

Écouter, regarder l'emprise des sens

Pierre Gilliot



physiquepourtous.unistra.fr



Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg

Écouter, regarder l'emprise des sens

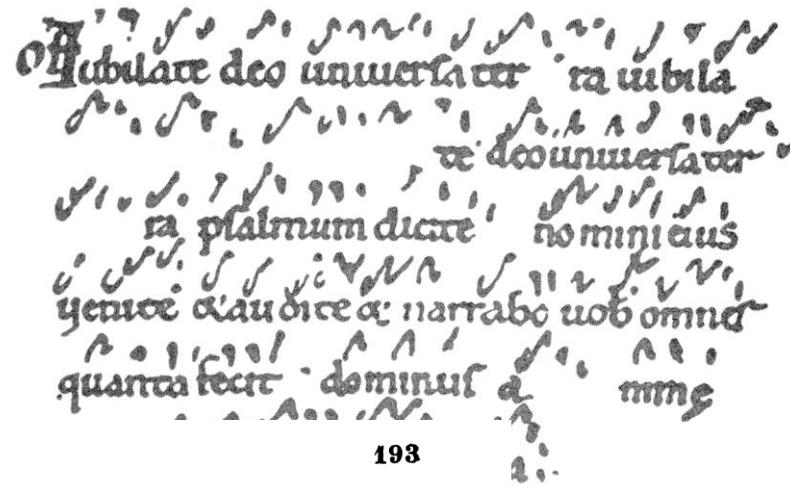
**du son et de l'image
à l'AUDIO & la VIDÉO**

images
©Wikimedia ou ©Pierre Gilliot
sauf indications contraires



Partitions

*U*mbilate deo uniuersa ter ra iubila
te deo uniuersa ter
ra psalmum dicite nomi ni eius
yenicē & audite & narrabo uob omnia
quanta fecit dominus



SONATA (a)
dedicata all' Arciduca Rodolfo
Op. 111.

193

neumes

Beethoven

32. **Maestoso** ♩ = 52



c) molto energico *sf* *p* *d)* *f* *sf* *sf*

e) *sf* *sf* *p* *dim.* *mp*

off *secam* *incom* **M**ultitudo languenti um
et qui uerabantur a spiritibus immundis uene
bant ad e um quia uirtus de illo exi bat et
sana bar om nes mis offiū.

Allecimus omnes in do mi no di
em festum cele brantes sub hono re
henrici martyris de cuius passio ne gaudent an
ge li et collau dant filium & i **A**mmi
nabunt celi iustitiam eius populo qui nascetur que
fecit dominus **G**loria. **E** uo uae qui tim



de la mélodie à l'harmonie

Partitions

1^{ère} méthode « d'enregistrement » :
de musiciens qui savent lire la musique
peuvent reproduire le morceau

- de la mélodie à l'harmonie
- diachronie et synchronie en linguistique
- temps et fréquence en physique
- information compressée au maximum

↑
fréquence

→
temps

SONATA ^(a)

193

dedicata all' Arciduca Rodolfo

Op. 111.

Composta nel 1821-22 ^(b),
pubblicata in Aprile 1823
presso Schlesinger a Berlino e Parigi.

The image displays three systems of musical notation for a piano sonata. The first system begins at measure 32 and is marked 'Maestoso' with a tempo of quarter note = 52. It features a variety of dynamics including fortissimo (f), sfz, piano (p), and sfz. Performance instructions include 'molto energico' and 'c)'. The second system continues with dynamics like p, sfz, and dim., and includes the instruction 'e)'. The third system features dynamics such as u.c. (sempre pp), t.c., cresc., f, and sf ben tenute. The score includes numerous musical notations such as trills, slurs, and articulation marks.

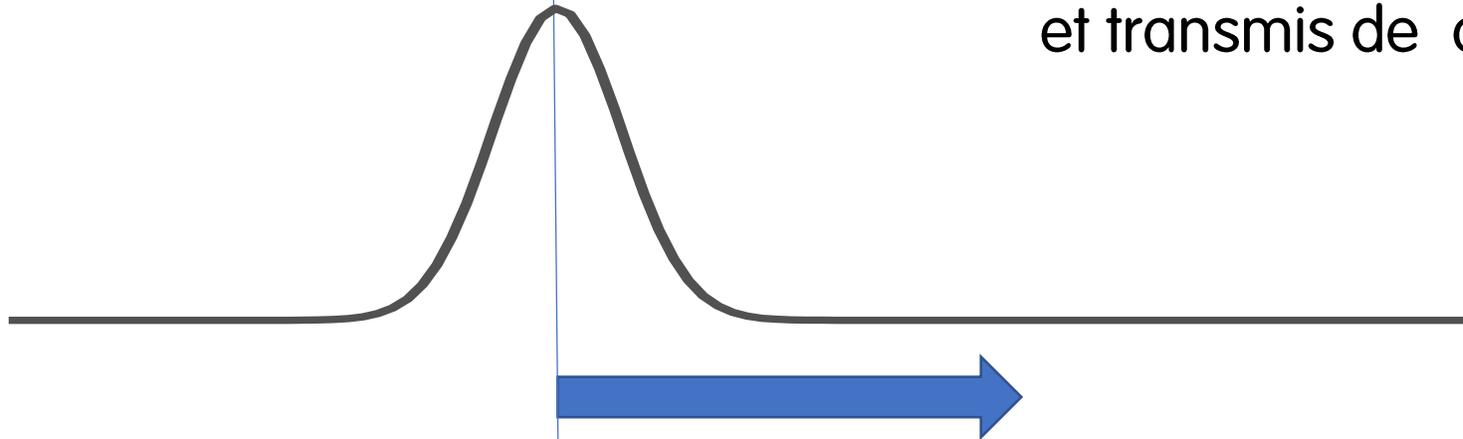
ANALOGIQUE



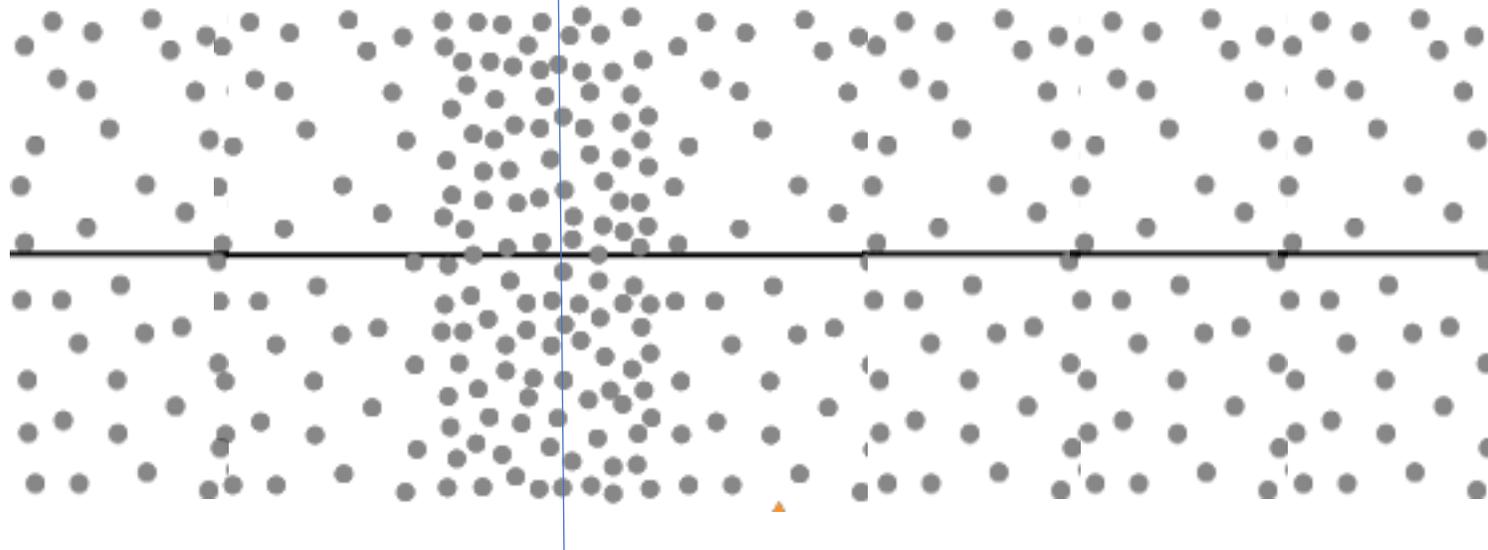
Ondes

Mouvement communiqué au voisin
et transmis de proche en proche

Corde : tension

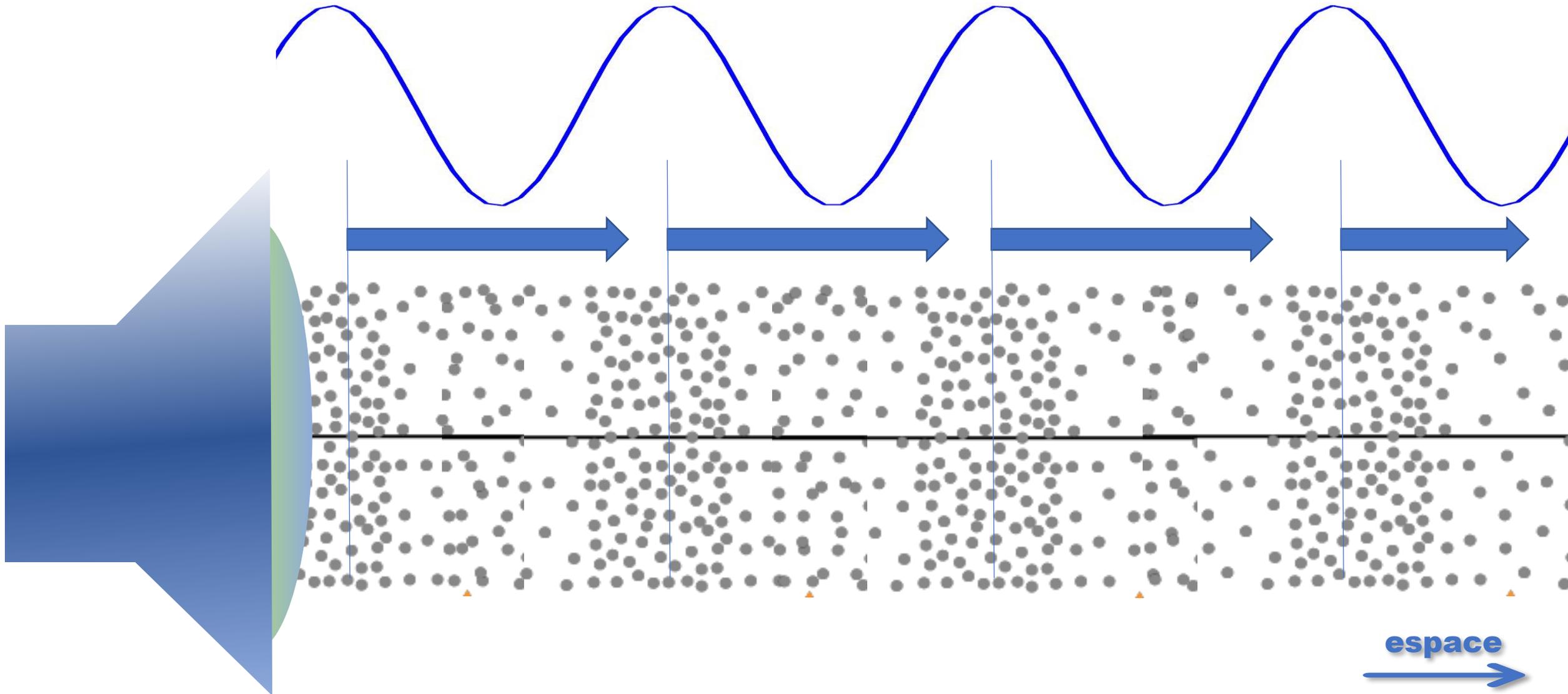


Gaz : pression

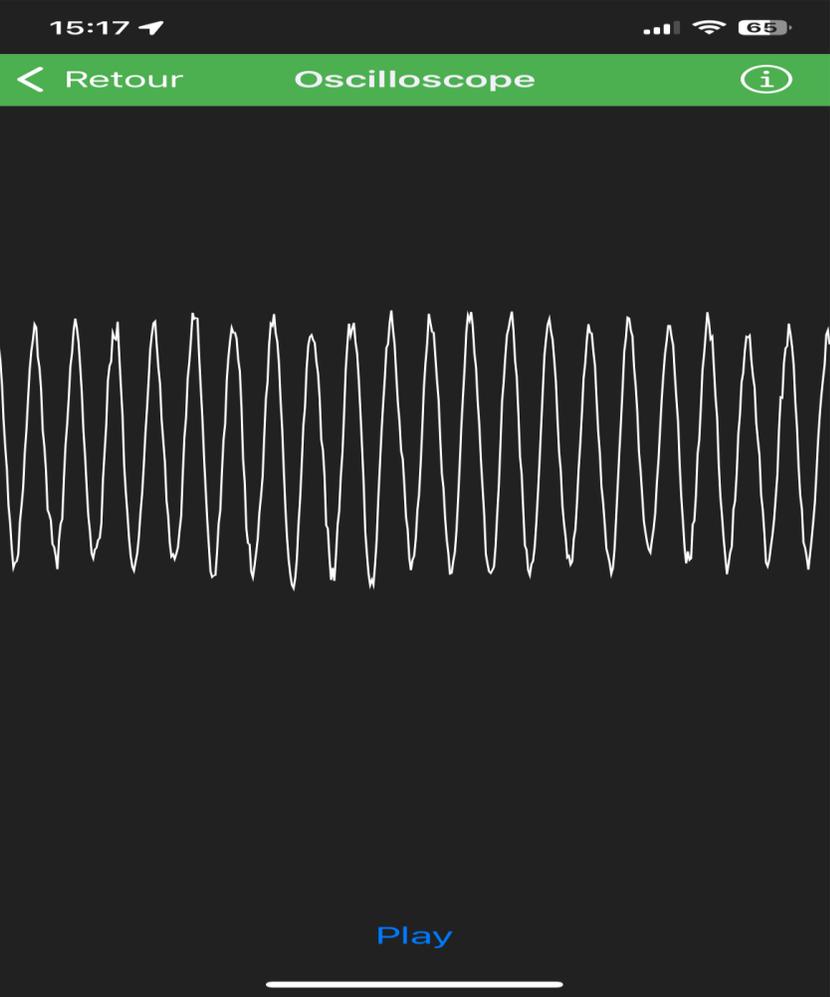


espace
→

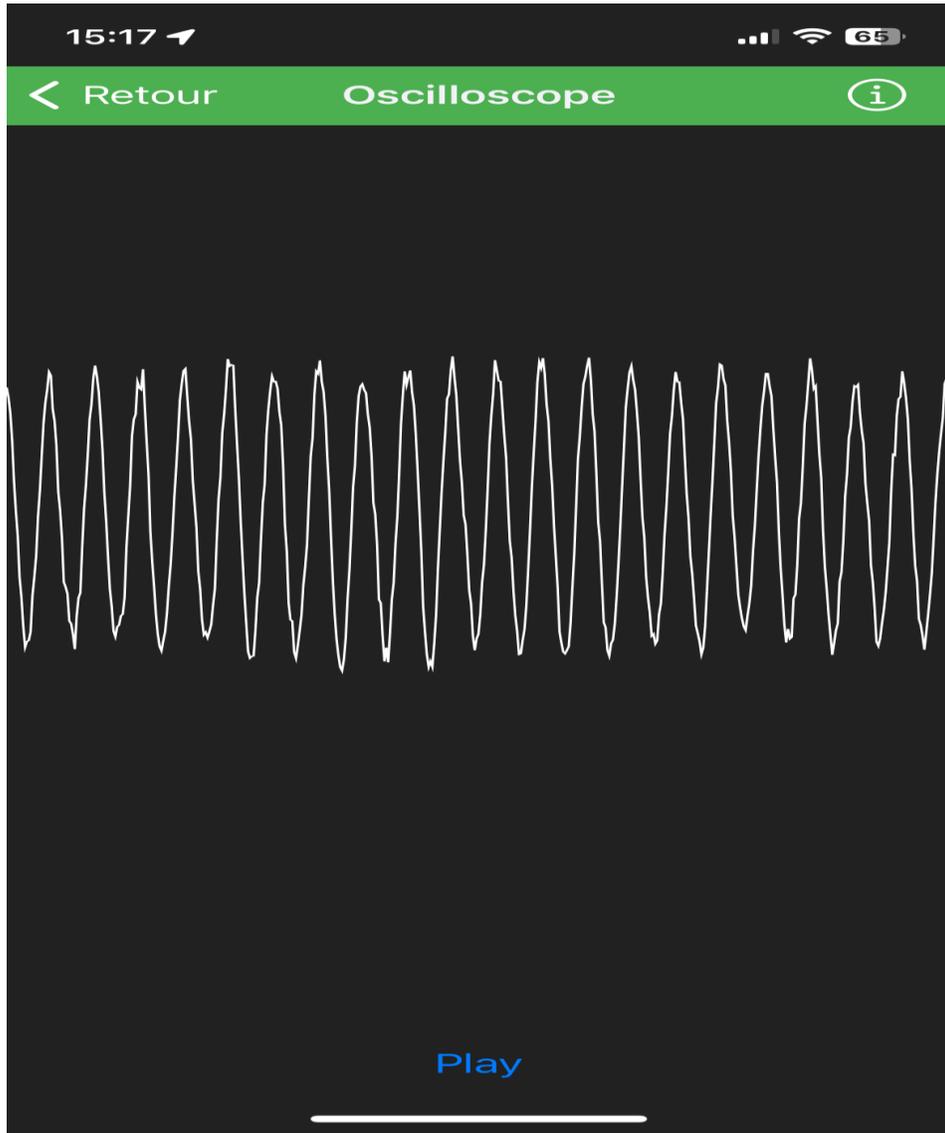
Un oscillateur génère une onde périodique



