

Attendu(s) en fin de cycle
Identifier un signal et une information
Liste des connaissances et compétences associées

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Identifier un signal et une information	
Identifier différentes formes de signaux (sonores, lumineux, radio...) » Nature d'un signal, nature d'une information, dans une application simple de la vie courante.	Introduire de façon simple la notion de signal et d'information en utilisant des situations de la vie courante : feux de circulation, voyant de charge d'un appareil, alarme sonore, téléphone... Élément minimum d'information (oui/non) et représentation par 0, 1.

Repères de progressivité

 6^{ème}

On se limitera aux signaux logiques transmettant une information qui ne peut avoir que deux valeurs, niveau haut ou niveau bas. En classe de 6^{ème}, l'algorithme en lecture introduit la notion de test d'une information (vrai ou faux) et l'exécution d'actions différentes selon le résultat du test.

Préambule
[Retour page 1](#)

Compétence à dominante Sciences Physiques pour le repérage et la compréhension des signaux et informations dans la vie courante.

Compétence à dominante Technologie pour l'utilisation des signaux dans un objet technique.

L'attendu de fin de cycle "Identifier un signal et une information" consiste à faire acquérir la compétence associée "identifier différentes formes de signaux par les élèves (sonore, lumineux, radio...)".

Les élèves pourront développer cette compétence en étudiant les signaux et informations renvoyés par un objet technique d'étude lors de son fonctionnement ou par des êtres vivants pour communiquer.

Compétence qui pourrait être liée avec la compétence "Repérer et comprendre la communication et la gestion de l'information" pour l'étude des algorithmes.

L'élève doit être capable :

- d'identifier la nature d'un signal (signaux lumineux et sonores),
- de comprendre que le signal est porteur d'une information,
- de comprendre que pour des phénomènes simples, le signal est binaire et se traduit par une information de type « vrai » ou « faux », information qui pourra occasionner l'exécution d'une action,
- de comprendre que la propagation d'un signal s'accompagne de celle d'énergie,
- de savoir qu'un signal lumineux ou sonore peut être dangereux.

Cette partie du thème doit permettre à l'élève d'identifier différents types de signaux en identifier leur nature mais pas de savoir si ce signal est analogique, numérique ou logique, ni le moyen de propagation de ce signal. L'élève saura distinguer l'information liée à ce signal.

D'une manière générale, au cycle 3, il conviendra donc de distinguer, par exemple, la lumière rouge émise par un feu tricolore qui est un signal lumineux de couleur rouge, de l'information véhiculée qui est que le conducteur doit s'arrêter.

En cours de CM1-CM2, l'élève devra être capable, par exemple, d'identifier le signal sonore d'un réveil et d'en distinguer l'information « je dois me lever »...

En 6^{ème}, l'enseignant devra s'assurer de cette distinction et introduisant la notion de test d'une information et sa représentation par 0 et 1. Si on reprend l'exemple du feu tricolore, la présence d'un signal lumineux rouge (1) indique qu'il faut s'arrêter. Si le signal lumineux rouge est à 0, par contre, cela n'indique pas que le conducteur puisse s'engager. Pour le savoir, il lui convient d'observer les autres signaux lumineux (orange et vert). Cela pourra donc mener à un algorithme aboutissant à l'exécution d'une action.

Les types de signaux (analogique, numérique et logique) ainsi que les conditions de propagation des signaux seront étudiées au cycle 4. Il convient toutefois d'en connaître quelques notions même si elles ne sont pas toutes indispensables pour l'enseignement en cycle 3.

Compétence	Identifier différentes formes de signaux (sonores, lumineux, radio...).
Connaissances associées	Nature du signal, nature d'une information, dans une application simple de vie courante.

- **Attendu élève en terme de connaissance** : (exemple de fiche connaissance pour la synthèse de l'activité) [Retour page 1](#)

Sciences & Technologie

Thème – MATIERE, MOUVEMENT, ENERGIE, INFORMATION

Compétence – Identifier un signal ou une information

Compétence associée – Identifier différentes formes de signaux (sonores, lumineux, radio ...)



