

Des boîtes d'œufs pour atténuer le son ?

(Activité Expérimentale)



But : Illustrer l'atténuation géométrique et l'atténuation par absorption.

TRAVAIL EN CLASSE

CONTEXTE



Lors d'un concert le niveau sonore peut être très élevé et approcher parfois les 120 dB. Rester à proximité des enceintes à ce niveau sonore peut entraîner des conséquences sur l'audition.

Que peut-on faire pour entendre un son moins intense ?

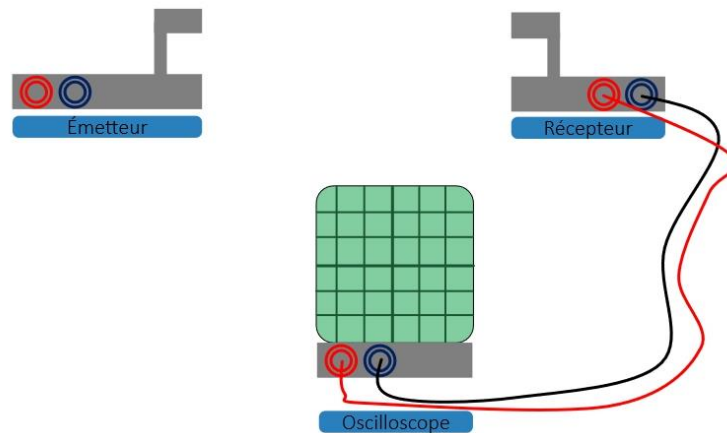
DOCUMENTS MIS À DISPOSITION

Document ① : matériel utilisé

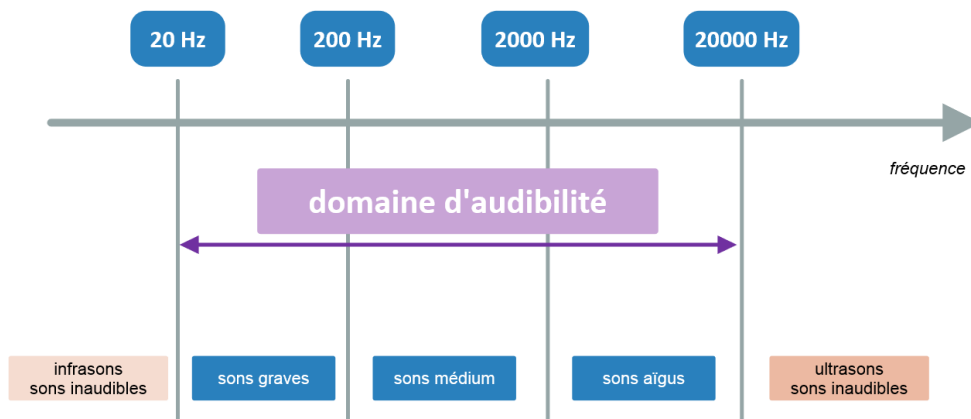
Matériels : Oscilloscope, émetteur et récepteurs ultrasonores, fils.

Les ultrasons sont émis par un émetteur (ci-dessous à gauche) et détectés par un récepteur (à droite), qui délivre une tension électrique proportionnelle à l'intensité sonore I reçue. Cette tension est observée grâce à un oscilloscope.

Une salve d'ultrasons est une brève perturbation sonore. En fonction du réglage de l'émetteur, le dispositif permet de produire des salves soit de façon périodique, soit de façon continue.