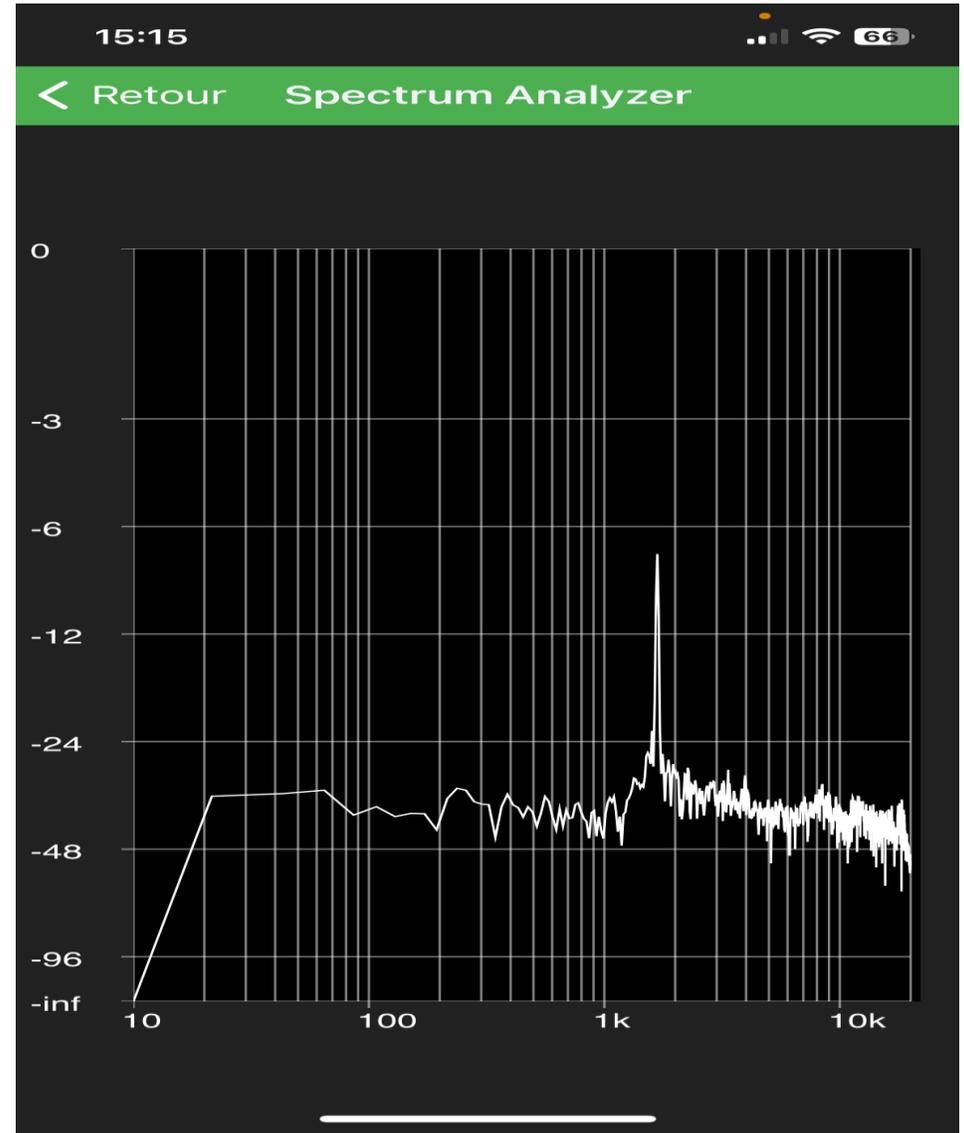
Spectre et bande passante



Spectre



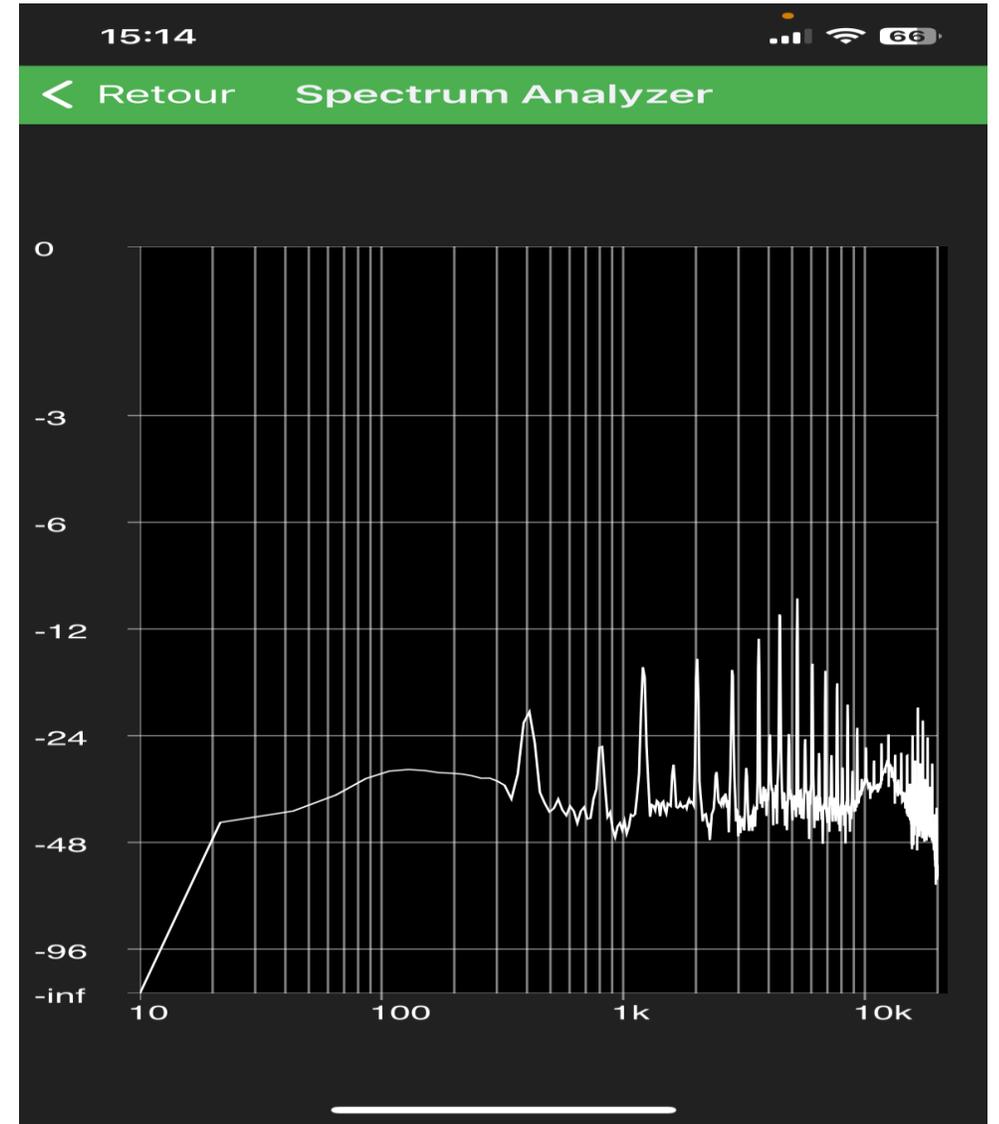
sifflement 440Hz
monochromatique



Spectre

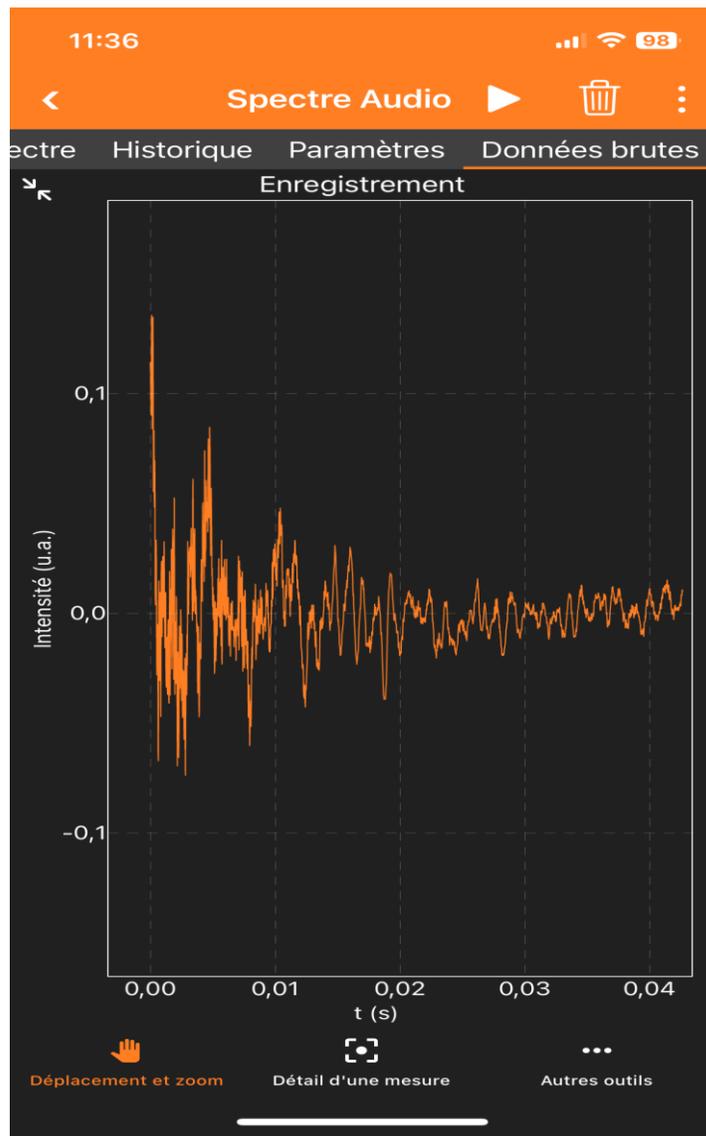


son généré
électroniquement
harmoniques



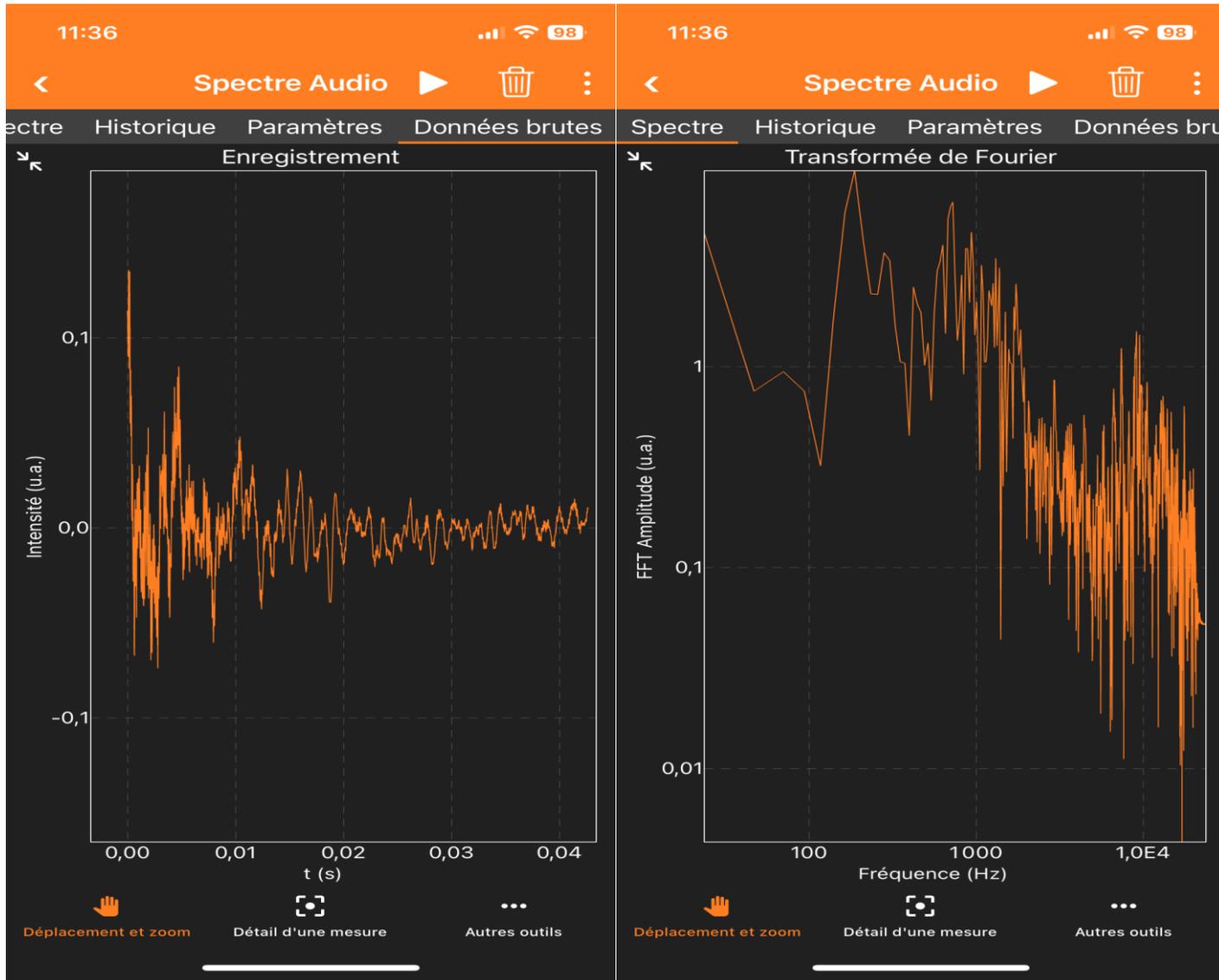
transitoires

percussion, corde pincée



transitoires

percussion, corde pincée

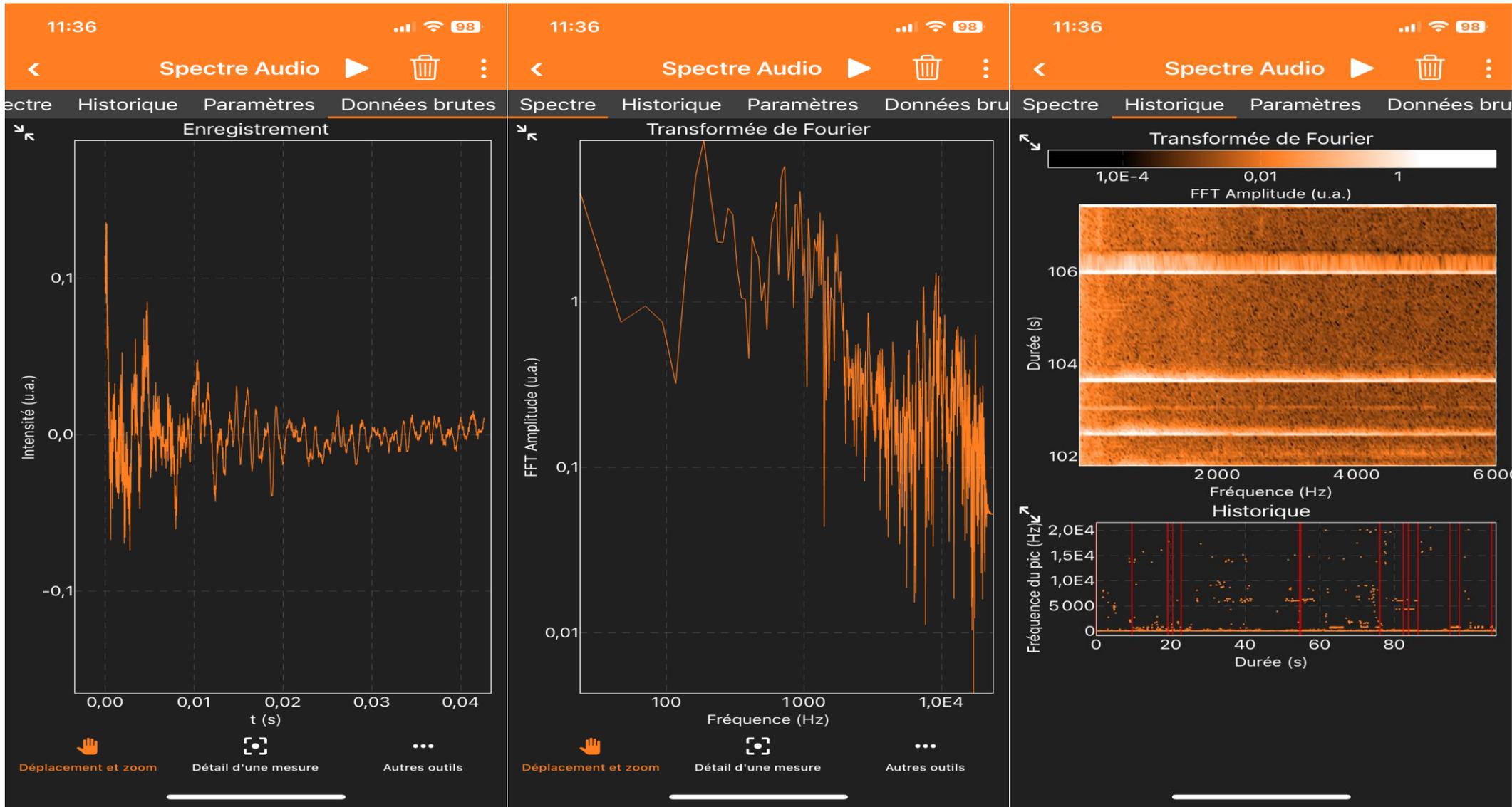


Tout signal se décompose
(de façon unique) en une
somme de sinusoides

$$f(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} dv \cos 2\pi v t f'(v) + \int_{-\infty}^{+\infty} dv \sin 2\pi v t f''(v)$$

transitoires

percussion, corde pincée



Transformée de Fourier - Spectre

Tout signal se décompose (de façon unique) en une
somme de sinusoides

$$f(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} dv \cos 2\pi v t f'(v) + \int_{-\infty}^{+\infty} dv \sin 2\pi v t f''(v)$$

S pour somme

... sur les fréquences

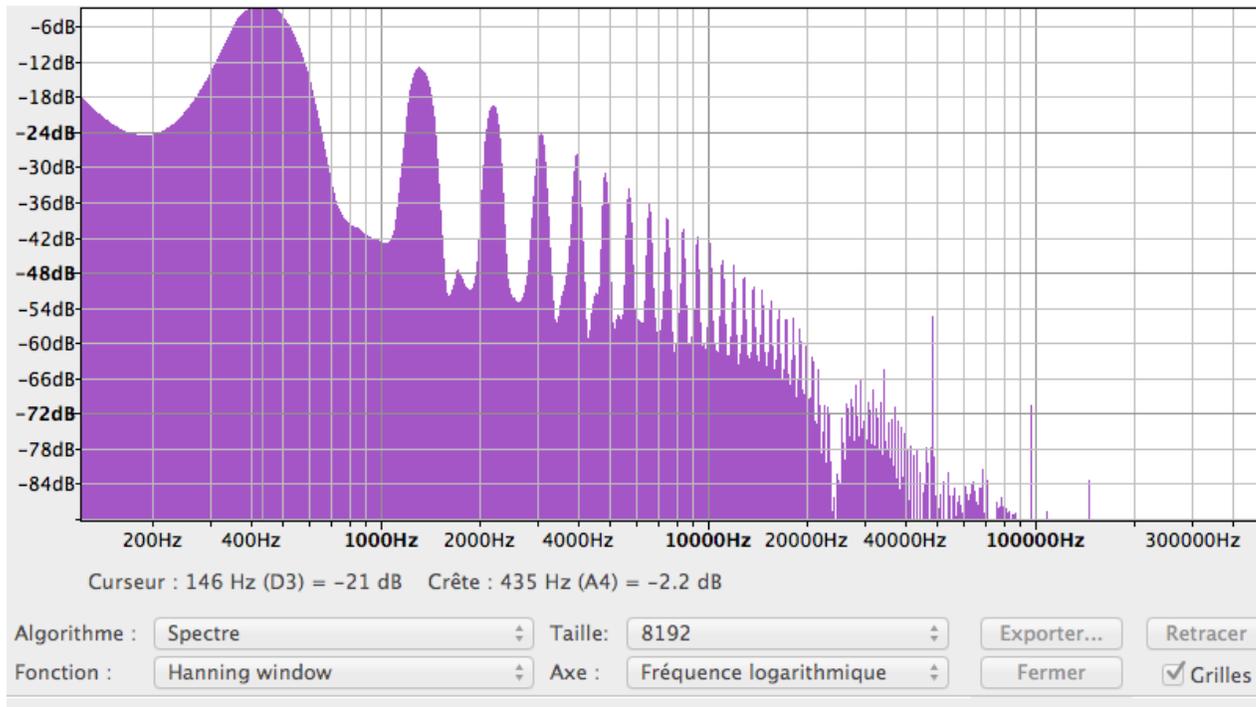
... d'oscillations sinusoidales

... avec chacune leur poids

... avec deux contributions décalées

Transformée de Fourier - Spectre

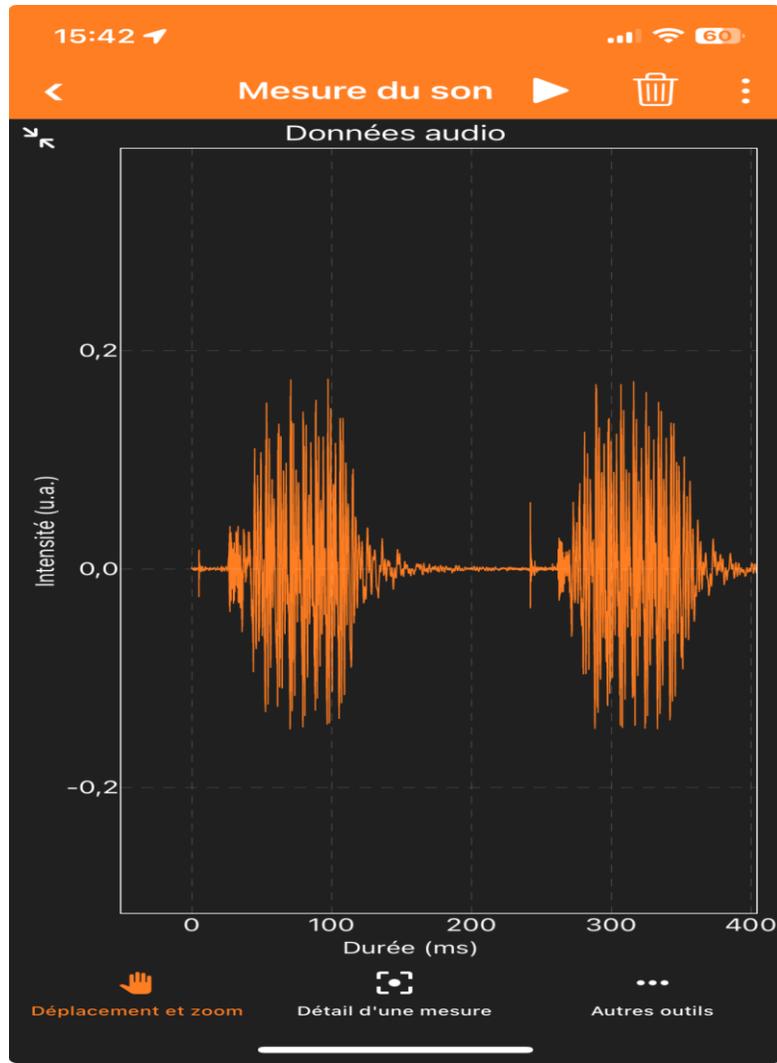
Un spectre montre les fréquences contenues dans un son



La bande passante est donnée par la fréquence maximum contenue dans ce spectre.

Analogique

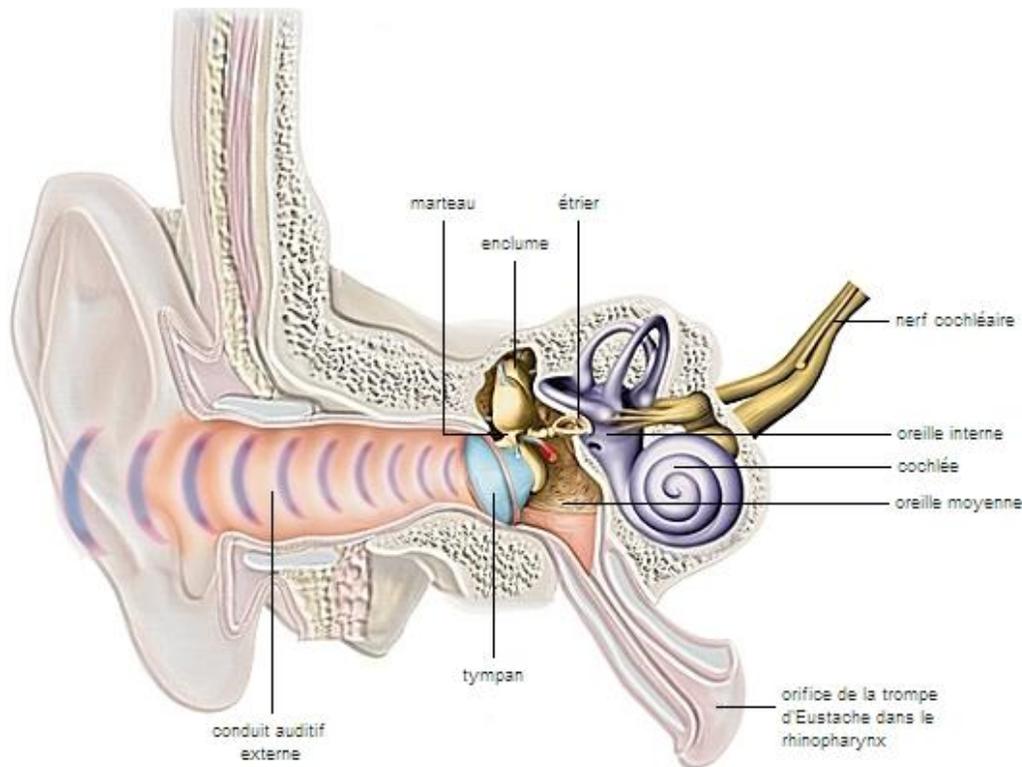
À un endroit donné, sur le tympan de l'oreille par exemple, la pression varie en fonction du temps.



Analogique

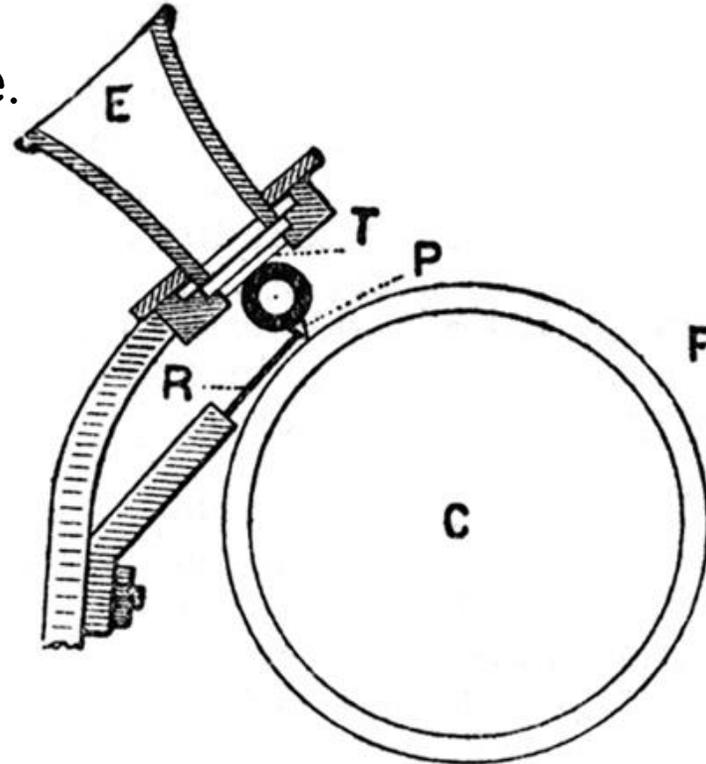
À un endroit donné, sur le tympan de l'oreille par exemple, la pression varie en fonction du temps.

Le tympan est mis en mouvement et ce mouvement se transmet jusqu'à l'étrier pour être détectée par la cochlée.



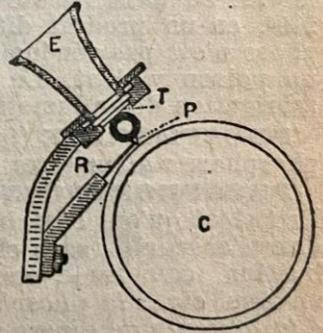
Phonographes

Systeme entièrement mécanique.
Cylindres puis disques

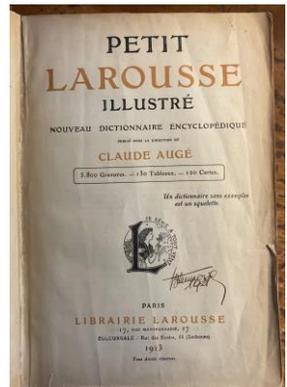


Coupe transversale et schématique d'un phonographe : C, cylindre enregistreur ; F, manchon de cire ; E, embouchure ; T, membrane vibrante ; R, ressort maintenant l'aiguille P.