Connaissance : Nature d'un signal, nature d'une information dans une application simple de la vie

Dans notre environnement, les **objets techniques nous renvoient différentes informations grâce à différents signaux**

Feux tricolores



Signal : lumineux
2 informations visuelles : Passer / s'arrête

Chargeur de batteries



Signal : lumineux
2 informations visuelles : en charge / chargé

Alarme incendie



Signal : sonore
2 informations sonores : incendie ou pas

Volet roulant radiocommandé



Signal : radio
2 informations transmises : ouvrir / fermer

Un signal est un signe qui transporte des informations, d'une source à une destination. Il existe plusieurs types d'informations: analogique, numérique ...
 Une information **numérique** n'indique que **2 informations** : en charge/chargé, vrai/faux, ouvert/fermé, 0/1 ...

On peut classer les signaux par leur usage, le type de message ou information qu'ils portent ou le moyen de transmission.

- Les **signaux sonores** peuvent être des coups de sifflet, des sonneries, des avertisseurs sonores, des klaxons, des sirènes, des détonations, ...
- Les **signaux lumineux** peuvent être colorés, fixes ou intermittents, ...
- Les **signaux radio** peuvent être transmis par ondes radio, wifi, bluetooth, ...

Fiche connaissance – Nature d'un signal, nature d'une information dans une application simple de la vie

Cycle 3

- **Pistes d'exploitations pédagogiques :**

[Retour page 1](#)

[Retour à la connaissance](#)

Compétence qui pourrait être liée à d'autres compétences du cycle 3 pour justifier les investigations sur des supports.

Exemple de liaison avec la partie "Matériaux et Objets techniques" pour les compétences suivantes :

- Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs constitutions (Fonctions techniques, solutions techniques, représentation du fonctionnement, ...)
- Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique ... (Maquette, prototype, vérification et contrôles (dimension, fonctionnement))
- Communication et gestion de l'information (Algorithme et objets programmables).

<p>Pistes de situations déclenchantes</p>	<p>Les élèves observent le fonctionnement d'un objet technique comportant des composants qui fournissent des informations sous différentes formes (lumineux, sonore ...).</p> <p>Ils observent un montage photo ou vidéo qui met en évidence : des types de signaux sur l'objet technique : feux tricolores, sirène du Réseau National d'Alerte, sonnette de vélo, ...</p> <p>des signaux et interactions des organismes vivants entre eux : mimétisme animal (lumineux), ultrasons pour les dauphins (sonore), vibrations sur une toile d'araignée, olfactifs (chimiques) pour communiquer...</p>
--------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Pistes problèmes technologiques</p>	<p>A quoi servent les signaux sur les objets techniques ? Quels sont les différents signaux renvoyés par l'objet technique ? Pourquoi utilise-t-on des signaux ? Quelle action sera réalisée en fonction de l'information reçue (2 états : vrai ou faux, ouvert/fermé...)?</p>
<p>Ressources et outils</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Objet technique support avec différents composants fournissant des signaux (exemples : voiture télécommandée, mini-robot, système d'alarme ...) - Animations multimédias sur la domotique, portail, volet roulant, feux de carrefour...
<p>Pistes d'activités</p>	<p>Demander aux élèves de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - observer divers objets techniques afin de repérer les signaux renvoyés et déterminer la nature de l'information renvoyée à chaque fois (lumineux, sonore), il peut s'agir des différents signaux du collège, de leur maison..., - déterminer l'usage de chaque signal et le moyen de transmission utilisé (coup de pouce vocabulaire). La fonction d'usage d'un objet peut être mise en lien avec le signal émis : feux de position d'un vélo, feux de stop ou de détresse d'un véhicule, voyant d'un chargeur de batterie ou de mise en marche, alarme incendie... - distinguer les différentes natures de signaux d'un téléphone portable (signaux lumineux, hertziens, sonores voir électriques).
<p>Exemples d'objets supports</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dragster de compétition (http://www.a4.fr/catalogsearch/result/?q=Dragster) - Teletec (http://www.a4.fr/transports-et-mobilite/realisations/teletec.html) - Maquette de feux de signalisation - Robots programmés faisant apparaître différents signaux

● **Apports supplémentaires de connaissances pour le professeur :**

[Retour page 1](#)

[Retour à la connaissance](#)

Ces apports de connaissances ne doivent pas être utilisés pour les activités élèves.

1. La nature des signaux

Définition du Dictionnaire Larousse du mot *signal* : signe convenu pour remplacer le langage à distance.

On peut aussi définir le signal comme un signe porteur d'information. C'est le support physique de l'information.

Qu'est ce qu'une information ?

- un signal binaire avec 2 valeurs : oui/non, 0/1 ...
- un signal avec modulation d'une infinie de valeur dans le temps : voix, film, température ...

