres...).

Références bibliographiques

[MOOC Smartphonique](#), Ulysse Delabbre, maître de conférences en physique, université de Bordeaux et chercheur au laboratoire ondes et matière.