PHONIQUE auj. Qui a rapport aux sons. *Signe phonique*, destiné à représenter les sons de la voix.
PHONOGRAPHE n. m. (gr. *phônê*, voix, et *graphein*, inscrire). Appareil qui enregistre et reproduit les sons. — Le *phonographe*, imaginé par le Français Ch. Cros et construit pour la première fois par Edison, permet aujourd'hui, grâce à de nombreux perfectionnements, de reproduire parfaitement la parole, le chant, le timbre même des instruments. Tout phonographe se compose de trois parties : un *récepteur*, un *enregistreur* et un *reproducteur*. Le récepteur, E, est un cornet acoustique renversé, dont le fond est fermé par un diaphragme métallique T, muni en son centre d'une fine aiguille d'ivoire retenue par un ressort R. L'enregistreur est constitué par un cylindre C, de cire durcie, ou un disque en ébonite dont la surface, F, se déplace par un mouvement mécanique de rotation, sous la pointe d'ivoire. Celle-ci, quand une série de sons se produisent à l'entrée du récepteur, trace dans la cire ou l'ébonite un sillon de profondeur variable. Pour reproduire ces sons enregistrés, il suffira de placer dans ce sillon, en faisant tourner le cylindre ou le disque à la même allure que pendant la première opération, l'aiguille du *reproducteur*, petite lame vibrante ou feuille de papier rigide, dont les vibrations renouvelleront exactement celles du diaphragme du récepteur.
PHONOGRAPHIE (fr) n. f. *Gramm.* Manière de figurer les sons des mots. *Physiq.* Manière graphique de représenter les vibrations des corps sonores.



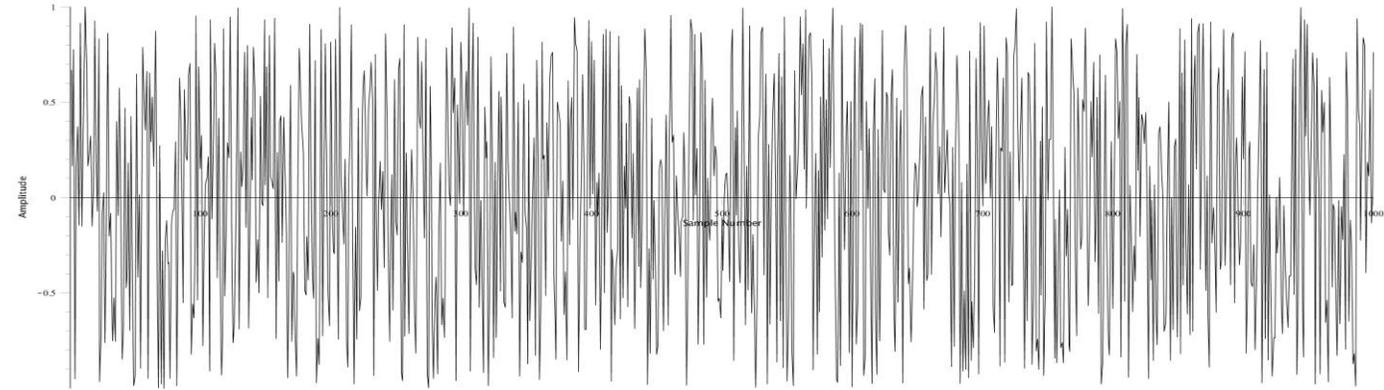
Coupe transversale et schématique d'un phonographe.



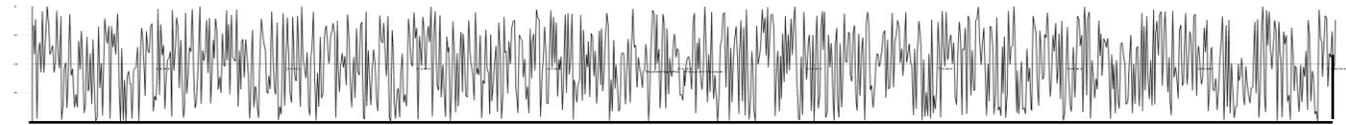
Petit Larousse
1913

Phonographes

Système entièrement mécanique.
Cylindres puis disques



pression de l'air

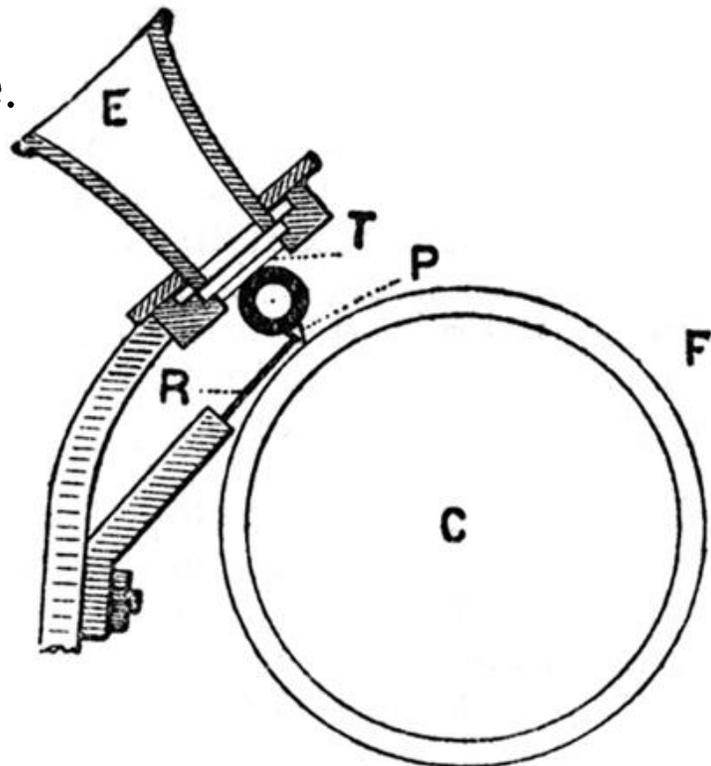


profondeur de la gravure sur le disque

La variation de la profondeur du sillon est la copie conforme de la variation de pression de l'air.

Phonographes

Systeme entièrement mécanique.
Cylindres puis disques



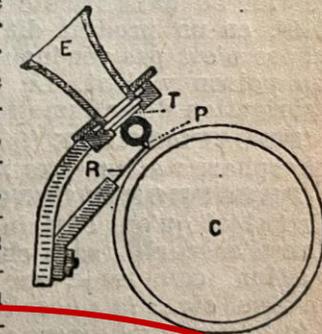
Coupe transversale et schématique d'un phonographe : C, cylindre enregistreur ; F, manchon de cire ; E, embouchure ; T, membrane vibrante ; R, ressort maintenant l'aiguille P.

à la
une
ent
hi-
mi,
les
ue.
pre
In-
ne,
es.
la
le-
ne;
ert
os,
ée.
lé-
te-
a-
sie
nt

PHONIQUE auj. Qui a rapport aux sons. *Signe phonique*, destiné à représenter les sons de la voix.

PHONOGRAPHE n. m. (gr. *phônè*, voix, et *graphein*, inscrire). Appareil qui enregistre et reproduit les sons. — Le *phonographe*, imaginé par le Français Ch. Cros et construit pour la première fois par Edison, permet aujourd'hui, grâce à de nombreux perfectionnements, de reproduire parfaitement la parole, le chant, le timbre même des instruments. Tout phonographe se compose de trois parties : un *récepteur*, un *enregistreur* et un *reproducteur*. Le récepteur, E, est un cornet acoustique renversé, dont le fond est fermé par un diaphragme métallique T, muni en son centre d'une fine aiguille d'ivoire retenue par un ressort R. L'enregistreur est constitué par un cylindre C, de cire durcie, ou un disque en ébonite dont la surface, F, se déplace par un mouvement mécanique de rotation, sous la pointe d'ivoire. Celle-ci, quand une série de sons se produisent à l'entrée du récepteur, trace dans la cire ou l'ébonite un sillon de profondeur variable. Pour reproduire ces sons enregistrés, il suffira de placer dans ce sillon, en faisant tourner le cylindre ou le disque à la même allure que pendant la première opération, l'aiguille du *reproducteur*, petite lame vibrante ou feuille de papier rigide, dont les vibrations renouelleront exactement celles du diaphragme du récepteur.

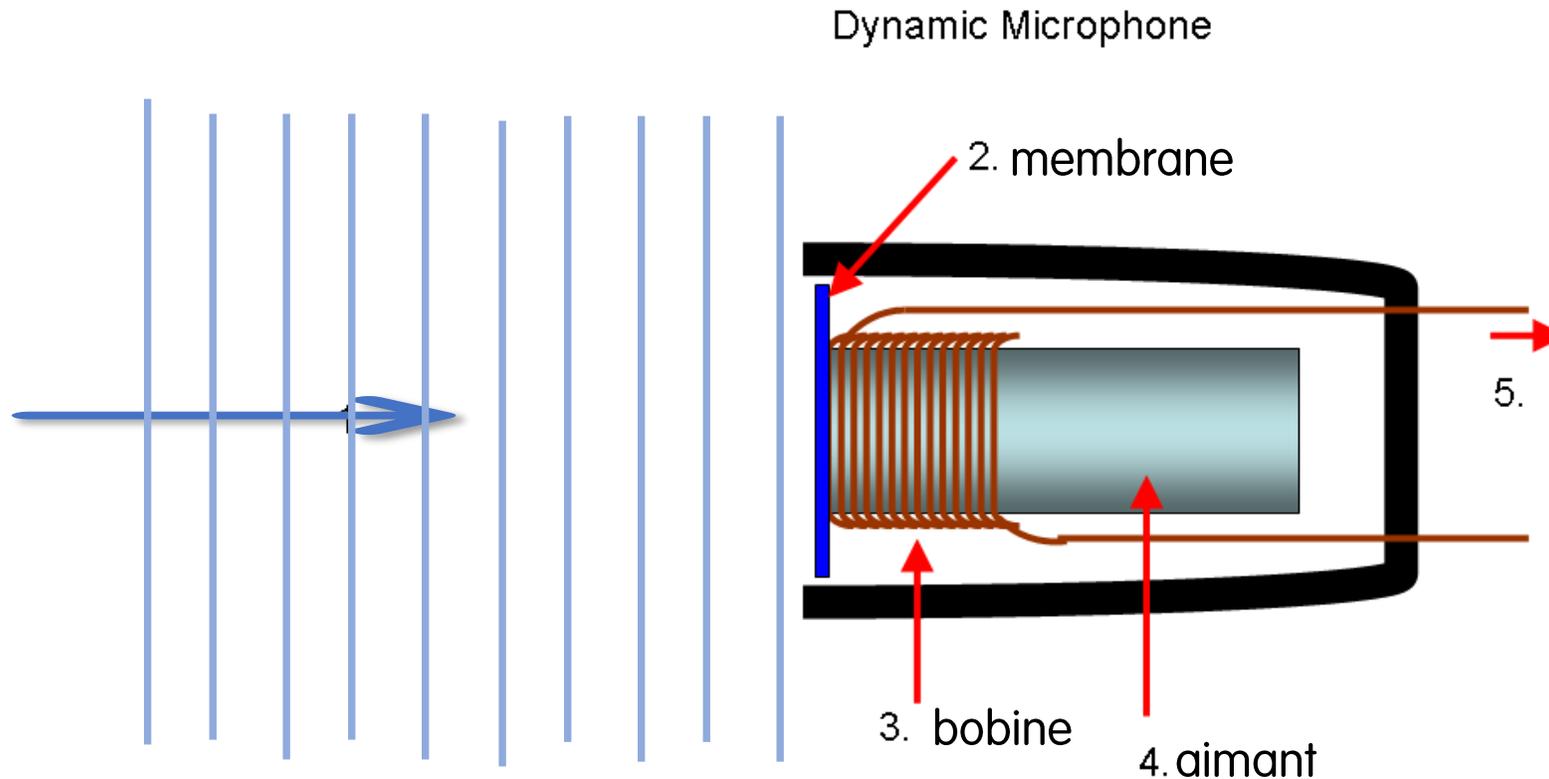
PHONOGRAPHIE (fr) n. f. *Gramm.* Manière de figurer les sons des mots. *Physiq.* Manière graphique de représenter les vibrations des corps sonores.



Coupe transversale et schématique d'un phonographe.

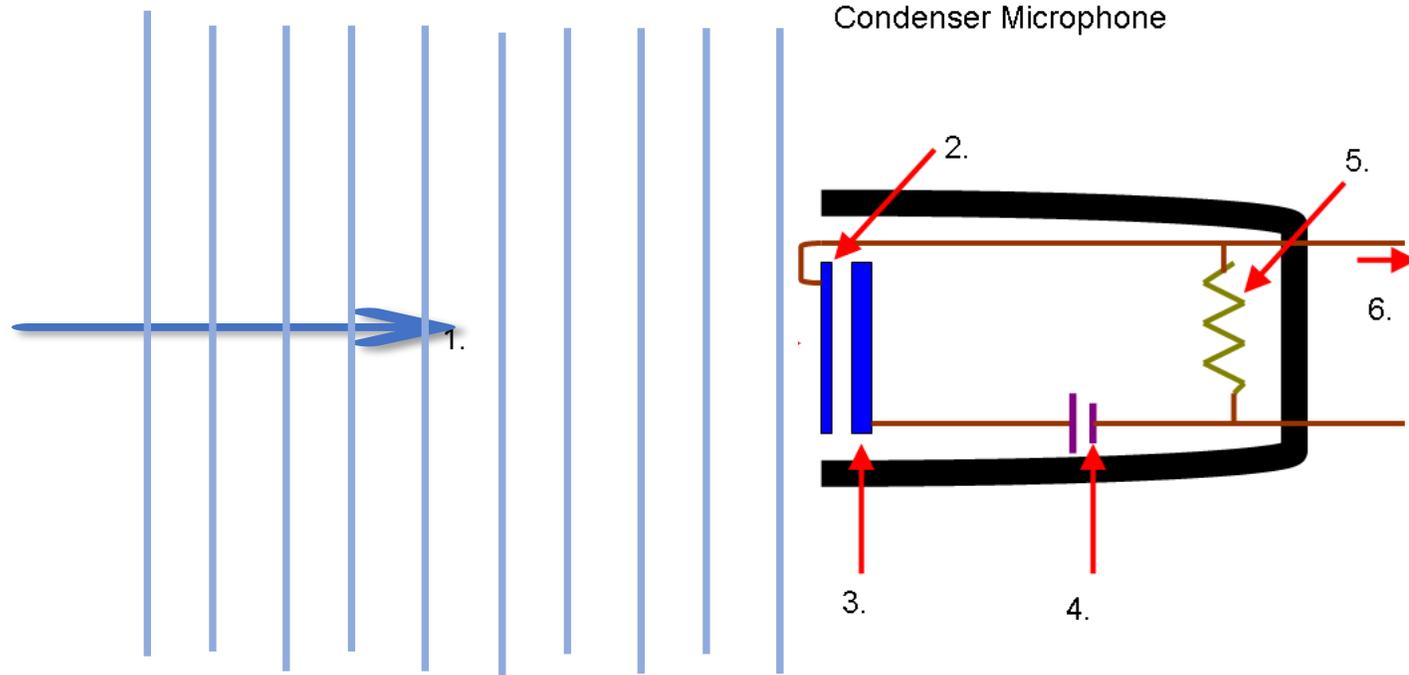
Microphone

Le microphone transforme en courant variable le mouvement de l'air.



Microphone

La tension aux bornes d'un condensateur dépend de la distance entre les plaques



$$C = \epsilon \frac{S}{e}$$

$$Q = C U$$

équations de Maxwell

Loi de Faraday

Aux bornes d'un circuit électrique dans un champ magnétique variable, une tension apparaît

$$\vec{\nabla} \wedge \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad \text{aussi notée} \quad \text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad e = \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d\phi}{dt}$$

Théorème de Gauss

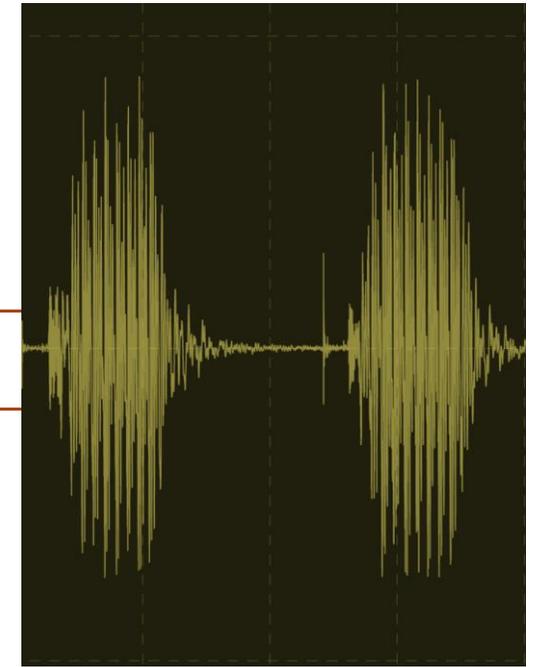
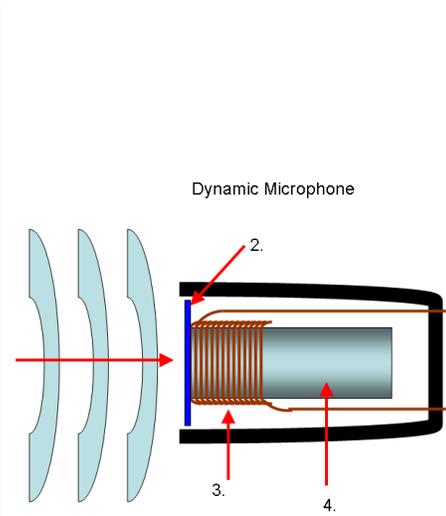
Flux du champ électrique donné par la charge contenue dans le volume. Tension dépend de la distance.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \text{aussi notée} \quad \text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}.$$

Microphone



pression de l'air



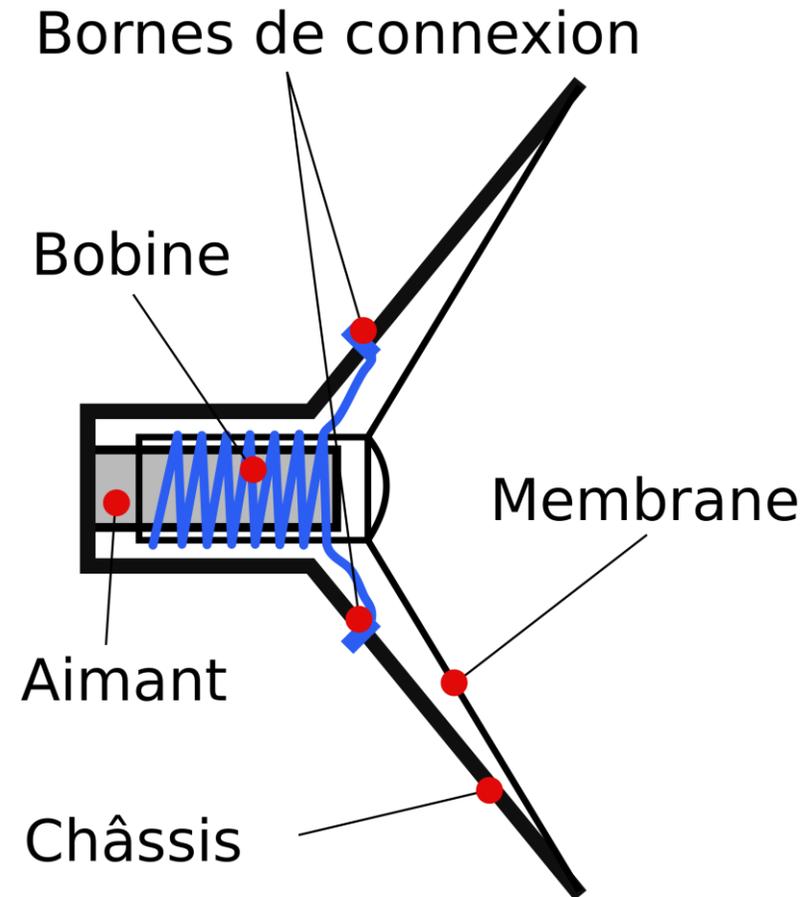
tension ou courant électrique

La variation de courant est la copie conforme de la variation de pression de l'air.

Haut-Parleur

Fonctionnement inverse de celui du microphone :

- le courant qui parcourt la bobine la fait bouger dans le champ magnétique d'un aimant
- la bobine entraîne une membrane



Cellule d'une platine disque

fonctionnement similaire à celui d'un microphone où la membrane aurait été remplacée par un stylet avec un diamant : les variations de profondeur du sillon font bouger le stylet

- soit un aimant mobile dans une bobine (cellule MM)
- soit une bobine mobile autour d'un aimant (cellule MC)



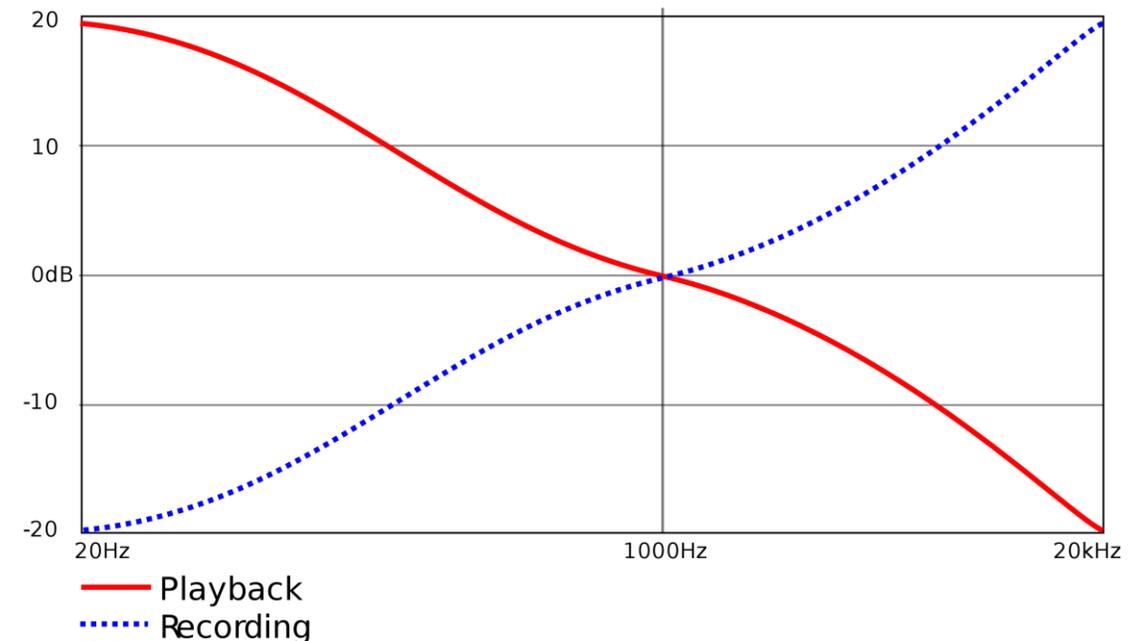
entré phono : égalisation RIAA



(RIIA pour Recording Industry Association of America)

Les sillons seraient trop grand dans les graves et trop petits dans les aigus : on corrige à la gravure et à la lecture.

