

Du ...
au ...

Thème 1 : La santé

Chapitre : Le régime périodique



Objectifs :

- Connaitre et utiliser les définitions de la période et de la fréquence d'un phénomène périodique.....
- Extraire et exploiter des informations sur la nature des ondes sonores et électromagnétiques.....
- Extraire et exploiter des informations sur les domaines de fréquences et les applications médicales
- Connaitre une valeur approchée de la vitesse du son dans l'air.....
- Connaitre la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air) et savoir que sa propagation est rectiligne
- Identifier le caractère périodique d'un signal sur une durée donnée.....
- Déterminer les caractéristiques d'un signal périodique (T, f, Umin et Umax)
- Pratiquer une démarche expérimentale pour comprendre le principe de méthodes d'exploration et l'influence des propriétés des milieux de propagation.....

😊	😐	☹️	Comp

Ressources :

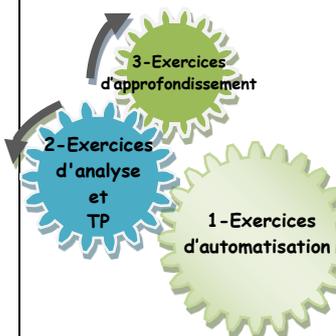
Les phénomènes périodiques  http://goo.gl/forms/60hNu10tjq	Ondes et imagerie médicale  http://goo.gl/forms/9J2Do1Xcu9	Les Ondes ElectroMagnétiques  http://goo.gl/forms/Mhtd8Jun1G	Le son se propage-t-il dans le vide ?  https://www.youtube.com/watch?v=Xy6fIDGPerc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													

Travail à faire :

- Consulter les ressources.....
- Compléter la trace écrite.....
- S'exercer sur les exercices d'automatisation et d'analyse
- Relever le Défi avec son équipe
- Pour les plus avancés choisir et suivre un parcours autonome
- Faire un résumé du chapitre.....
- Apprendre le cours régulièrement
- Faire des exercices avant le DS.....

😊	☹️

Pour exercer ses compétences



Parcours commun		Parcours autonome																																																							
1-Exercices d'automatisation <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">😊</td><td style="text-align: center;">😐</td><td style="text-align: center;">☹️</td></tr> <tr><td>ExAuto1</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>ExAuto2</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>ExAuto3</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>ExAuto4</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>ExAuto5</td><td> </td><td> </td></tr> </table>	😊	😐	☹️	ExAuto1			ExAuto2			ExAuto3			ExAuto4			ExAuto5			2-Exercices d'analyse <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">😊</td><td style="text-align: center;">😐</td><td style="text-align: center;">☹️</td></tr> <tr><td>ExAna1</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>ExAna2</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>ExAna3</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>ExAna4 DEFI</td><td> </td><td> </td></tr> </table>	😊	😐	☹️	ExAna1			ExAna2			ExAna3			ExAna4 DEFI			Exercices d'approfondissement ou de révision <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">😊</td><td style="text-align: center;">😐</td><td style="text-align: center;">☹️</td></tr> <tr><td>ExAna5</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>ExAna6</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>ExAna7</td><td> </td><td> </td></tr> </table>	😊	😐	☹️	ExAna5			ExAna6			ExAna7			Sujet libre <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">😊</td><td style="text-align: center;">😐</td><td style="text-align: center;">☹️</td></tr> <tr><td>Fond</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Forme</td><td> </td><td> </td></tr> </table>	😊	😐	☹️	Fond			Forme		
😊	😐	☹️																																																							
ExAuto1																																																									
ExAuto2																																																									
ExAuto3																																																									
ExAuto4																																																									
ExAuto5																																																									
😊	😐	☹️																																																							
ExAna1																																																									
ExAna2																																																									
ExAna3																																																									
ExAna4 DEFI																																																									
😊	😐	☹️																																																							
ExAna5																																																									
ExAna6																																																									
ExAna7																																																									
😊	😐	☹️																																																							
Fond																																																									
Forme																																																									
Correction des exercices et dépôts des sujets libres sur le Padlet de la classe																																																									

J'ai eu du mal à :

J'ai bien réussi :

Appréciation du professeur :