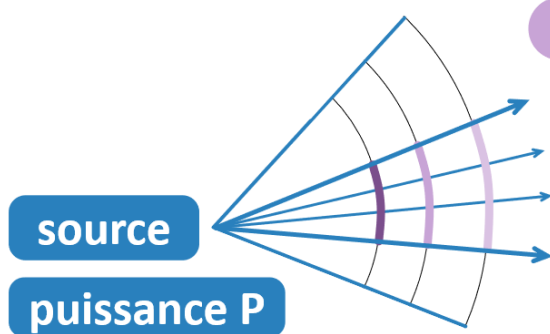


Document ② : domaines en fréquences des ondes sonores



Document ③ : intensité sonore I

Les ondes sonores sont des ondes mécaniques qui transportent de l'énergie. Cette énergie acoustique, lorsqu'elle se propage, se répartit sur des surfaces sphériques de plus en plus grandes au fur et à mesure de la propagation de l'onde. Pour définir l'intensité sonore, on utilise plutôt la puissance sonore par unité de surface : l'intensité sonore I est donc le rapport de la puissance acoustique P reçue par unité de surface S .



$$I = \frac{P}{S} \quad \left| \begin{array}{l} I : \text{intensité sonore (W.m}^{-2}\text{)} \\ P : \text{puissance sonore (W)} \\ S : \text{surface (m}^2\text{)} \end{array} \right.$$

Une source sonore est caractérisée par la puissance sonore P .

Une source sonore émet en général dans toutes les directions (on dit alors qu'elle est omnidirectionnelle).

À une distance r de la source, la puissance sonore se répartit sur une sphère de surface $4\pi r^2$.

Dans ce cas, l'intensité sonore a pour expression : $I = \frac{P}{4\pi r^2}$.

Document ④ : niveau d'intensité sonore L

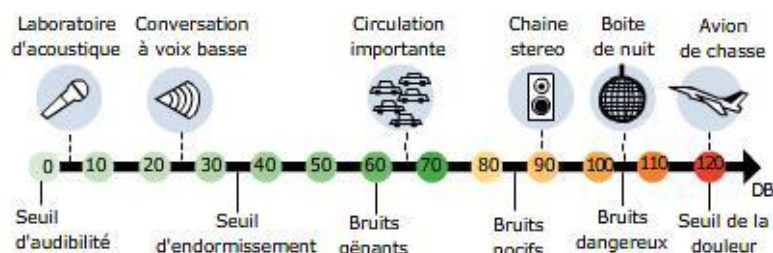
L'intensité sonore pour un son audible varie de $10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ (seuil d'audibilité) à 1 W.m^{-2} (seuil de douleur). L'étendue des intensités sonores est donc très grande. De plus, si l'intensité sonore d'une source est doublée, le son perçu est plus intense, mais le niveau d'intensité sonore n'est pas doublé : en un point de l'espace, les intensités sonores s'ajoutent mais pas les niveaux d'intensité sonore. Pour comparer les intensités sonores, on utilise alors une échelle logarithmique.

Ainsi le niveau d'intensité sonore L , exprimé en dB (décibel), est défini par la relation :

$$L = 10 \times \log \frac{I}{I_0} \quad \left| \begin{array}{l} L : \text{niveau sonore (dB)} \\ I : \text{intensité sonore (W.m}^{-2}\text{)} \\ I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2} \end{array} \right.$$

I_0 est le niveau d'intensité sonore de référence et correspond à la petite intensité sonore audible (seuil d'audibilité) pour un son de fréquence 1000 Hz.

Le niveau d'intensité sonore L se mesure à l'aide d'un sonomètre et on précise à quelle distance de la source est effectuée la mesure de niveau d'intensité sonore.