Comment transmettre une information ?

De manière directe et visuelle (voyants, écrans, télégraphe de Chappe, morse, ...) de manière sonore (haut-parleur, buzzer, corne de brume, ...), de manière écrite (écran d'ordinateur, panneau de signalétique, ...), de manière distante (Téléphone, radio, ...).

On identifie cinq grandes familles de signaux :

- Signal mécanique : le plongeur tire sur une corde pour signaler à ses équipiers qu'ils peuvent le remonter.
- Signal optique ou lumineux : les appels de phares entre deux véhicules permettent de signaler un danger : ce sont des ondes électromagnétiques.
- Signal acoustique ou sonore : les tambours permettent aux tribus africaines de communiquer sur de grandes distances.
- Signal hertzien : en utilisant les ondes électromagnétiques, on peut communiquer avec un satellite.
- Signal électrique : le téléphone filaire permet de transporter un signal acoustique en le convertissant en une tension électrique.

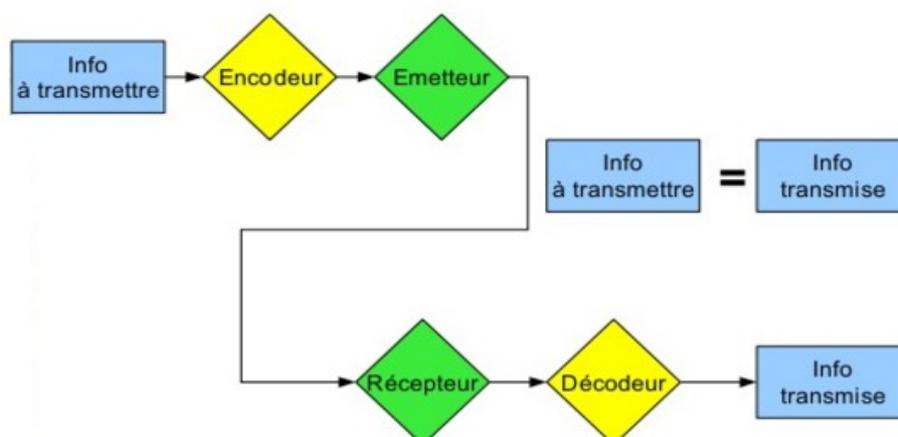
Dans tous les cas, il y a émission du signal par une source, propagation de ce signal sur un support de transmission et réception par un récepteur approprié.



Exemple de transmission d'informations à distance :

Sommaire

1. [La nature des signaux](#)
2. [Les types de signaux](#)
3. [Les ondes acoustiques ou sonores](#)
4. [Les ondes électromagnétiques](#)
5. [La vitesse de propagation](#)
6. [Les ondes et l'énergie](#)



L'encodeur : système qui transforme l'information à transmettre en un signal électrique. Cela peut être un capteur de température, un interrupteur, un micro de téléphone...

L'émetteur : il modifie le signal issu d'encodeur pour mettre en forme l'information à transmettre avant de l'envoyer. Ce qui est transmis est généralement un signal électrique ou une onde électromagnétique.

Le **récepteur** : une fois le signal reçu, il faut extraire l'information avant de l'envoyer au décodeur. C'est ce que fait le récepteur : filtrage du signal, démodulation et/ou décodage, amplification de l'information.

Le **décodeur** : système qui va transformer le signal électrique en information compréhensible par l'utilisateur. Cela peut être l'écran du gestionnaire de température de la maison, une lampe allumée ou éteinte, le haut-parleur d'un téléphone...

Différents signaux et modes de transmission

- Signaux maritimes : feux, pavillons, sonores (corne de brume)
- Signaux routiers et ferroviaires : panneaux avec pictogramme, signal lumineux (passage à niveau)
- Signaux de détresse : moyens normalisés pour faire savoir que l'on a besoin d'aide (SOS)
- Signaux d'alarme : moyens pour prévenir d'une situation d'urgence
- Signaux télégraphiques et téléphoniques : morse, voix, ...
- Signaux physiques : dans les applications technologiques, c'est une grandeur extraite d'un phénomène qui varie et sur laquelle s'opèrent des procédés de traitement du signal (température, présence de mouvement, ...) ...

