

Analyse d'un objet de la vie courante : Le téléphone portable

Présentation de l'EPI

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DU PROJET ET PROBLÉMATIQUE CHOISIE

Le but de l'EPI est de répondre à la problématique :

Le téléphone portable : un progrès ou un danger ?

Cette problématique permettra d'aborder les thèmes suivants :

- les signaux sonores et les risques auditifs ;
- la transmission des signaux et les ondes radio ;
- l'évolution du téléphone ;
- les comportements addictifs ;
- impact environnemental du téléphone portable.

Cette étude doit aboutir à une campagne de sensibilisation de la communauté éducative, réalisée par les élèves de la classe par le biais d'affiches, de saynettes ou de vidéos enregistrées.

TEMPORALITÉ DE L'EPI (DURÉE, FRÉQUENCE, POSITIONNEMENT DANS L'ANNÉE...)

Physique-Chimie : 10 à 12 h

Technologie : 8 à 10 h

SVT : 5 à 6 h

OBJECTIFS, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES TRAVAILLÉES (compétences du socle ; compétences disciplinaires des programmes)

Compétences du socle commun

DOMAINE 1

Les langages pour penser et communiquer

- Comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'oral et à l'écrit

DOMAINE 2

Les méthodes et outils pour apprendre

- Organisation du travail personnel
- Coopération et réalisation de projets
- Médias, démarches de recherche et de traitement de l'information

DOMAINE 3

La formation de la personne et du citoyen

- Responsabilité, sens de l'engagement et de l'initiative

DOMAINE 4

Les systèmes naturels et les systèmes techniques

- Démarches scientifiques
- Responsabilités individuelles et collectives

DOMAINE 5

Représentation du monde et de l'activité humaine

- L'espace et le temps
- Organisations et représentations du monde

Programmes disciplinaires

Physique – Chimie :

« Des signaux pour observer et communiquer »

- Signaux lumineux
 - Distinguer une source primaire d'un objet diffusant
 - Exploiter expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux
Lumière : sources, propagation
- Signaux sonores
 - Décrire les conditions de propagation d'un son
 - Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons
Exemples : Les activités proposées permettent de sensibiliser les élèves aux risques auditifs
- Signal et information
 - Comprendre que l'utilisation du son et de la lumière permet d'émettre, de transporter un signal donc une information

Commentaires : Les signaux lumineux seront éventuellement traités à travers l'étude de l'écran. Puisque le téléphone portable comporte un micro et un haut-parleur, l'objet se prête à l'étude des signaux sonores (conditions de propagation, notion de fréquence, sons audibles, risques auditifs...).

Il s'agira aussi de comprendre comment un signal sonore, et donc une information, sont transportés d'un téléphone portable à un autre. Lorsqu'on téléphone, le signal sonore est en effet converti en signal électrique puis en ondes électromagnétiques. Ces ondes sont transmises par le biais d'antennes relais au téléphone portable de l'interlocuteur puis reconverties en signal électrique puis en signal sonore.

L'EPI permettra de faire découvrir qu'il existe différents types de rayonnements, dont les micro-ondes et la lumière visible. Il peut également donner lieu à l'identification des transferts, conversions et formes d'énergie dans un téléphone portable.

Sciences de la vie et de la Terre :

« Le corps humain et la santé »

- Mettre en évidence le rôle du cerveau dans la réception et l'intégration d'informations multiples
- Relier quelques comportements à leurs effets sur le fonctionnement du système nerveux
Exemples : Prévention des conduites addictives

Commentaires : En physique, on fera le parallèle entre le tympan et la peau d'un tambourin qui vibre (tympan vient du latin tympanium qui signifie tambourin) et le parallèle micro/oreille (conversion d'un signal sonore en signal électrique). En SVT, le fonctionnement de l'oreille sera étudié de manière plus approfondie afin de mettre en évidence le rôle du cerveau.

Les risques auditifs peuvent être abordés afin de faire prendre conscience des dommages irréversibles (endommagement des cellules ciliées) que le son peut causer.

Trois aspects sont également intéressants à explorer : téléphone et addiction ; téléphone et autres appareils numériques et sommeil ; téléphone et attention lors d'une conduite de véhicule.