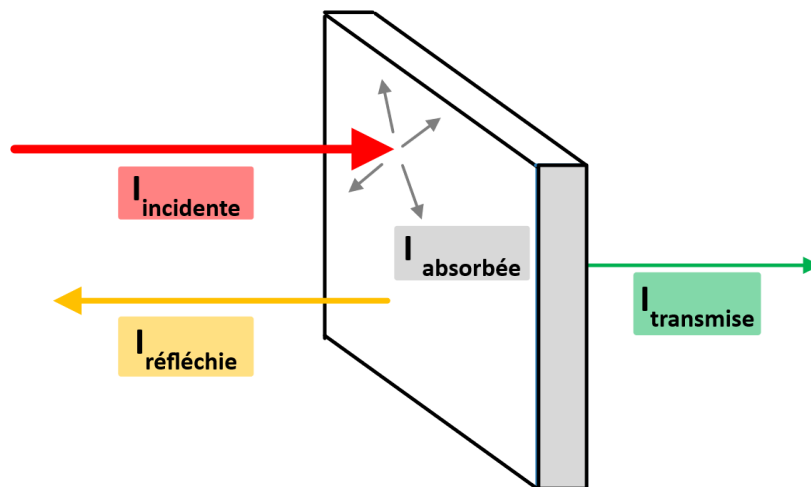


Source plan national d'action contre le bruit.

Document ⑤ : atténuation acoustique

Lorsqu'une onde sonore rencontre un obstacle (paroi, mur...) cette onde (dite incidente) peut être réfléchie, absorbée, ou transmise par l'obstacle. L'intensité de l'onde incidente $I_{\text{incidente}}$ est égale à la somme des intensités acoustiques de l'onde réfléchie $I_{\text{réfléchie}}$, de l'onde absorbée $I_{\text{absorbée}}$ et de l'onde transmise $I_{\text{transmise}}$.

On a ainsi la relation : $I_{\text{incidente}} = I_{\text{réfléchie}} + I_{\text{absorbée}} + I_{\text{transmise}}$.



On peut aussi parfois utiliser l'atténuation sonore A qui est la différence entre les niveaux d'intensité sonore de deux points de propagation de l'onde : $A = L_2 - L_1$

TRAVAIL À RÉALISER

1. Fréquence des ondes ultrasonores.

Avec le matériel à disposition vérifier expérimentalement que l'émetteur émet bien des ondes ultrasonores.

2. Évolution de l'intensité sonore en fonction de la distance.

a. Expérience

Placer émetteur et récepteur d'ondes ultrasonores face à face à une distance $d = 4,0$ cm l'un de l'autre.

Mesurer l'amplitude A_m du signal reçu.

Faire varier d en éloignant le récepteur (jusqu'à 40,0 cm environ, par pas de 2 cm par exemple) et mesurer A_m .

b. Graphique.

À l'aide d'un tableur, tracer A_m en fonction de d . Que peut-on dire de la courbe ?

Tracer A_m en fonction de $\frac{1}{d^2}$.

La relation du document ③, entre l'intensité sonore et la distance, est-elle vérifiée ?

3. Absorption des ondes sonores.

Matériel :

- Un émetteur et un récepteur ultrasonore, oscilloscope.
- Plusieurs plaques de matériaux (mousse, bois...)

- Proposer un protocole permettant de déterminer quels sont les matériaux qui absorbent le plus une onde sonore.
- Réaliser le protocole et déterminer, en justifiant, quels matériaux sont les plus adaptés pour diminuer le niveau sonore.
- Répondre à la problématique du début du TP.



On voit parfois des musiciens amateurs mettre des boîtes d'œufs au mur pour isoler leur studio. Mais est-ce vraiment une solution efficace ?

Pour répondre à cette question :

1. Proposer une (ou plusieurs) expérience(s) permettant d'apporter des éléments de réponse à la problématique posée.
2. Prendre des photos de votre expérience (ou de vos expériences).
3. Préciser bien les conditions de mesures.
4. Rechercher d'autres matériaux de récupération qui pourraient avoir des propriétés d'isolation phonique.
5. Faire un **diaporama audio commenté** (en incluant uniquement des photos/schémas/résultats de mesure) de quelques minutes (**5 minutes maximum**) pour répondre à la problématique et expliciter votre démarche.

Matériels :

- Un Smartphone et/ou la tablette Île de France,
- Un appareil produisant un son (ou un Smartphone supplémentaire)
- Des boîtes d'œufs,
- Divers matériaux au choix.

