

SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Approfondir ses connaissances

Matière, mouvement, énergie, information

Signal et information

Le signal est une grandeur physique, dotée d'une unité et donc mesurable ; l'information est un message.

Pour qu'un signal soit porteur d'une information, il est nécessaire d'établir une convention. Par exemple, une tension électrique en Volt peut représenter la présence ou l'absence d'un objet. Le message « un objet est présent » est associé à une valeur de tension spécifiée au préalable de façon conventionnelle.

Pour qu'il y ait communication, trois éléments sont indispensables :

- un émetteur, qui délivre un signal porteur de l'information,
- un récepteur qui reçoit le signal et décode l'information que ce signal contient,
- et une transmission du signal.



Toute grandeur physique peut devenir un signal dès lors que l'on associe à sa valeur un message. La grandeur physique peut être l'amplitude ou la fréquence d'une onde électromagnétique (lumière visible, infrarouge, radio...) ou d'une onde acoustique, une différence de potentiel (tension électrique), une intensité d'un courant, une concentration, etc.

Dans le monde du vivant, par exemple, le taux de glucose dans le sang (glycémie) est un signal qui envoie au cerveau une information associée à la faim. Dans la vie courante, un signal sonore dans une cour d'école est associé à l'information « récréation terminée », une sirène d'alarme domestique adresse une information d'intrusion etc.

Des récepteurs sensoriels et des capteurs transforment un signal chimique, lumineux ou sonore en un signal électrique transmis au cerveau. Le cerveau est capable de décoder l'information portée par ce signal électrique.

Dans la vie quotidienne, de très nombreuses informations sont échangées.

Exemples :

- sécurité maritime : les signaux transmettent des informations liées à la sécurité de la navigation ou à des situations particulières de navires (non manœuvrant, panne machine, maladie contagieuse à bord). Ces signaux sont émis par des phares, sémaphores, pavillons, balises, sirènes, panneaux, feux, etc. ;
- sécurité routière et ferroviaire : les signaux transmettent des informations liées à la sécurité de la circulation, comme les limitations de vitesse ou l'obligation d'arrêt (panneau stop, feux tricolores, etc.) ;

- les usages d'alarme ou de détresse : les signaux transmettent des informations urgentes de mise en danger d'usagers : alarme sonore de pré décrochage d'un avion en vol, alarme sonore de non accrochage d'une ceinture de sécurité, etc. ;
- les usages en télécommunication : les signaux électriques ou électromagnétiques (ondes) transmettent des informations liées aux données de son, d'image, de documents.

Les modes de transmission d'un signal

Toute grandeur physique peut supporter un signal et les modes de transmission sont propres à leur nature. Ces modes de transmission sont donc très nombreux.

Les grandeurs électriques sont souvent utilisées comme signaux transportant les informations. Les matériaux conducteurs sont alors utilisés (câbles, pistes en cuivre sur les cartes électroniques).

Les ondes électromagnétiques se propagent par variation locale des champs électriques et magnétiques ; elles peuvent se propager avec ou sans support matériel, dans le vide, l'atmosphère ou un milieu matériel ne perturbant pas la propagation (par exemple une paroi en bois ou en brique).

Dans le cas des ondes acoustiques, un milieu matériel est nécessaire à la propagation du signal (air, eau, matériau solide).

Ci contre : exemple de capteur de présence utilisant une onde électromagnétique, ici infra-rouge.

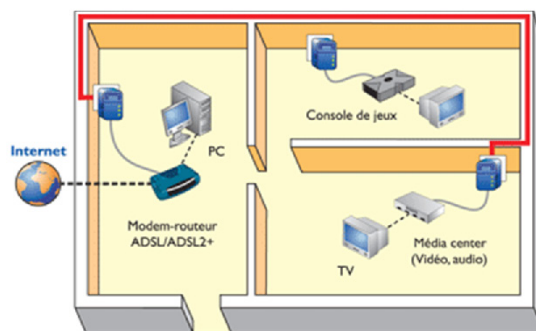


La transmission par câbles conducteurs

Un câble est généralement constitué de fils de cuivre recouverts par une gaine isolante. C'est le support le moins cher. Il existe différents types de câbles : les câbles coaxiaux, les paires torsadées non blindées et les paires torsadées blindées et les câbles électriques.

Exemple particulier : le courant porteur en ligne (CPL) (voir schéma ci-contre)

Le principe du « courant porteur en ligne » repose sur la superposition au courant électrique alternatif de 50 Hz d'un signal à plus haute fréquence et de faible énergie. Ce deuxième signal se propage sur l'installation électrique et peut être reçu et décodé par tout récepteur CPL de même catégorie branché au même réseau électrique.



La transmission par fibre optique

Une fibre optique est un support de transmission qui permet d'acheminer des informations en envoyant des signaux lumineux dans un conducteur central en verre ou en plastique.

