



**EPI Langues et civilisation étrangère (littérature fantastique): Tp guidé:  
écholocalisation des chauves souris et mesure de la vitesse du son.**

**Compétences du socle travaillées:**

Compétences		Atteint: A	Partiellement atteint: B	En cours d'acquisition: C	Non atteint : D
L1	Lire et comprendre des documents scientifiques.				
L2	Utiliser la langue française en cultivant précision, richesse du vocabulaire scientifique et syntaxe pour rendre compte des observations, des hypothèses et des conclusions.				
L4	Passer d'une forme de langage scientifique à une autre (faire un schéma, expliquer une équation...)				
D3	Concevoir une expérience pour tester une ou des hypothèses formulées.				
D4	Mesurer des grandeurs physiques de manière directe ou indirecte.				
D5	Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant.				
M1	Apporter ses affaires, faire le travail demandé et ranger le matériel.				
M2	Respecter les règles (comportement et sécurité), être attentif, participer, poser des questions pertinentes, ne pas gêner le travail des autres.				
M3	Présenter correctement son travail, organiser son espace de travail et son classeur.				
M4	Etre autonome dans son travail, effectuer des recherches personnelles (CDI, internet, livres...) et s'autoévaluer à l'aide de la fiche de compétence à remplir chaque semaine.				
M5	Réaliser un travail collaboratif (travail en groupe...).				
N1	Utiliser des outils d'acquisition et de traitements de données(calculatrice, tableur...), de simulation et de modèle numérique.				
N3	Comprendre le sens des opérations mathématiques, la proportionnalité, les conversions d'unités				

**Connaissances et compétences de physique-chimie travaillées:**

Vitesse de propagation (son). Décrire les conditions de propagation d'un son.  
Relier la distance parcourue par un son à la durée de propagation.  
Les exemples abordés privilégient les phénomènes naturels et les dispositifs concrets:  
sonar.

**EPI : Langues et civilisation étrangère (littérature fantastique):**

**Pour la production finale de votre EPI langues et civilisation étrangère, vous  
pourrez compléter votre dossier de préparation de votre production avec le Tp  
guidé et les deux documents qui suivent:**

## **Tp guidé: écholocalisation des chauves-souris et mesure de la vitesse du son.**

**Ce travail se fait par groupe de 3.  
Vous devrez rédiger un compte-rendu individuel de ce TP guidé.**

*Dans cette activité, vous allez mesurer la vitesse du son à l'aide du logiciel Audacity. Puis, connaissant la vitesse du son vous pourrez mesurer la distance à un obstacle en mesurant la durée de l'écho d'un son émis par la source jusqu'à sa réception comme le font les chauves-souris pour se repérer dans l'espace (écholocalisation).*

### **I) Mesure de la vitesse du son dans l'air:**

Pour mesurer la vitesse du son, il suffit d'enregistrer sur Audacity le son produit par le claquement d'une pince en bois placée à proximité d'un premier écouteur de smartphone (les écouteurs peuvent jouer le rôle de micros). Le second écouteur est placé à une certaine distance du premier écouteur. Cette distance devra être mesurée. Sur Audacity, vous devrez mesurer la durée entre les deux signaux reçus par les deux écouteurs.

La vitesse du son sera égal à:

$$\text{vitesse du son} = \text{distance entre les deux écouteurs} / \text{durée entre les deux signaux}$$

### **Compte-rendu:**

Mesurer la vitesse du son dans l'air. Vous donnerez une explication de la démarche suivie en vous aidant d'un schéma. Pour une meilleure précision, vous ferez 5 mesures et ferez la moyenne des mesures faites. Vous présenterez les résultats sous forme de tableau. Vous indiquerez alors la valeur de la vitesse du son qui sera utilisée dans le II)

### **II) Mesure d'une distance à l'aide de la mesure de la durée d'un écho.**

L'écho est dû à la réflexion du son sur une paroi. Si on place un micro à la position de la source sonore et que l'onde sonore se réfléchit sur une paroi, l'onde réfléchie sera alors reçue par le récepteur avec un décalage temporel avec l'onde émise. Ce phénomène s'appelle l'écholocalisation qui est utilisé dans la nature par les chauve souris ou les cétacés et utilisé par l'homme dans les sonars ou les échographies.

