



**centre de
développement
pédagogique**
*pour la formation générale
en science et technologie*



Si les murs pouvaient parler...

Document de l'élève

DOCUMENT DE TRAVAIL

Mars 2009



Mise en situation

Vous faites partie d'une brigade d'espionnage.
Pour les fins de votre enquête, vous devez réussir à entendre ce qui est diffusé sur une bande sonore inaudible... à première vue!

Vous devrez concevoir un appareil d'écoute pour y parvenir.

Comment fonctionnera cet appareil?

Comment voyage le son?

Comment fonctionne l'oreille humaine?



Voilà des questions auxquelles vous devrez certainement trouver des réponses pour mener à bien votre mission...

Agents secrets, bonne chance dans votre mission!

Cahier des charges en vue de la conception d'un appareil d'écoute

Fonction globale :

L'appareil devra permettre de décoder un message audio diffusé à l'intérieur d'une boîte.

Au regard du *milieu humain*, l'appareil d'écoute devra:

- être attrayant, léger, peu encombrant et sécuritaire*;
- permettre à l'utilisateur d'écouter en respectant un périmètre de sécurité d'un mètre autour de la boîte de diffusion du message.

* Attention, le tympan est une membrane fragile!

Au regard du *milieu physique*, l'appareil d'écoute devra :

- être fabriqué avec des matériaux résistants.

Au regard du *milieu technique*, l'appareil d'écoute devra:

- être assemblé de façon à permettre le remplacement de certains composants après une usure normale;

Au regard du *milieu industriel*, l'appareil d'écoute devra:

- être totalement réalisable dans un local de science et technologie du 2^e cycle du secondaire;
- être réalisé uniquement avec le matériel disponible et les matières premières mises à votre disposition.

Note : la gommette et les rubans adhésifs ne sont pas permis comme liaisons techniques.

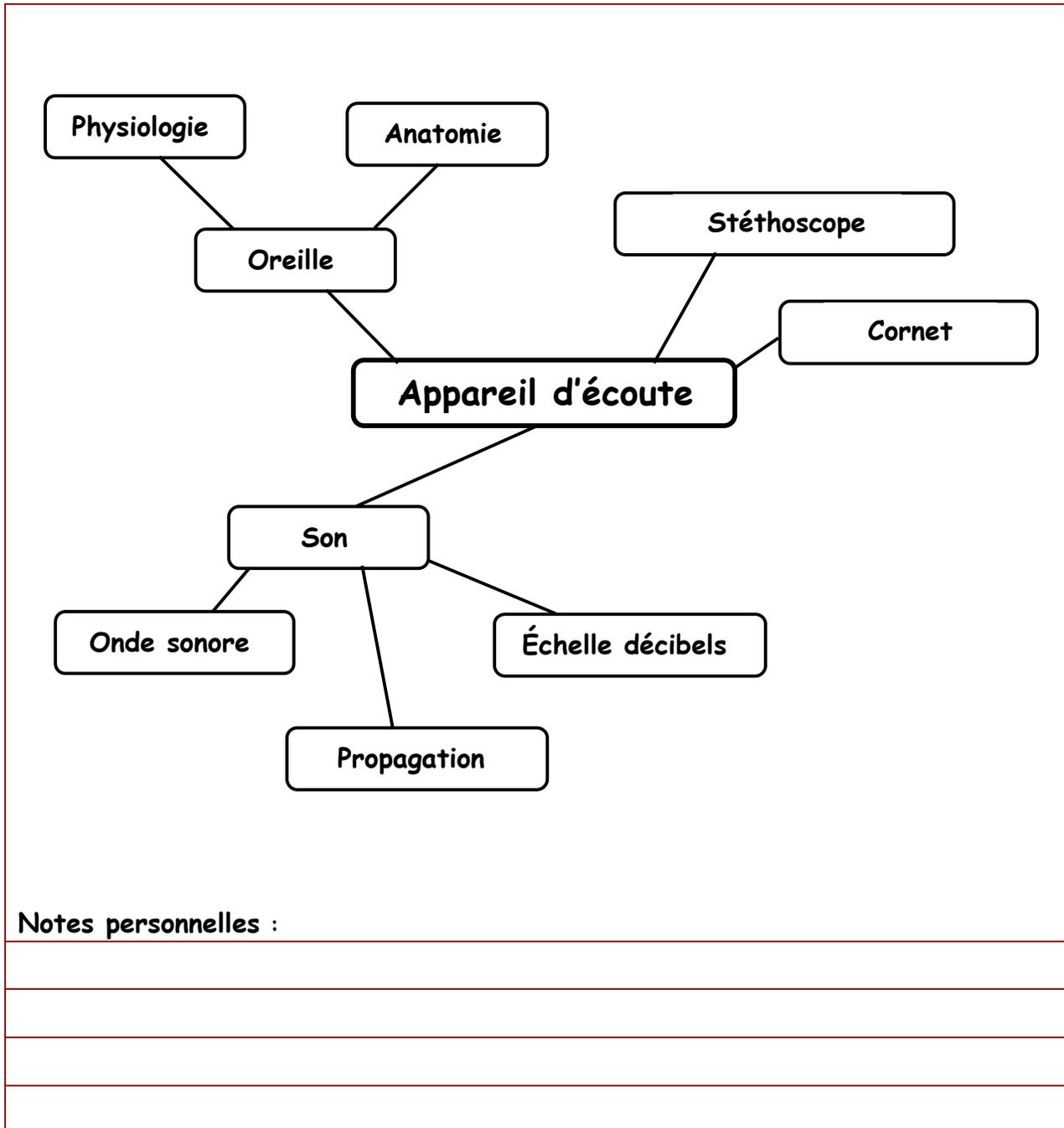
Au regard du *milieu économique*, le coût de l'appareil d'écoute devra:

- être inférieur à 3,00 \$.

