

Des ondes qui commandent !

[à terme : [Lien vers la fiche synoptique associée](#)]

THEME : Des signaux pour observer et communiquer

Sous thème : Signal et information

Registre d'enseignement : enseignement commun

Descriptif :

Activité expérimentale relative à la découverte de rayonnements invisibles pour l'œil humain.

Elle sera l'occasion de montrer l'utilisation de ces rayonnements dans la transmission d'une information, grâce à l'exemple du fonctionnement d'une télécommande infrarouge.

Repère de progressivité :

Elle s'envisagera au niveau 3^{ème} lorsque les élèves auront déjà étudié la notion de fréquence (grâce à l'étude des ondes sonores par exemple). Elle pourra clore la partie relative aux signaux lumineux ou s'inscrire dans un EPI (avec la technologie par exemple) ou autre projet traitant de la transmission des signaux.

Objectifs d'apprentissage : (*programme, connaissances, capacités*)

Découvrir que certaines lumières ne sont pas visibles pour un œil humain.

Comprendre que la lumière est un rayonnement permettant de transporter un signal donc une information.

Réinvestir la réalisation d'un circuit électrique.

Découvrir le fonctionnement d'un objet très présent de leur vie quotidienne : la télécommande.

Mettre en œuvre une démarche d'investigation.

Compétences du socle commun de connaissances, de compétences et de culture travaillées ou évaluées :

Pratiquer des démarches scientifiques (domaine 4 : Les systèmes naturels et techniques)

Pratiquer des langages : lire et comprendre des documents scientifiques ; utiliser la langue française pour formuler des hypothèses, rendre compte de leurs observations, conclure. (domaine 1 : Les langages pour penser et communiquer)

Mobiliser des outils numériques pour faire une recherche documentaire (domaine 2 : Méthodes et outils pour apprendre)

Autres compétences

Apprendre à travailler en groupe et à mutualiser ses résultats

Attendus de fin de cycle : Utiliser les propriétés des signaux

Connaissances et compétences associées :

Signal et information : comprendre que l'utilisation du son et de la lumière permet d'émettre, de transporter un signal et donc une information

Prérequis : schématisation d'un circuit électrique ; connaissance du rôle d'un conducteur ohmique ; modèle du rayon lumineux : propagation rectiligne de la lumière

Nature de la ressource : activité expérimentale et documentaire

Type d'approche pédagogique : Observation de situations de la vie courante, contextualisation

Contribution à un parcours (Si oui, lequel ?) : Parcours citoyen, parcours avenir

Mots clefs : télécommande, infrarouge, rayonnements, signal, transmission de l'information

I. Présentation de la séance

Cette activité peut se dérouler sur 1h30 ou 2h. Elle consiste à faire découvrir aux élèves différents types de rayonnements (visibles, ondes radio, rayons X, ...) et à leur montrer que ces rayonnements peuvent commander les appareils électriques de leur quotidien.

1. Situation déclenchante

Le professeur choisira de montrer une photo d'un appareil électrique commandé par une télécommande : télécommande d'appareil photo, télécommande de télé et chaîne HI FI, télécommande de drone, télécommande de vidéoprojecteur...

2. Problématique : Comment une télécommande communique-t-elle avec l'appareil qu'elle commande?

Les élèves discutent par petits groupes et formulent des hypothèses pour répondre à la problématique.

3. Première mise en commun

L'objectif de cette première mise en commun est d'arriver à l'observation suivante :

« Un rayonnement invisible commande l'appareil. »

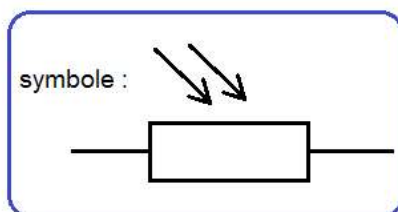
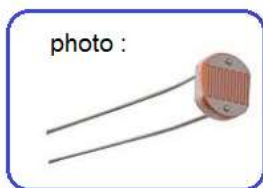
4. Modélisation de la situation

1^{ère} partie : Commander un dipôle grâce à une lumière visible / un rayonnement visible

Pour modéliser cette situation, on fera tout d'abord découvrir à l'élève un nouveau dipôle électrique : la photorésistance, à l'aide du document suivant :

A la découverte d'un nouveau dipôle électrique : la photorésistance !