#### **II 1) Détermination de la relation mathématique donnant la distance à une paroi:**

En connaissant la vitesse de propagation du son (voir I), on peut en déduire la distance entre la source et la paroi.

Déterminer la relation mathématique de la distance entre la source et la paroi en fonction de la vitesse du son et de la durée du décalage temporel entre l'onde émise et l'onde reçue. Si vous bloquez, demander au professeur qui vous donnera un coup de pouce.

#### **II 2) Mesure d'une distance par écholocalisation:**

Vous disposez de quatre tubes fermés de différentes longueurs. Mesurer les longueurs des trois tubes par écholocalisation et par mesure directe. Vous expliquerez une mesure faite et vous présenterez vos résultats sous forme de tableau. Donnez une conclusion en indiquant dans quels cas pratiques l'écholocalisation peut être utilisée.

**Documents complémentaires à l'EPI "Langues et civilisation étrangère" (littérature fantastique):**

**Document 1: Echolocalisation des chauves-souris (et qu'en est-il de Dracula et de Batman?)**

L'écho est dû à la réflexion du son sur une paroi. Par exemple, si on crie fort en montagne, l'onde réfléchi sera alors perçue avec un décalage temporel avec le cri émis. Plus la paroi de la montagne est loin, plus le son mettra du temps pour nous revenir...

Dans la nature, les chauves-souris ont la faculté de distinguer le son réfléchi du son émis. Elles arrivent alors à se repérer dans le noir en émettant des petits cris dans les fréquences élevées des ultra-sons (les ultra-sons sont des sons tellement aigus que l'homme ne peut pas les percevoir)

Les chauves-souris émettent des ultrasons très brefs, puis écoutent les sons réfléchis par les obstacles et les parois. Leur cerveau analyse alors les décalages temporels entre les sons émis et les sons réfléchis, et ainsi les chauves-souris utilisent ce "sixième sens" pour pouvoir se déplacer.

L'écholocalisation est utilisée par d'autres animaux comme les dauphins, les musaraignes et certains oiseaux comme les martinets.

Avec beaucoup d'entraînement, certains aveugles peuvent percevoir les sons réfléchis et s'en servir pour se repérer.

L'écholocalisation a de nombreuses applications pratiques comme le sonar des bateaux de pêche pour repérer les bancs de poissons ou bien l'échographie par ultrason qui est une méthode d'imagerie médicale très utilisée pour le suivi des grossesses.

Est qu'en est-il de Dracula et de Batman? Ils sont cousins des chauves-souris et ont peut être le même pouvoir de se repérer par écholocalisation. Les auteurs de littérature fantastique ont, à ne pas en douter, utilisé ce "sixième sens" pour pouvoir raconter des histoires originales comme on va le voir dans le deuxième document.



## Document 2: Daredevil et l'écholocalisation

**Le document qui suit est tiré d'un article du magazine Sciences et Avenir:**

*Bien qu'aveugle, Daredevil, le superhéros de Marvel, peut "voir" les objets grâce à l'écholocalisation. Un chercheur montre que nous avons, à des degrés divers, cette capacité.*

**RADAR.** Dans le règne animal, les grands pontes de l'écholocalisation sont les dauphins et les chauves-souris capables de définir la position et la nature d'un objet grâce à leur sonar. Son fonctionnement est simple l'animal émet des ondes ultrasonores qui sont réfléchies par les obstacles. Lorsqu'elles reviennent en écho, ces ondes sont analysées par le cerveau et permettent à l'animal de s'orienter ou de capturer des proies.

On prête depuis longtemps à certains aveugles la capacité de s'orienter de la même façon grâce à l'écho de leurs pas ou de leur canne. Dans la bande dessinée, le superhéros de Comics *Daredevil*, a même poussé cette capacité à l'extrême après avoir perdu la vue suite à un accident (impliquant toutefois l'exposition à des déchets radioactifs qui, comme chacun le sait, sont un excellent catalyseur de superpouvoirs).  
Un espace auditif virtuel

Mais au-delà des clichés, les êtres humains sont-ils capables d'utiliser l'écholocalisation pour s'orienter? Oui, répondent les chercheurs de l'Université de Southampton dans la revue *Hearing Research*. Mais à un degré bien moindre que les dauphins ou les chauves-souris. Et les aveugles (en général) ne sont pas meilleurs que les autres. Ce qui compte étant d'avoir une bonne audition. «*Nous voulions déterminer clairement si les personnes aveugles, et peut-être même les personnes voyantes, peuvent utiliser les échos d'un objet pour déterminer approximativement où il se trouve. Nous voulions aussi comprendre quels facteurs facilitent ou limitent cette capacité afin de savoir comment la renforcer dans le monde réel*», explique le Dr Daniel Rowan, auteur principal de l'étude.