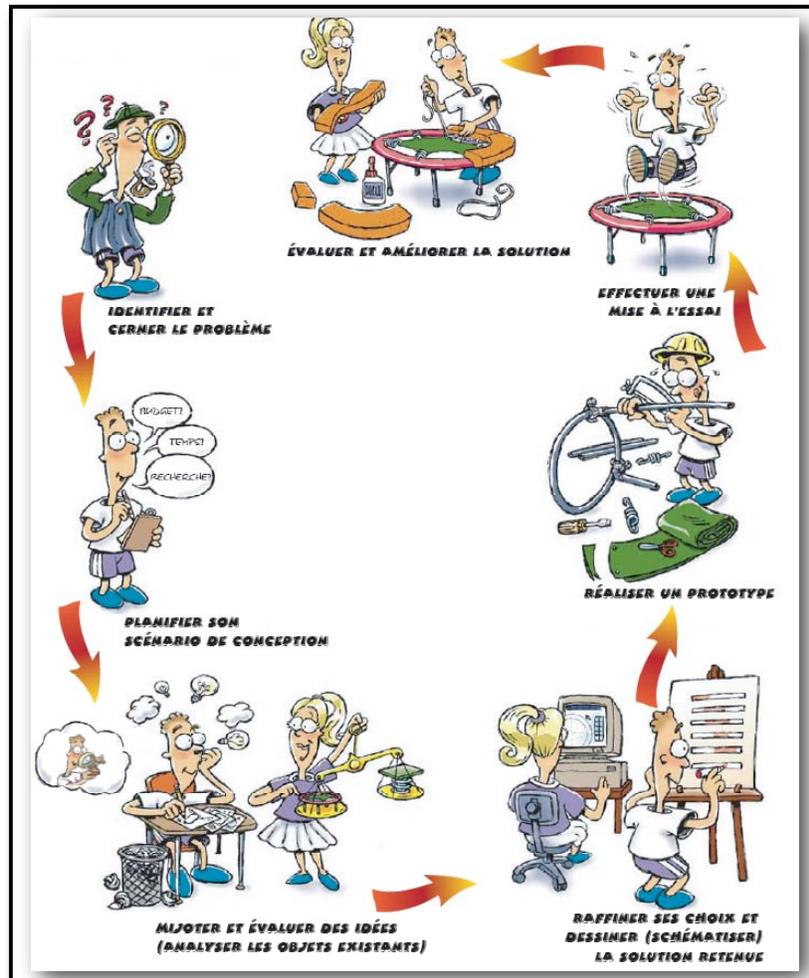


Période de réchauffement

Carte d'exploration de concepts associés au défi proposé...



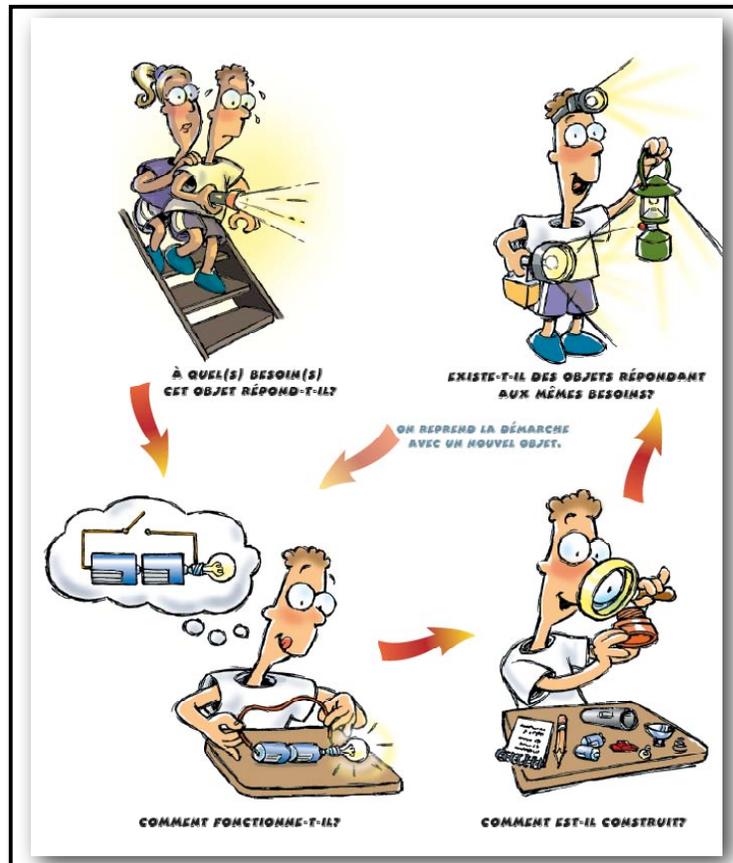
- Le défi qui vous est proposé fait appel à une démarche que vous connaissez, la **démarche de conception**. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une démarche linéaire, une étape cruciale de la démarche consiste à identifier et cerner le besoin auquel l'objet technique à concevoir doit répondre.



Quel est ce besoin dans le défi qui vous est proposé?

Lorsqu'un sujet est méconnu ou que les idées ne viennent pas d'emblée, nous pouvons nous tourner vers des objets existants qui répondent à des besoins similaires. Autrement dit, des objets ayant **une fonction globale** qui s'apparente à celle de l'objet à concevoir. L'inspiration sera peut-être au rendez-vous. La compréhension de concepts liés au défi sera assurément au rendez-vous.

Nous vous proposons donc d'entreprendre, pas à pas, l'analyse technologique du stéthoscope.



Cette analyse ne se sera pas exhaustive, elle se limitera à quelques aspects seulement de ce que peut être une analyse. Ainsi, nous nous attarderons uniquement aux aspects historiques, scientifiques et technologiques.

Selon vous, pourquoi avons-nous identifié ces trois aspects? Justifiez votre réponse.



Analyse technologique du stéthoscope

Lorsqu'on entreprend l'analyse technologique d'un objet, on dresse **les frontières de l'analyse** en fonction des raisons qui nous poussent à l'analyser. Dans le cas qui nous préoccupe, c'est le besoin de concevoir un appareil d'écoute qui sera à la base du questionnement.

Une multitude de questions peuvent survenir et autant de décisions sont à prendre lorsqu'on entreprend ce type de travail, même pour un objet simple - qui ne comporte pas de mécanismes ni de nombreuses pièces - comme le stéthoscope.

- Quel besoin a été à la base de sa conception? }
- Comment a-t-il évolué dans le temps? } Aspect historique
- Comment fonctionne le stéthoscope? }
- Quels sont les principes scientifiques en jeu? } Aspect scientifique
- Comment les représenter? }
- Comment l'objet est-il construit? }
- Comment le représenter en respectant les conventions de représentation schématique? } Aspect technologique

1. À quoi sert le stéthoscope? (fonction globale)

Historique

Le stéthoscope a été inventé en 1816, en France, par le docteur **René Laennec**. Le stéthoscope ressemblait, à cette époque, à un cornet (une liasse de papiers roulés). Il permettait d'éloigner l'oreille du médecin du corps du patient pour des raisons de pudeur. Par la suite, Laennec en construisit plusieurs modèles en bois.

Vers 1830, on relie le pavillon (côté « patient ») à l'écouteur par un tube flexible, mais le modèle rigide persiste durant quelques décennies.

Jusqu'alors, le stéthoscope était muni d'un seul écouteur. C'est en 1851 qu'est apparu le modèle biauriculaire (à deux écouteurs).