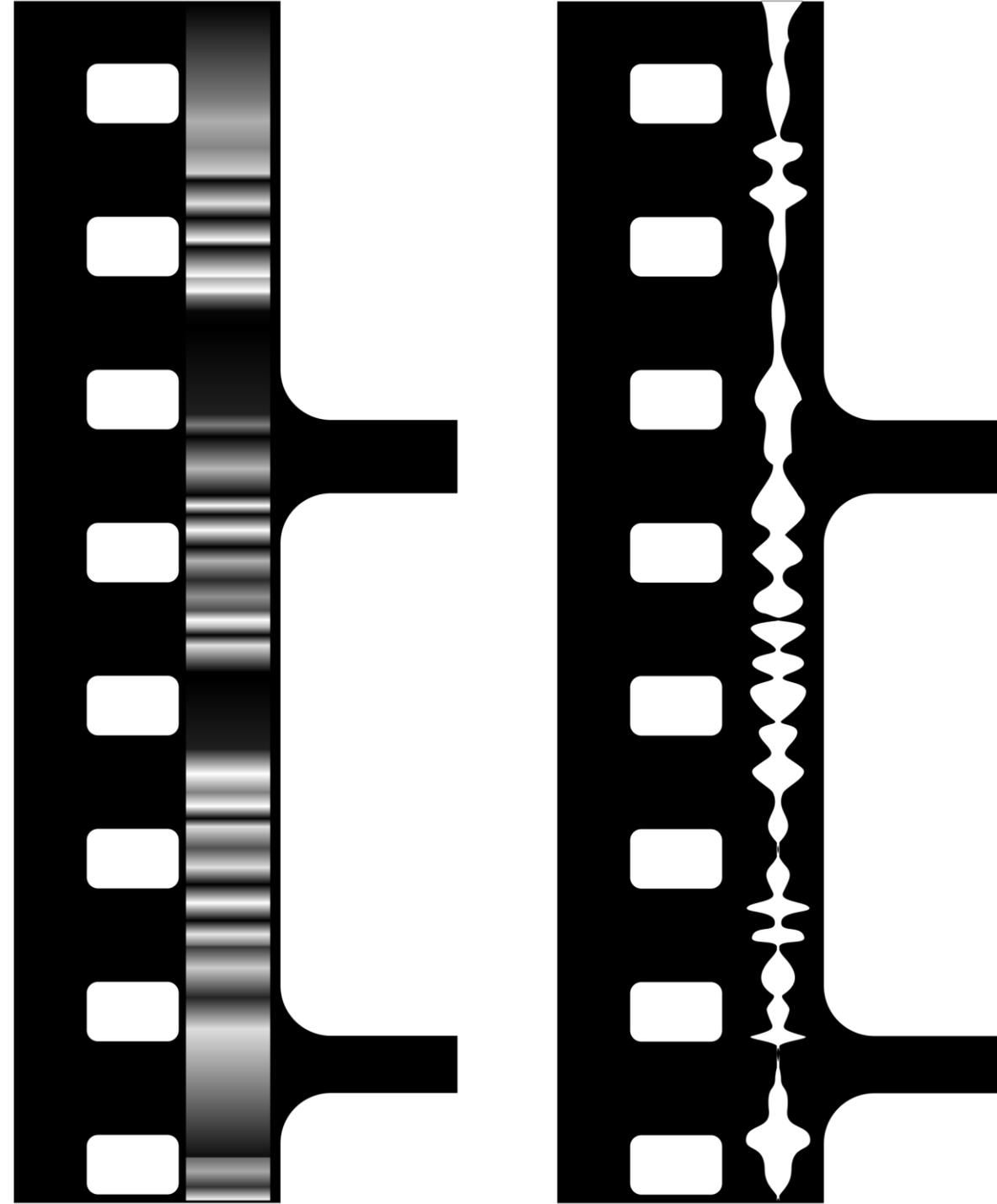
(Ne pas mettre une autre source sur une entrée phono, il faut une entrée phono pour brancher une platine vinyle)



Cinéma « parlant »

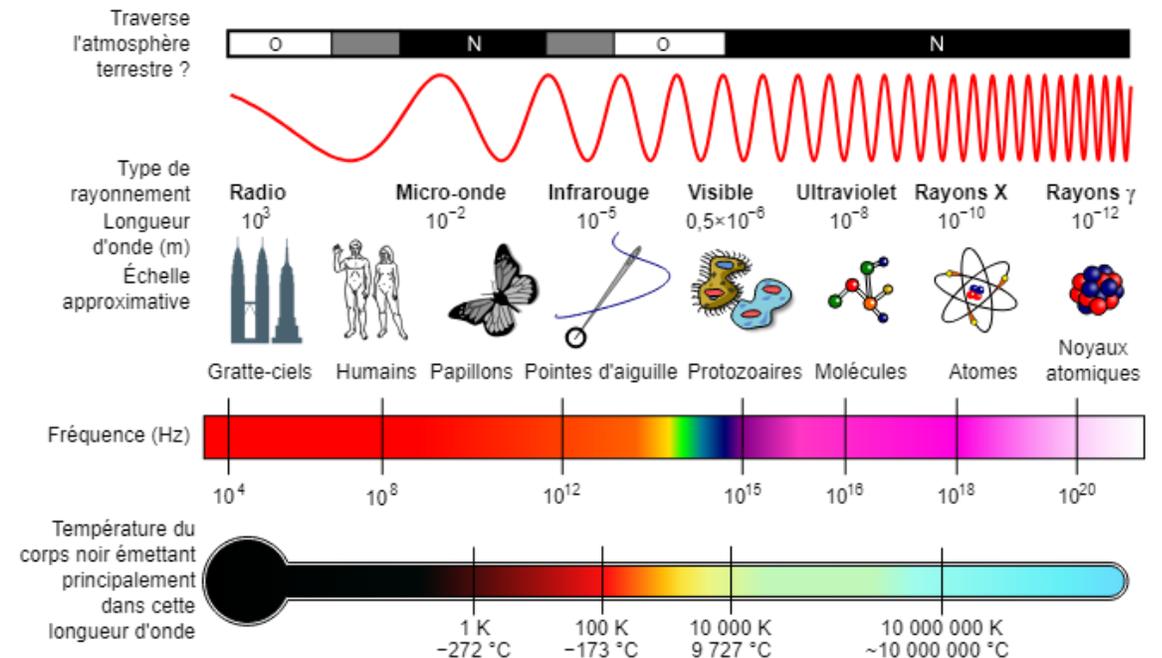
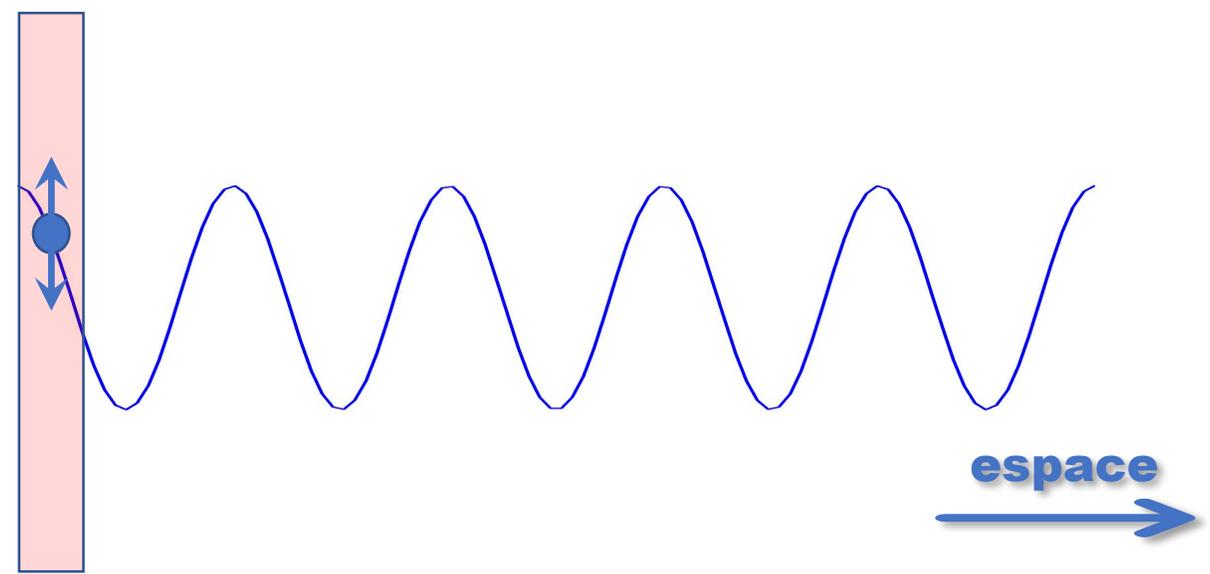
Piste optique : on mesure la quantité de lumière qui traverse la piste

- variation de densité (Movietone)
- variation de largeur (Phototone)



La radio

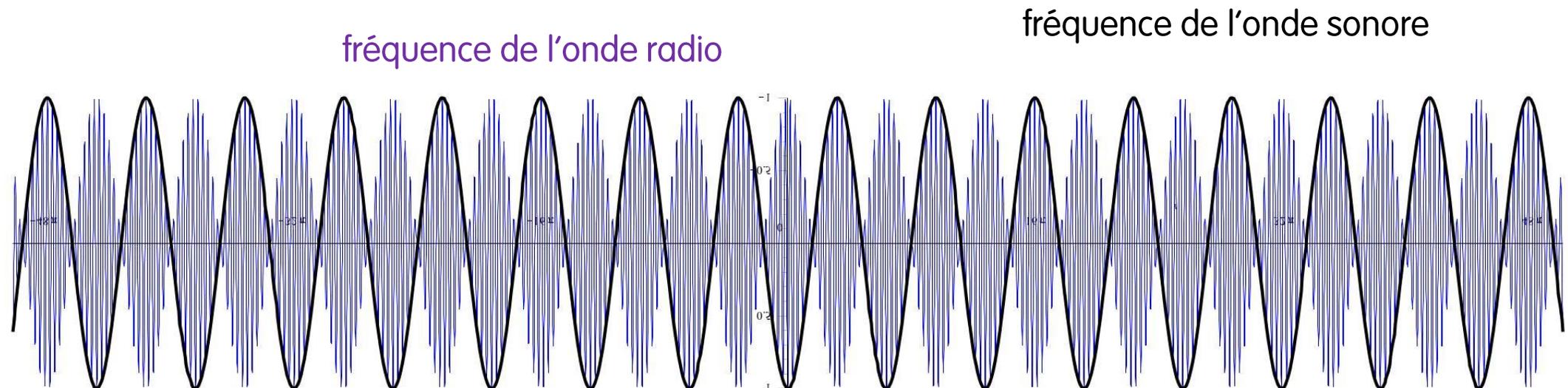
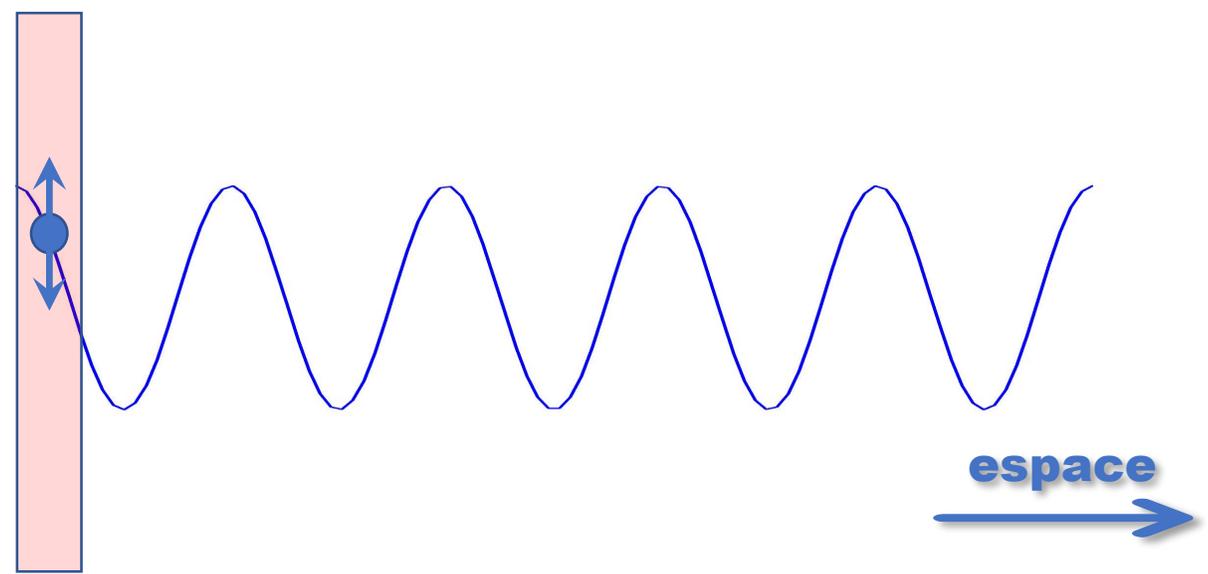
Des électrons qui bougent dans une antenne génèrent un champ électromagnétique : similaire à la lumière, mais à des fréquences plus faibles.



La radio

On module l'onde porteuse électromagnétique avec les variations basse fréquence de l'onde sonore.

- modulation d'amplitude



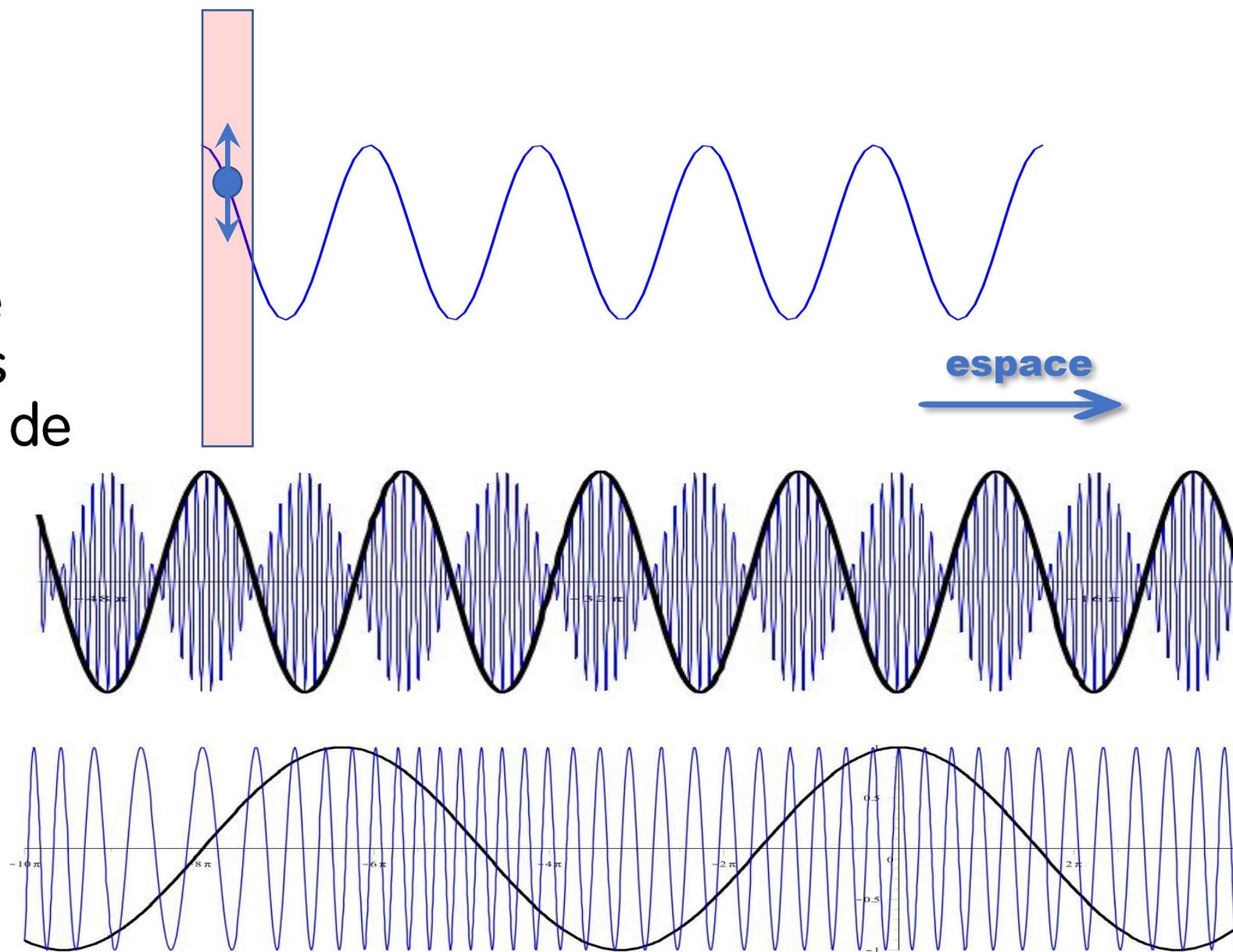
La radio

On module l'onde porteuse électromagnétique avec les variations basse fréquence de l'onde sonore.

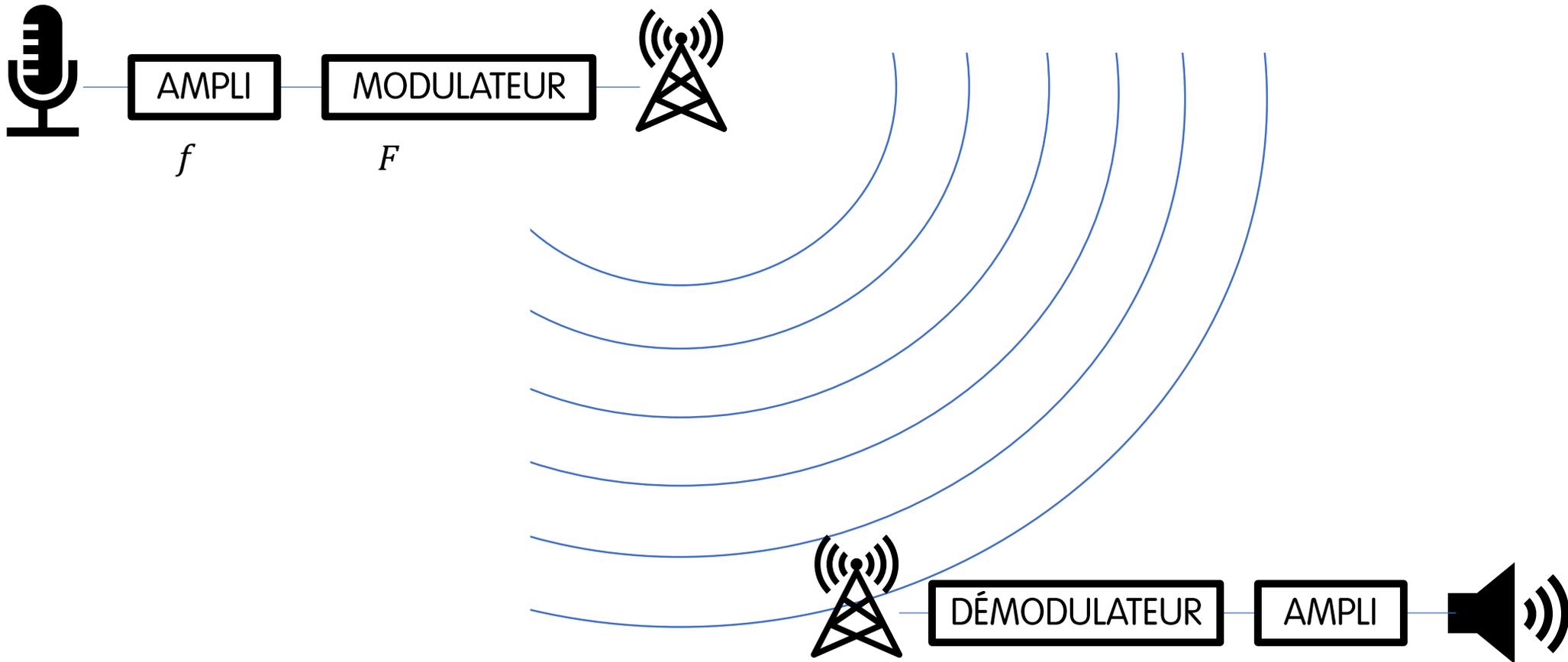
- modulation d'amplitude

- modulation de fréquence

On filtre « autour » de la fréquence de la porteuse.



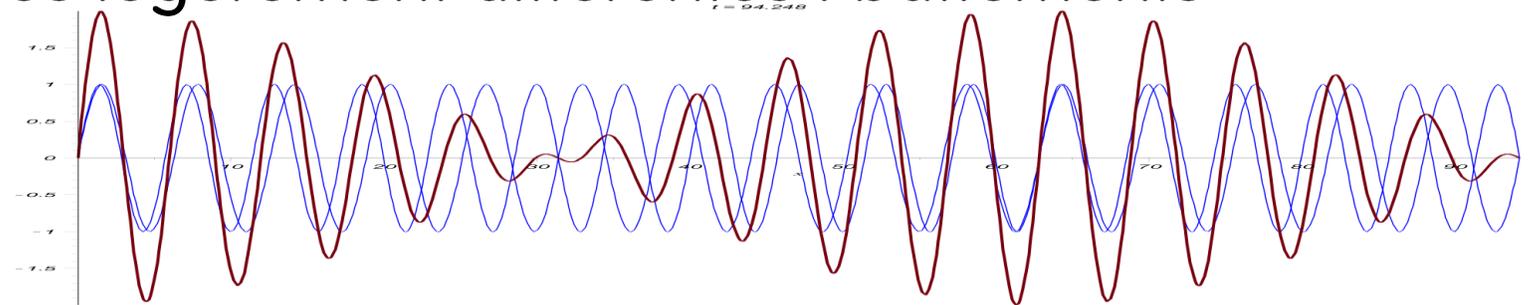
La radio



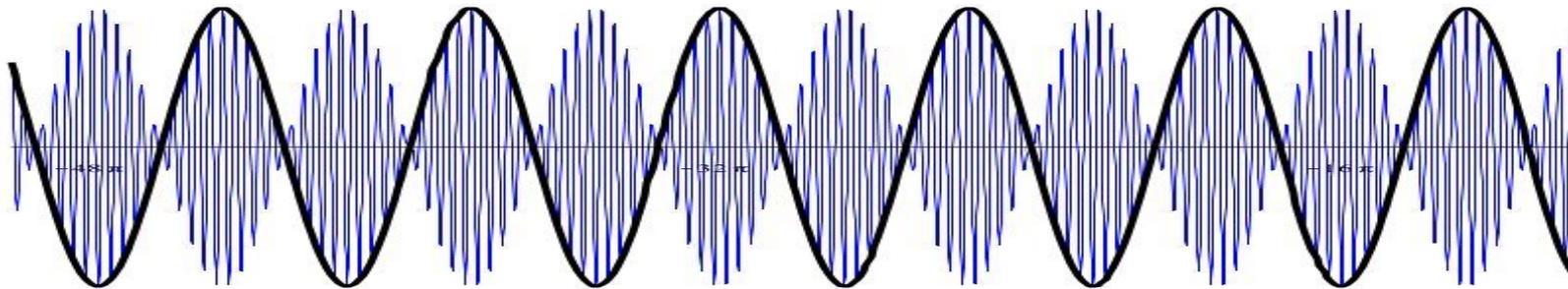
Hétérodynage

similaire aux battements mais avec des différences de fréquences très importantes