Le niveau sonore peut se mesurer à l'aide de votre *tablette Île de France* ou en téléchargeant l'application *phyphox*.



Phyphox pour Android



Phyphox pour iPhone

Pour le diaporama commenté vous pouvez utiliser au choix :

ActivePresenter,



, Microsoft PowerPoint



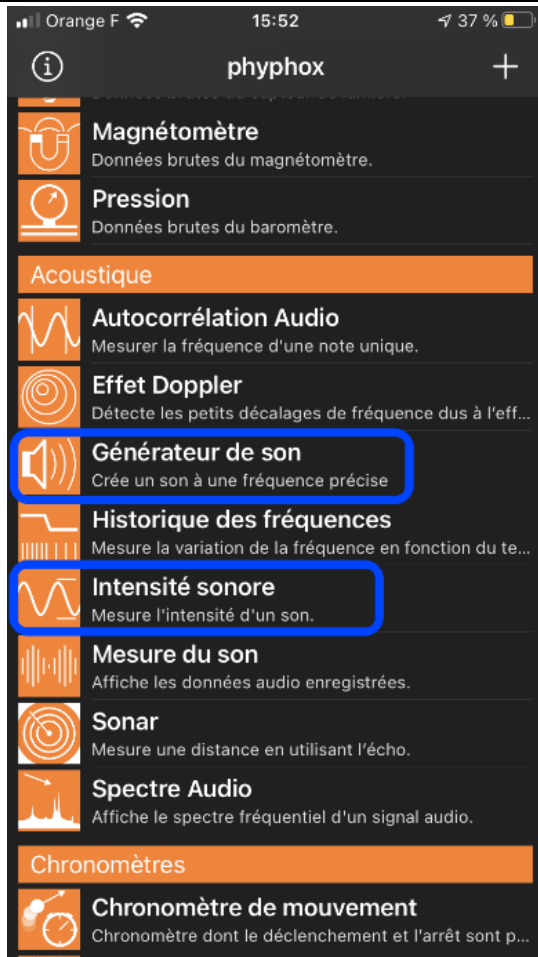
ou LibreOffice.