2. Choisissez deux modèles de stéthoscopes du 19^e siècle à partir des images présentées qui présentent des caractéristiques intéressantes pour ta conception. Justifiez vos choix.

Illustration 1

Justification :

Nom du concepteur :

Année de conception :

Illustration 2

Justification :

Nom du concepteur :

Année de conception :

Le stéthoscope contemporain

C'est au début des années 60 que le docteur David Littmann créa le stéthoscope que l'on connaît aujourd'hui. Il est muni d'un double pavillon réversible (pièce métallique pourvue d'une membrane) relié par du tube flexible jusqu'aux embouts que l'opérateur place dans ses oreilles. C'est un modèle similaire que nous observerons. Il est muni d'un seul pavillon, mais son fonctionnement demeure le même.

- Une étape importante de l'analyse consiste à nommer chacune des pièces (ou parties) de l'objet technique à l'étude. Ceci assure d'avoir un langage commun et de faciliter la communication entre les intervenants impliqués (concepteurs, techniciens, industriels, ouvriers, etc.)

3. Nommez les pièces du stéthoscope.

- Il peut s'avérer utile de consulter un dictionnaire visuel ou des ouvrages/sites de nomenclature technique pour nommer certaines pièces.

NOMENCLATURE



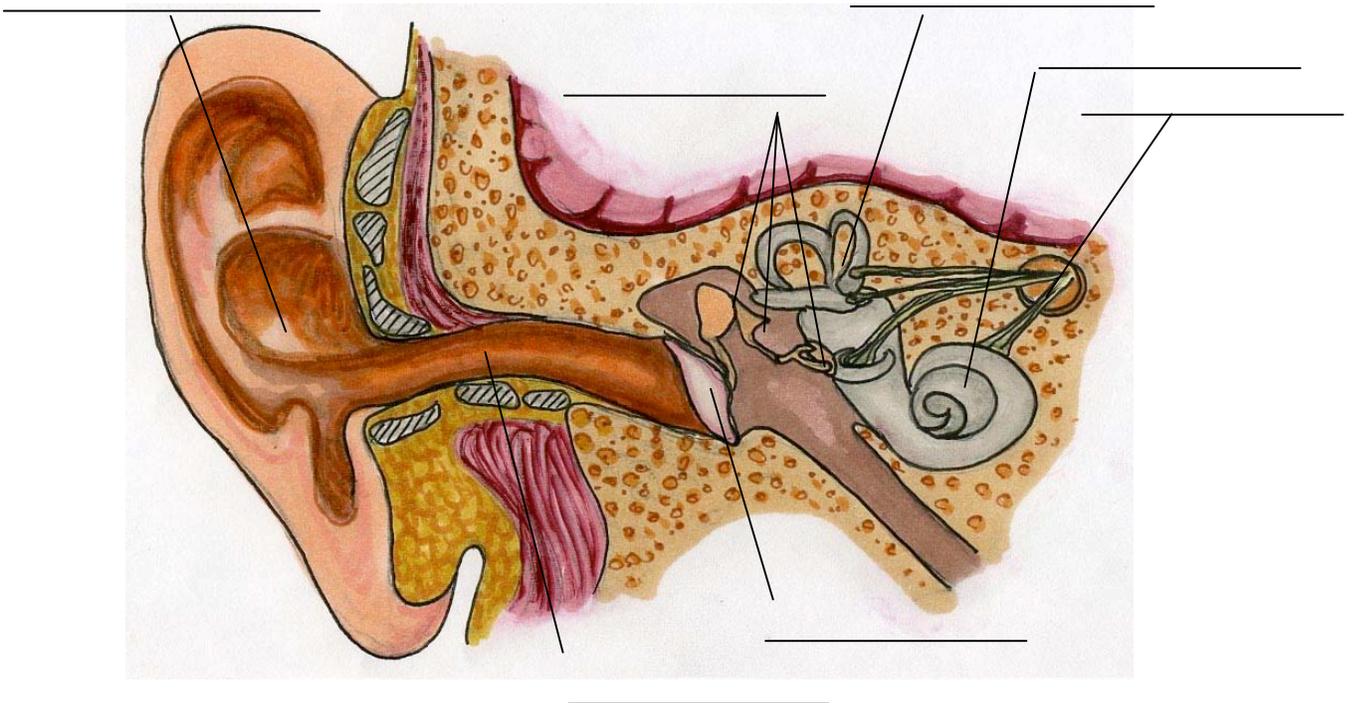
LE SON ET L'OREILLE

À propos des sons

L'idée que le son est un phénomène vibratoire est très ancienne. Un architecte romain l'aurait suggérée, il y a 2000 ans.

Le son se propage dans tout milieu qui peut réagir élastiquement et qui peut, de ce fait, transmettre l'énergie vibratoire.

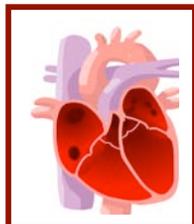
4. Identifiez chacune des parties de l'oreille sur le schéma ci-dessous.



5. Comment entendons-nous? (Suggestions de séquences vidéo aux l'adresse suivante : [www.youtube.com/ 1.webloc](http://www.youtube.com/1webloc) et www.youtube.com/webloc)

Les battements cardiaques

Le cœur est une pompe qui fait circuler le sang dans le corps. Le son entendu est causé par la fermeture des valvules du cœur. Observez attentivement l'animation suivante.



http://www2.cslaval.qc.ca/cdp/UserFiles/File/previews/coeur_ii.swf

Comme le corps humain est fait essentiellement de liquides et de tissus qui sont élastiques (nous y reviendrons dans la capsule dans l'étude sur le son), le pavillon du stéthoscope capte ce son et le transmet à l'oreille de l'utilisateur.

6. Réalise les schémas de construction du stéthoscope.

L'aspect technologique de l'analyse consiste à expliquer comment est construit l'objet technique. Pour faciliter la communication, il y a une uniformisation des règles de schématisation. Dans le schéma de construction, on représente l'objet de manière simplifiée; **on identifie les pièces; on nomme les matériaux et on identifie les liaisons ainsi que leurs caractéristiques.**

- Nous vous proposons de réaliser deux schémas, un premier pour le côté des embouts et un second pour le côté du pavillon, ceci afin de simplifier la réalisation de l'étude. Il peut s'avérer utile de réaliser des portions agrandies de parties de l'objet qui sont parfois trop petites pour les représenter adéquatement dans un schéma de l'ensemble.

Note : Il peut être utile de se référer au feuillet sur la schématisation.