Les résultats indiquent qu'aveugles et bien voyants, à condition qu'ils aient une bonne audition, peuvent utiliser l'écholocalisation pour situer des objets. Les chercheurs ont également constaté que la bonne réception des hautes fréquences (au-dessus de 2 kHz) est nécessaire pour pouvoir s'orienter.

d'après Joël Ignasse, Sciences et Avenir, 22/05/2013

Voici le logo de Daredevil utilisé par Marvel.

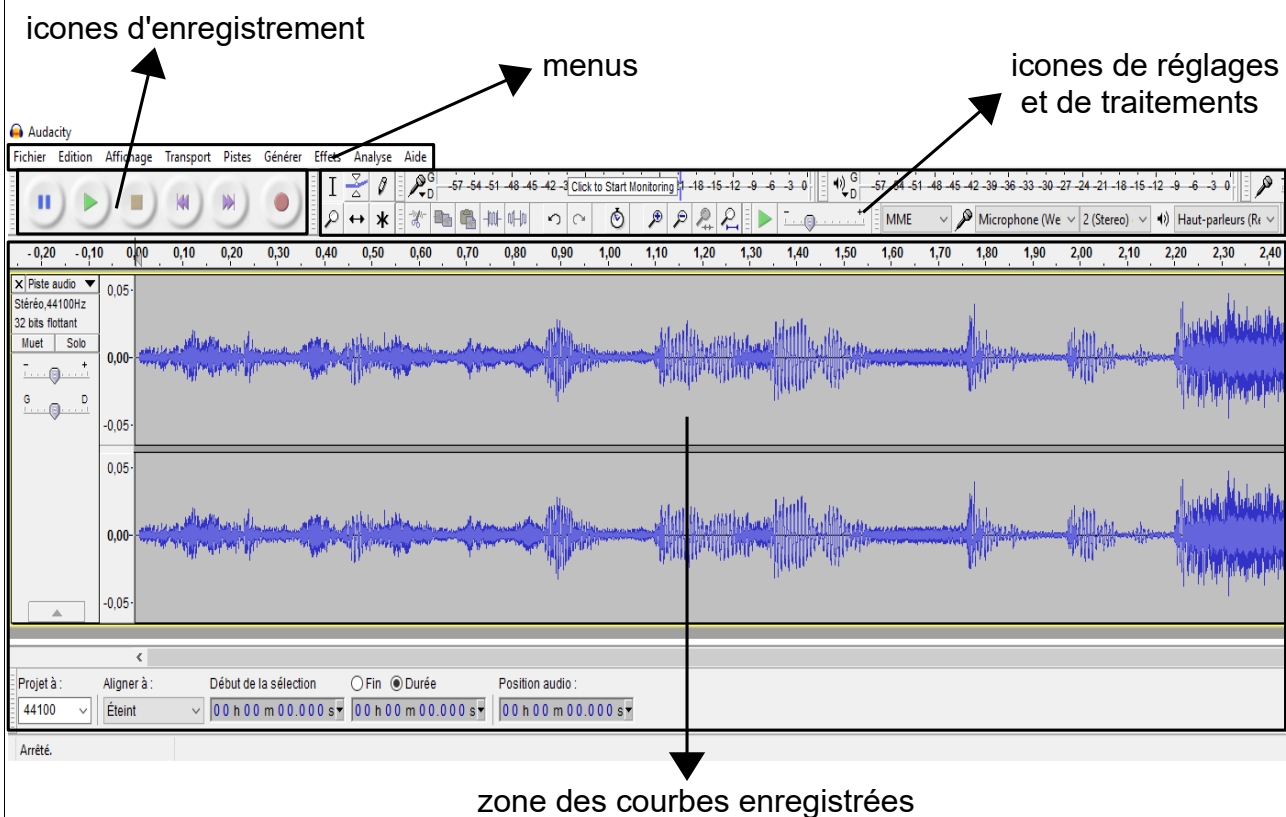


d'après l'oeuvre de Daredevil créée par Stan Lee et Bill Everett de la société Marvel Comics.