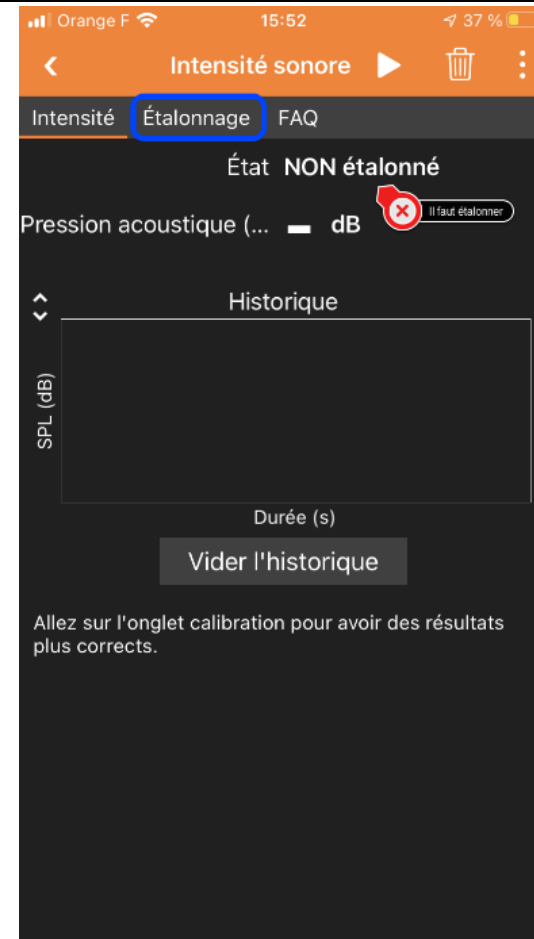
Application phyphox



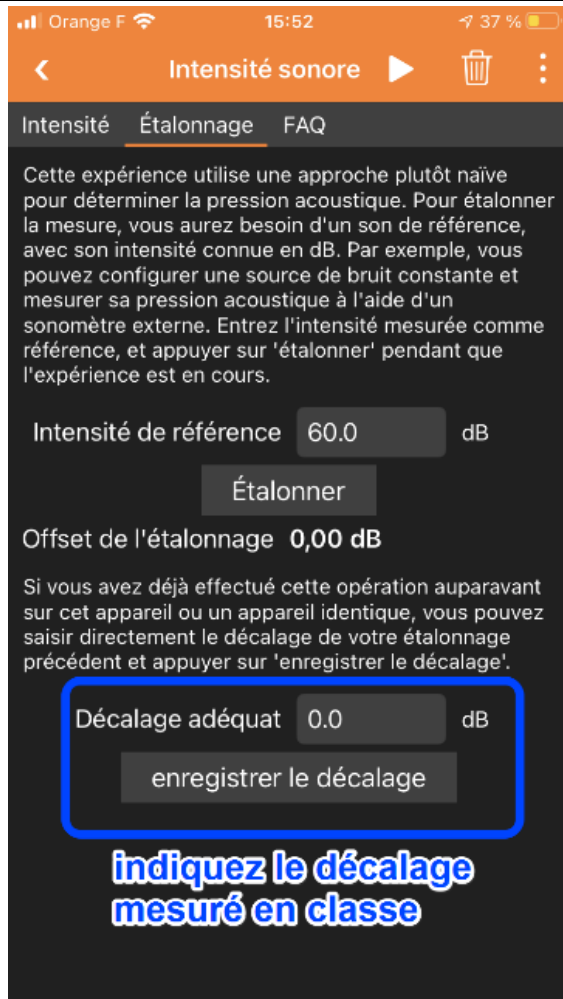
1. Mesurer des niveaux sonores



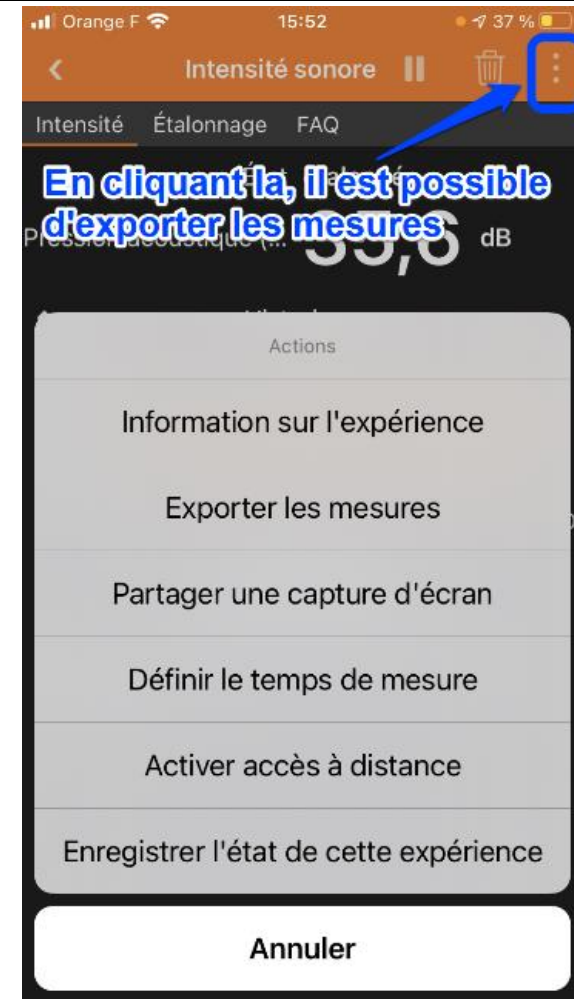
L'application **phyphox** permet de mesurer des niveaux sonores et de produire des sons à fréquence déterminée.