Schéma de construction (côté « utilisateur »)

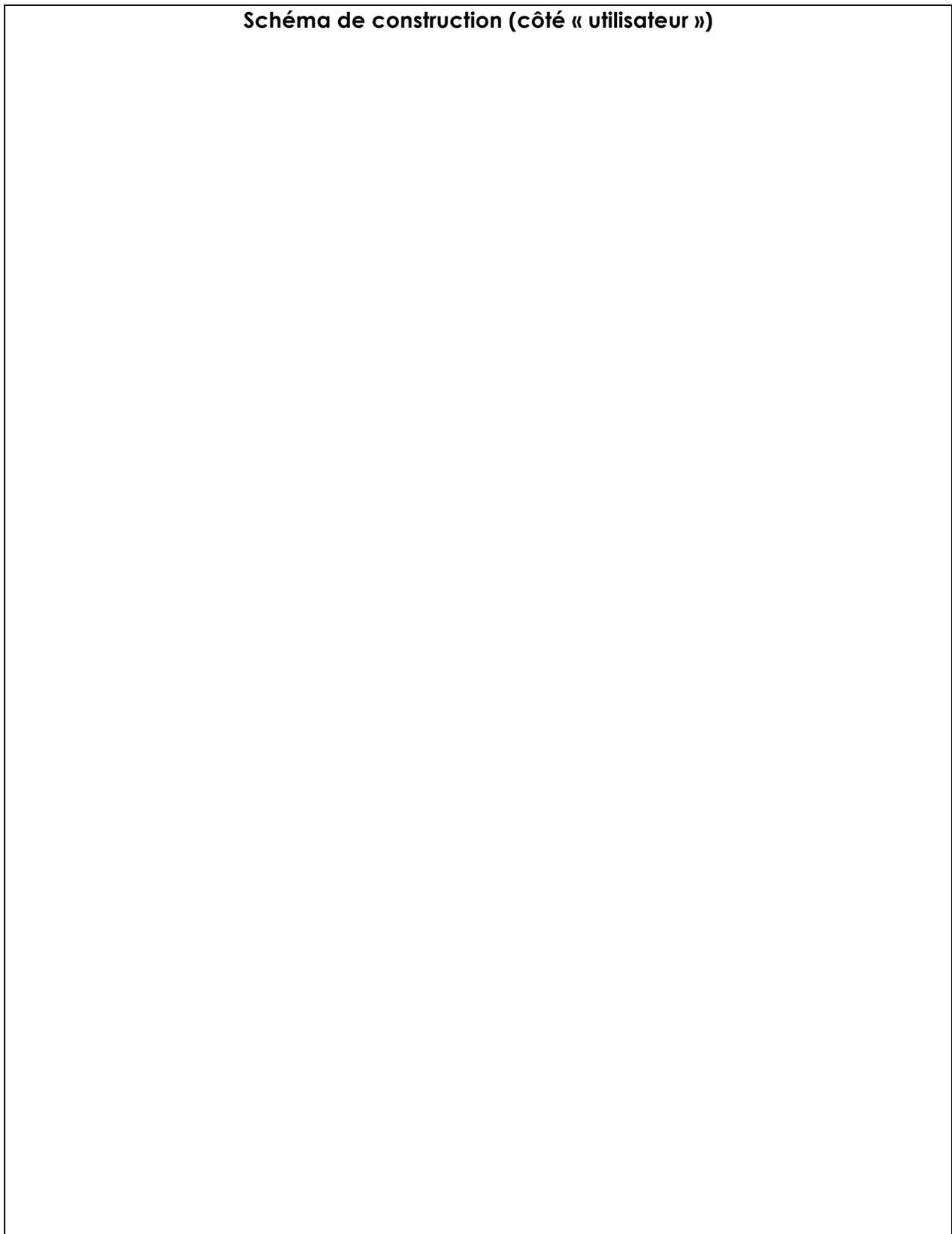
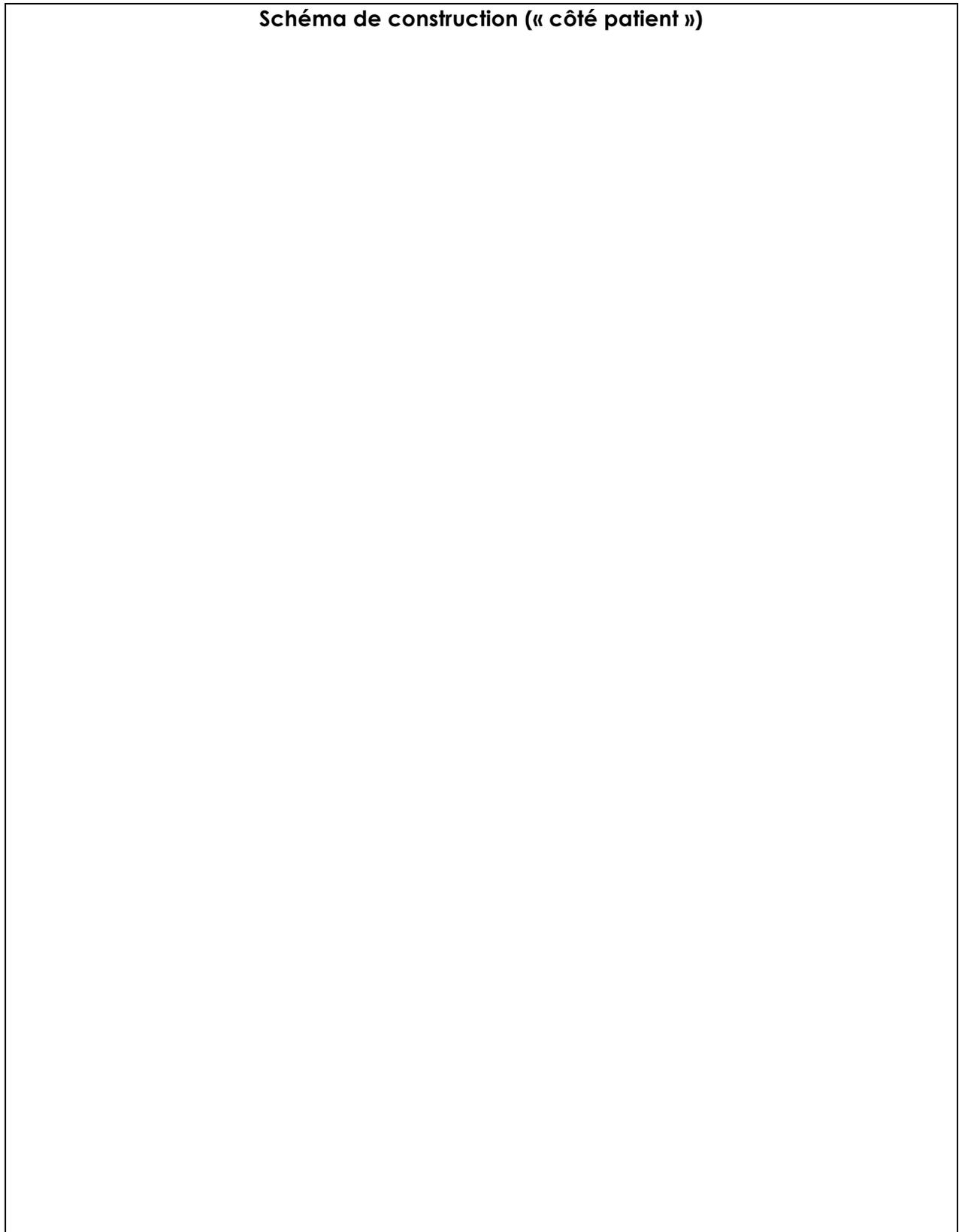
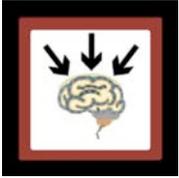