[Retour sommaire](#)

2. Les types d'informations transmises par un signal

L'avènement de l'électricité au 19^{ème} siècle a permis le développement des moyens de transmission à distance : le télégraphe de Morse, le téléphone de Bell, la télégraphie sans fil par Marconi, le bélinographe. Le signal est alors transmis soit par voie filaire (tension) soit par liaison hertzienne (champ électromagnétique) en s'appuyant sur le principe développé par les lois de Maxwell.

L'apparition du traitement automatique de l'information, surtout depuis la fin de la seconde guerre mondiale, a permis le développement de l'informatique. Le nombre peut alors être associé à une information.

L'information transmise par un signal peut être analogique logique ou numérique.

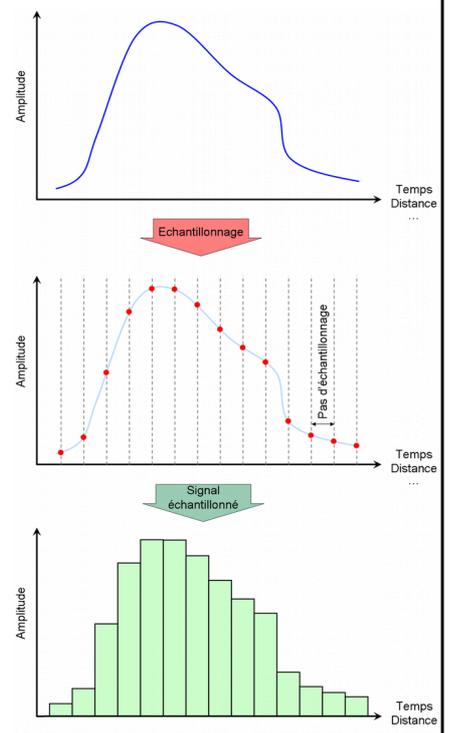
- Un signal **analogique** est un signal physique, continu qui peut prendre une infinité de valeurs au cours du temps. Exemples : le signal électrique après un microphone, signal délivré par un capteur de température,

... (un microphone est un capteur qui transforme le signal associé à l'onde acoustique en un point en une tension électrique analogique).

- Un **signal logique** est un signal qui ne prend que 2 états (présent ou absent, ouvert ou fermé, haut (1) ou bas (0), vrai ou faux ...).
- Un **signal numérique** est un signal qui varie de manière discontinue ou discrète dans le temps. Il est composé de plusieurs signaux logiques regroupés et pondérés (valeur différente pour chacun des bits suivant sa position dans le mot : ... $2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0$ - poids des bits croissants de droite à gauche) pour former un mot de plusieurs bits (mot de 8 bits = 1 octet). Exemple : la télévision TNT repose sur des signaux numériques.

Comparaison :

- Analogique vient du fait que la mesure de la valeur varie de façon analogue à la source. A tout instant, on pourra ainsi évaluer sa valeur par la mesure de la variation de la grandeur physique (température, tension, niveau d'un liquide, courant...). La grandeur analogique possède souvent une unité de mesure (exemple : tension en volts, intensité en mA...).
- Un signal numérique est obtenu par la conversion d'un signal analogique : il faut procéder à un échantillonnage puis numériser (après blocage de la valeur). Voir ci-contre :
- Plus simplement, un signal logique est un signal qui ne peut prendre que 2 états : il est donc plus aisé, en cycle 3, de l'observer et de l'interpréter.



Conversion d'un signal analogique en signal numérique

Ex : Une température de 5°C pourrait être convertie en un signal numérique 0101 ($0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 5$)

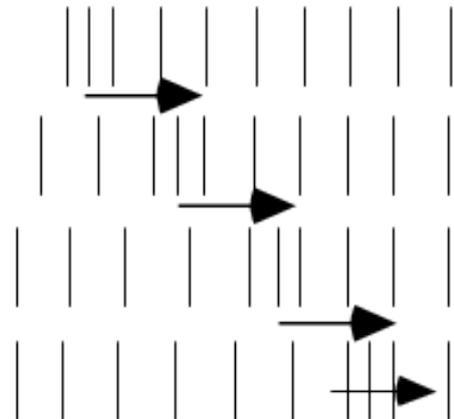
L'un des avantages de la numérisation est de transmettre n'importe quelle information avec plus de précision qu'un signal analogique (le numérique est moins sensible aux parasites que l'analogique). En effet, lors de la transmission des éléments peuvent venir perturber le signal. Si l'on ne transmet que des 0 et des 1, les erreurs sont moins fréquentes que si l'on transmet plus de valeurs (difficile de prendre un 1 pour un 0 quand il n'y a que des 1 et des 0, plus facile de confondre un 1 avec un 2 ou un 0 avec 3 valeurs).