- Deux ondes de fréquences légèrement différentes : battements



- Une fréquence élevée F et une fréquence basse f : modulation

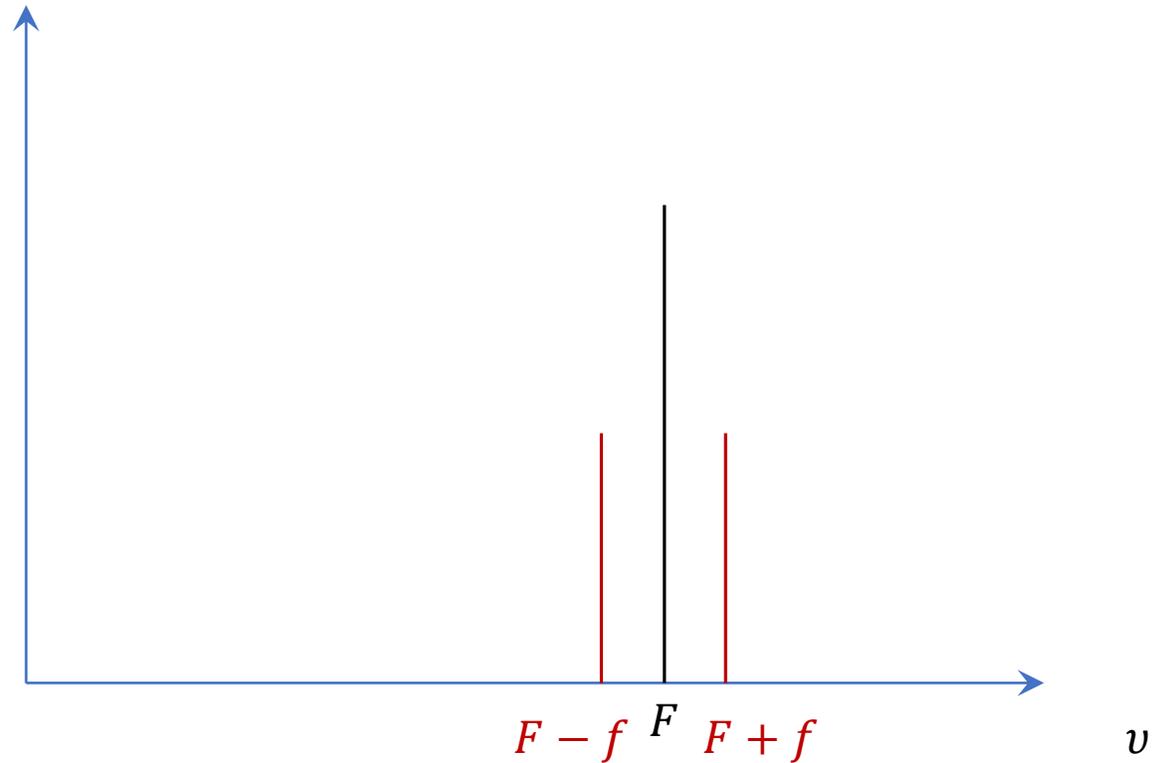


$$\cos(2\pi f t) \times \cos(2\pi F t) =$$

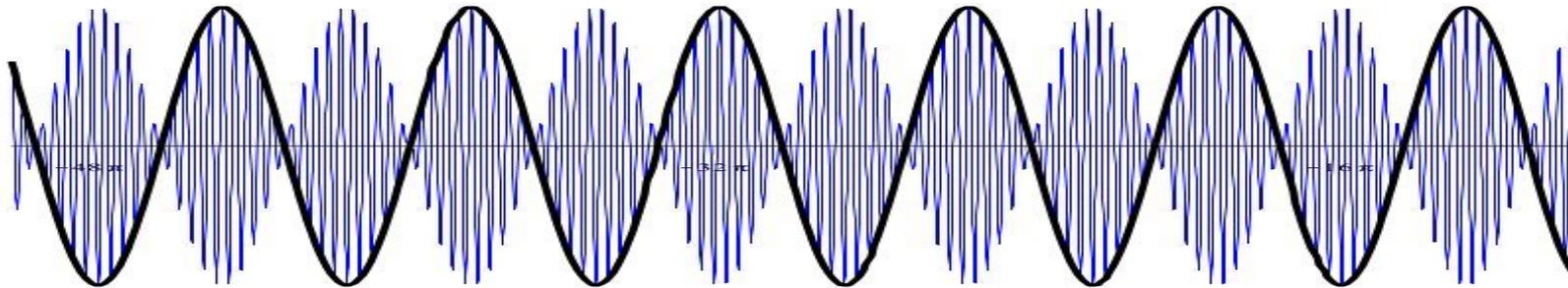
$$\frac{1}{2} (\cos(2\pi(F + f) t) + \cos(2\pi(F - f) t))$$

Hétérodynage

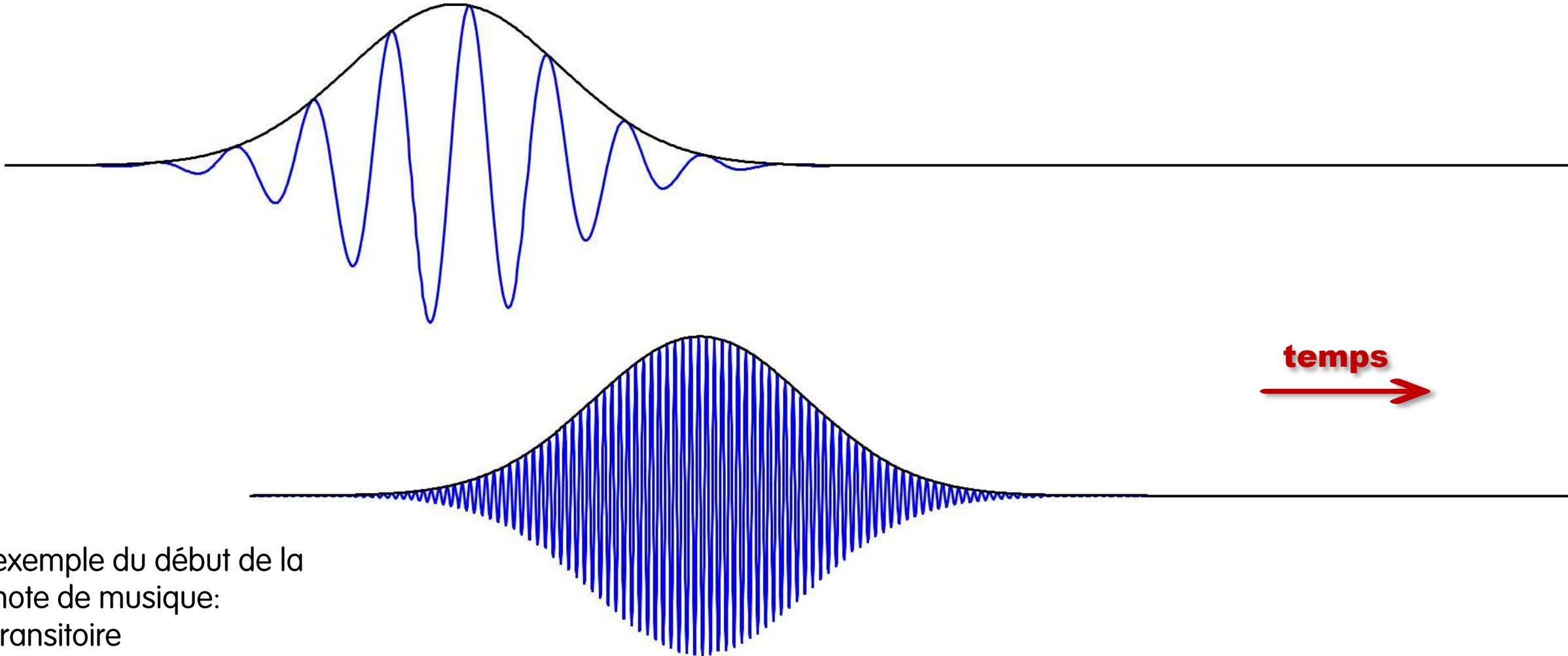
$$\begin{aligned} & \cos(2\pi f t) \times \cos(2\pi F t) \\ &= \\ & \frac{1}{2} (\cos(2\pi(F + f) t) + \cos(2\pi(F - f) t)) \end{aligned}$$



La bande utilisée a pour largeur deux fois la bande passante du signal.

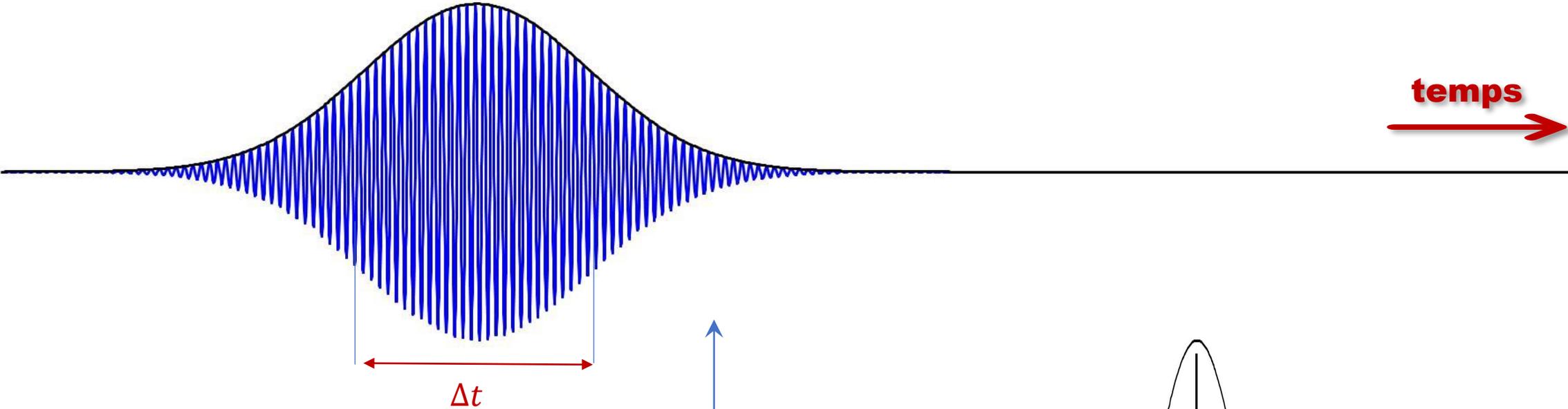


Impulsion une oscillation avec un début et une fin



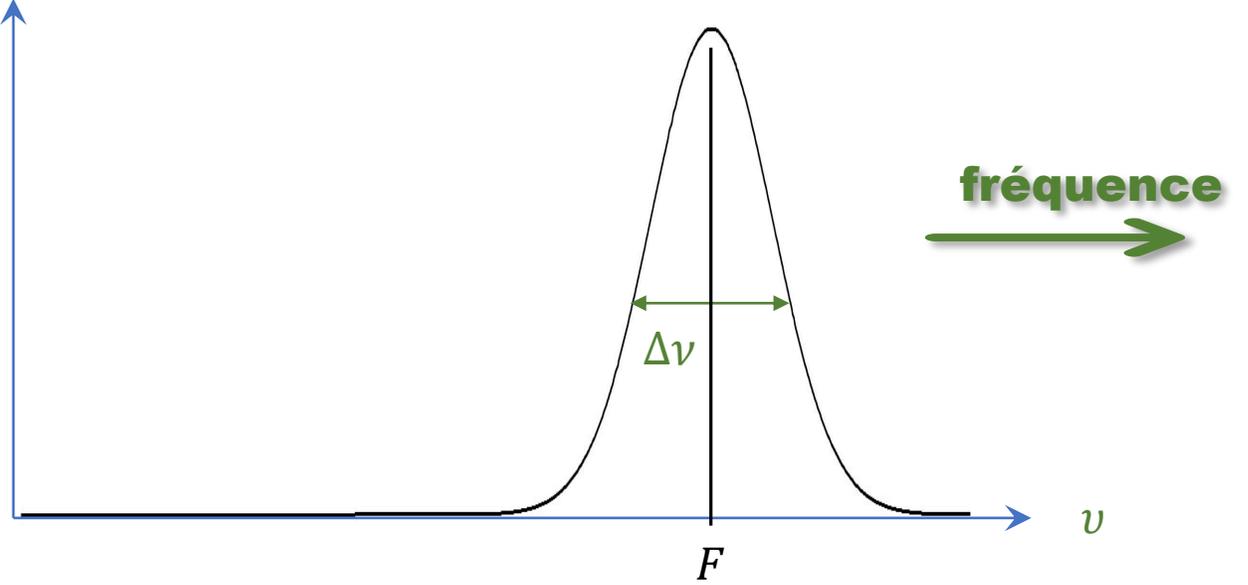
exemple du début de la
note de musique:
transitoire

temps-fréquence

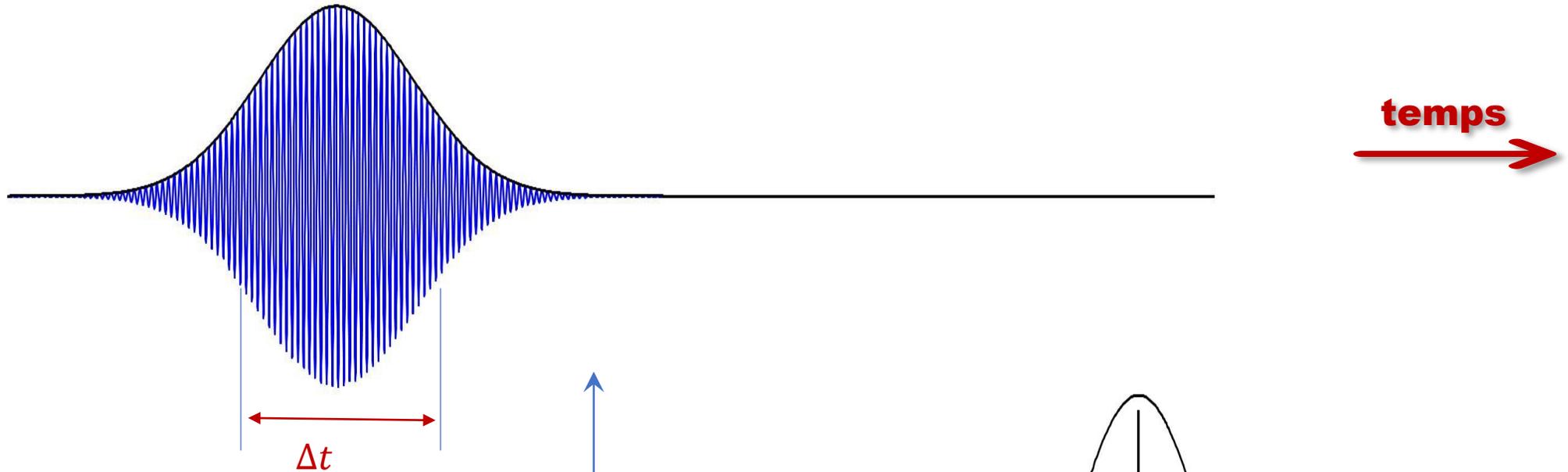


relation d'incertitude

$$\Delta\nu \cdot \Delta t \geq \frac{1}{4\pi}$$



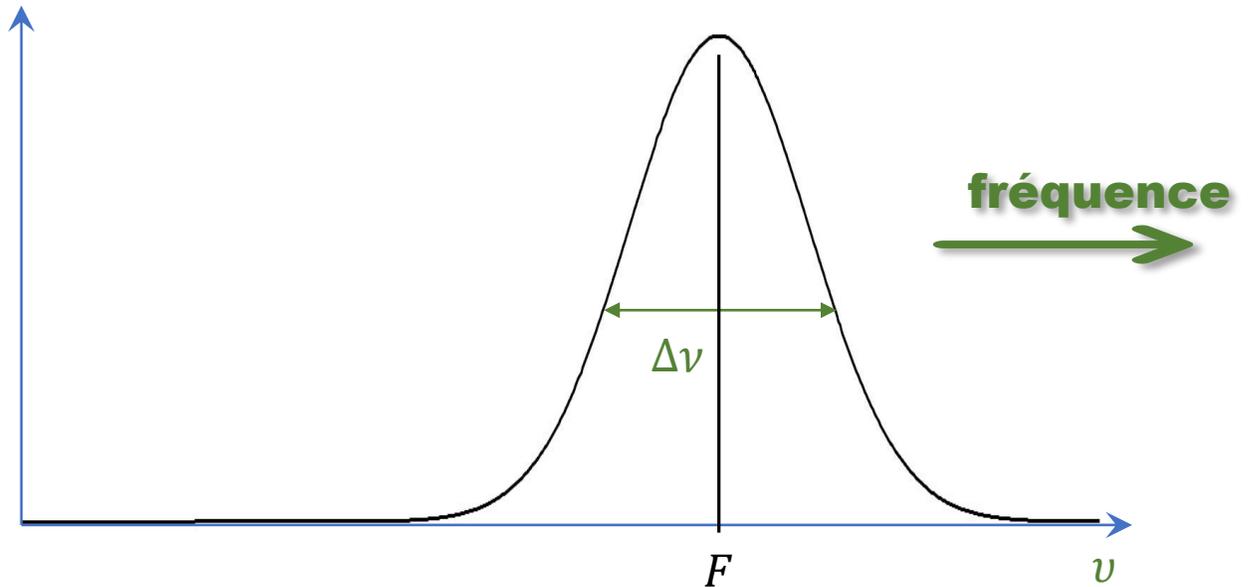
temps-fréquence



relation d'incertitude

$$\Delta\nu \cdot \Delta t \geq \frac{1}{4\pi}$$

Plus l'impulsion est courte
plus son spectre est large



Sensibilité de l'oreille

L'oreille a une sensibilité logarithmique : cela lui permet d'être sensible à des sons extrêmement faibles tout supportant des sons violents.

La définition du décibel est une prise en compte de ce fait.

$$T(dB) = 10 \log_{10} \overset{\text{intensité}}{\frac{I}{I_0}} = 10 \log_{10} \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \log_{10} \overset{\text{amplitude}}{\frac{P}{P_0}}$$

L'intensité I est proportionnelle au carré de la pression P

$$I_0 = 1 \mu W / m^2$$

$$P_0 = 20 \mu Pa$$

Sensibilité de l'oreille

L'oreille a une sensibilité logarithmique : cela lui permet d'être sensible à des sons extrêmement faibles tout supportant des sons violents.

La définition du décibel est une prise en compte de ce fait.

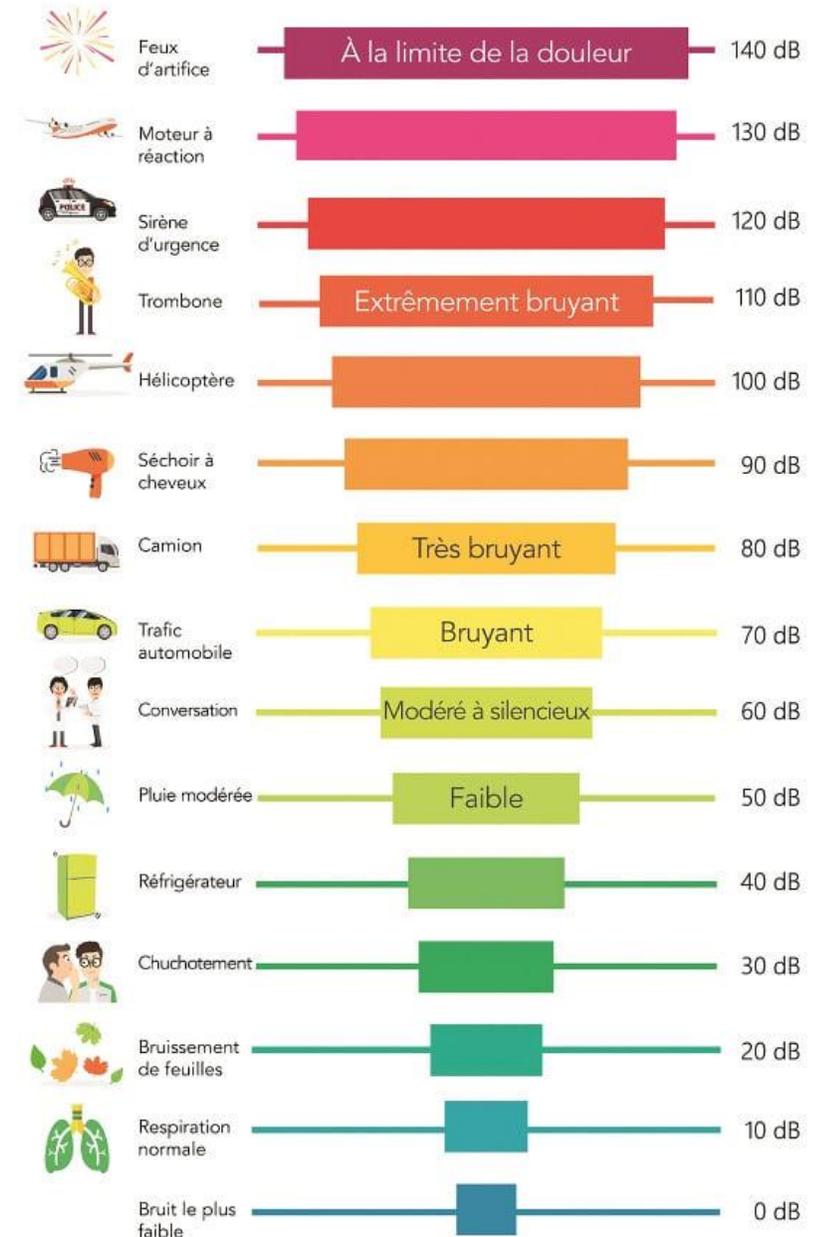
$$+ 10\text{db} \leftrightarrow \times 10$$

$$T(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

0dB	$I_0 = 1\text{pW}/\text{m}^2$	$P_0 = 20\mu\text{Pa}$
140dB	$I_0 = 100\text{W}/\text{m}^2$	$P_0 = 200\text{Pa}$
	facteur 10^{14} (dix mille milliards)	facteur 10^7 (dix millions)

pression atmosphérique : 1 000 hPa = 100 000 Pa

Échelle des décibels (dB)

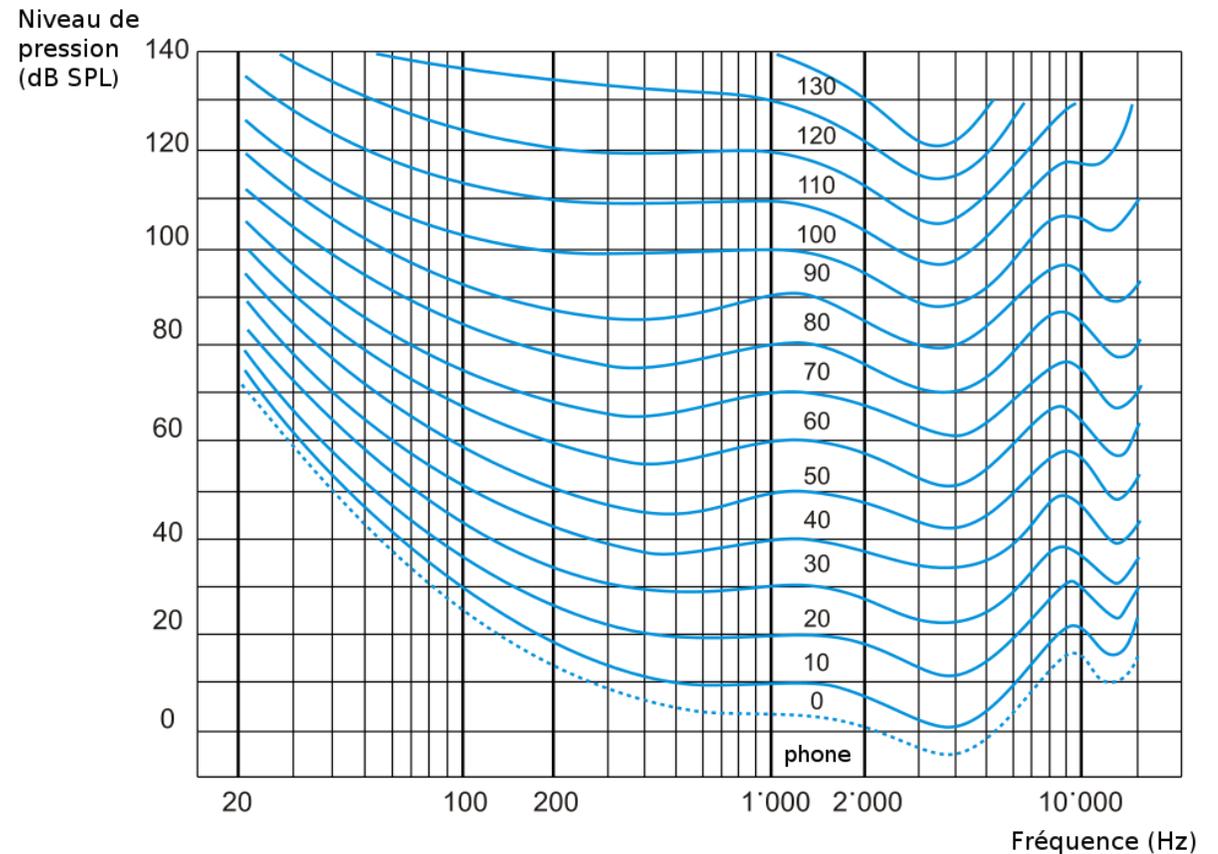


Spectre de réponse de l'oreille

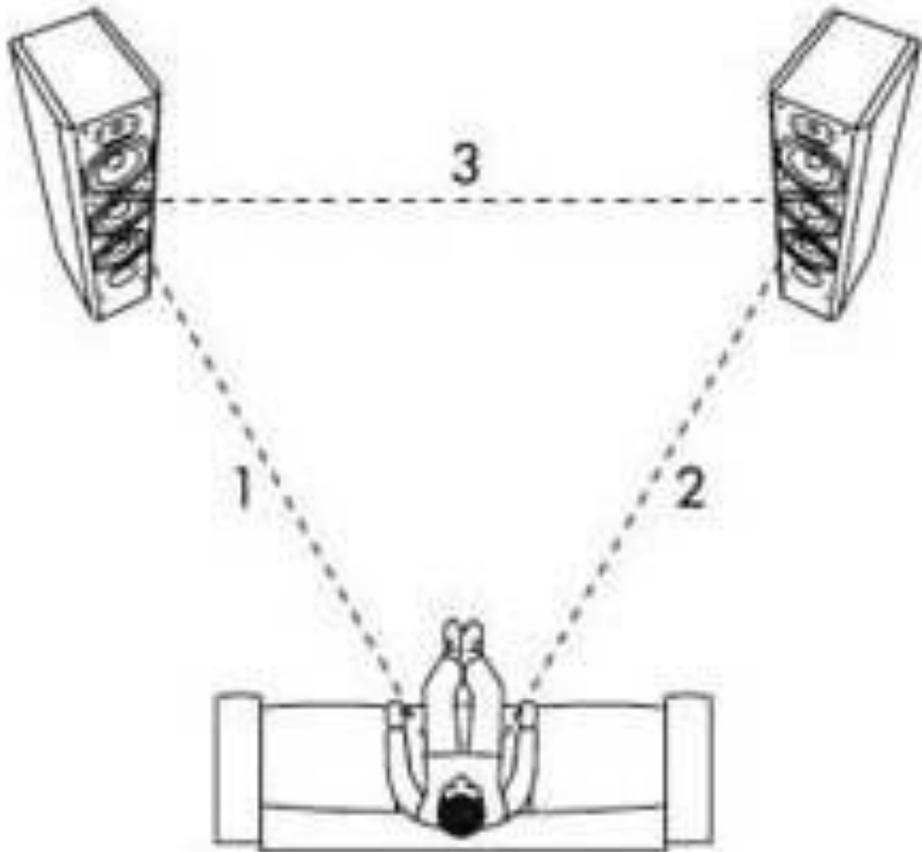
La sensibilité se réduit pour les sons faibles dans les graves et les aigus

... l'oreille est adaptée au spectre de la parole.