Schéma de construction (« côté patient »)





Le son : sa nature et son mode de propagation

Visionnez la courte séquence vidéo suivante :



<http://www.youtube.com/watch?v=AaqLl1Gg14c>

Qu'est-ce que le son?

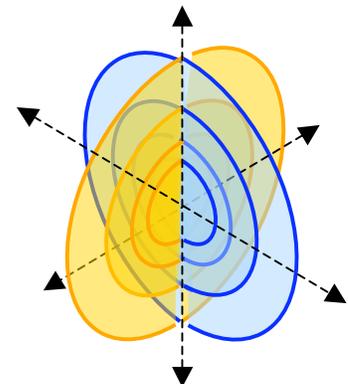
Pour débiter, une façon un peu plus scientifique de nommer le son est d'utiliser l'expression « onde sonore ». Ce type d'onde est en fait une déformation du milieu qui se propage à partir d'un point et qui transporte une certaine quantité d'énergie.

On se sert souvent d'analogies pour permettre de bien saisir ce que cette onde est vraiment. La plus populaire a trait aux vagues à la surface de l'eau. Cette façon d'imaginer les ondes sonores n'est pas dénuée d'intérêt.

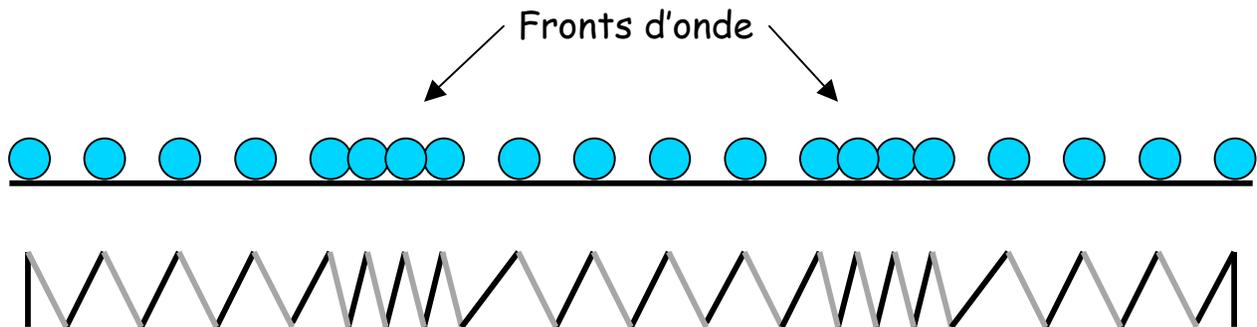
En effet, le son émis par une source se propage dans l'espace un peu comme le font les vagues circulaires créées par la chute d'un objet dans l'eau. Une autre analogie intéressante entre les deux phénomènes est que la matière ne se déplace pas avec l'onde. Dans le cas de la vague, les molécules d'eau montent et descendent sans se déplacer horizontalement. Dans le cas du son, les particules de matière oscillent légèrement dans une certaine position et ne se déplacent pas non plus avec l'onde qui se propage.



Cette analogie est cependant limitée. En effet, les vagues à la surface de l'eau se déplacent sur une surface (en deux dimensions). Le son, dans l'air, se propage dans l'espace tout entier (en trois dimensions). En deux dimensions, les ondes sont représentées par des cercles concentriques (ayant le même centre) tandis qu'en trois dimensions, elles sont représentées par des sphères concentriques.

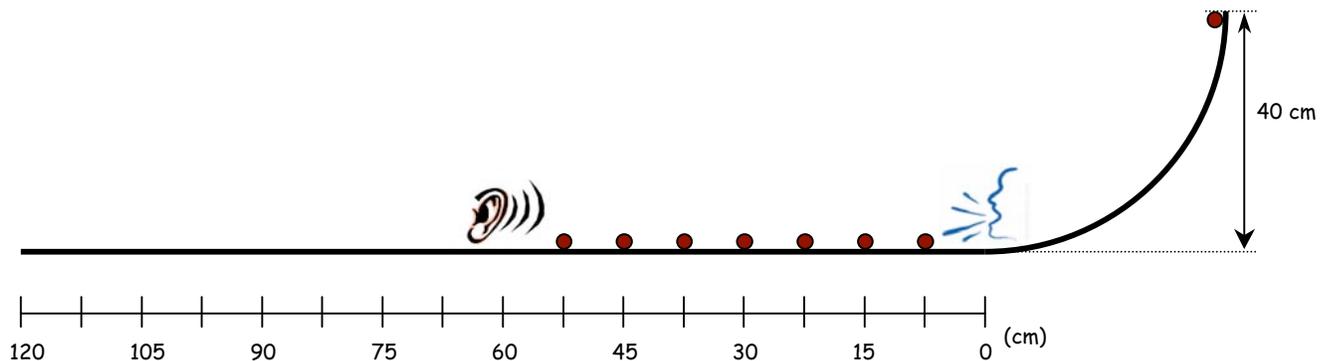


La limitation la plus importante de l'analogie avec les vagues à la surface de l'eau vient du fait que l'onde sonore est une onde de compression. La matière qui supporte l'onde sonore ne monte pas et ne descend pas comme dans le cas des vagues. Les particules de matière s'approchent et s'éloignent les unes des autres. Une analogie intéressante pour imaginer ce phénomène est la propagation d'ondes dans un ressort en compression. Sur le dessin ci-dessous, les zones où le ressort est comprimé représentent les endroits où, dans l'air, les particules sont très proches les unes des autres. On nomme ces zones « fronts d'onde » et par analogie avec l'eau, ces fronts sont représentés par le haut des vagues.