Les signaux électriques en entrée sont convertis en signaux lumineux qui circulent dans le cœur de la fibre en verre ou en plastique. Ce cœur est enveloppé d'une première gaine qui assure une réflexion totale de l'onde permettant sa propagation dans la fibre. L'ensemble est enveloppé dans une gaine plastique protectrice. En sortie, les signaux lumineux sont à nouveau convertis en signaux électriques pour être exploitables.

La transmission par ondes acoustiques

Une onde est la propagation d'une perturbation produisant sur son passage une variation réversible des propriétés physiques locales du milieu. Une onde transporte de l'énergie sans transporter de matière.

Retrouvez Éduscol sur

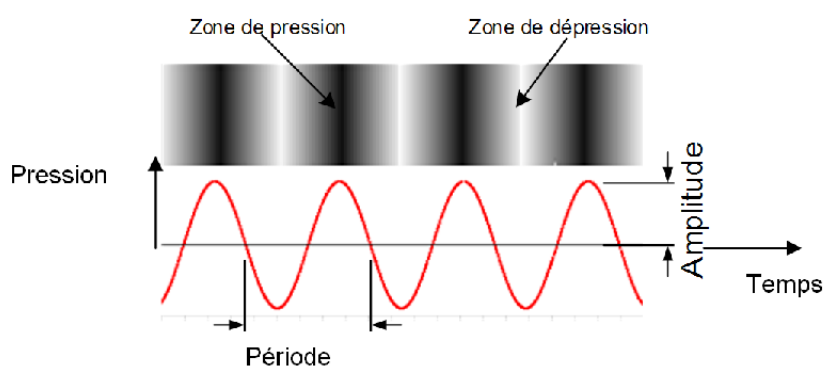


L'onde sonore est une onde dont la propagation nécessite un milieu matériel. Le son résulte d'une vibration mécanique, provoquant une compression locale du milieu matériel, qui se propage sous forme d'ondes longitudinales. Le déplacement de la matière (par cette succession de compression-décompression) se fait localement et sur de petites distances ; après le passage de l'onde sonore, le milieu est inchangé.

Ces variations de pression se déplacent avec une vitesse qui dépend des caractéristiques du milieu de propagation.

Les sons varient par leurs caractéristiques. Les sons simples tels que les sons purs contiennent seulement une seule fréquence exprimée en Hertz (Hz), alors que les sons complexes tels que la voix ou le bruit comportent plusieurs harmoniques (composants de fréquences).

Les sons produits par la voix humaine sont de fréquences ordinairement comprises entre 50 et 1000 Hz. L'oreille humaine moyenne ne perçoit les sons que dans une plage de fréquences située, selon l'âge et la culture, entre 20 Hz et 20 kHz.



On classe la fréquence des ondes acoustiques à partir de la sensibilité de l'oreille humaine. En dessous de 16 Hz, il s'agit d'infrasons ; au-dessus de 20 kHz, il s'agit d'ultrasons. Le terme dB (décibel) et l'échelle dB sont utilisés pour mesurer le niveau sonore. L'échelle des décibels est une échelle logarithmique décimale qui transcrit un doublement de la puissance du son par une augmentation de niveau de 3 dB.

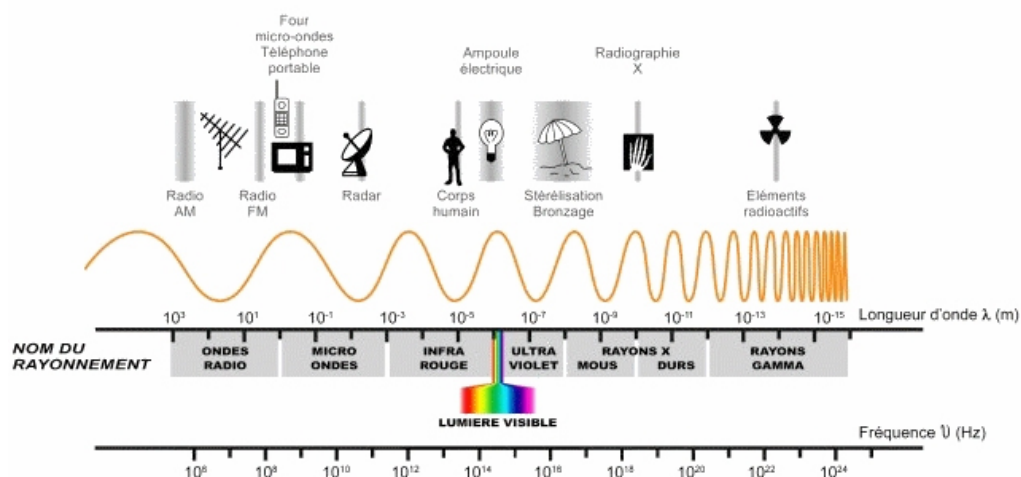
La transmission par ondes électromagnétiques

Les ondes électromagnétiques correspondent à un rayonnement décrit par un champ électrique et un champ magnétique perpendiculaires l'un par rapport à l'autre, oscillant à la même fréquence dans deux plans orthogonaux entre eux et orthogonaux à la direction de propagation. La propagation des ondes s'effectue à une vitesse qui dépend du milieu considéré. Dans le vide, la vitesse de propagation est égale à 3.108 m.s^{-1} .