Rappel : Un conducteur ohmique (ou une résistance), est un dipôle qui permet de faire varier l'intensité du courant électrique dans un circuit : plus la valeur de sa résistance est grande, plus l'intensité du courant dans le circuit sera faible.

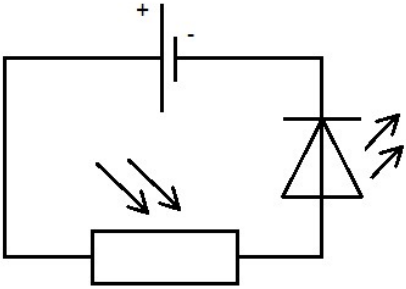
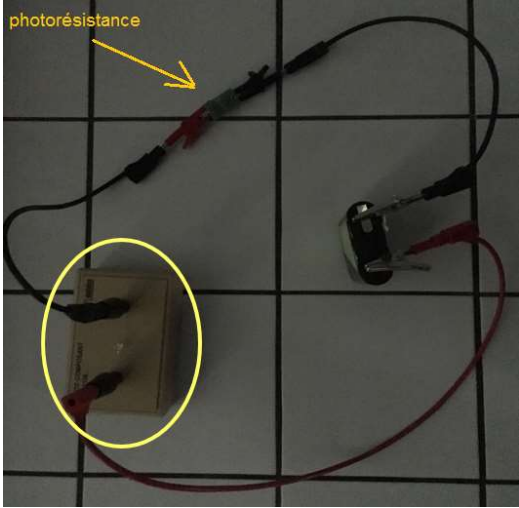
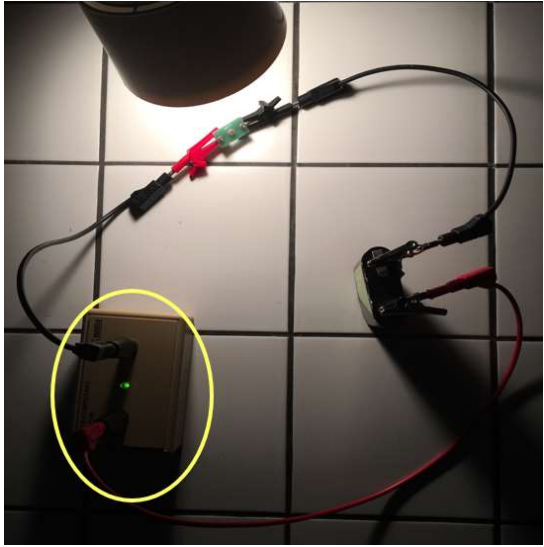
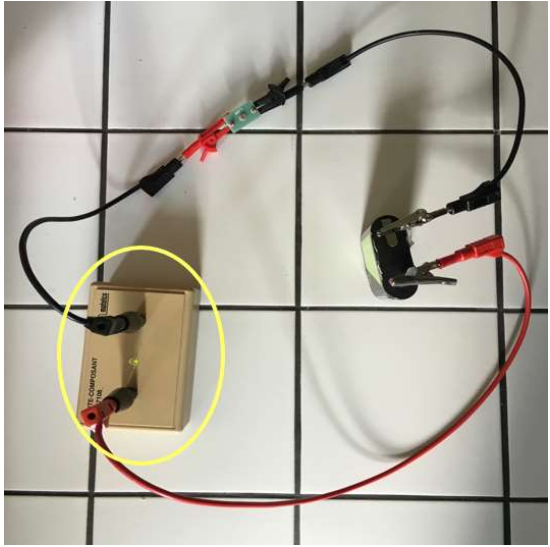


Une **photorésistance** (ou résistance photo-dépendante) est un dipôle dont la valeur de la résistance change en fonction de l'éclairement. Dans le cas de la photorésistance dont vous disposez, plus l'éclairement est important, plus la valeur de la résistance sera faible.

Dans un deuxième temps, les élèves devront proposer un circuit permettant de commander l'allumage d'une DEL à l'aide de la photorésistance.