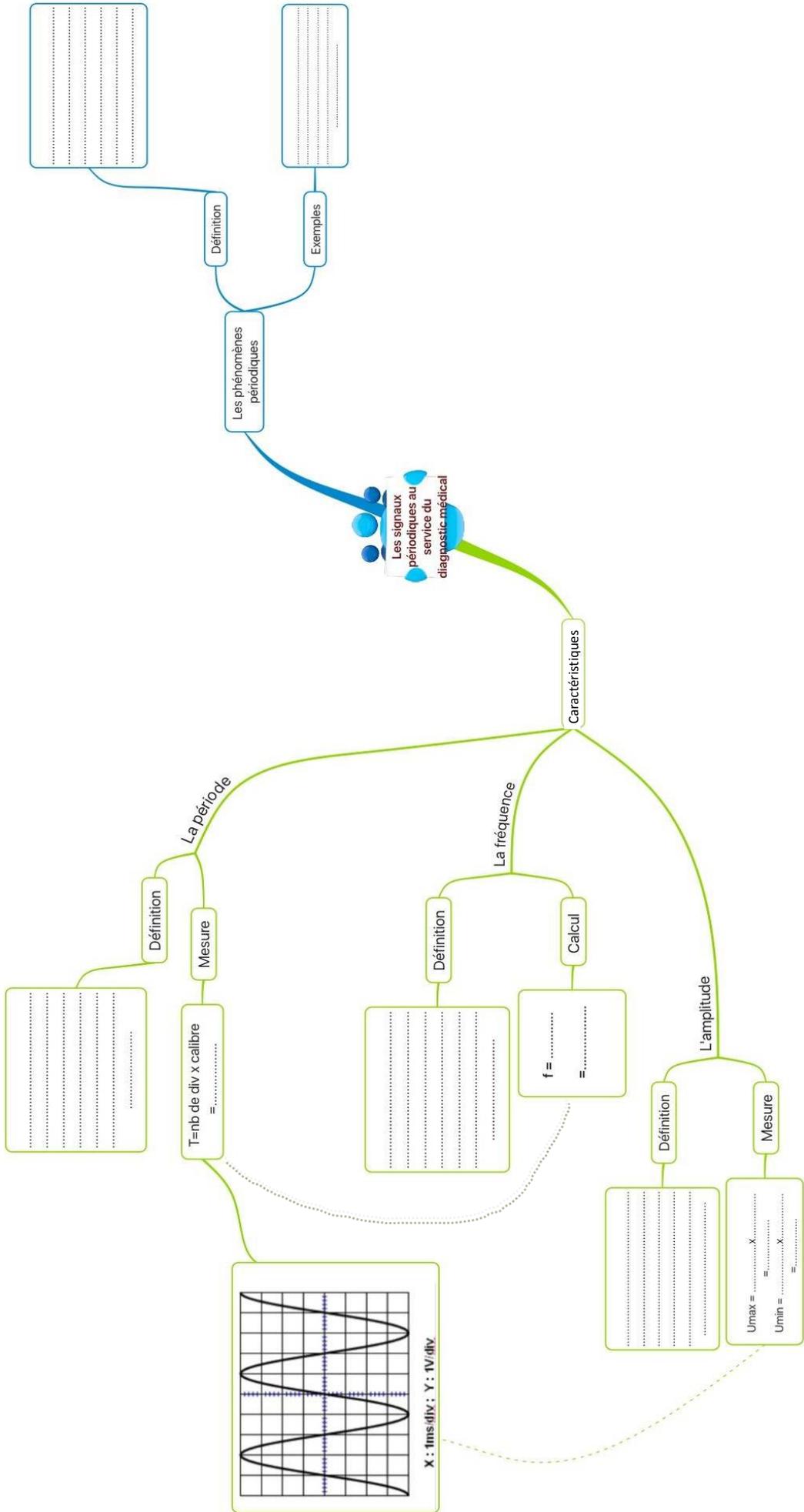
Autonomie/Initiative/Persévérance

😊	😐	☹️

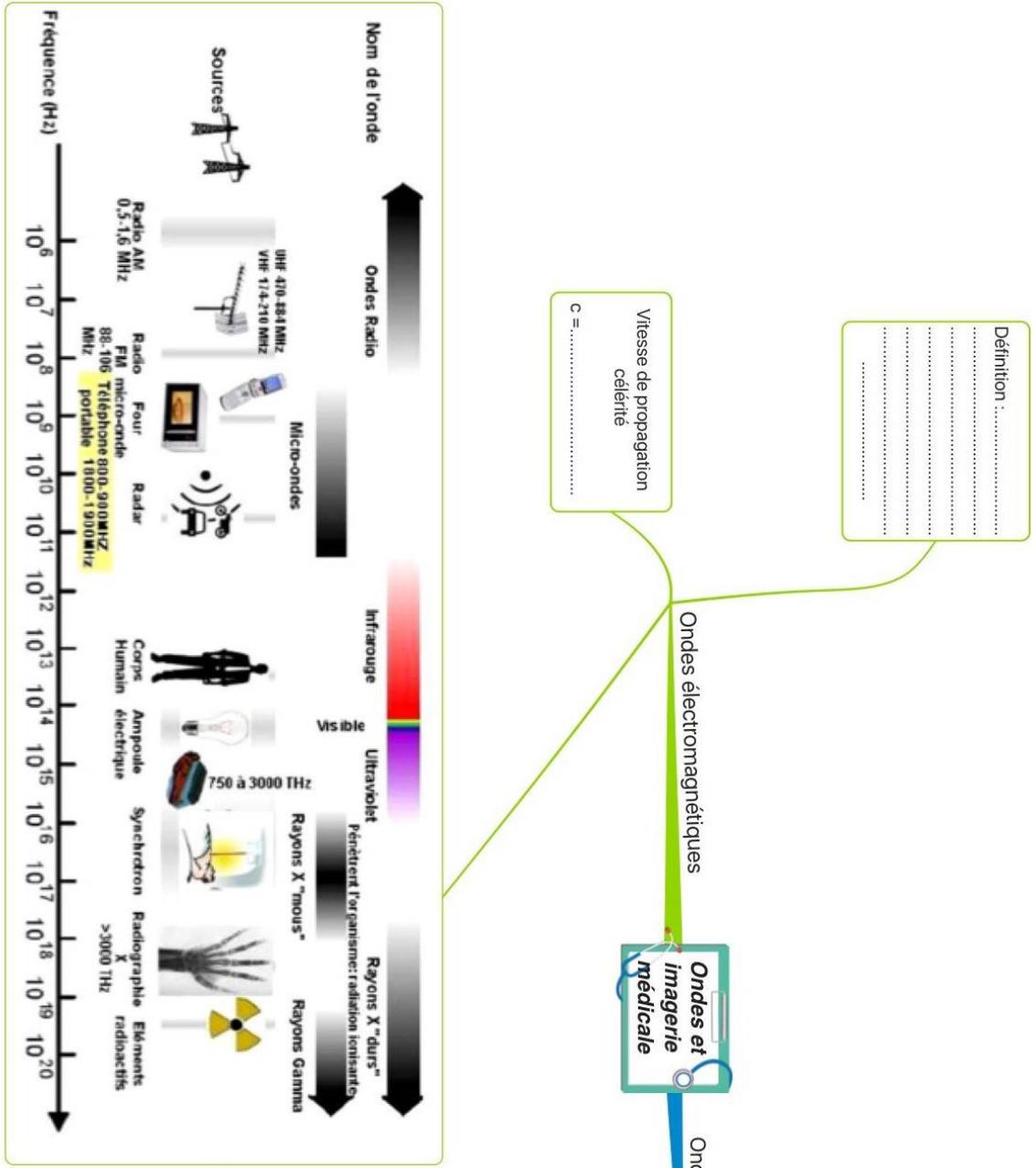
Note du DS

Signature des parents

I. Les signaux périodiques



II. Les ondes et l'imagerie médicale



http://www.lyceejaufrenudel.info/IMG/jpg/toutes_les_ondes-2.jpg

Ondes et imagerie médicale

Ondes électromagnétiques

Ondes sonores

Définition :

.....

.....

.....

Visse de propagation célérité

$c = \dots\dots\dots$

Définition :

.....

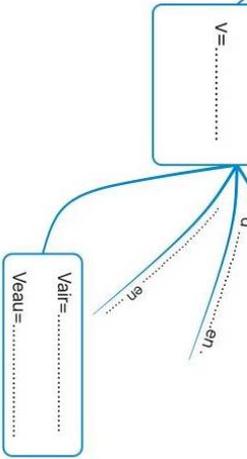
.....

Fréquences audibles par l'homme



Visse de propagation

$v = \dots\dots\dots$

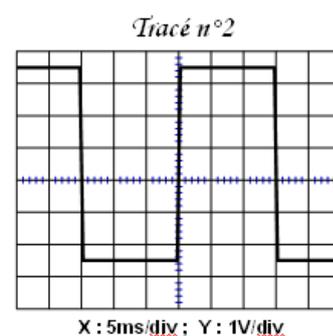
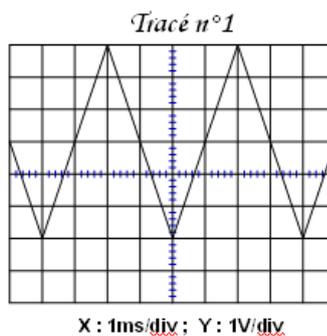


PARCOURS COMMUN

Exercices d'entraînement qui permettent d'acquérir des automatismes :
(Privilégier le travail individuel - La correction est disponible dans la salle).

ExAuto1 :