Technologie :

« Les objets techniques, les services et les changements induits dans la société »

- Comparer et commenter les évolutions des objets et des systèmes
 - L'évolution des objets
 - Impacts sociétaux et environnementaux dus aux objets (développement durable)
 - Cycle de vie

Commentaires : L'évolution technologique du téléphone portable étant permanente, il paraît important d'aborder son impact sur l'environnement (matières premières, recyclage, consommation en énergie, développement durable...)

« La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques »

- Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet :
 - Décrire, en utilisant les outils et langages de descriptions adaptés, le fonctionnement, la structure et le comportement des objets
- Mesurer des grandeurs et manière directe ou indirecte
 - Nature du signal : analogique ou numérique
 - Nature d'une information : logique ou numérique

« L'informatique et la programmation »

- Écrire, mettre au point et exécuter un programme :
 - Concevoir, paramétrer, programmer des applications informatiques pour des appareils nomades

Commentaires : *La conception d'une application pour smartphone illustrera bien le caractère multifonctionnel de l'appareil et donc la notion de progrès du point de vue technologique. Par ailleurs cette activité pourra être une source de motivation pour l'élève.*

Modalités de mise en œuvre pédagogique

1. Le projet tel qu'expliqué aux élèves :

Le téléphone portable est un objet qui fait partie du quotidien des élèves. Conçu au départ pour téléphoner, il s'est perfectionné au fil du temps, devenant un objet multifonctions dont certains élèves ont du mal à se passer.

Mais les élèves ont-ils conscience de ce qui se cache derrière cet appareil ainsi que des éventuels dangers ou risques liés à son utilisation ?

Le but de l'EPI est de répondre à la problématique suivante : **le téléphone portable : un progrès ou un danger ?**

Il s'agira de décrypter le fonctionnement du téléphone portable, d'étudier quelques phénomènes physiques mis en jeu et de montrer en quoi cet appareil constitue un progrès du point de vue technologique. Ce travail sera aussi l'occasion pour les élèves de s'intéresser à l'évolution du téléphone (avec fil, sans fil, analogique, numérique).

En parallèle, les élèves s'interrogeront sur les dangers ou risques que peut présenter un téléphone portable ; risques pour la santé (dangerosité éventuelle des ondes électromagnétiques, risques auditifs liés à l'utilisation du téléphone portable comme lecteur de musique, risques d'addiction, relation entre un usage abusif et le sommeil...) mais aussi risques pour l'environnement.

Cette étude doit aboutir à une campagne de sensibilisation de la communauté éducative, réalisée par les élèves de la classe par le biais d'expériences, d'affiches, de scénettes ou de vidéos enregistrées.

Les situations de travail retenues seront essentiellement des travaux par groupe de trois ou quatre élèves, sous forme de tâches complexes, démarches d'investigation, d'activités de recherches documentaires.

2. Modes d'interdisciplinarité

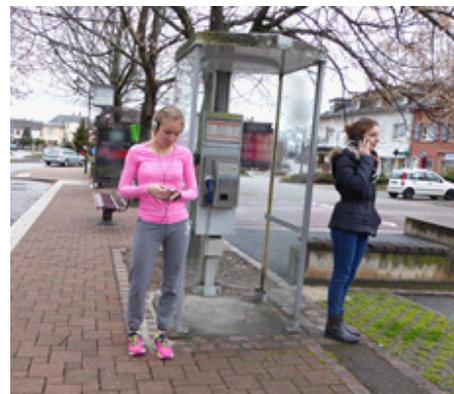
La séance d'introduction de l'EPI peut être réalisée en co-intervention. Les enseignants travaillent ensuite en parallèle. Les affiches et/ou le film de sensibilisation sont travaillées en co-intervention sur 2 à 3 heures.

3. Étapes de mise en œuvre ; progression envisagée

Le projet est introduit de la manière suivante :

On projette la photographie ci-contre. Celle-ci doit susciter des réactions de la part des élèves.

Il s'ensuivra une discussion permettant de poser la problématique et de dégager les thèmes étudiés.