Matériel à disposition : pile, photorésistance, DEL, lampe ou lampe de poche

Note pour le professeur : exemple de réponse attendue :

<p>Circuit proposé</p>	<p>DEL éteinte dans la pénombre</p>
	
<p>DEL allumée grâce au rayonnement visible d'une lampe</p>	<p>DEL allumée grâce au rayonnement visible du Soleil</p>
	
<p>Observations des élèves :</p> <p>Dans l'obscurité, la DEL est éteinte car l'intensité du courant dans le circuit n'est pas suffisante : la résistance de la photorésistance est trop importante.</p> <p>Lorsque l'éclairement augmente (avec la lampe ou avec la lumière du Soleil), la valeur de la résistance de la photorésistance diminue et l'intensité du courant dans le circuit augmente, il devient donc suffisant pour allumer la DEL.</p>	<p>Grâce à ce dipôle on peut donc commander l'allumage de la DEL par un rayon lumineux visible.</p>

L'élève arrive à commander un dipôle électrique grâce à la lumière visible donc grâce à un rayonnement.

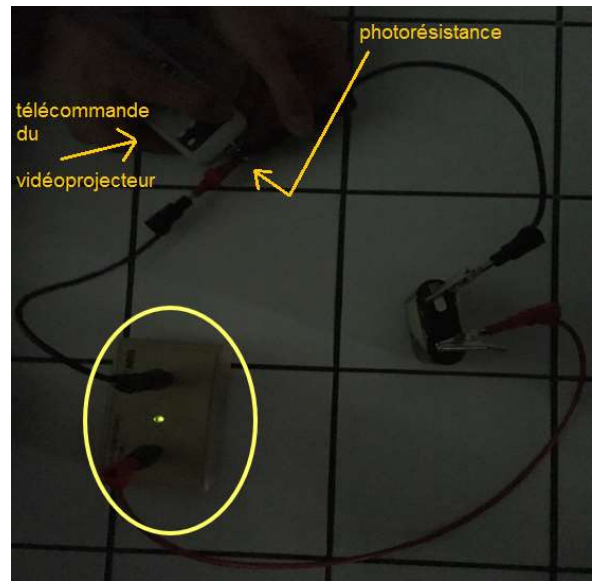
On pourra lui faire chercher des exemples de la vie quotidienne où des appareils électriques sont commandés par la lumière visible (comme le moteur de volets électriques qui s'ouvrent à la lumière du jour, ...)

2ème partie : Commander un dipôle grâce à un rayonnement invisible

Pour s'approcher de la situation de la problématique initiale, on fera passer aux élèves une télécommande (d'un téléviseur ou du vidéoprojecteur ou autre ...) et ils devront commander leur DEL avec le rayonnement de la télécommande, donc un rayonnement invisible à l'œil nu.

Les élèves repèrent assez vite intuitivement la partie de la télécommande (le petit capuchon de plastique transparent) qui constitue l'émetteur.

Ils l'appliquent sur la photorésistance et observent que la DEL s'allume, exactement comme elle s'allumait avec un rayonnement de lumière visible.



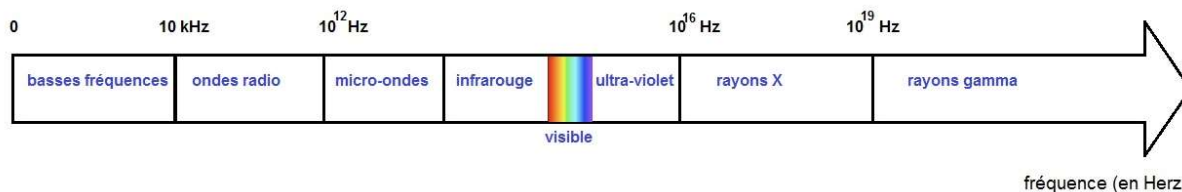
Si nécessaire, on pourra distribuer aux élèves le document suivant :

La télécommande d'un téléviseur est équipée d'une diode infrarouge : capable d'émettre des faisceaux de lumière se situant juste en-dessous du nos yeux, et nommée **infrarouge**.



composant rouge, invisible à

Remarque pour le professeur : Si besoin, le professeur pourra simplement montrer au tableau l'échelle suivante pour mieux visualiser la notion de « rayonnement infrarouge », échelle qui sera distribuée plus tard dans l'avancement de la séance (paragraphe « Pour aller plus loin ») :



Le professeur peut ensuite illustrer l'existence de ce rayonnement invisible en filmant ou en photographiant une télécommande dans la salle de classe (avec son appareil photo ou avec une caméra type webcam) :



Pour expliquer cette observation, on pourra se limiter au fait que certains composants de l'appareil photo ou de la caméra détectent les rayons infrarouge mais les transforment en rayons visibles sur notre écran.