## Fiche méthode 10: utilisation du logiciel Audacity.

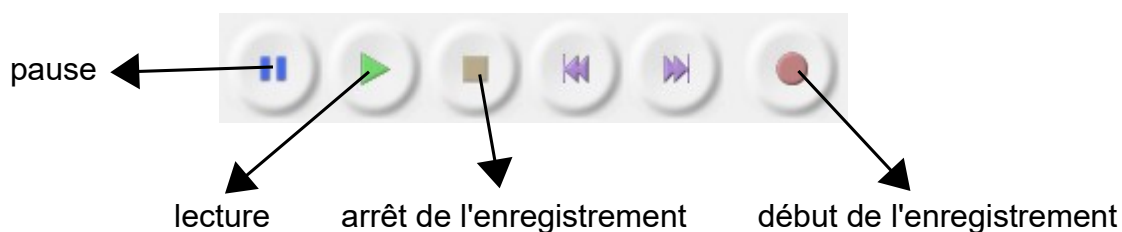
Audacity est un logiciel libre (logiciel que l'on peut télécharger librement) qui permet d'enregistrer, de générer et d'analyser des sons.

Il se présente sous la fenêtre suivante. En légende se trouvent 4 zones importantes à connaître.



Regardons de plus près ces 4 zones:

**1) Icônes d'enregistrement:** Ces icônes permettent de faire un enregistrement ou une lecture d'un enregistrement.



**2) Menus:** Les menus permettent d'avoir toutes les options du logiciel.

Fichier Edition Affichage Transport Pistes Générer Effets Analyse Aide

Les options sont très nombreuses et c'est en utilisant le logiciel souvent que l'on en comprend toutes les subtilités. Regardons les plus importantes pour étudier le son en physique.


**Fichier:** Vous pouvez ouvrir, fermer, enregistrer un fichier...


**Générer:** Vous pouvez dans "Générer" puis dans "Tone", générer des sons à différentes fréquences.

**Analyse:** Vous pouvez dans "Analyse" puis dans "Tracer le spectre", mesurer les fréquences du fondamental et des différentes harmoniques de n'importe quel son.

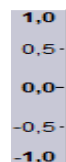
### 3) Zone des courbes enregistrées:

Dans cette vaste zone se trouvent les courbes d'enregistrement par les micros, des courbes de sons générés. Il est important de connaître les deux axes.

En abscisse et en haut de la zone se trouve l'axe des **temps**: 

**C'est sur cet axe que vous allez pouvoir mesurer des durées.** On peut toujours zoomer avec l'icône  à un temps donné pour plus de précision.

Sur l'axe des ordonnées et à gauche se trouve l'amplitude qui correspond au **volume sonore** (son fort ou faible par exemple).



Enfin, en bas de l'écran se trouve des informations importantes:






fréquence d'échantillonnage en Hz (Si elle est grande, la courbe sera plus détaillée)


durée de la sélection ce qui permet de mesurer facilement une durée


### 4) Icônes de réglages et de traitements:


Pour savoir à quoi correspond une icône, il suffit de laisser le pointeur de la souris dessus sans cliquer, un message indiquera alors la fonction de l'icône. Certaines icônes seront essentielles pour étudier un son et faire des mesures.



 : L'icône de sélection permet de sélectionner une zone de la courbe pour l'effacer avec la touche du clavier "Suppr" ou alors pour l'agrandir avec l'icône . Si l'on sélectionne judicieusement une zone, on peut alors mesurer précisément des durées.

 : L'icône de "glissement temporel" est un outil très intéressant pour coulisser la sélection sur l'axe des abscisses. On peut positionner précisément le début de la sélection à l'origine de l'axe c'est à dire à  $t=0$ . Cela permet alors de mesurer précisément la durée de la sélection.

 : L'icône "annuler" permet de revenir en arrière. C'est très utile si on a fait une erreur.

 : L'icône "outil zoom" permet d'agrandir des zones d'enregistrement. En effet, un son a souvent une fréquence de l'ordre du kHz soit une période de la ms. Il faut donc zoomer parfois d'un facteur de 1000 pour pouvoir visualiser correctement la courbe et ainsi faire des mesures précises de durées ou de périodes.