- 1- Sur les chronogrammes suivant représenter la période par une flèche à double sens et mesurer sa valeur.
- 2- En déduire la valeur de la fréquence de chaque signal.
- 3- Dans chaque cas donner les valeurs minimum et maximum.



ExAuto2 : (Sans calculatrice)

Grâce à l'électrocardiogramme d'un patient on détermine une durée $T = 0,50s$ entre deux pulsations consécutives.

- 1- En déduire sa fréquence cardiaque f en Hz. Combien de pulsations cela représente-t-il par seconde.
- 2- En déduire le nombre de pulsation par minutes.
- 3- A priori ce patient est-il en plein effort ou au repos.

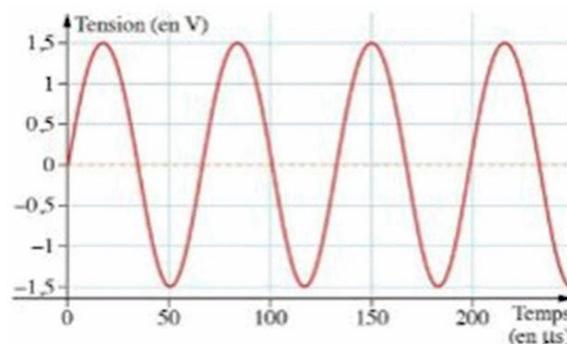
ExAuto3 :

- 1- Une grenouille perçoit des sons de 60 à 10 000 Hz, un perroquet, de 40 à 14 000 Hz.
- 2- Quel animal à un domaine de fréquence audible le plus proche de celui de l'oreille humaine ?
- 3- Ces animaux perçoivent-ils les ultrasons ?