Filtre physiologique ou *Loudness* qui « booste » les graves et les aigus : utilisation prévue pour écoute à bas niveau (nuit)



Stéréo



La stéréophonie permet de reproduire la répartition spatiale des instruments dans un plan. L'oreille utilise deux informations

- Intensité
- Phase

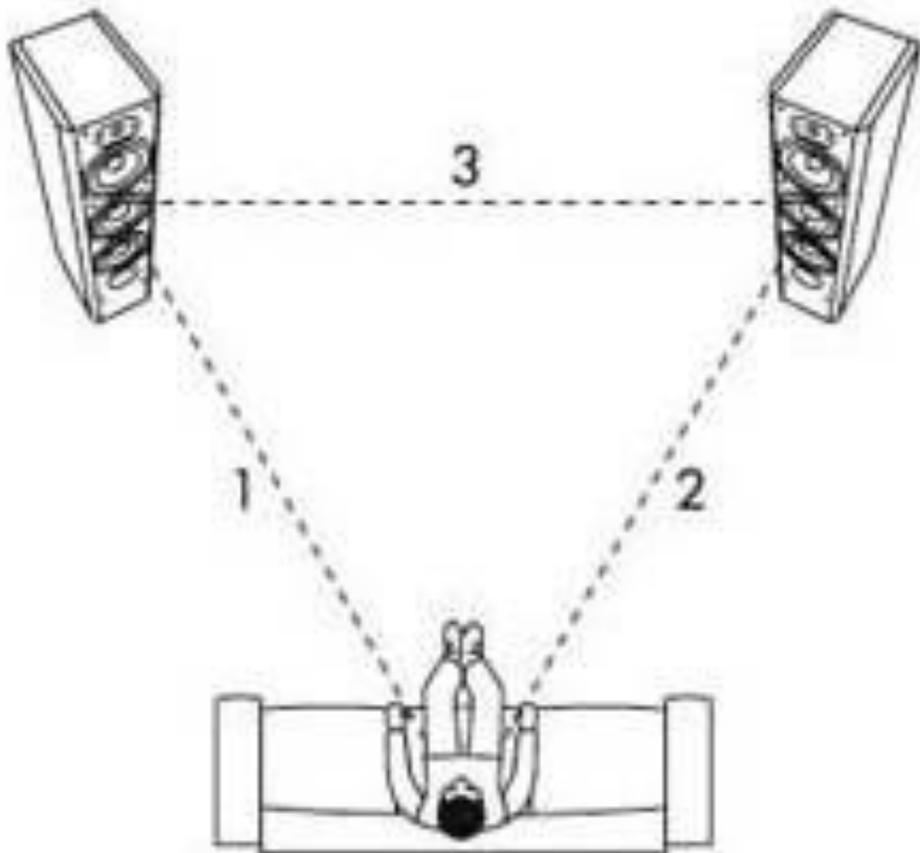
Stéréo

La stéréophonie permet de reproduire la répartition spatiale des instruments dans un plan. L'oreille utilise deux informations

- Intensité
- Phase

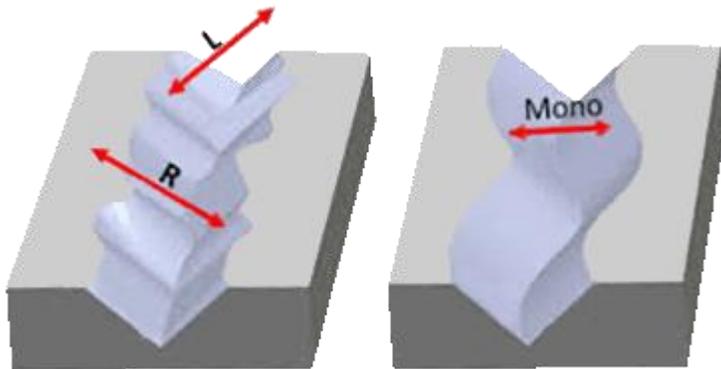
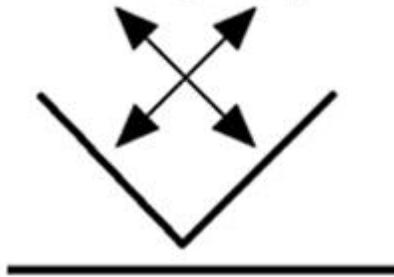
Il est nécessaire :

- d'avoir une disposition la plus symétrique possible (y compris de l'environnement)
- de ne pas inverser la phase du signal



Stéréo des disques vinyle

Gravure stéréophonique à 45°



Ortofon

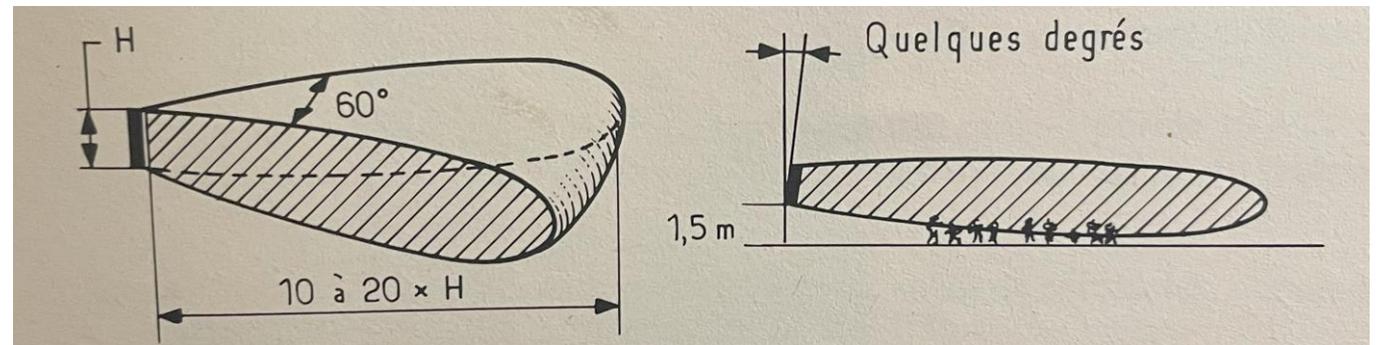
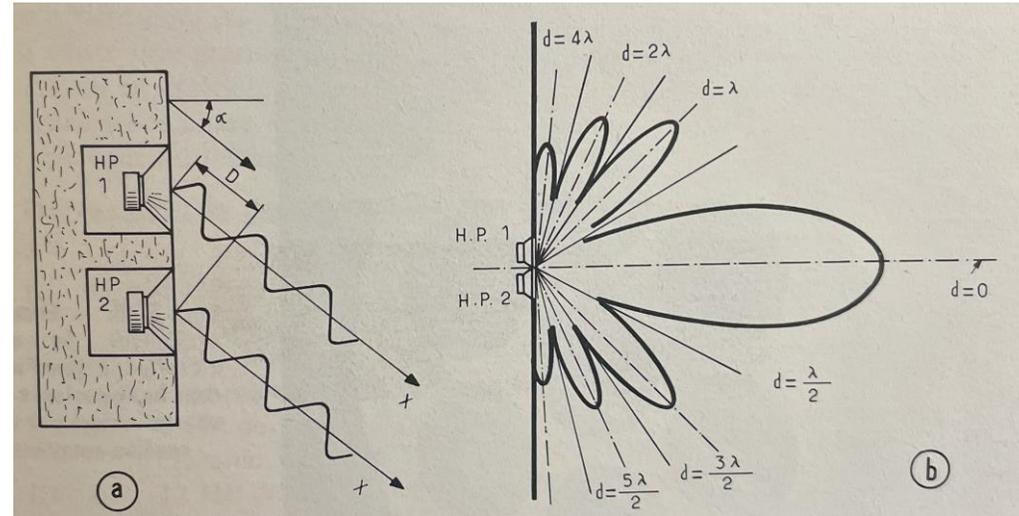
Le mouvement du diamant se décompose en deux mouvements perpendiculaires.

(décomposition similaire à celle de la polarisation de lumière)

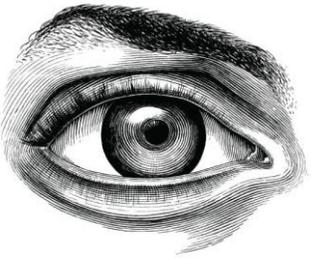
Phase et optimisation des émissions sonores



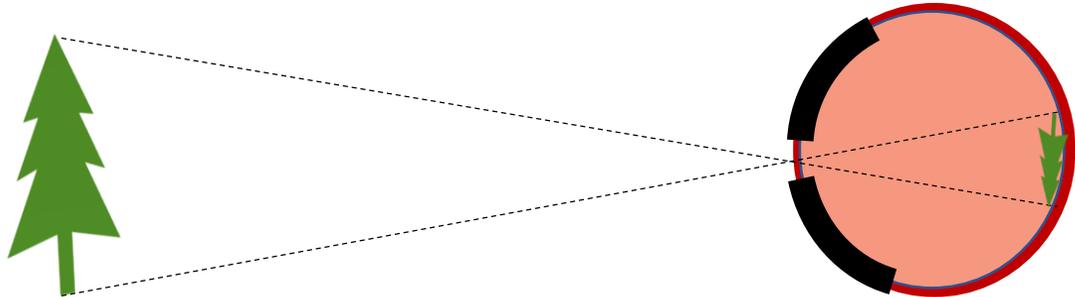
colonne Bouyer
de l'église Saint-Sébastien
à Vergons



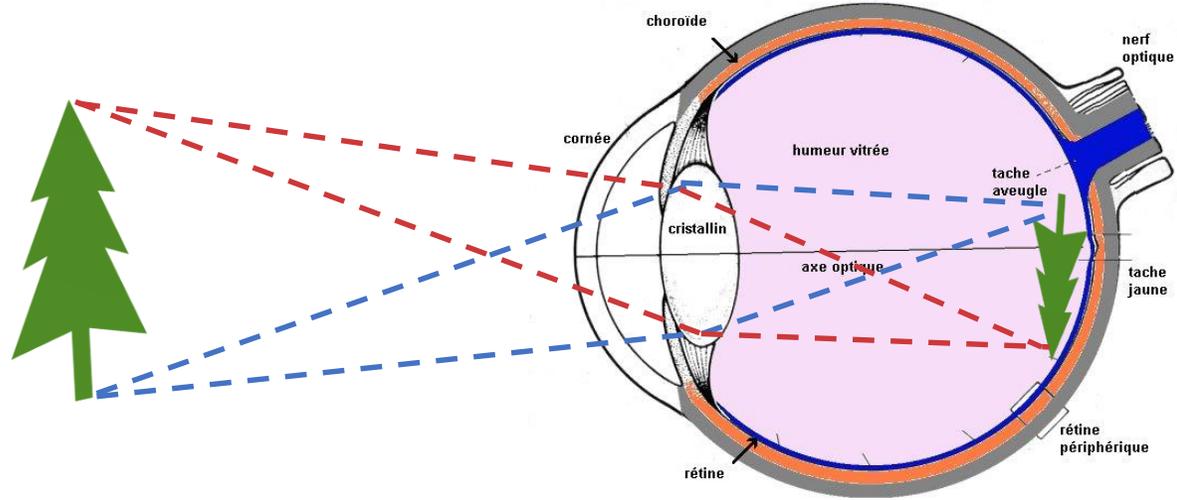
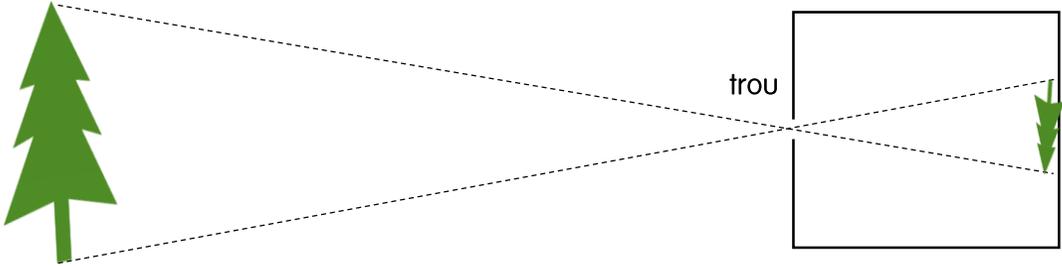
R. Besson
Sono et prise de son
éditions Radio/Hachette
Paris (1976)



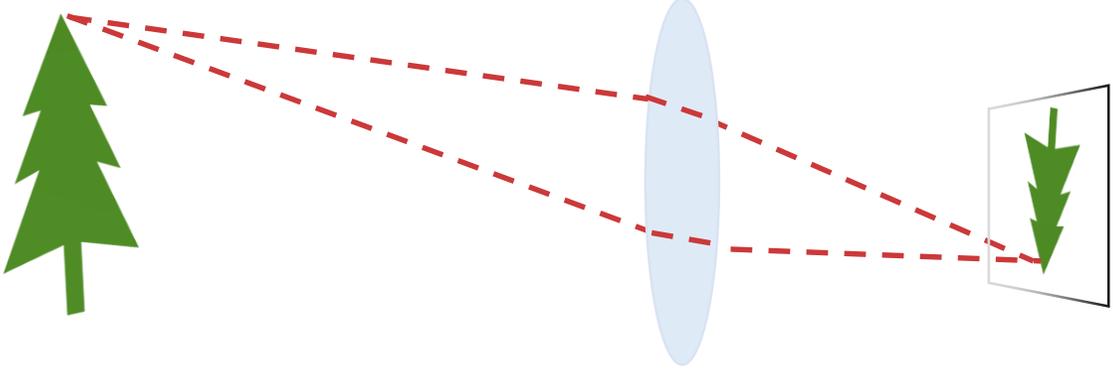
Formation des images



sténopé

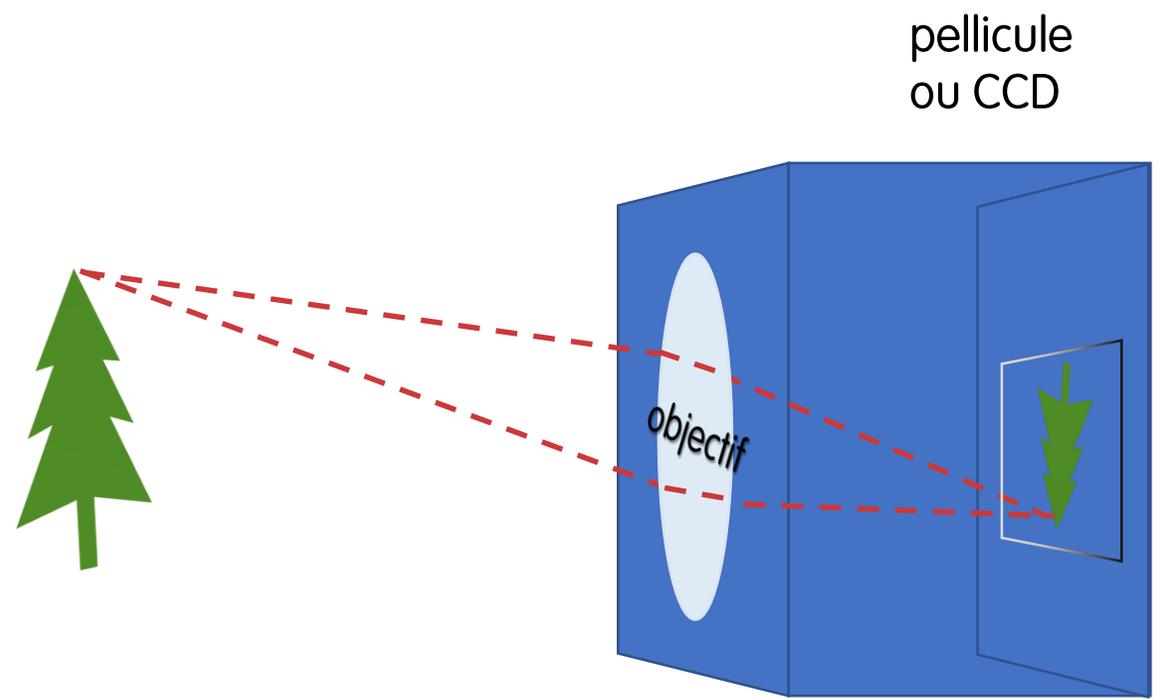
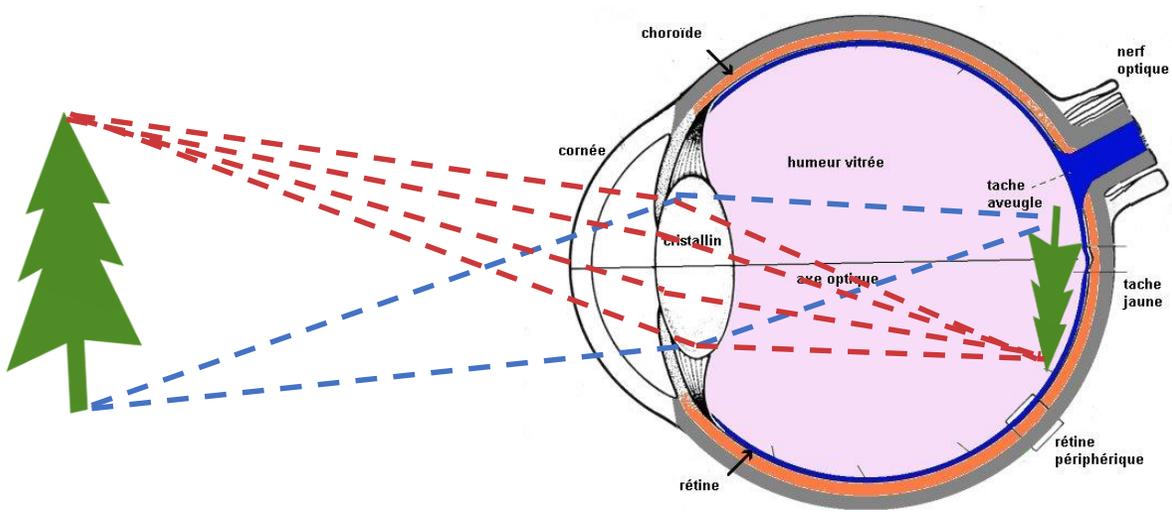