Problématique : « le téléphone portable ; un progrès ou un danger ? »

1ère partie : Le téléphone portable, un appareil de communication

I) Le signal sonore

1) Qu'est-ce qu'un signal sonore ? (Physique)

Expérience 1 : grains de riz sur un film en plastique et une boîte en plastique sur laquelle on tape → phénomène vibratoire des couches d'air (notion de bruit)

Expérience 2 : diapason/pendule → phénomène vibratoire périodique des couches d'air (notion de son)

Modélisation de la propagation d'un bruit/son

Période/ fréquence / aigus / graves

Conditions de propagation d'un signal sonore (expérience cloche à vide)

2) Comment la voix permet-elle de produire un signal sonore ? (Physique)

Étude de document : texte inspiré d'un article de la revue *Comment ça marche* (n°63 p.34)

Fonctionnement des cordes vocales, modélisation d'une corde vocale à l'aide d'une corde de guitare (fréquence, sons aigus, sons graves)

3) L'oreille : un message nerveux qui permet d'entendre (SVT)

Description des 3 parties de l'oreille : oreille externe/moyenne/interne.

Le professeur cherchera à faire comprendre que l'onde sonore fait vibrer le tympan, vibration qui va être transformée en message nerveux, envoyé au cerveau (perception). Les risques auditifs sont abordés dans la deuxième partie.

II) Transmission des signaux dans un téléphone portable

1) Deux éléments complémentaires : le haut-parleur et le micro (Physique)

Principe de fonctionnement du haut-parleur :

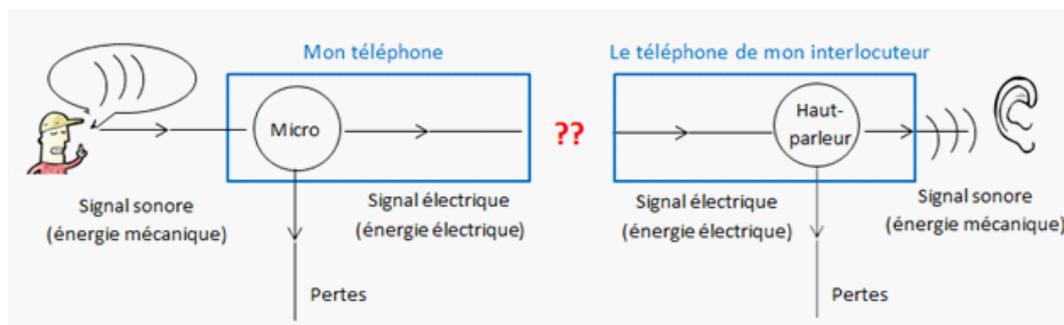
- reprise de l'expérience 1 (grains de riz) mais le signal sonore est généré par un haut-parleur ;
- observation des vibrations de la membrane du haut-parleur avec un stroboscope ;
- schéma de coupe, conversions d'énergie dans un haut-parleur.

Principe de fonctionnement du micro :

- schéma de coupe d'un micro, conversions d'énergie dans un micro ;
- analogie oreille / micro.

2) Chaîne de transmission des signaux dans un téléphone (Tech)

Problème : lorsque je téléphone, comment le son de ma voix parvient-il à mon interlocuteur ? Les élèves se servent de ce qui a été vu précédemment pour aboutir au schéma suivant :



Le problème qui se pose est à présent le suivant : **comment le signal électrique est-il transmis d'un téléphone portable à un autre ?**

Les élèves émettent des hypothèses, font une recherche documentaire pour valider ou invalider leurs hypothèses.

Ce travail de recherche permet de conclure que ce sont les rayonnements micro-ondes qui assurent la transmission de l'information d'un téléphone portable à un autre par le biais d'antennes relais.

On pose ensuite la question : en a-t-il toujours été ainsi ? Comment fonctionnaient les premiers téléphones ?

Cette question permet d'enchaîner sur l'évolution du téléphone (téléphone avec fil, sans fil analogique, sans fil numérique).

III) Les micro-ondes

1) Qu'est-ce qu'un rayonnement micro-onde ? (Physique)

Différence entre un rayonnement micro-onde et un signal sonore

Il est possible, selon le matériel disponible de mettre en évidence directement le rayonnement électromagnétique émis par un téléphone portable (une référence est citée en annexe).

Il est également possible de mettre en œuvre l'expérience décrite ci-dessous qui a l'avantage de la simplicité mais qui soulève la question du domaine de longueur d'onde qui n'est pas le même puisque les ondes électromagnétiques utilisées sont situées dans le domaine des ondes radios.