ExAuto4 :

On a représenté sur le document ci-contre le signal électrique correspondant à une onde ultrasonore. Les fréquences des ondes ultrasonores utilisées en échographie sont comprises entre 2 MHz et 13 MHz.

- 1- Quelle est la période T de cette onde ultrasonore ?
- 2- Calculer la valeur sa fréquence f .
- 3- La fréquence f appartient-elle au domaine de fréquences utilisées en échographie ?



ExAuto5 :

Le grondement du tonnerre nous parvient 3s après l'éclair. A quelle distance se trouve l'orage ?

Exercices d'analyse pour utiliser ses connaissances et développer ses compétences :
(Travail en groupe ou individuel (au choix) - La correction est disponible dans la salle).

ExAna1 : Etude d'électrocardiogramme

Problèmes

- ❶ Le docteur Foldélectro est bien embêté ce matin. Il a mélangé (doc 1) les électrocardiogrammes qu'il doit utiliser pour sa conférence sur les anomalies cardiaques.
- Pouvez-vous l'aider dans son classement en argumentant (sans calcul)
- ❷ Il doit aussi donner les réglages (nbre de s/division) de son appareil ECG à son technicien mais il ne lui reste que le doc 3.
- Retrouver ces réglages par quelques calculs

Document 1



Document 2

- Bradycardie** : Ralentissement des battements du cœur en dessous de 60 pulsations/minute.
- Tachycardie** : Accélération de la fréquence des battements du cœur au-delà de 90 pulsations par minute.
- Extrasystole** : Contraction cardiaque anormale survenant de manière prématurée au cours du cycle cardiaque.
- Fibrillation** : Trouble du rythme cardiaque caractérisé par la disparition du rythme sinusal normal, remplacé par des contractions rapides (de 400 à 600 par minute) et inefficaces des oreillettes, et provoquant la contraction irrégulière et souvent rapide des ventricules.

Document 3



Sources

- http://www.lemonde.fr/sciences/article/2012/06/14/visualiser-les-tornades-electriques-du-coeur_1718744_1650684.htm
- http://www.fmp-usmba.ac.ma/umvf/UMVFmiroir/campus-numeriques/campus-physiologie/indexf007.html?option=com_content&task=view&id=204&Itemid=137
- <http://www.materielmedical.fr/A-10022417-electrocardiographe-portable-sans-fil-ecg-choicemmed-md100b-comed.aspx>

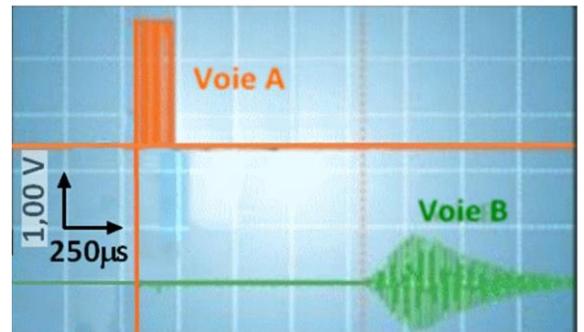
ExAna2 :

Il est 14h. Le grondement du tonnerre nous parvient 5s après l'éclair. A quelle distance se trouve l'orage ?
A 14h01, nouvel éclair et un nouveau grondement se produit 2secondes après. L'orage s'approche-t-il ? A quelle vitesse progresse-t-il ?

ExAna3 : Sans calculatrice

Lors d'une séance de travaux pratiques, Claire et Noran doivent réaliser la mesure de la vitesse des ultrasons dans l'air. Ils disposent d'un émetteur et d'un récepteur à ultrasons ainsi que d'un système d'acquisition.

- 1- Schématiser le dispositif expérimental permettant cette mesure. Indiquer sur quelles voies doivent être branchée l'émetteur et le récepteur pour obtenir l'enregistrement ci-contre.
- 2- Mesurer le décalage temporel t entre l'émission et la réception du signal et déduire la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air sachant que la distance d entre l'émetteur et le récepteur est $d=34\text{cm}$.
- 3- Quelles différences Claire et Noran auraient-ils observées s'ils avaient réalisé cette expérience : ① dans l'eau ? ② dans le vide ?