3. Les ondes acoustiques ou sonores

Il n'est pas question, ici, de refaire tout un cours théorique mais d'aborder simplement les ondes sonores et les distinguer des ondes électromagnétiques.

Les ondes sonores sont des ondes mécaniques qui ont besoin d'un support pour transmettre un mouvement de proche en proche, en l'occurrence les molécules de l'air.

Cette onde est une onde longitudinale, c'est-à-dire que les couches d'air se déplacent successivement dans le sens de la propagation de l'onde, entraînant une variation de la pression de l'air, puis reviennent à leur position de départ. Voir ci-contre :



Voir les vidéos : *Son et vibrations moléculaires* ou *Propagation d'un son*.

Il convient de ne pas confondre avec les ondes transversales comme une vague plane où l'eau se déplace verticalement, c'est-à-dire orthogonalement au déplacement horizontal de la vague :



Remarque : la propagation de l'onde s'effectue à une certaine vitesse (célérité de l'onde) sans transport de matière.

[Retour sommaire](#)

4. Les ondes électromagnétiques

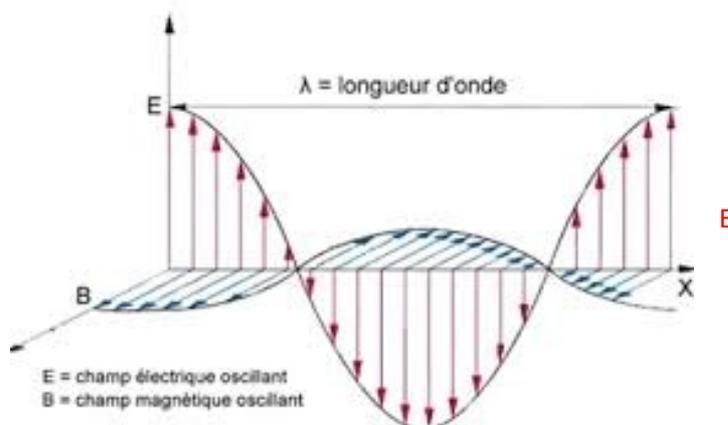
La lumière fait partie des ondes électromagnétiques. Il en existe de toutes sortes ; les ondes radios, les micro-ondes, les rayons X sont toutes des ondes électromagnétiques, mais la lumière ($380 \text{ nm} < \lambda < 780 \text{ nm}$ avec $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) est l'ensemble des ondes à laquelle l'œil humain est sensible. Une telle onde est caractérisée par sa longueur d'onde λ , ou par sa fréquence ν , toutes deux liées par la relation avec c la vitesse de la lumière dans le vide.

Les ondes électromagnétiques n'ont pas besoin d'un support pour se propager.

Le schéma ci-dessous décrit la répartition des ondes électromagnétiques en fonction de la longueur d'onde. On remarquera que la lumière visible ne couvre qu'une petite plage du spectre des ondes électromagnétiques :

Vous pourrez trouver à la fin de ce document une [représentation du spectre plus complète](#).

Une onde électromagnétique peut-être représentée comme la superposition d'un champ électrique E et d'un champ magnétique B ; la lumière est donc une onde transversale puisque et B varie orthogonalement à la direction de propagation symbolisée par X sur le schéma ci-contre :



[Retour sommaire](#)

5. La vitesse de propagation

Du fait de leur nature différente et de la nécessité ou non d'un support physique, les ondes sonores et électromagnétiques ne se propagent pas à la même vitesse ou célérité.

5.1 Les ondes sonores

De nombreux faits courants, tels que la durée séparant un éclair du coup de tonnerre, ou les phénomènes d'écho, on fait comprendre très tôt qu'un son ne nous parvient pas instantanément. Les premières tentatives de mesure de la vitesse du son dans l'air datent du début du XVIII^{ème} siècle.

La première mesure précise a été effectuée par Arago, Prony et Gay-Lussac en 1822.

Ils mesurèrent, entre Villejuif et Montlhéry, la durée séparant l'observation de l'éclair produit par un coup de canon, et la réception du son correspondant. Ils déterminèrent, à 10°C, une vitesse du son égale à 337,2 m/s.