 : L'icône "afficher le projet" permet d'afficher au maximum la totalité de l'enregistrement. C'est souvent une alternative plus intéressante que l'outil zoom si on supprime correctement des zones d'enregistrement inutiles.

 **Microphone (We**  **2 (Stereo)** : Ces icônes permettent de sélectionner le micro d'utilisation mais aussi, si on a deux micros branchés sur la même entrée d'ordinateur (micro de balladeur par exemple), de sélectionner "stéréo" si on veut enregistrer séparément le son par les deux micros.

Enfin, si vous voulez des explications plus complètes d'Audacity, vous pouvez aller sur internet. Il y a de nombreux tutoriels. Pour les trouver sur un moteur de recherche, il suffit de taper les mots clés: *audacity tutorial*

## Cours n°9

### Le son

#### I) Définitions:

Le son est une vibration de pression qui se propage dans un milieu matériel de propagation. C'est une onde de surpression qui se propage longitudinalement.

Deux grandeurs importantes sont associées aux ondes sonores:

Le niveau sonore représente l'intensité du son perçue par nos oreilles. Il se mesure à l'aide d'un sonomètre et son unité est le décibel (dB). Plus un son est fort plus son niveau sonore est grand. (120 dB correspond au seuil de douleur et cela devient dangereux d'écouter des sons aussi forts)

La fréquence  $f$  représente le nombre de vibrations par unité de temps. Son unité est le Hertz (Hz). On peut calculer la fréquence comme étant égale à l'inverse de la période  $T$  qui est la durée pour laquelle la vibration se répète.

On a la formule importante suivante:

$$\text{fréquence} = 1 / \text{période}$$

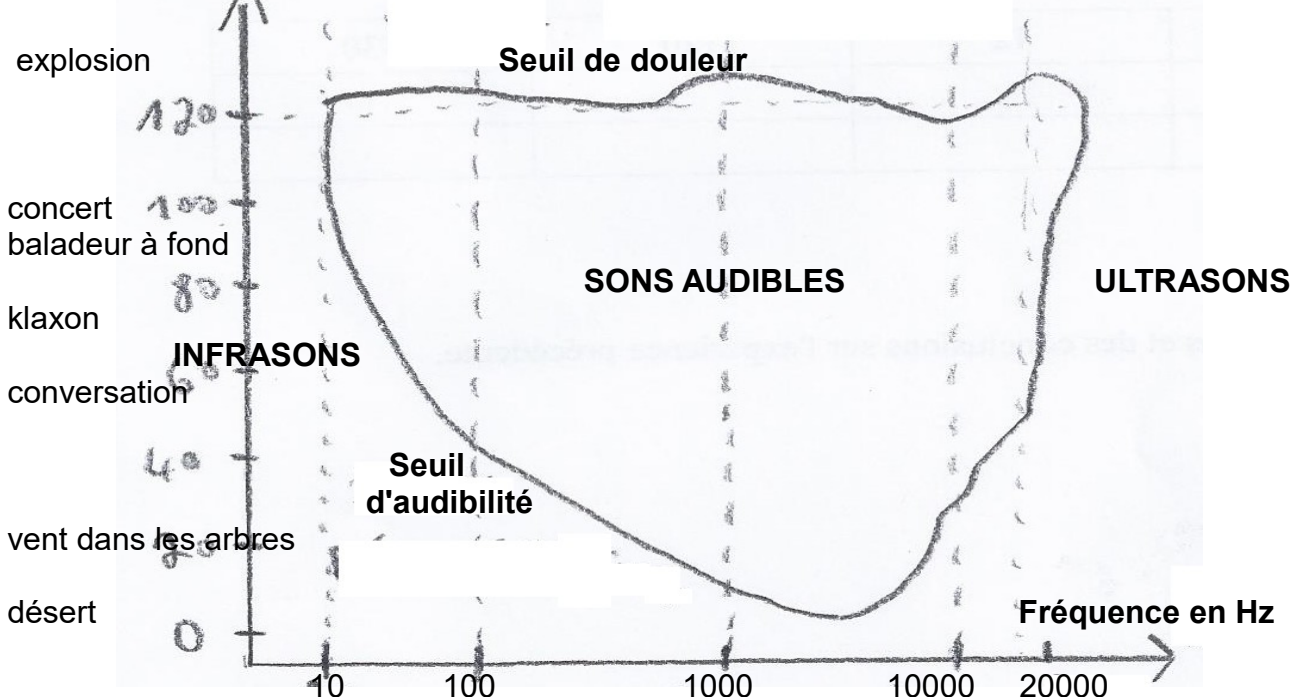
ou

$$f = 1 / T$$

(avec  $f$  en Hz et  $T$  en s).