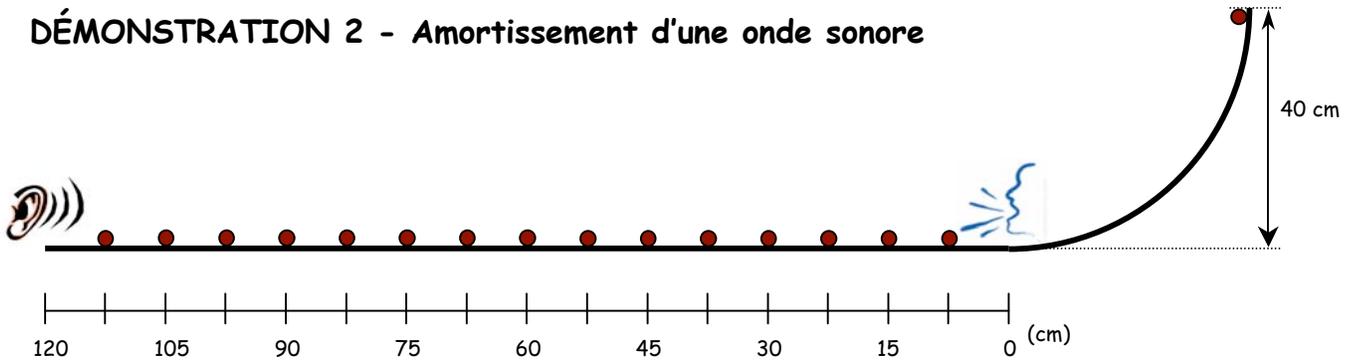
On pourrait aussi grossir les molécules d'air et les représenter sous forme de billes.

• **DÉMONSTRATION 1 - La propagation d'une onde sonore entre deux points**



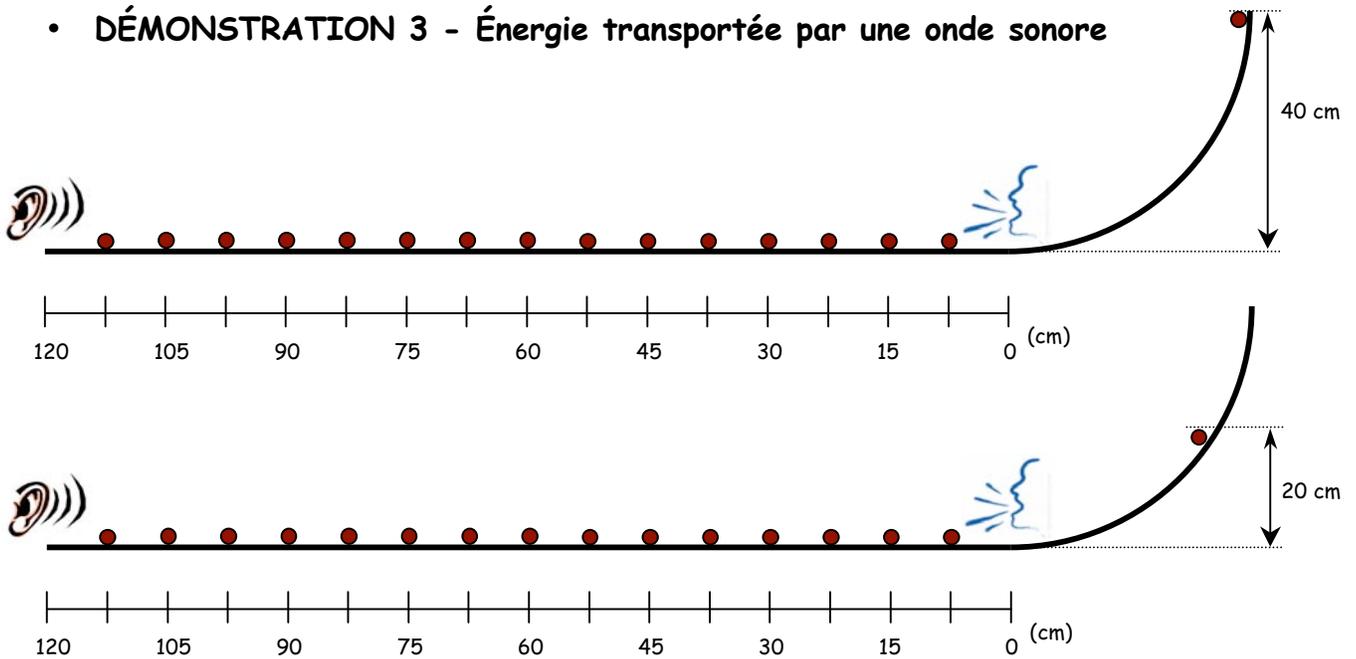
Notes personnelles :

DÉMONSTRATION 2 - Amortissement d'une onde sonore



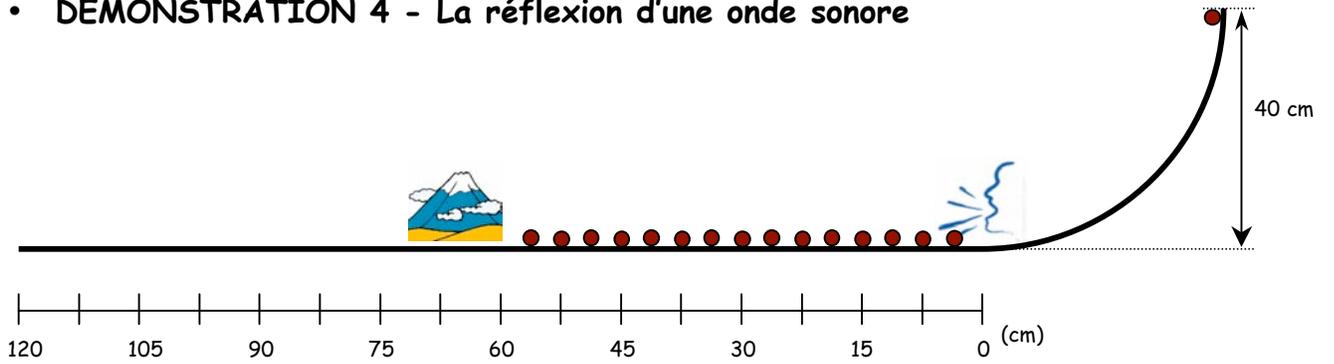
Notes personnelles :