Expérience : si on met une radio allumée dans une boîte métallique, on n'entend plus rien. La radio ne capte plus les ondes radios. Par contre si on met un réveil qui émet un signal sonore dans une boîte métallique, on continue à percevoir le signal sonore.

Situer les micro-ondes et les ondes radios dans le spectre (domaine de fréquences).

2) Les micro-ondes sont-elles dangereuses ? (Physique)

Recherches sur la dangerosité éventuelle des ondes radio et sur les bons gestes à adopter. On pourra consulter l'article de *Science et vie junior* (n° 306 mars 2015) « Le téléphone portable, c'est dangereux pour la santé ou pas ? » (p.91) ainsi qu'un article de l'INRS de juillet 2013 : « champs électromagnétiques – ED420 ».

Recherches sur la dangerosité éventuelle des antennes relais, recherche des antennes relais présentes dans l'environnement du collège ou de son domicile (site de l'agence nationale des fréquences : <http://www.cartoradio.fr/>)

Recherche sur les ondes wifi, domaine de fréquences.

2ème partie : Le téléphone portable ; un objet multifonctions**I) Le téléphone portable utilisé pour écouter de la musique : risques auditifs (Physique/SVT)**

Amplitude d'un signal sonore, niveau d'intensité sonore en décibels,

Expérience : mesure du niveau d'intensité sonore d'un signal sonore émis par des écouteurs pour différentes valeurs de la distance écouteurs-sonomètre.

II) Un écran de plus en plus sophistiqué (Physique)

Les signaux lumineux : montrer que l'écran du téléphone portable est une source primaire de lumière

Expérience pour distinguer une source primaire d'un objet diffusant.

Modèle du rayon lumineux

III) Des applications multiples (Technologie)

Conception d'une application pour smartphone

IV) Risques d'addiction (SVT)

Nous avons choisi de placer les risques d'addiction ici car c'est le caractère multifonctionnel du téléphone portable qui est à l'origine des risques d'addiction.

Une recherche sur le lien entre l'utilisation des téléphones portables en voiture et le risque d'accident peut également être conduite.

3ème partie : téléphone portable et développement durable (Technologie)

Cycle de vie du téléphone portable, matériaux utilisés, bilan énergétique, impact sur l'environnement.

4. Production(s) finale(s) envisagée(s) au regard des compétences disciplinaires et transversales travaillées

Réalisation d'une exposition sur le thème : le téléphone portable : un progrès ou un danger ? L'exposition doit permettre au visiteur de se forger sa propre opinion sur le téléphone portable. Les élèves réaliseront des affiches explicatives par groupe de 4. Chaque groupe d'élèves travaille sur un thème différent.

Exemples de thèmes :

- le téléphone portable utilisé pour téléphoner : comment ça marche ? Schéma explicatif sur lequel figureront les différents éléments du téléphone portable (micro, HP) ainsi que les signaux et transferts d'énergie mis en jeu
- histoire de la téléphonie ; réalisation d'une frise retraçant l'évolution du téléphone portable
- téléphone portable et micro-ondes
- le fonctionnement d'un écran tactile

- les risques auditifs et plus largement risques et activité cérébrale
- les risques d'addiction
- vie et mort d'un téléphone portable (dangers pour l'environnement)

Variante possible :

Production d'une vidéo dans laquelle les élèves débattront de la problématique (par groupes de 5 élèves). Un élève jouera le rôle de modérateur, deux élèves défendront l'idée selon laquelle le téléphone portable constitue un progrès, deux élèves argumenteront sur les risques et dangers présentés par cet objet. Pour étayer et illustrer leurs propos, les élèves se serviront de schémas explicatifs, photos ou vidéos d'expériences qu'ils auront réalisées, données statistiques etc...

Le but étant de sensibiliser toute la communauté éducative, les vidéos pourront être mises en ligne sur le site du collège et les saynettes jouées devant d'autres classes.

5. Ressources mobilisées (partenariats, bibliographie, sitographie ...)

Intervenants extérieurs :

- agence nationale AGI-SON pour la prévention des risques auditifs ; il existe des antennes régionales qui proposent des ateliers à destination des scolaires.
- intervention d'un psychologue pour la prévention des conduites addictives.