Si la fréquence est grande alors le son est aigu. Si la fréquence est faible alors le son est grave. L'homme perçoit des sons compris entre 20 Hz et 16000 Hz. Les infrasons (fréquences inférieures à 20 Hz) et les ultrasons (fréquences supérieures à 16000 Hz) ne sont pas perçus par l'homme mais le sont par certains animaux.

#### Niveau sonore en dB



#### II) Propriétés du son:

##### 1) Vitesse de propagation du son:

La vitesse de propagation du son est égal au rapport entre la distance parcourue par l'onde sonore sur la durée de propagation. L'unité est le m/s.

On a : vitesse de propagation du son = distance parcourue / durée de propagation

La vitesse de propagation du son (ou célérité) dépend du milieu auquel se propage le son.

Le son se propage plus vite dans les solides que dans les liquides. Dans les gaz, le son se propage encore moins vite.

matériau	air à 15°C	eau	acier	glace	béton
vitesse du son en m/s	340	1480	5800	3200	3100

La vitesse du son dépend aussi de la température:

température de l'air en °C	-40	-20	0	10	20	30	40	60	80	100
vitesse du son en m/s	307	319	331	337	343	349	355	366	377	387

La vitesse du son dépend aussi de la pression. Plus la pression est faible plus la vitesse du son est faible

## 2) Analyse harmonique:

On dit que chaque chanteur, chaque instrument de musique ont leur propre timbre. En effet, on n'entendra pas exactement le même son de deux instruments de musique jouant la même note car leurs timbres est différents.

On distinguera alors la hauteur d'un son qui correspond à la fréquence de la note de musique jouée. Cette fréquence s'appelle le fondamental à distinguer avec les harmoniques.

note de la gamme	f en Hz
do <sup>3</sup>	361,6
ré <sup>3</sup>	293,7
mi <sup>3</sup>	329,6
fa <sup>3</sup>	349,2
sol <sup>3</sup>	392,0
la <sup>3</sup>	440
si <sup>3</sup>	493,9
do <sup>4</sup>	523,2

La note donnée par un diapason est le la<sup>3</sup> qui a une fréquence de 440 Hz.

Lorsque l'on monte d'une octave, la fréquence est multipliée par deux et le son est plus aigu. Le la<sup>4</sup> a une octave en plus du la<sup>3</sup> et aura donc une fréquence de 880 Hz.

Les harmoniques sont des composantes du son périodique dont les fréquences sont des multiples de la fréquence fondamentale. Fourier a montré que n'importe quel son périodique (produit par un instrument de musique ou une autre source) est la somme d'un fondamental et de ses harmoniques à des amplitudes différentes. Le timbre d'un instrument vient donc de la répartition à différents niveaux sonores des harmoniques. Ainsi on peut synthétiser n'importe quel son si l'on connaît son spectre en fréquence.

Le logiciel libre Harmonie permet de synthétiser des sons à l'aide de leur spectre.



S13

**EPI: Tp guidé: écholocalisation des chauves souris et mesure de la vitesse du son.**  
**4ème**

**au bureau pour 10 groupes:**

pince en bois

écouteurs de baladeur

ordinateurs avec le logiciel Audacity

tubes en carton ou en sopalin reliés à du ruban adhésif. Les tubes doivent avoir des longueurs de 75 cm, de 1m et de 1,25 m et de 1,5 m environ.

petit carton pour boucher un tube de sopalin

**au bureau: (en plus de l'expérience)**

ordinateur avec le logiciel Audacity

écouteur de baladeur

20 tubes en carton ou en sopalin reliés à du ruban adhésif. Les tubes doivent avoir des longueurs de 75 cm, de 1m et de 1,25 m et de 1,5 m environ. Il faut 5 tubes de chaque.