lentille



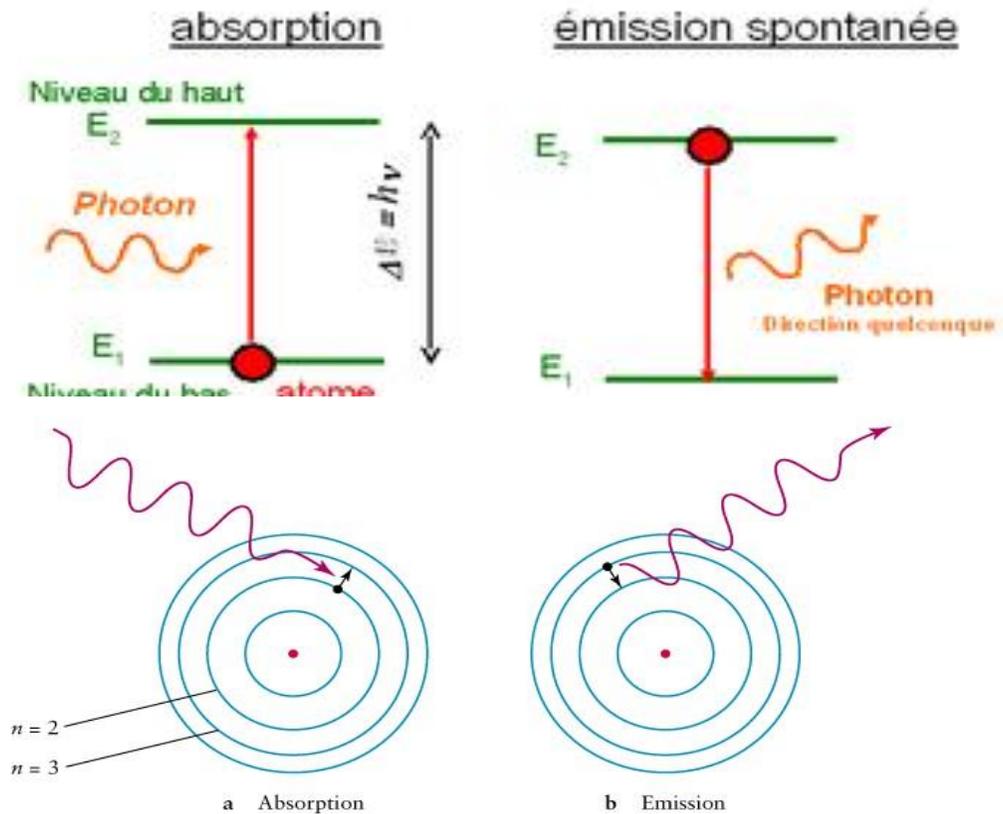
Appareil photographique

imitation de l'œil



Interaction rayonnement matière

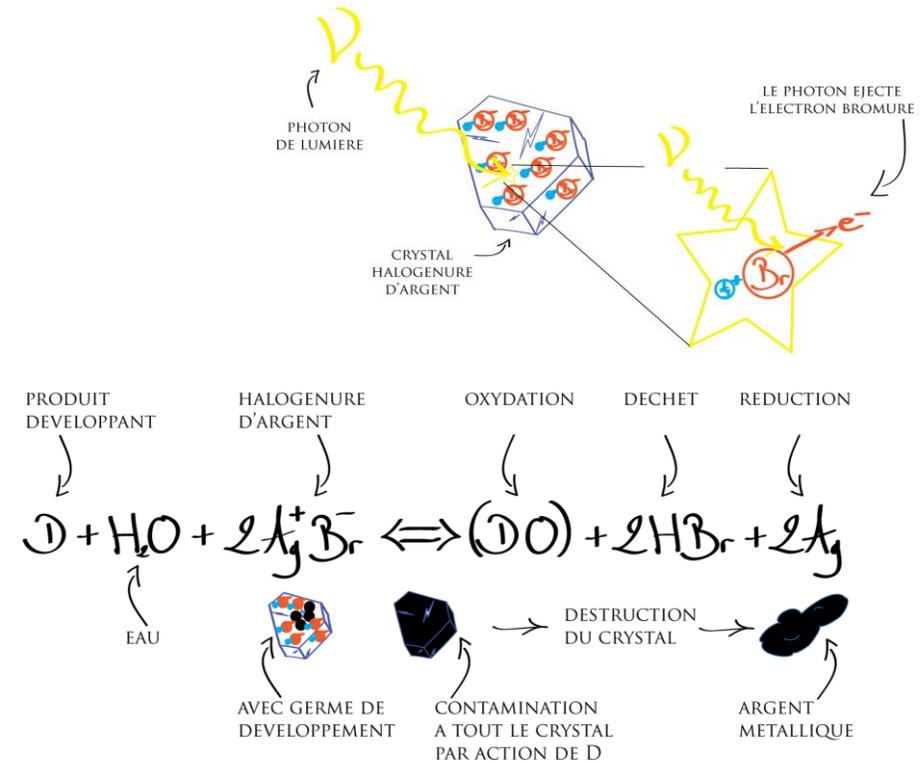
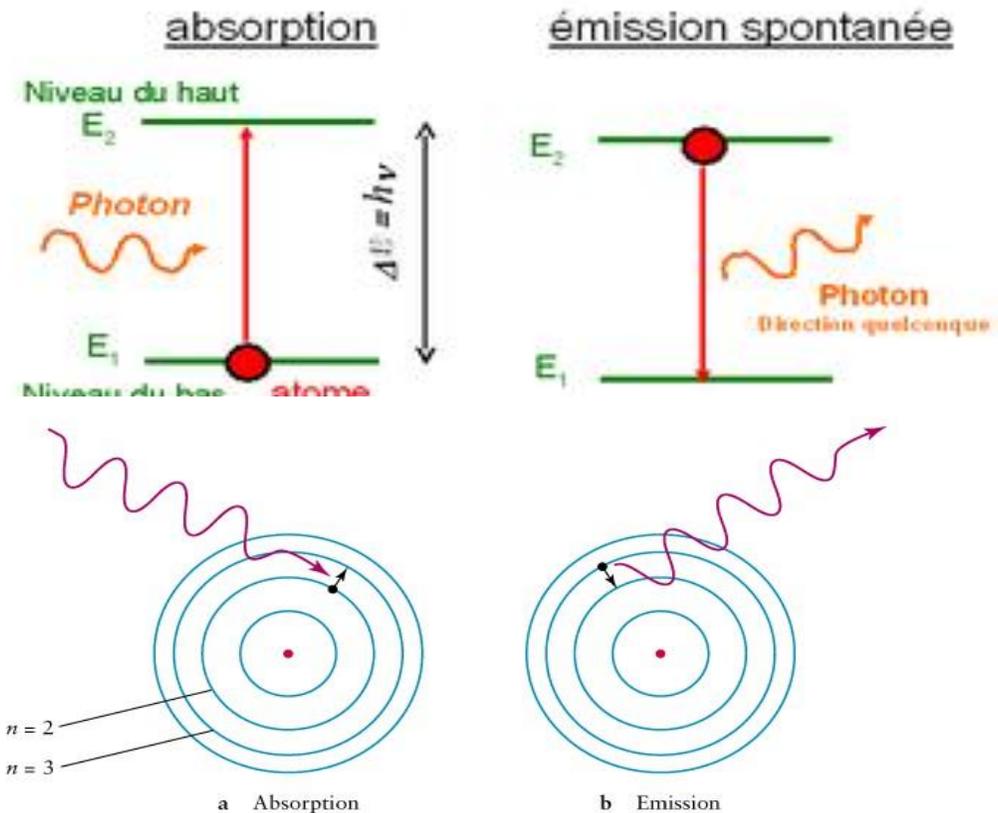
Ce sont les électrons (légers) qui interagissent avec le champ électromagnétique



Interaction rayonnement matière

Ce sont les électrons (légers) qui interagissent avec le champ électromagnétique

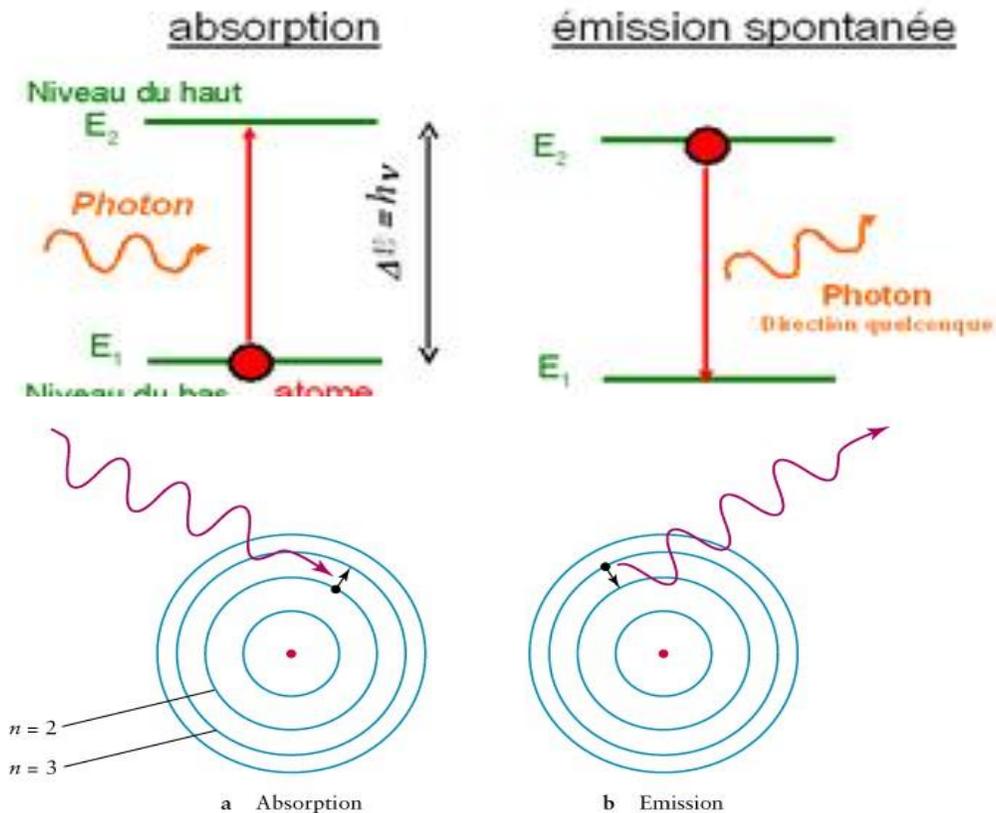
- argentique : $\text{Ag Br} \rightarrow \text{Ag}^+\text{Br}^-$



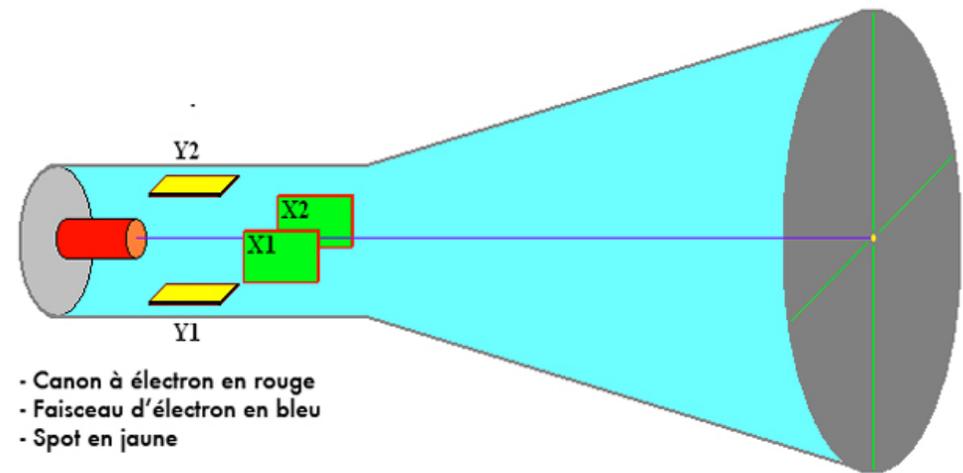
Interaction rayonnement matière

Ce sont les électrons (légers) qui interagissent avec le champ électromagnétique

- tube cathodique



écran luminescent



- Canon à électron en rouge
- Faisceau d'électron en bleu
- Spot en jaune

ANNALEN
DER
PHYSIK UND CHEMIE.

HERAUSGEBEN UND FORTSETZUNG DURCH
F. A. C. GREIN, L. W. GILBERT, J. C. POGGENDORFF.

NEUE FOLGE.
BAND 60.

12. *Ueber ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufes variabler Ströme; von Ferdinand Braun.*

1. Die im Folgenden beschriebene Methode benutzt die Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen durch magnetische Kräfte. Diese Strahlen wurden in Röhren erzeugt, von deren einer ich die Maasse angebe, da mir diese die im allgemeinen günstigsten zu sein scheinen (Fig. 1). *K* ist die Kathode aus Aluminiumblech, *A* Anode, *C* ein Aluminiumdiaphragma; Oeffnung des Loches = 2 mm. *D* ein mit phosphorescirender Farbe überzogener Glimmerschirm. Die Glaswand *E* muss möglichst gleichmässig und ohne Knoten, der phosphorescirende Schirm

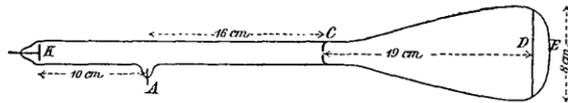


Fig. 1.

so angebracht sein, dass man durch das Glas und den Glimmer hindurch den von den Kathodenstrahlen hervorgebrachten Fluorescenzfleck sehen kann. — Für manche Versuche ist es zweckmässig, den Glimmerschirm unter 45° gegen die Rohraxe zu stellen. — Es empfiehlt sich, um das Rohr in der Nähe des Diaphragmas Stanniol zu wickeln, welches zur Erde geleitet ist (besser noch würde voraussichtlich directe Ableitung des Diaphragmas wirken)¹).

(...)

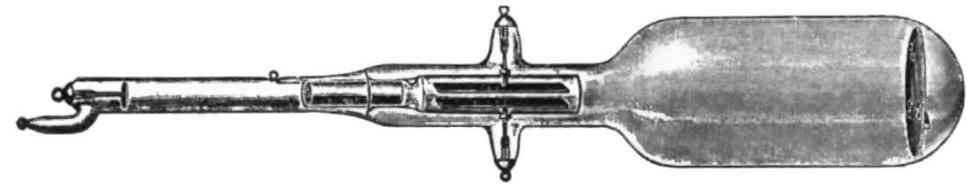
ladung einer einzigen Leydener Flasche. Auch wenn sie sich ohne Funkenstrecke durch die secundäre Spule eines ganz kleinen (als Indicatorspule benutzten) Inductionsapparates entlud, wurde der Lichtfleck bald nach oben, bald nach unten um 1 bis 1,5 cm aus der Ruhelage herausgeworfen. Die Methode verlangt, wenigstens bei der bis jetzt benutzten rohen Beobachtungsform ziemlich starke Kräfte, doch darf ihr Zeitintegral warscheinlich recht klein sein.

Strassburg, i. Els., Physikal. Institut.

Le tube de Braun - 1897

Le premier oscilloscope :

- un diaphragme sur le faisceau d'électron suivi d'une déflexion magnétique
- un écran en mica recouvert de phosphore
- visualisation d'un signal électrique alternatif



« *Sur une procédure pour la démonstration et l'étude de l'évolution temporelle de courants variables* »

Annalen der Physik, 60, 552 (1897)



Ferdinand Braun
1850-1918

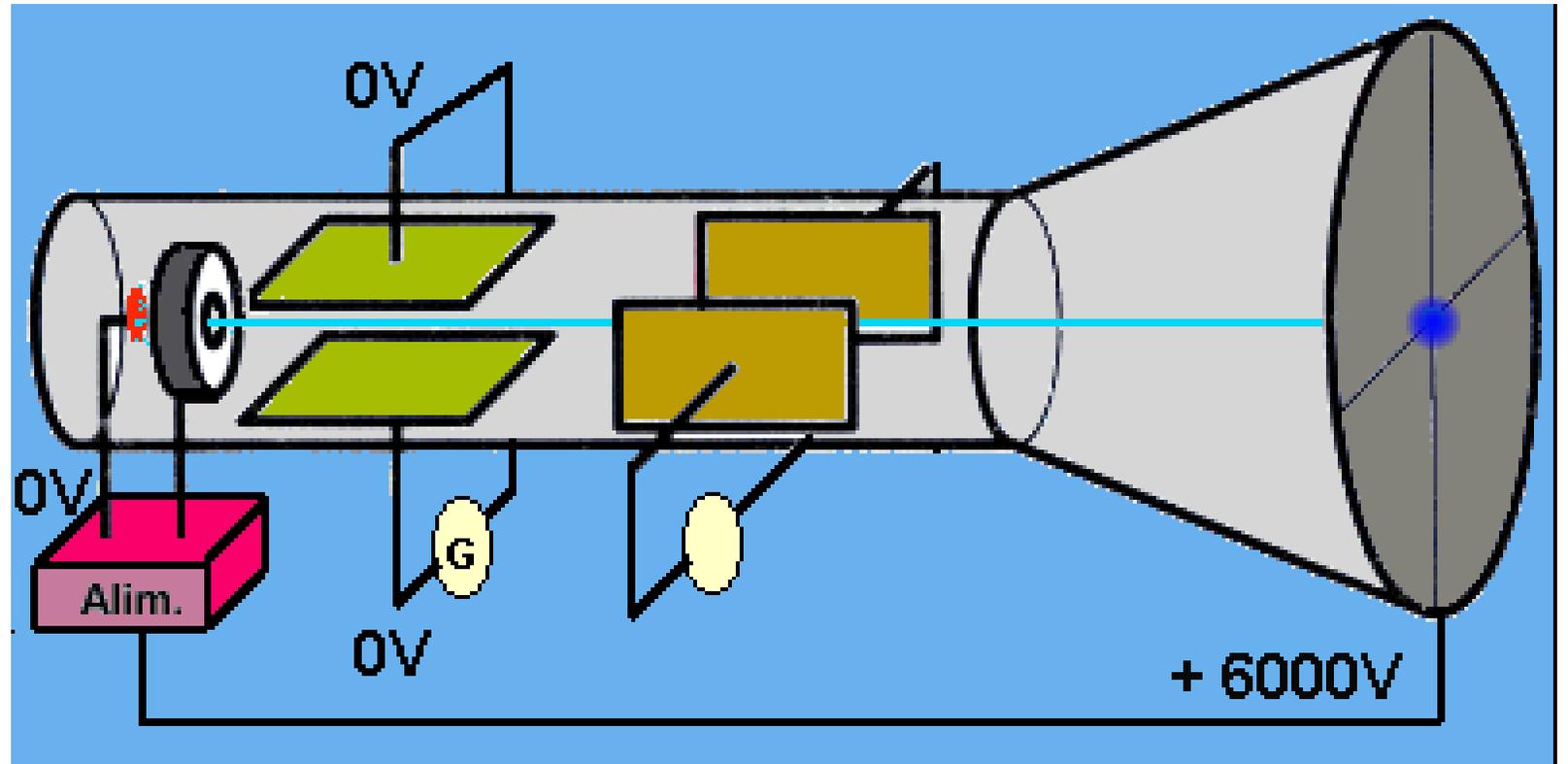
professeur à l'institut de physique
de Strasbourg à partir de 1895
prix Nobel 1909

Télévision

écran luminescent

balayage répété
25 fois par seconde

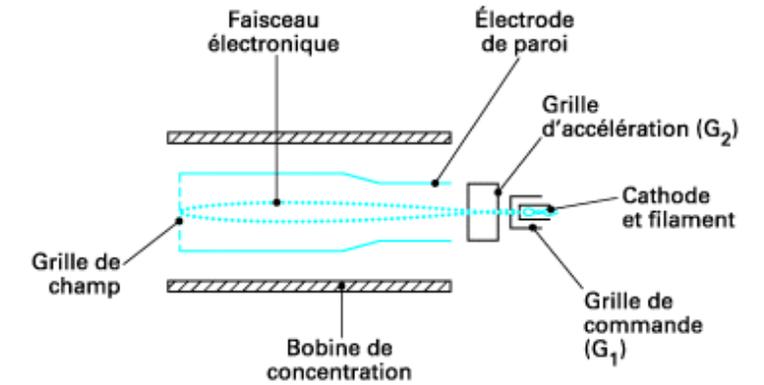
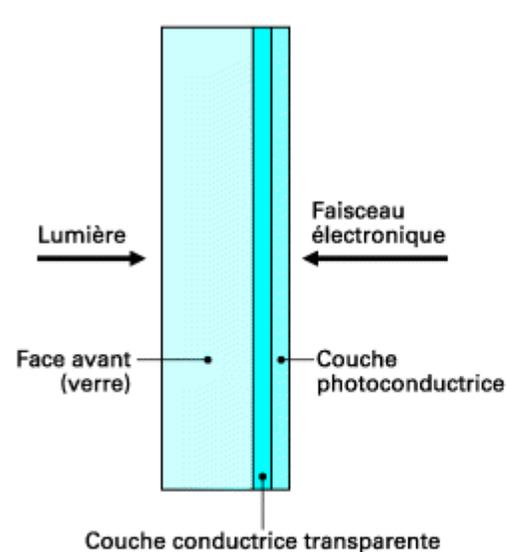
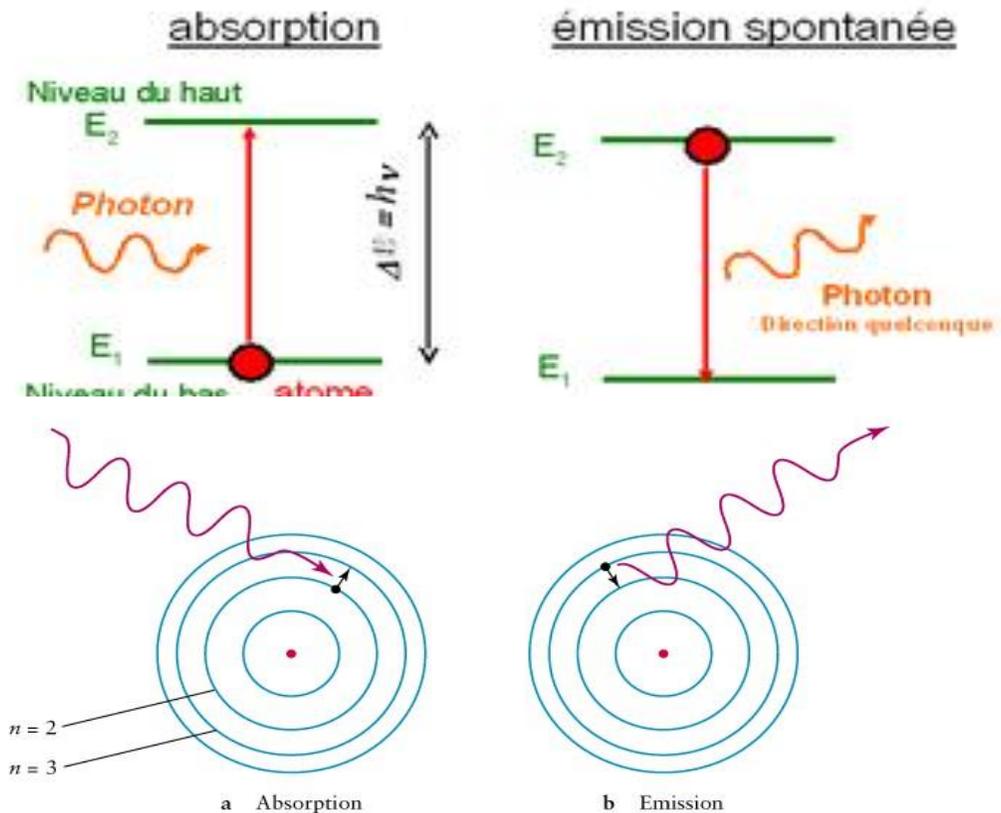
(TV : déviation par
champ magnétique de
bobines au lieu de
champ électrique de
plaques)



Interaction rayonnement matière

Ce sont les électrons (légers) qui interagissent avec le champ électromagnétique

- tube cathodique de la caméra

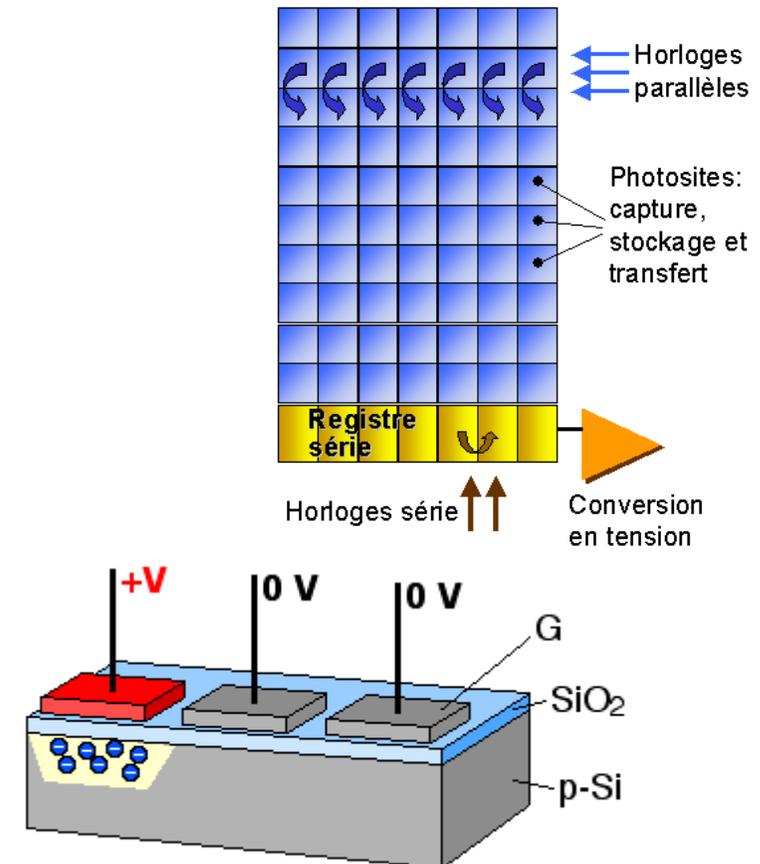
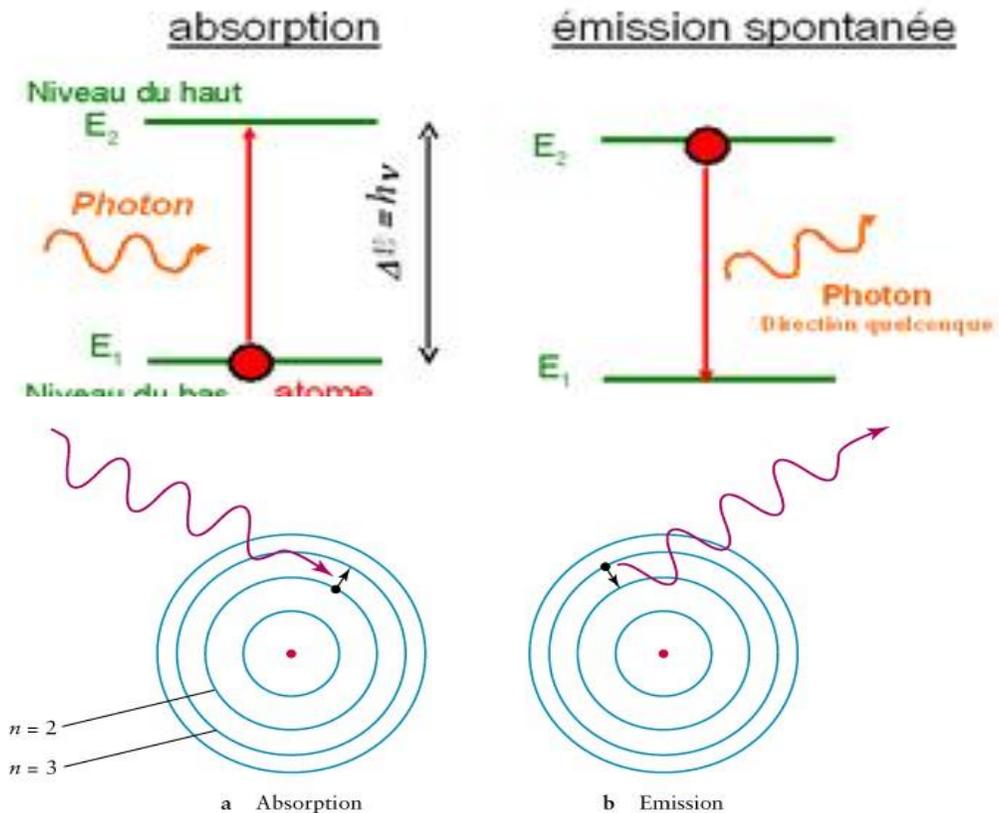


Le faisceau électronique est généré par la triode formée par la cathode, G_1 et G_2 . Il est divergent en sortant de G_2 et converge en un seul point de la couche photoconductrice sous l'action de la bobine de concentration.