Bibliographie :

Son - Risques auditifs

- *Le son Mango jeunesse Kézako ?* Auteurs : Emmanuel Bernahrd et Peter Allen - 2002
- *Le labo des sons et des lumières* - Editions Le Pommier - Auteurs : Alain Schuhl, Hélène Maurel - 2010
- *TDC* (textes et documents pour la classe) : - le son n°1046 (2012) : article sur la prévention des risques auditifs p.34 et 35
- *Voyage avec les sons*, Wapiti, Editions Milan – N°228 mars 2008 – pages 32-35
- *Le son qui danse*, Science et Vie junior, N°221-février 2008 page 72
- *Le monde des ados* n°329 novembre 2014 Protège tes oreilles p.38-39
- *Ça m'intéresse* n°413 - Article sur les nuisances sonores dues aux basses fréquences - juillet 2015

Les ondes – La lumière

- Revue *Sciences et avenir* n° 747 - Numéro spécial sur les ondes - septembre 2009
- Revue *La Recherche* : la lumière (les révolutions que préparent les scientifiques) - dossiers n°14 juillet- août 2015
- *Science et vie junior* n°306 mars 2015 Le téléphone portable, c'est dangereux pour la santé ou pas ? p.91
- Article du *Bulletin de l'Union des Physiciens* (BUP) de mars 2010 : « Approche expérimentale du rayonnement électromagnétique émis par un téléphone portable »
- Article de l'*INRS* de juillet 2013 « Champs électromagnétiques – ED420 »

Risques d'addiction

- *TDC* (textes et documents pour la classe) : les addictions n° 1082 (2014) - article sur les addictions comportementales (p. 18-19)

Le smartphone : un appareil multifonctionnel

- *Science et vie junior* n°307 avril 2015 - Un labo dans ma poche p.84-87

Sitographie :**Son – Risques auditifs**

- [Le son animation du CEA](#) (mai 2015)
- Remarque : on peut accéder à ce site sans entrer de mot de passe ; cliquer sur annuler au moment d'entrer le mot de passe
- [Expériences d'acoustique et d'optique](#) (site Physique à main levée - université des sciences en ligne)
- [Voyage au centre de l'audition](#)
- [Les effets du bruit sur l'oreille décembre 2009](#) (ministère des affaires sociales, de la santé et des droits des femmes)
- [Bruit et santé](#) (ministère des affaires sociales et de la santé) Guide, plaquettes et liens utiles (mars 2013)

Rayonnement infrarouge

- Vidéo du CEA « [qu'est-ce que la lumière infrarouge ?](#) » qui montre qu'il existe différents types de rayonnements (mars 2009) (cliquer sur annuler au moment d'entrer un mot de passe)
- <http://www.sciencesetavenir.fr/sante/20140127.OBS3935/sommeil-l-effet-nefaste-des-smartphones.html>

Les ondes

- [Qu'est-ce qu'une onde ?](#) Site de météo France

Ondes radio – Antennes relais

- [Expérience pour mettre en évidence la différence entre une onde radio et une onde sonore](#) (université des sciences en ligne)
- [Portail radiofréquences, santé et environnement - juin 2010](#) (ministère des affaires sociales et de la santé)
- [Exposition de réseaux de neurones in vitro à des signaux de téléphonie mobile GSM](#) (laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système, Université Bordeaux 1, CNRS)
- [Localisation des antennes relais](#) (agence nationale des fréquences)

6. Usage des outils numériques

Utilisation de la tablette numérique comme sonomètre, stroboscope ou pour filmer des expériences

Utilisation du logiciel libre audacity pour enregistrer des signaux sonores

7. Critères de réussite, modalités d'évaluation individuelle / collective :

- Des évaluations intermédiaires de démarches scientifiques dans chaque discipline.
- Une évaluation commune sommative.
- Une évaluation de l'affiche par les professeurs de physique-chimie, technologie et SVT.

Seront évalués : la présentation, le respect du cahier des charges, la pertinence des expériences présentées ou situations retenues, la maîtrise de la langue française.

La présentation orale finale du panneau (ou de la scénette de débat jouée ou filmée si cette variante a été retenue) est évaluée à l'aide d'une grille d'évaluation par curseur.

Pour une évaluation par groupe : 10 minutes de présentation et 5 minutes de questionnement

Pour une préparation individuelle au DNB : 5 minutes de préparation et 10 minutes de questionnement.