DEFI

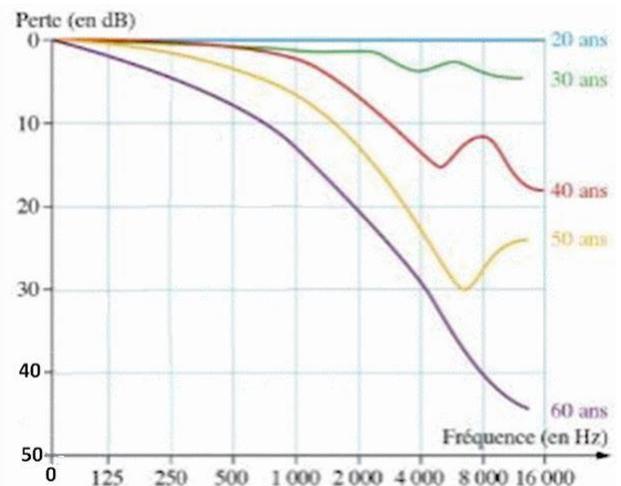
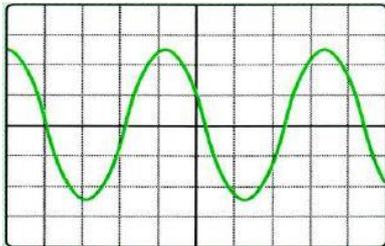
Travail de groupe - Chacun participe à l'élaboration de la réponse un rôle est attribué à chaque membre du groupe. Le travail est ramassé et évalué.

Le groupe complète et remet au professeur la fiche d'évaluation par les pairs

ExAna4 :

Les courbes ci-contre représentent l'évolution de la sensibilité de l'oreille humaine en fonction de l'âge. L'ordonnée est la « perte d'audition ».

Cette grandeur s'exprime en décibel (dB) ; elle est égale à zéro pour une oreille « normale ».



Un lycéen a téléchargé sur son téléphone portable une sonnerie « spécial jeunes ». Le signal électrique correspondant est représenté ci-dessus. Chaque division horizontale vaudra 25 microsecondes.

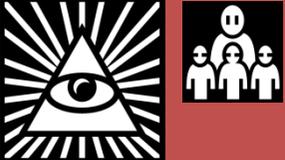
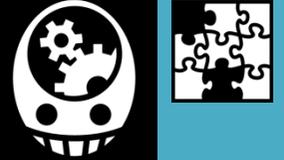
Expliquer en une dizaine de lignes :

« Pourquoi cette sonnerie est-elle appelée « sonnerie secrète des jeunes » ?

Vous expliquerez votre démarche pour répondre au problème et vous présenterez les calculs qui ont été nécessaires.

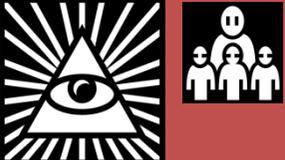
FICHE D'ÉVALUATION PAR LES PAIRS

DATE : SUJET :

<p>Scribe</p>  <p>Compétence COM</p> <ul style="list-style-type: none"> Il s'assure que chacun est écouté et s'implique dans le travail. Il prend des notes. Il rédige les comptes rendus. Il fait les synthèses orales. Il est le gardien du temps. 	<p>Oeil de l'ux</p>  <p>Compétence APP</p> <ul style="list-style-type: none"> Il lit et relit les documents. Il consulte le cours et fait des recherches sur internet. Il relit les comptes rendus. Il garde un oeil sur le travail de chacun, 	<p>The Brain</p>  <p>Compétence ANA</p> <ul style="list-style-type: none"> Il collecte les informations. Il organise le travail et répartit les tâches. Il structure la réponse. Il demande de l'aide ou des indices si besoin, 	<p>le technicien</p>  <p>Compétence REA</p> <ul style="list-style-type: none"> Il rédige les démarches expérimentales. Il réalise les expériences et communique les résultats (schémas – tableaux – graphs) . Il fait les calculs. 	<p>JOKER</p>  <p>Compétence VAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Il sait tout faire. Il peut prendre tous les rôles. <p><i>IL N'A PAS LE DROIT D'UTILISER SES MAINS POUR PRENDRE UN CRAYON OU FAIRE UNE MANIPULATION.</i></p>
Nom :	Nom :	Nom :	Nom :	Nom :
A-t-il rempli son rôle ?	A-t-il rempli son rôle ?	A-t-il rempli son rôle ?	A-t-il rempli son rôle ?	A-t-il rempli son rôle ?
<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>	<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>	<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>	<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>	<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>

FICHE D'ÉVALUATION PAR LES PAIRS

DATE : SUJET :

<p>Scribe</p>  <p>Compétence COM</p> <ul style="list-style-type: none"> Il s'assure que chacun est écouté et s'implique dans le travail. Il prend des notes. Il rédige les comptes rendus. Il fait les synthèses orales. Il est le gardien du temps. 	<p>Oeil de l'ux</p>  <p>Compétence APP</p> <ul style="list-style-type: none"> Il lit et relit les documents. Il consulte le cours et fait des recherches sur internet. Il relit les comptes rendus. Il garde un oeil sur le travail de chacun, 	<p>The Brain</p>  <p>Compétence ANA</p> <ul style="list-style-type: none"> Il collecte les informations. Il organise le travail et répartit les tâches. Il structure la réponse. Il demande de l'aide ou des indices si besoin, 	<p>le technicien</p>  <p>Compétence REA</p> <ul style="list-style-type: none"> Il rédige les démarches expérimentales. Il réalise les expériences et communique les résultats (schémas – tableaux – graphs) . Il fait les calculs. 	<p>JOKER</p>  <p>Compétence VAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Il sait tout faire. Il peut prendre tous les rôles. <p><i>IL N'A PAS LE DROIT D'UTILISER SES MAINS POUR PRENDRE UN CRAYON OU FAIRE UNE MANIPULATION.</i></p>
Nom :	Nom :	Nom :	Nom :	Nom :
A-t-il rempli son rôle ?	A-t-il rempli son rôle ?	A-t-il rempli son rôle ?	A-t-il rempli son rôle ?	A-t-il rempli son rôle ?
<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>	<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>	<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>	<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>	<input type="button" value="pas du tout"/> → <input type="button" value="pas complètement"/> → <input type="button" value="ça va"/> → <input type="button" value="à fond"/>