La lumière fait partie des ondes électromagnétiques. Les appareils électroniques sans fil fonctionnent par réception et transmission d'ondes électromagnétiques de longueurs d'onde différentes.

Les ondes électromagnétiques sont caractérisées par leurs fréquences mesurées en Hertz (Hz). La fréquence est l'inverse de la période, exprimée en seconde.

La classification des ondes électromagnétiques se fait par ordre de fréquence croissante.



Par exemple, les liaisons par téléphone portable, radar, satellites utilisent des micro-ondes. La radio et la télévision numériques utilisent des ondes radio. Les télécommandes de la domotique utilisent des ondes infrarouges. Les systèmes Wifi et Bluetooth utilisent des ondes radio.

La nature des signaux

Signal analogique

La représentation temporelle d'un signal analogique est la représentation la plus naturelle possible. En effet, sur l'axe des abscisses (horizontal) figure la variable temps, tandis que l'axe des ordonnées représente l'amplitude (ou puissance) du signal.

Exemple de représentation d'un signal électrique :

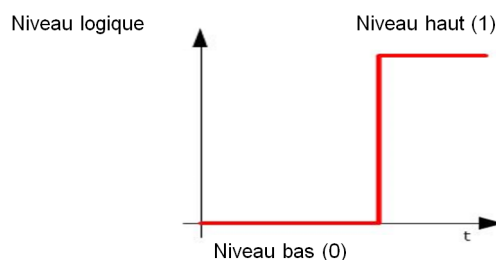


Exemple de représentation d'un signal électrique

Pour un signal analogique, le signal est une fonction continue de la variable temps. La grandeur analogique étudiée peut prendre une infinité de valeurs différentes. Dans certains cas, l'information est portée par la valeur de la fréquence du signal.

Signal logique

Pour un signal logique, l'information est portée par l'état du signal, valeur basse ou valeur haute que l'on traduit par 0 ou 1.



Deux évènements peuvent être associés à ce signal logique :

- le front montant, passage du signal de l'état bas (0) à l'état haut (1) ;
- le front descendant, passage du signal de l'état haut (1) à l'état bas (0).

La détection du changement d'état est un événement souvent utilisé dans la commande des systèmes.

Lorsqu'il y a un seul signal n'ayant que deux états possibles, état haut ou état bas, il est qualifié de « bit ».

Signal numérique

Un signal numérique est une association de 0 et de 1, appelés bits. On dit qu'il est binaire.

Si l'on associe 8 états binaires, cela constitue un octet qui permet de coder une information.

Cette information numérique est exploitable au cours du temps par des moyens informatiques pour le transport, le stockage et le traitement des données.

1	0	0	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Exemple d'octet

Un signal numérique est beaucoup plus facile à reproduire qu'un signal analogique : la copie numérique produit un clone parfait de l'original, ce qui se réalise aisément par l'outil informatique.

Comment passer d'un signal analogique à un signal numérique ?

La transformation d'un signal analogique en signal numérique est appelée conversion analogique numérique ou encore numérisation. Un signal analogique, pour être converti en signal numérique, doit être numérisé par un convertisseur analogique numérique (CAN). La numérisation consiste à prélever un certain nombre d'échantillons à une « fréquence d'échantillonnage », puis à les coder sur un certain nombre de bits, « la quantification ».

Le processus de numérisation s'appelle « l'échantillonnage » : c'est la transformation du signal en échantillons. La quantification affecte une valeur numérique à chaque échantillon prélevé.

La représentation temporelle d'un signal s'obtient avec un oscilloscope : elle donne l'évolution de l'amplitude du signal en fonction du temps.

Bibliographie

- Panorama de la physique sous la direction de Gilbert PIETRYK. Editions BELIN - Pour la Science
- Technologie 1re, Tle STI2D (2015) - Enseignements transversaux (Manuel élève) - Jean-Marc CASTEL, David COURNET, Christian GARREAU, Sébastien GERGADIER, Stéphane BOUZET, Eric MARCHISONE, Sylvie POURCINE - Editions DELAGRAVE

Autres ressources sur le thème de l'information

- [Un exemple de progression des apprentissages sur le thème de l'information](#)
- [Un exemple de séquence : Identifier un signal et une information](#)

Retrouvez Éduscol sur