Néanmoins, la vitesse de propagation dépend du milieu et de sa température :

- À 20°C ; $v = 340 \text{ m/s} = 1224 \text{ km/h} = \text{Mach } 1$ (dans l'air)
- À 0°C ; $v = 330 \text{ m/s} = 1188 \text{ km/h} = \text{Mach } 1$ (v diminue, mais pas sa valeur en Mach)
- dans l'eau ; $v = 1500 \text{ m/s} = 5400 \text{ km/h}$
- dans l'acier ; $v = 5000 \text{ m/s} = 18\,000 \text{ km/h}$.

Le son va plus vite dans un milieu compact (liquide ou solide) que dans un milieu dispersé (gaz).

Remarque : en faisant le vide, la vitesse du son tend vers zéro car le son ne peut se propager sans air.

5.2 Les ondes électromagnétiques

En général, toute onde a besoin d'un milieu de propagation pour se propager (air pour le son, eau pour la vague...). Il existe cependant une exception notable : la lumière peut se propager dans le vide et ce fut difficile à concevoir pour les physiciens, jusqu'au début du XX^{ème} siècle.

L'étude des ondes électromagnétiques commence au XIX^{ème} avec le physicien Michael Faraday qui montre un lien entre un courant électrique et des effets magnétiques (et réciproquement). Un peu plus tard James Clerk Maxwell utilise ces travaux ainsi que ceux d'André-Marie Ampère afin d'obtenir les fameuses équations différentielles dites de Maxwell.

Les premières tentatives de mesure de la vitesse de la lumière remontent à Galilée, tentatives infructueuses car on n'avait pas la moindre idée, à l'époque de l'ordre de grandeur. Après plusieurs estimations (Cassini, Roemer au XVII^{ème}...), Hippolyte Fizeau puis Léon Foucault se rapprochent, en laboratoire, avec des systèmes de miroirs tournants, de la vitesse, aujourd'hui reconnue de : 299 792,5 km par seconde. Cette vitesse de propagation dans le vide sert d'ailleurs depuis 1983 de référence pour définir le mètre.

Les ondes électromagnétiques se déplacent moins vite dans un milieu matériel, le rapport entre la vitesse dans le vide (c) et la vitesse dans le milieu (v) s'appelle l'indice de réfraction.

[Retour sommaire](#)

6. Les ondes et l'énergie

Quelle que soit la nature de l'onde, sa propagation s'accompagne d'un transfert d'énergie.

Les ondes sonores, par exemple, peuvent se ressentir dans le cas des basses fréquences (inférieures à 100 Hz). La lumière (onde électromagnétique) peut également se ressentir quand on se place au Soleil.

On pourra donc, au cycle 3, introduire cette notion d'énergie en insistant sur leur potentielle dangerosité (danger des sons trop forts ou des sources de lumière comme les lasers ou le Soleil).

[Retour sommaire](#)

- Liens pour aller plus loin ...

[Retour page 1](#)

[Retour à la connaissance](#)

Cours de lycée sur les signaux et la transmission d'informations : <http://www.slideshare.net/clemery/transmettre-des-infos-vslideshare>

Aide mémoire sur le Traitement du signal (Dunod) : http://www.slideshare.net/nes_srine/2005-dunod-traitement-du-signal

Conversion d'un signal analogique en signal numérique : <https://www.youtube.com/watch?v=DJVwmBY6wtk>

Les types de signaux : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Signal>

http://ww2.ac-poitiers.fr/sc_phys/IMG/docx/Chaine_de_transmission_de_l_information.docx

http://sti.discip.ac-caen.fr/sites/sti.discip.ac-caen.fr/IMG/pdf/traitement_signal.pdf

● **Points de vigilance pour le professeur (difficultés potentielles) :**

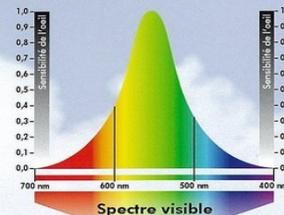
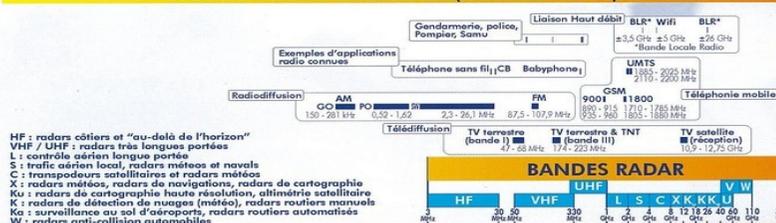
[Retour page 1](#)