PARCOURS AUTONOME

ExAna5 : Une audiométrie

Le médecin veut vérifier qu'Anatole entend bien. Il lui fait écouter une note mais ne sait plus laquelle. Il a à sa disposition 2 enregistrements numériques sachant que l'un des 2 correspond à la note émise.

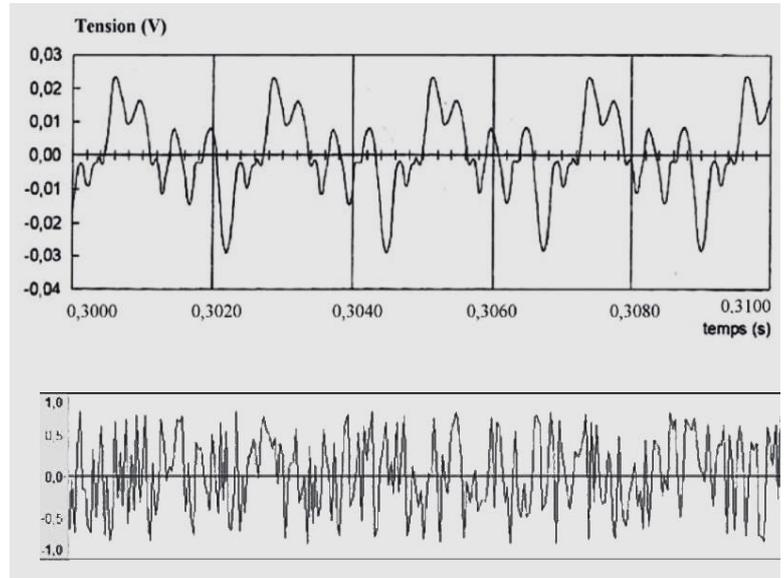
Document 2 : enregistrements numériques

Document 1 : à une note, une fréquence

Note	Mi ₃	La ₃	Ré ₄	Sol ₄	Mi ₅
Fréquence (Hz)	330	440	587	784	1318

Problématique :

Peux-tu aider le médecin à retrouver la note qu'il fait écouter à Anatole ?

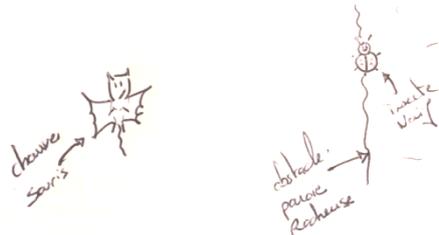


ExAna6 : Sans calculatrice

Les chauves-souris utilisent le principe du sonar à ultrasons pour s'orienter et repérer leurs proies dans l'obscurité. Elles émettent des ultrasons qui se réfléchissent sur les obstacles et leur reviennent. A partir de la durée t séparant l'émission de la réception d'un signal, elles évaluent la distance les séparant de l'obstacle.

La vitesse des ultrasons dans l'air est $v = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Un insecte volant se trouve devant une chauve-souris. Un dispositif expérimental étudie les ondes émises et reçues par la chauve-souris. Sachant que la durée qui s'écoule entre l'émission d'ultrasons par la chauve-souris et leur retour est $\Delta t_2 = 50 \text{ ms}$, retrouvez la distance d qui sépare la chauve-souris de sa proie ? (Justifier votre réponse en vous appuyant sur des expressions littérales et en expliquant votre démarche).



Principe du sonar

<https://youtu.be/TT1XUTc4kQI>

Doc. 1 Les applications liées aux IR

● L'utilisation de l'énergie thermique produite

En médecine, les IR ont un effet sédatif sur les lombagos, les arthrites et les viscéralgies.

Les IR sont aussi utilisés pour le chauffage (radiateurs, plaques de cuisson), le séchage industriel des peintures et vernis, la soudure, etc...

● La détection et la mesure d'un rayonnement à distance

Dans le domaine médical, la thermographie infrarouge permet de mesurer à distance des rayonnements IR émis par les différents points de la région du corps examinée, et d'en dresser une carte thermique. Cette technique, sans danger, est appliquée dans un but diagnostic pour déceler des anomalies (inflammations locales des tissus, plus chauds, entourant une tumeur peu profonde) mais aussi en

traumatologie musculaire, en pathologie vasculaire et thyroïdienne.