3^{ème} partie : « *Louis s'énerve parce que sa sœur Juliette danse devant la télé et qu'il n'arrive pas à l'allumer !* »



On pourra partir d'une situation de ce type (ou d'une photo) et demander aux élèves d'expliquer et de schématiser la situation en utilisant les observations des expériences précédentes.

Cette partie permettra de réinvestir le modèle du rayon lumineux étudié les années précédentes, la notion de propagation rectiligne de la lumière (visible ou non) et la chaîne émission, propagation, réception.

5. Institutionnalisation des savoirs

Il existe des rayonnements visibles pour un œil humain et d'autres non-visibles. Ces rayonnements sont de même nature et peuvent commander le fonctionnement d'un appareil.

L'utilisation de la lumière permet de transporter un signal donc une information.

II. Pour aller plus loin

1^{ère} possibilité :

On pourra distribuer aux élèves qui ont terminé avant les autres, le document suivant et leur demander, par petits groupes de faire une rapide recherche sur internet des différentes applications de chaque type de rayonnement. Cela se trouve assez facilement et ils pourront ainsi compléter cette échelle en notant les applications en-dessous et en les présentant à leurs camarades par la suite avec quelques explications.

Comment fonctionne la télécommande d'un téléviseur ?

Une télécommande donne des « ordres » à un appareil électrique en émettant des rayons infrarouges : des faisceaux de lumière invisible pour nos yeux. La lumière infrarouge est produite par une diode « spéciale », petit composant qui transforme un signal électrique (produit dans la télécommande grâce à la pile) en une lumière invisible à l'œil humain et se situant en dessous du rouge, dit infrarouge. Ces signaux électriques sont codés (un peu comme un code Morse) ce qui permet de donner des ordres différents.

Le téléviseur est donc équipé d'un récepteur, composant sensible aux rayonnements infrarouge, qui capte le clignotement (codé) de la diode et qui l'interprète pour commander son fonctionnement.

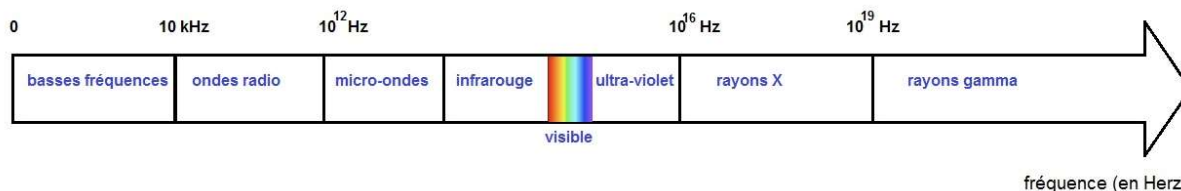
Quel lien entre rayonnement visible et rayonnement infrarouge ?

Ces rayonnements sont en réalité des ondes électromagnétiques qui oscillent à une certaine fréquence, nombre d'oscillations par seconde.

Remarque : Ce phénomène peut se visualiser simplement avec un autre type d'ondes (les ondes mécaniques) en observant l'onde de choc provoquée par un caillou jeté dans l'eau, ces ondes oscillent à une certaine fréquence (nombre d'oscillations par seconde).

En fonction de cette fréquence, ces ondes électromagnétiques auront des propriétés différentes.

Recherchez sur internet quelques applications des diverses ondes pour compléter cette échelle :



Cette partie du travail pourrait aussi s'effectuer grâce à un outil numérique et les élèves pourraient illustrer l'échelle de fréquence avec des photos de leur choix des applications qu'ils auront trouvées. Cette échelle pourrait alors être collée dans le cahier dans la partie relative à l'institutionnalisation des savoirs.

On demandera au groupe qui aura fait des recherches sur les rayonnements ionisants : rayons X et gamma, d'aborder le danger de ces rayonnements et les moyens de protection.

2^{ème} possibilité : Détecter et visualiser un signal infrarouge sur Audacity

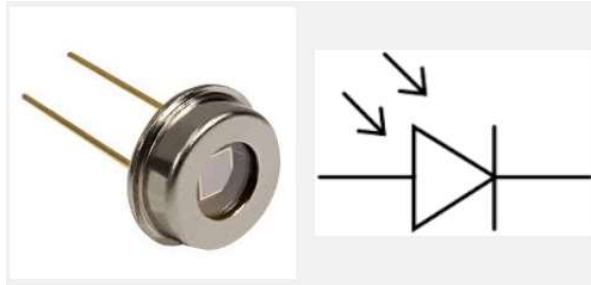
On pourra aussi proposer cette activité aux élèves qui auront terminé avant les autres ou la proposer en prolongement à l'activité principale. Elle permet de comprendre la réception du signal de la télécommande par le téléviseur par exemple et de visualiser ce signal sur Audacity. Le fait de visualiser le codage des informations envoyées par la télécommande (et converties en signaux électriques) permet de comprendre que l'utilisation de la lumière permet d'émettre et de transporter un signal, donc une information.