[Retour à la connaissance](#)

- Il peut être difficile pour les élèves de faire la différence entre signal et information.
- Le repère de progressivité dit de ne pas parler du signal analogique (plus de 2 informations). Mais quand même écrit dans la fiche connaissance pour rappeler qu'il n'existe pas que le signal numérique dans l'environnement de l'élève (situation qui sera vite découverte par les élèves). Préciser aux élèves que l'analogique sera vu au cycle 4.
- Le questionnement élève pourrait être : pourquoi et comment un signal radio peut être transformé en signal électrique et/ou sonore et/ou lumineux.

SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE

SPECTRE RADIOFREQUENCE (3 Hz - 300 GHz)

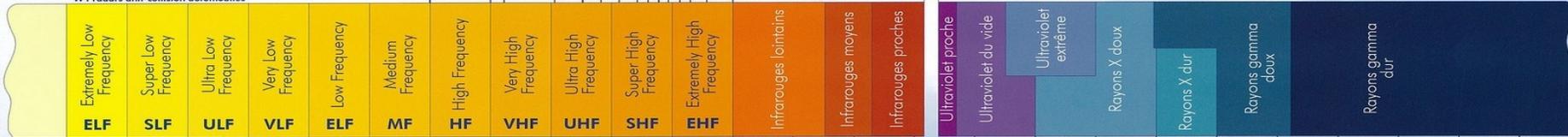


Le spectre électromagnétique est la décomposition du rayonnement électromagnétique selon ses différentes composantes en terme de longueur d'onde ou d'énergie des photons, les deux grandeurs étant liées par la constante de Planck ($E = h \cdot \nu$)
 Si la lumière désigne un rayonnement électromagnétique visible par l'œil humain, les ondes radio, les rayons X et γ sont également des rayonnements électromagnétiques. À partir des rayons X, les longueurs d'ondes sont rarement utilisées : comme on a affaire à des particules très énergétiques, l'énergie correspondant au photon X ou γ détecté est plus utile.
 Cette énergie est exprimée en électron-volt (eV), soit l'énergie d'1 électron accéléré par un potentiel de 1 volt.

Un rayonnement électromagnétique est caractérisé par un flux de particules sans masse, les photons, associé à une onde, l'onde électromagnétique. En associant simultanément des propriétés antagonistes d'ondes et de particules, la connaissance par l'Homme du rayonnement électromagnétique a fait naître la théorie de la dualité onde-particule dont le concept est l'un des fondements de la mécanique quantique.

La compatibilité électromagnétique, ou CEM, est l'aptitude d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement. Dans la perspective du spectre électromagnétique, la CEM s'applique potentiellement sur l'ensemble du spectre radiofréquence (en pratique jusqu'à 40 GHz).

Le rayonnement électromagnétique peut également être utilisé à des fins d'espionnage mais aussi de guerre électronique. L'utilisation de radio-émetteurs, notamment en téléphonie mobile, s'accompagne de nouvelles exigences en terme d'ondes et de santé pour s'assurer qu'aucun danger n'est induit sur les individus selon les conditions d'exposition.



ONDES RADIO (9 kHz - 3000 GHz)

MICRO-ONDES

INFRAROUGE

ULTRAVIOLET

LVC
UVB
LVA

RAYONS X

RAYONS GAMMA

OPACITE DE L'ATMOSPHERE AUX ONDES ELECTROMAGNETIQUES



Pollution électromagnétique générée de manière non intentionnelle par l'ensemble des équipements électriques et/ou électroniques
 Communication pour sous-marins en plongée
 Réseaux électriques
 Portail antivol et autres matériels à boucle à induction
 Etiquetage RFID
 Jouets radiocommandés
 Télédiffusion
 Micro-onde
 Radars de détection maritime et aérien, radars météorologiques
 Émetteurs radio grandes ondes et FM
 Liaison satellite
 Télémétrie
 Lasers
 Vision thermique
 Lumières incandescentes et fluorescentes
 Cabine à bronzier
 Photolithographie
 Imagerie par rayon X
 Cristallographie
 Synchrotrons
 Accélérateurs de particules
 Explosion nucléaire
 Radiothérapie
 Rayons cosmiques



[Retour sommaire](#)