• DÉMONSTRATION 3 - Énergie transportée par une onde sonore



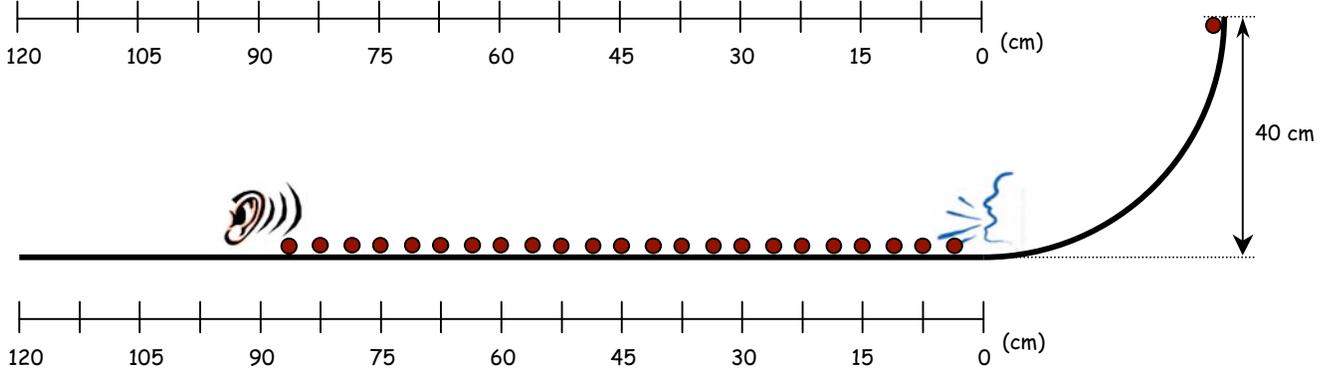
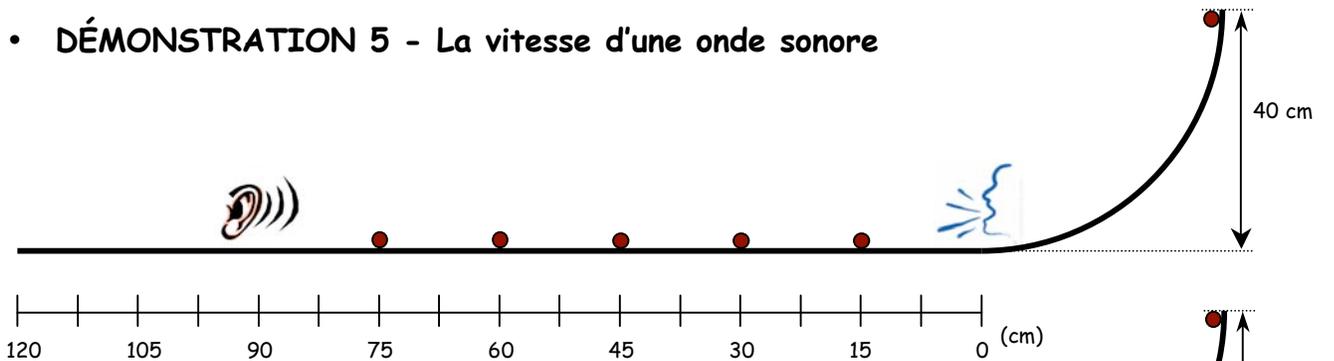
Notes personnelles :

• DÉMONSTRATION 4 - La réflexion d'une onde sonore

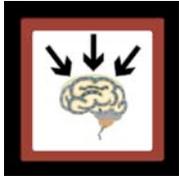


Notes personnelles :

• DÉMONSTRATION 5 - La vitesse d'une onde sonore



Notes personnelles :



L'échelle des décibels

Qualifier le son perçu par un individu n'est pas une mince affaire. En effet, différentes personnes décriront et percevront les sons de façon différente. Pensons à certains types de musique pour lesquels bien des parents n'ont pas la même perception que leurs enfants!

On peut parler de son ou de bruit, selon que ce son soit agréable ou non à l'oreille. Ainsi, on qualifiera de bruit un son qui nous est désagréable. Un marteau-piqueur est un bon exemple de bruit qui fait l'unanimité.

Nous pouvons retenir que l'on peut distinguer des sons aigus ou graves, doux ou forts. Il devient donc difficile de classer ces sons et il devient impératif de se donner un moyen de classer différents sons.

C'est en l'honneur d'**Alexander Graham Bell**, un Canadien bien connu pour une invention utile, particulièrement chez les adolescents, le téléphone, qu'on a nommé l'unité de mesure du son, le **bel (B)** ou plus souvent utilisé, le **décibel (dB)**.

Monsieur Bell avait passé beaucoup de temps à œuvrer auprès de personnes sourdes. Sa mère et sa femme étaient sourdes. Il avait entrepris des travaux pour lui permettre de transformer le son en signal électrique, d'où l'invention du téléphone¹.

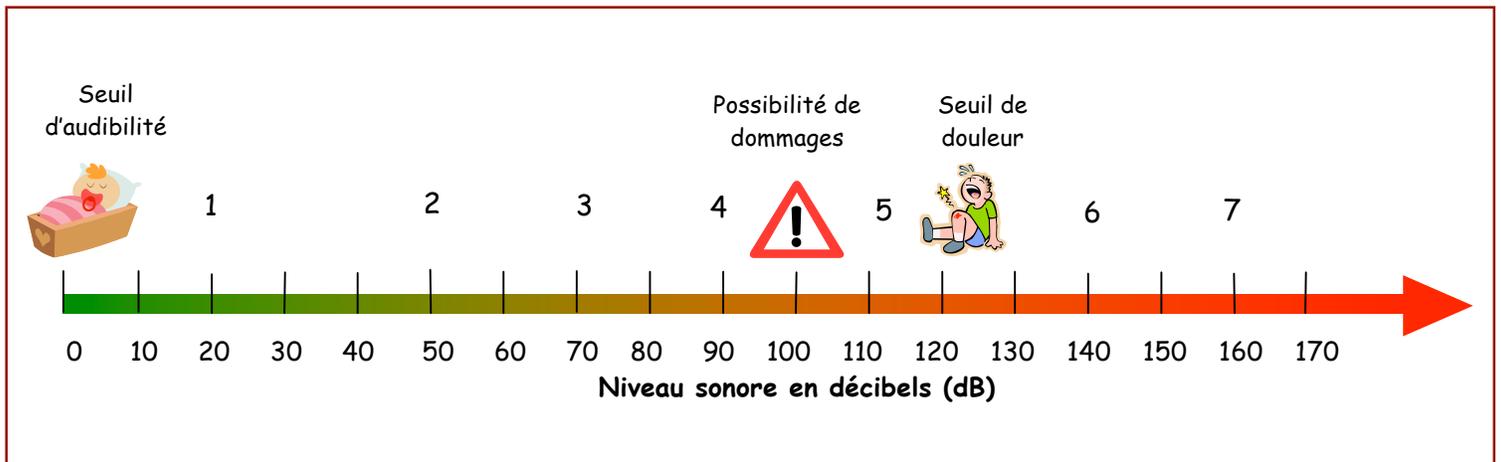
On mesure le niveau de bruit selon l'échelle des décibels. Elle tient compte à la fois de la **fréquence** et de l'**intensité du son**. En effet, un son aigu et grave de même intensité semblent différents car l'oreille humaine perçoit mieux les hautes fréquences que les basses fréquences.