On distribuera ce document aux élèves :

Un autre détecteur de lumière possible : la photodiode

(petite cellule photovoltaïque de faible surface).

Une photodiode est un composant électrique dont la tension à ses bornes varie en fonction de l'éclairement.



Dans un premier temps, les élèves pourront simplement observer la tension électrique aux bornes de la photodiode avec un voltmètre branché directement à ses bornes et constater les variations de tension liées à l'éclairement. Elle peut varier par exemple de 0 V (obscurité) à 0,5 V (lumière du jour).

Dans un deuxième temps, on cherchera à enregistrer ces variations de tension en fonction du temps. Pour cela, on peut utiliser :

- Une interface d'acquisition,
- Un oscilloscope à mémoire, ou
- Une carte son d'ordinateur.

On s'intéressera à cette dernière méthode.

A l'attention du professeur :

Le convertisseur analogique-numérique (CAN) présent dans tous les ordinateurs peut en effet jouer ce rôle, le branchement se faisant par l'entrée micro présente sur tous les ordinateurs de bureau et la majorité des portables.

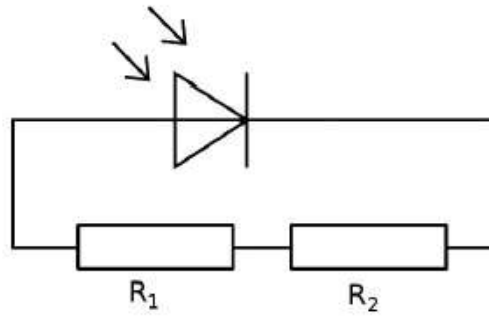
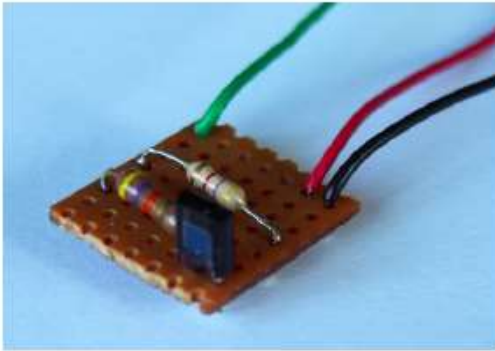
Remarque : Les inconvénients de cette méthode sont :

- Le filtrage (passe-haut) qui déforme les signaux de fréquence trop faible et/ou de forme asymétrique. La tension d'entrée qui doit rester faible. Une surtension aux bornes d'une entrée peut endommager ou détruire des composants de l'ordinateur.

Les avantages de cette méthode la rendent cependant intéressante :