Pour déterminer sans contact la température du corps humain, on emploie le thermomètre médical auriculaire à IR qui capte le rayonnement émis par le tympan.

Les IR ont un rôle important dans les équipements de vision de nuit (techniques d'observation, guidage de missiles), dans la transmission des informations (ordinateur et périphériques, robotique, télécommande...), en spectroscopie (méthode d'analyse très efficace pour identifier des molécules et déterminer leurs principaux groupes fonctionnels).

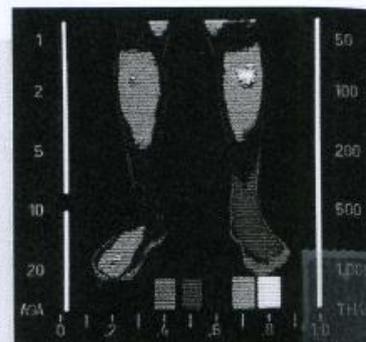


Figure 1. Un thermogramme

Doc. 2 Les applications des UV

Les ultraviolets sont utilisés pour désinfecter l'eau et pour stériliser des équipements chirurgicaux et des matériels d'hygiène corporelle, les UV détruisant les bactéries.

Les ultraviolets sont employés pour traiter le psoriasis, la jaunisse des nouveau-nés et pour administrer une photothérapie.

Leur action peut provoquer le durcissement de matières radiosensibles aux UV (polymérisation de résines dentaires, des encres d'imprimerie).

L'effet fluorescent créé sous l'action des UV permet de révéler des faux documents ou des motifs invisibles (lumière noire, tubes fluorescents...), d'éclairer, d'attirer et d'éliminer des insectes.

La spectroscopie UV analyse et renseigne sur les liaisons interatomiques d'une molécule.

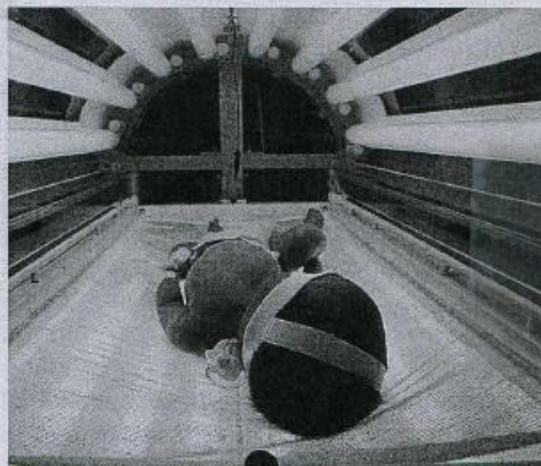


Figure 2. Le traitement d'une jaunisse sur un nouveau-né.

Doc. 3 Les applications des rayons X

● La radiographie

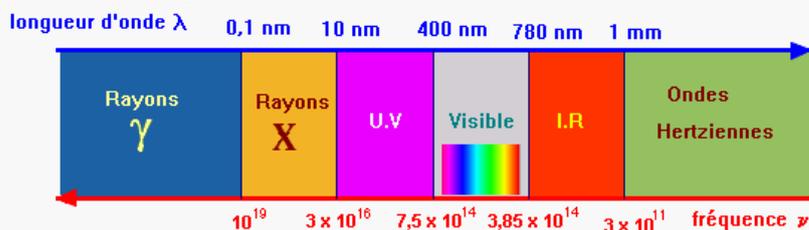
La radiographie, utilisée dans un but diagnostic, permet d'observer des organes internes du corps humain.

Le principe repose sur l'atténuation d'un faisceau de rayons X qui diffère suivant les tissus traversés.

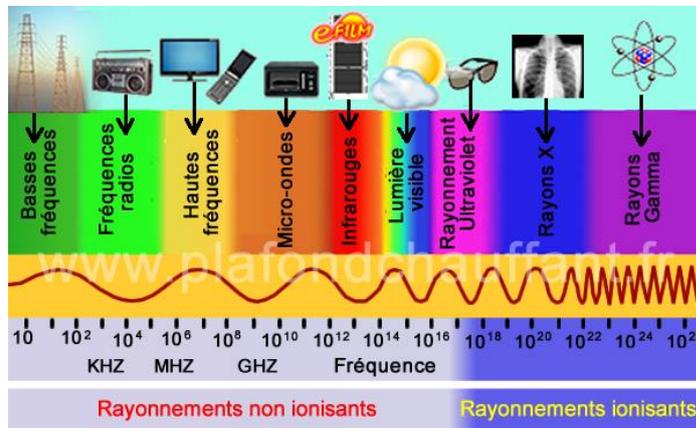


D'après : <http://physique-chimie.asso-web.com/66+chapitre-2-et-3-la-sante.html>

Doc 4 Les rayonnements électromagnétiques



<http://www.sciencesphysiques2010.esy.es/tsph01.htm>



<http://rayons-x-imagerie-medicale.e-monsite.com/pages/cat-1/quesqu-un-rayon-x.html>