L'échelle des décibels est une échelle logarithmique. Ceci signifie qu'un bond de 3 décibels multiplie par deux le niveau sonore alors qu'un bond de 10 décibels multiplie par 10 le niveau sonore.

Le zéro de l'échelle a été fixé au seuil audible d'un très jeune enfant.

¹ Alexander Graham Bell - http://fr.wikipedia.org/wiki/Alexander_Graham_Bell

Échelle des décibels



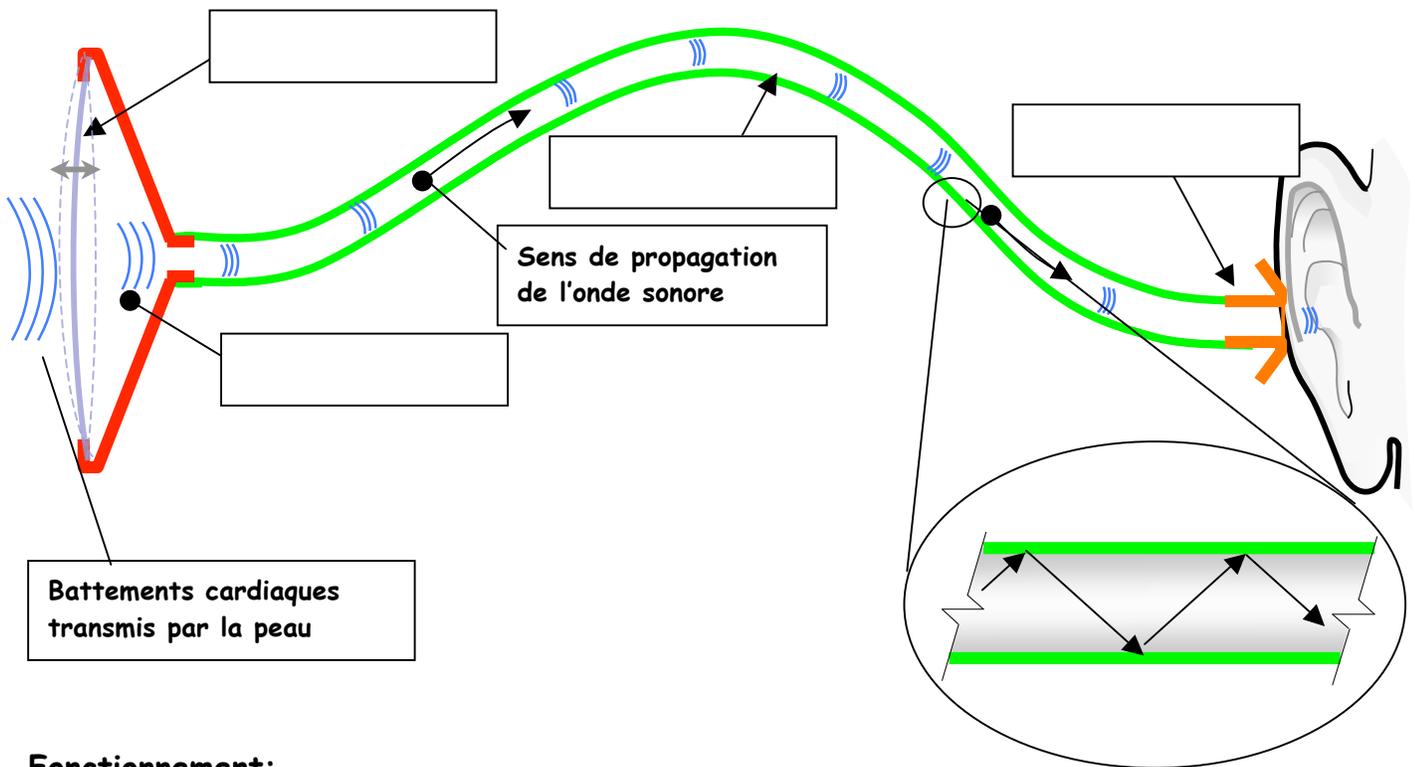
Associez les sons suivants aux chiffres de 1 à 7 sur l'échelle des décibels.

- A. Concert rock
- B. Tondeuse à gazon
- C. Coup de feu
- D. Conversation normale
- E. Vent dans les branches
- F. Dommages permanents
- G. Aspirateur

Fonction et principe de fonctionnement d'un stéthoscope.

Maintenant que vous vous êtes penchés sur la construction du stéthoscope et que vous vous êtes familiarisé avec le son, complétez le schéma de principes suivant en y ajoutant les explications relatives au fonctionnement du stéthoscope.

Fonction globale du stéthoscope :



Fonctionnement:



Espions concepteurs, vous voilà prêt à relever le défi!

1. Expliquez, en vous servant de vos connaissances scientifiques et technologiques, ce que vous comptez faire pour y arriver.

2. Illustrez vos idées de départ à l'aide de schémas de principes. Commentez-les au besoin.

Idées initiales	Commentaires et explications

3. Établissez la liste des outils, du matériel et des matériaux envisagés pour réaliser votre prototype.

Matériel et matériaux nécessaires	Outils nécessaires

4. Consignez et justifiez toutes les décisions ou ajustements effectués en cours de conception.

Décisions et ajustements	Justifications

5. Réalisez le schéma de construction de votre appareil d'écoute.

Schéma de construction



6. Mise à l'essai

Identifiez la phrase no. _____ et transcrivez-la ici.

7. Quels sont les aspects à améliorer sur votre prototype? Justifiez votre réponse.

- Parmi les prototypes réalisés dans votre groupe, est-ce que certains sont plus efficaces que d'autres? Pourquoi?

8. Comparez le stéthoscope ancien, le stéthoscope d'aujourd'hui et votre appareil d'écoute.



Les risques associés au bruit, le vieillissement et les anomalies de l'oreille.