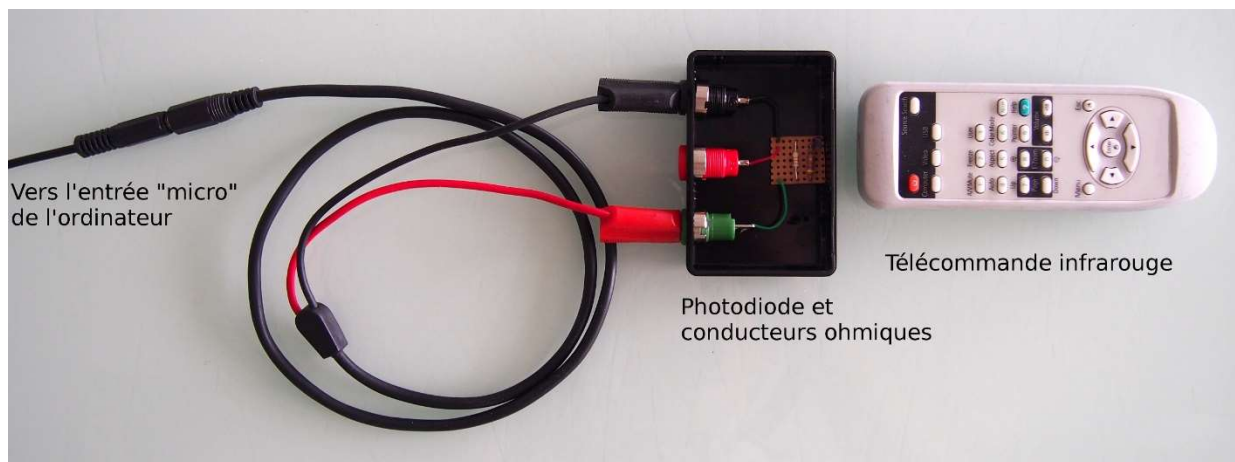
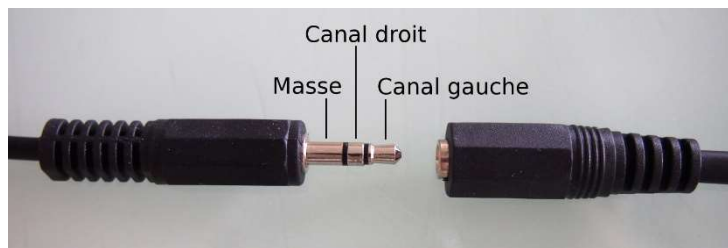
- Utilisation de logiciels gratuits. Des oscilloscopes logiciels utilisant l'entrée son existent. Le logiciel «Audacity» utilisé pour les signaux sonores peut jouer le même rôle.
- Utilisation d'équipements existants en grand nombre avec un surcoût nul.

Pour limiter la tension appliquée à la carte son de l'ordinateur, on associe la photodiode à deux conducteurs ohmiques formant un diviseur de tension.



L'entrée de la carte son est reliée aux bornes d'un conducteur ohmique (R_1), en choisissant par exemple des valeurs telles que $R_1=10 R_2$. La tension est alors environ divisée par 11.

Il suffit de relier les bornes du conducteur ohmique à une prise « mini jack », en choisissant de préférence la masse et canal gauche (pour être compatible avec les ordinateurs qui ne sont pas dotés d'une entrée stéréo). Des adaptateurs existent dans le commerce, on peut aussi réutiliser le câble d'un ancien casque audio.



Mise en œuvre :

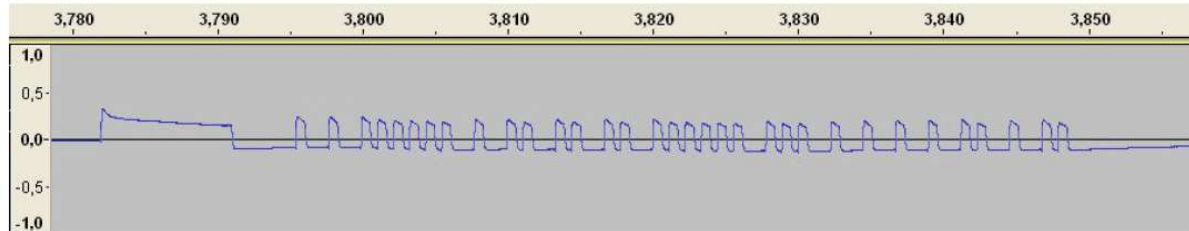
On propose aux élèves d'observer le signal émis quand on appuie sur différentes touches d'une même télécommande, et, si possible, en comparant différentes télécommandes.

Une mesure de la tension en fonction du temps permet de visualiser les impulsions émises par la télécommande.

Observations possibles :

- À chaque appui bref sur une touche, on détecte un signal.
- On peut évaluer la durée de ce signal.
- Si on appuie longuement, le même signal est émis à intervalles réguliers. On peut déterminer cet intervalle.
- On peut vérifier la transmission (ou non) du signal en fonction du milieu, la réflexion.
- L'influence de la distance sur l'amplitude du signal, la directivité du signal.
- La différence de l'allure du signal (durée, nombre approximatif de pics) en fonction de la marque.
- La comparaison (points communs, différences) entre les télécommandes de deux marques.

Exemple d'enregistrement réalisé avec une carte son et le logiciel « Audacity » :



Les élèves retiendront que :

**La télécommande envoie un faisceau de lumière infrarouge (un signal) à l'appareil à commander.
La suite des impulsions (allumé/éteint) émises par la DEL infrarouge forme un code, différent pour chaque touche. A chaque code correspond une fonction à activer sur l'appareil.**