Attention : la mesure des intensités sonores nécessite un étalonnage.




Étalonnage des mesures d'intensité sonore



Exportation des mesures

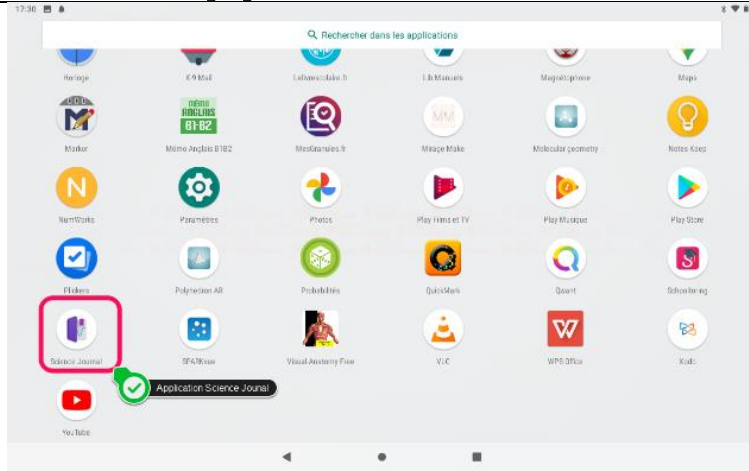
2. Produire un son



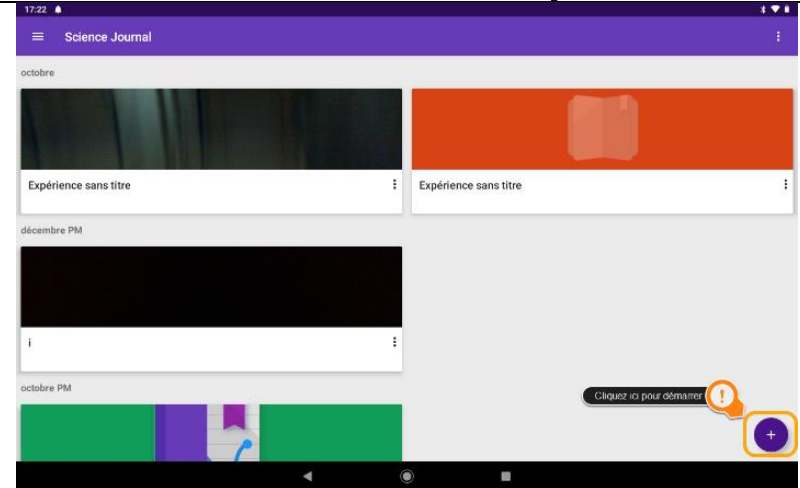
The screenshot shows a mobile application interface for a sound generator. At the top, the status bar displays 'Orange F', signal strength, time '18:22', and battery level '29 %'. The app's title bar is orange with a back arrow, the text 'Générateur de son', a play button, a trash icon, and a menu icon. Below the title bar, there are two tabs: 'Composantes' and 'Multi'. The main display area has a dark background. At the top of this area, 'Fréquence' is set to '440.0' Hz. Below this, a graph titled 'Signal' shows a sine wave. The y-axis is labeled 'A (a.u.)' and ranges from -1,00 to 1,00. The x-axis is labeled 'Durée (s)' and ranges from 0,00 to 0,0500. Below the graph, there is a text block: 'phyphox offre une grande gamme de fréquences, néanmoins il se peut que vous obteniez de mauvais résultats en dessous de 100 Hz ou au-dessus de 8000 Hz en raison des limites matérielles.' At the bottom, it says 'État OK'.