Doc 5 Les effets connus des UV sur la santé

Les UVA activent la mélanine, un pigment déjà présent dans les cellules superficielles de la peau. Ils créent un bronzage qui apparaît rapidement, mais que l'on perd également rapidement. En outre, les UVA pénètrent dans les couches profondes de la peau où ils ont un effet sur le tissu conjonctif et les vaisseaux sanguins : la peau perd progressivement de son élasticité et commence à se rider. Ainsi, une exposition importante aux UVA provoque un vieillissement prématuré de la peau. De plus, des études récentes laissent fortement à penser qu'elle pourrait favoriser l'apparition de cancers cutanés. Les mécanismes par lesquels s'opèrent ces lésions dues aux UVA ne sont pas encore totalement élucidés, mais l'hypothèse privilégiée voudrait que les UVA augmentent le stress oxydatif dans la cellule. Des doses d'UVB élevées provoquent des coups de soleil, ce qui augmente la probabilité d'avoir un jour un cancer. Les mécanismes exacts par lesquels les UVB déclenchent ou favorisent un cancer ne sont pas encore élucidés. Chez les gens qui souffrent de Xeroderma pigmentosum, une maladie pigmentaire rare, la capacité à réparer les lésions de l'ADN provoquées par une exposition aux UV est altérée. Les taux très supérieurs de cancers cutanés chez ces patients laissent à penser que les lésions directement provoquées par les UV sur l'ADN constituent peut-être le mécanisme reliant l'exposition à l'apparition d'un cancer.



<http://www.who.int/uv/faq/uvhealthfac/fr/>

Doc 6 Risques liés aux rayons X

Les effets délétères des rayons X (mutations génétiques, apparitions de cancer, malformations fœtales) sont bien établis. Les risques des doses peu élevées de radiations sont aujourd'hui mieux connus. Cette connaissance dérive des études épidémiologiques des survivants des bombes atomiques larguées en 1945 et des travailleurs de l'industrie nucléaire. Brenner et Hall soulignent dans leur article publié dans le New England Journal of Medicine que les 400000 travailleurs de l'industrie nucléaires étudiés étaient exposés à une dose moyenne de 20 mSv alors qu'un examen tomodensitométrique avec un scanner multibarrette expose à une dose de 30-90 mSv. Si pour un individu donné, le risque d'avoir un cancer est faible, ces deux auteurs estiment qu'à l'échelle d'un pays il s'agit d'un problème de santé publique. Avec l'utilisation actuelle des examens tomodensitométriques, Brenner et Hall pensent que sur une période de 5 ans, pour des pays développés, 1.5-2% des cas de cancer pourraient être attribués à une irradiation médicale diagnostique. Quelque soit la réalité des chiffres présentés par Brenner et Hall, le principe de précaution est appliqué par tous les acteurs de la radiologie et ce principe veut que tout examen effectué avec des rayons X satisfasse aux deux critères suivants:



http://en.wikipedia.org/wiki/Projectional_radiography

- la demande d'examen est dûment justifiée.
- la dose délivrée lors de cet examen est la plus petite possible.

Les constructeurs d'appareils médicaux, sensibilisés à ces problèmes d'irradiation, mettent sur le marché de nouvelles technologies permettant de travailler avec des doses de rayonnement plus petites. Un contrôle périodique des installations radiologiques est prévu par la loi.

Travail préparatoire

Créer sous format numérique (logiciel de carte mentale, photo, traitement de texte) un document schématique qui permet de lier et regrouper les informations suivantes :

- 3 exemples d'utilisation des différents types d'ondes électromagnétiques en médecine
- Leur dangerosité pour le corps humain

Ces documents seront déposés sur le padlet de la classe.

Tache finale

En vous aidant du travail précédent et des productions de vos camarades réaliser la tache finale suivante :
Vous faites partie de l'équipe de communication de la Clinique X, vous êtes chargés d'établir un document officiel que le patient devra signer dans lequel figurent les différents risques encourus pour chaque application médicale utilisant les rayonnements électromagnétiques décrit dans les documents (20 lignes maximum).

Images :

www.lyceejaufreud.info/IMG/jpg/toutes_les_ondes-2.jpg

<http://www.your-doctor.net/>

<http://www.iscience.ca>

<http://freepik.com>

CDrom Microméga ed : Hatier

Exercices librement inspirés du site :

<http://metaphysik.fr/manuel/index.php?id=3500202&partie=Ondes-mecaniques-son>

Capsules :

Signaux périodiques : Karine Glandier, Lycée Louis Thuillier - Académie d'Amiens

www.youtube.com/watch?v=hq-Aj3foNIk

Qu'est-ce qu'une onde : Aude Claret, Lycée Hector Berlioz - Académie de Grenoble

www.youtube.com/watch?v=fB5-3pHj7B8

Les ondes électromagnétiques : Nicolas Vossier, Lycée Henri Laurens - Académie de Grenoble

www.youtube.com/watch?v=zi4rWIXmdK8

Université des Sciences en Ligne

<http://www.unisciel.fr/>

Animations :

<http://www.ostralo.net/>

Concepteurs TraAM :

Raphaëlle Darne, Anne-laure Parmentier, Aude Claret et Nicolas Vossier.