Générateur de son, choisir la fréquence d'émission du son et cliquer sur le bouton ► pour émettre le son

Application Science Journal (tablette ile de France)



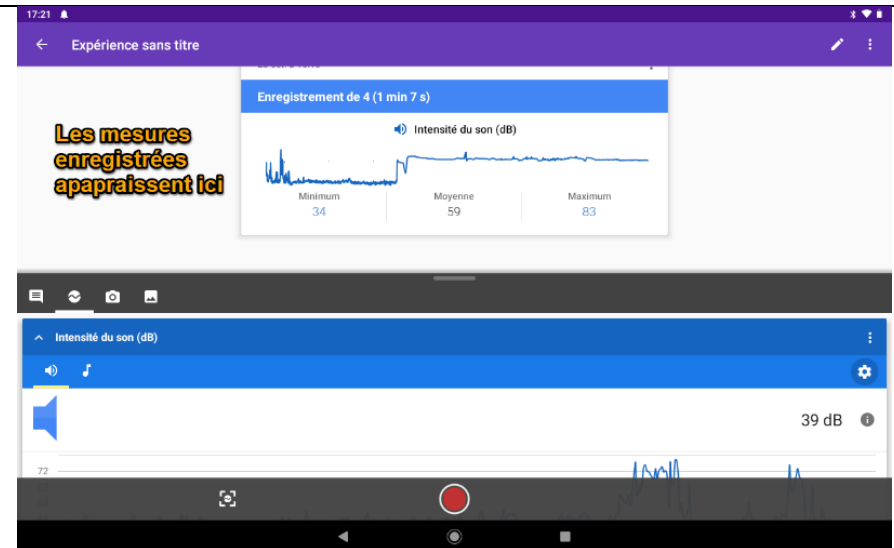
Dans les applications, sélectionner *science Journal*



Cliquez sur le bouton +



Cliquez sur le bouton *mesure* et enregistrez les mesures



Une fois les mesures enregistrées elles apparaissent en haut

Les mesures peuvent ensuite être envoyées par courriel en cliquant sur l'icône *partage* et en sélectionnant courriel.

Critères de réussite :

		Insuffisant	Fragile	Satisfaisant	Très satisfaisant
RÉALISER	Choix des expériences	Les paramètres des expériences ne sont pas en rapport avec la problématique.	Un des paramètres choisis n'est pas adapté.	Le choix de l'expérience est bien adapté.	Le paramètre à mesurer est bien explicité et est cohérent.
	Pertinences des valeurs mesurées	Les valeurs mesurées sont ni pertinentes, ni explicitées.	Les valeurs mesurées sont exprimées sans unités ou dans de mauvaises unités.	Les valeurs mesurées sont explicitées et pertinentes.	Les valeurs mesurées sont pertinentes, explicitées et indiquées dans les bonnes unités.
VALIDER	Regard critique	Aucun regard critique n'est proposé.	Un regard critique est évoqué sans approfondissement.	Un regard critique est posé, avec quelques pistes sur l'analyse des résultats.	Un regard critique est posé sur les expériences.
	Conclusion	La conclusion est inexistante.	La conclusion ne répond pas correctement à la question posée.	La conclusion répond à la question posée mais sans en préciser les limites	La conclusion répond à la question tout en montrant les limites.
COMMUNIQUER (Forme)		Aucun indicateur de réussite n'est respecté.	Un seul des indicateurs de réussite est respecté.	Une grande partie des indicateurs de réussite est respectée.	Tous les indicateurs de réussite sont respectés.
		Indicateurs de réussite : L'élève parle assez fort : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non L'élève parle : <input type="checkbox"/> trop lentement ou avec des hésitations <input type="checkbox"/> trop rapidement <input type="checkbox"/> à la bonne vitesse La durée de la vidéo est respectée : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			
COMMUNIQUER (Fond)		Aucun des indicateurs de réussite ne sont respectés	Un seul des indicateurs de réussite est respecté	Une grande partie des indicateurs de réussite est respecté	Tous les indicateurs de réussite sont respectés
		Le vocabulaire utilisé est scientifique, adapté et rigoureux : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Les photos montrent le dispositif expérimental : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Les schémas sont pertinents : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			