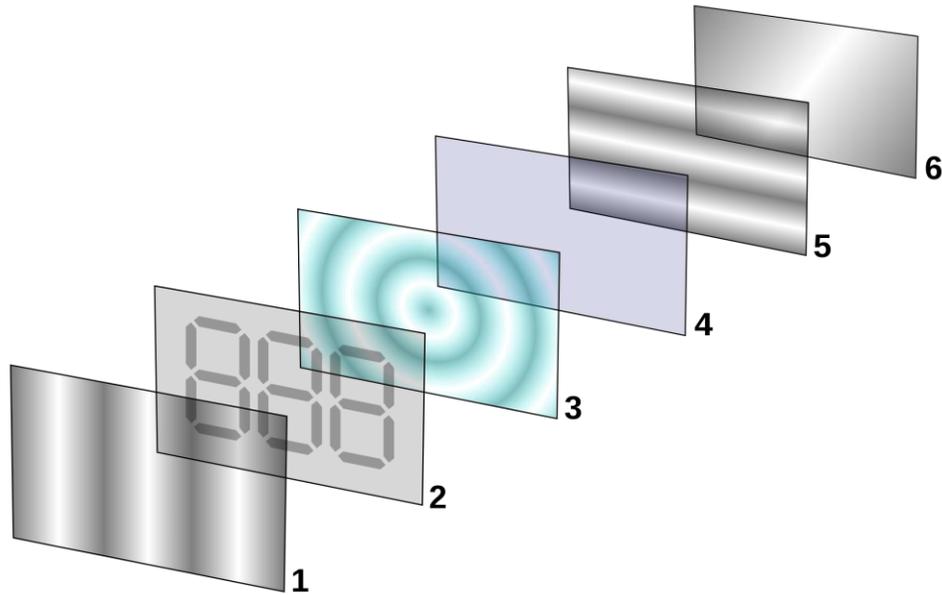
Interaction rayonnement matière

Ce sont les électrons (légers) qui interagissent avec le champ électromagnétique

- CCD semiconducteur : création de charges

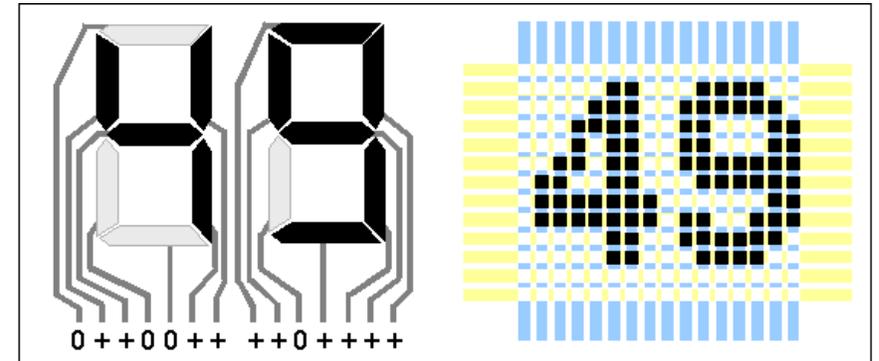


écrans TV : cristaux liquides



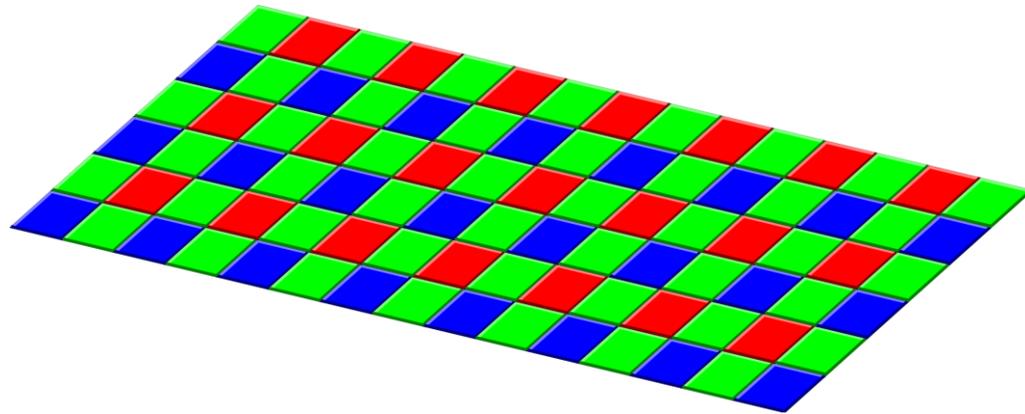
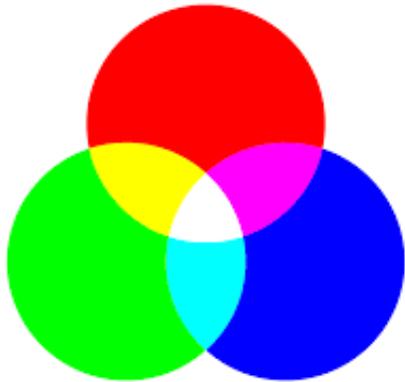
électrodes créent un champ électrique
qui ordonnent les cristaux liquides

blocage ou passage de la lumière en
fonction de la polarisation

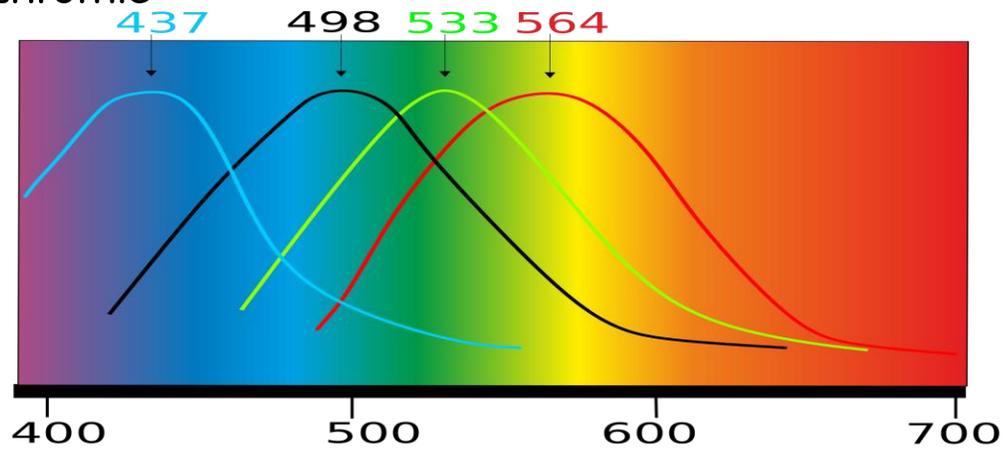


adressage des pixels en matrice

écran couleur



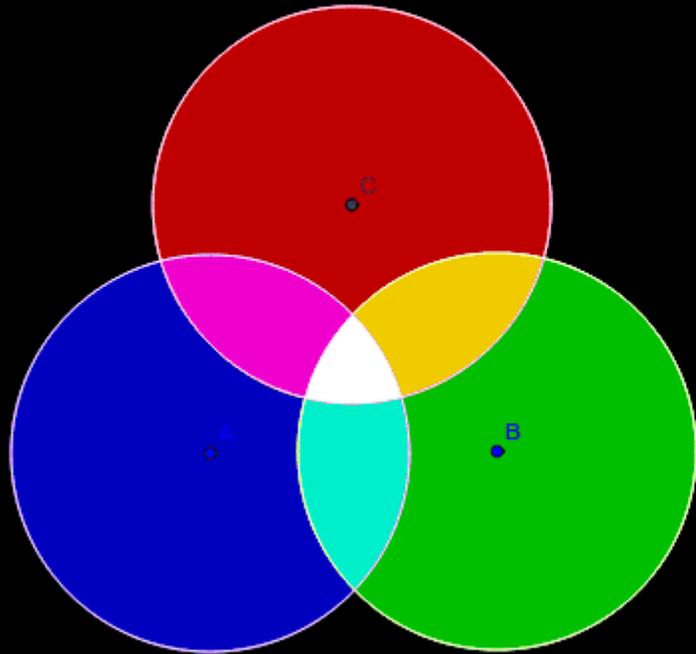
trichromie



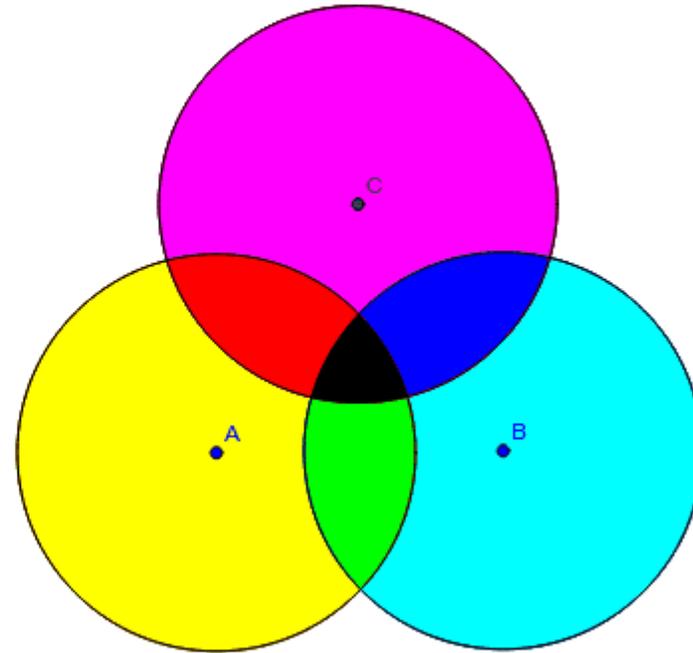
matrice dite de bayer

synthèse additive - synthèse soustractive

Synthèse Additive des couleurs

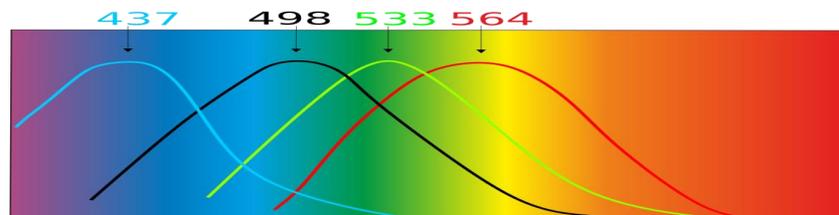


Synthèse Soustractive des couleurs



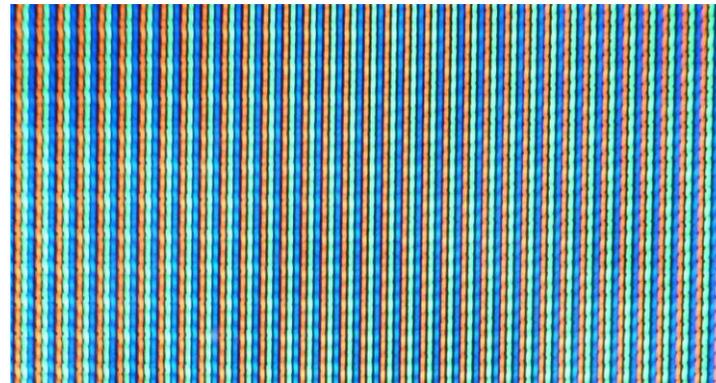
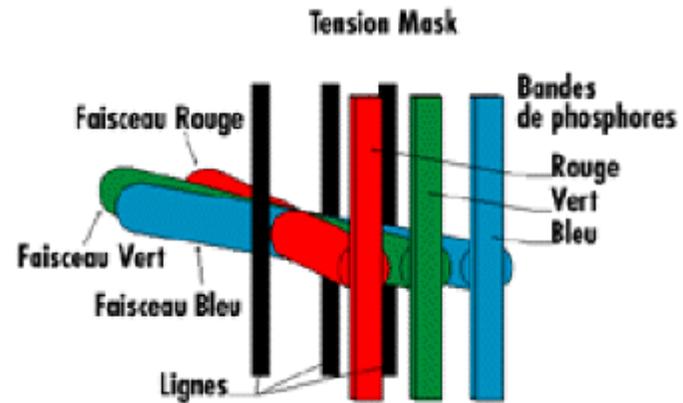
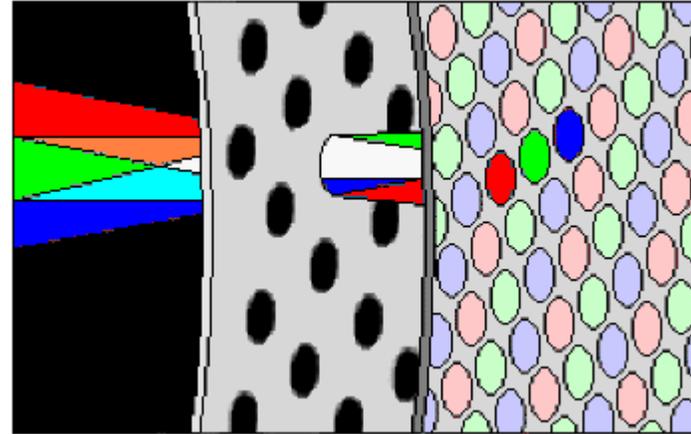
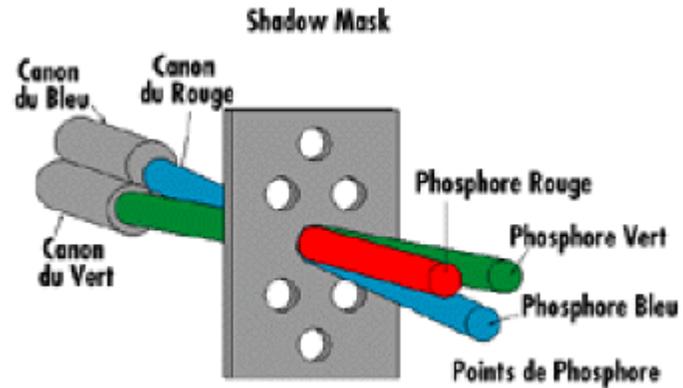
<https://www.geogebra.org/m/GhEmU8En>

On ajoute des couleurs :
au total on obtient du blanc

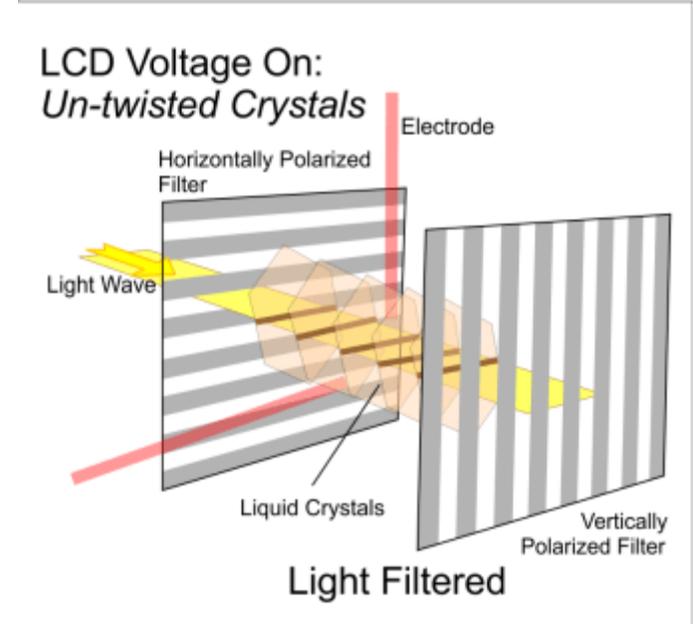
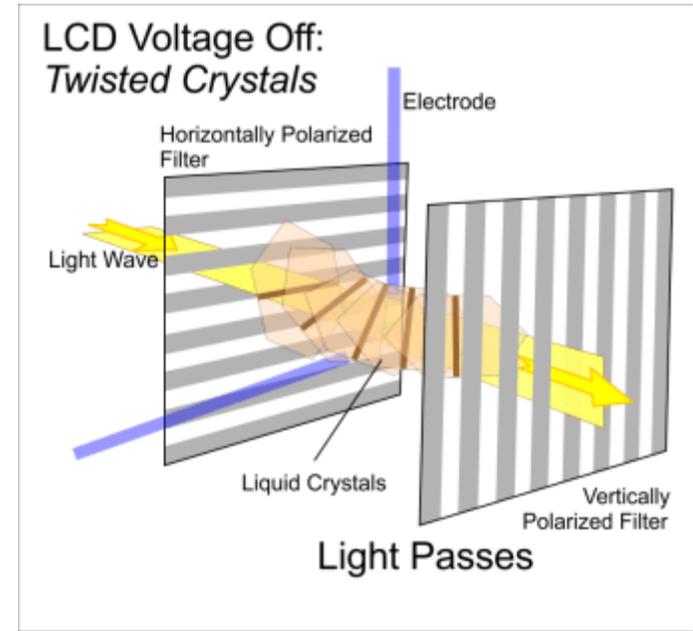
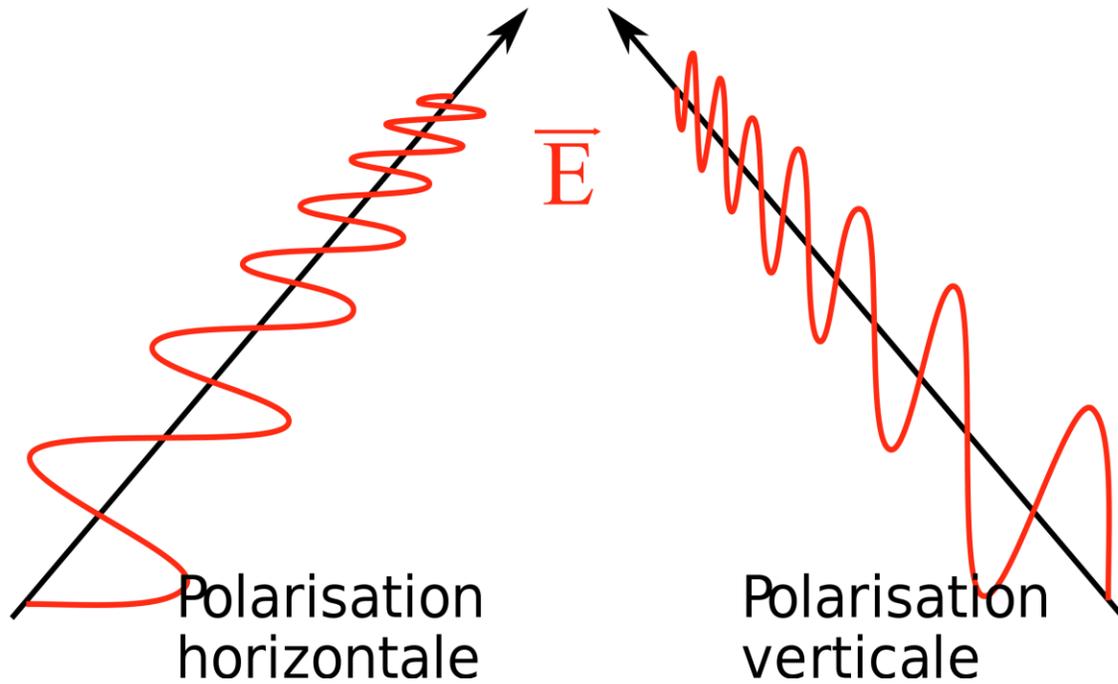


On enlève des couleurs au blanc :
on obtient les couleurs complémentaires
au total on obtient du noir

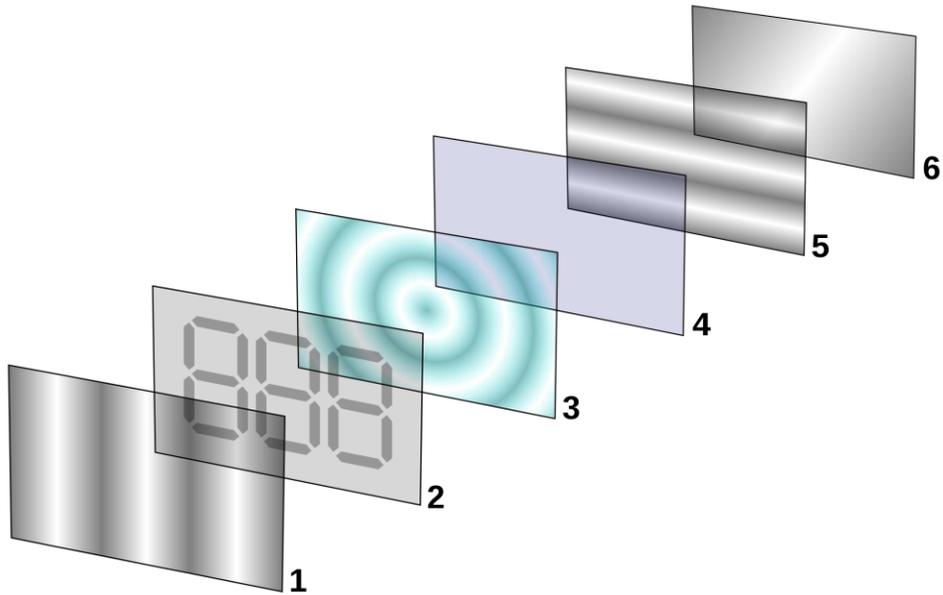
écran TV : tube cathodique couleur



écrans TV : cristaux liquides

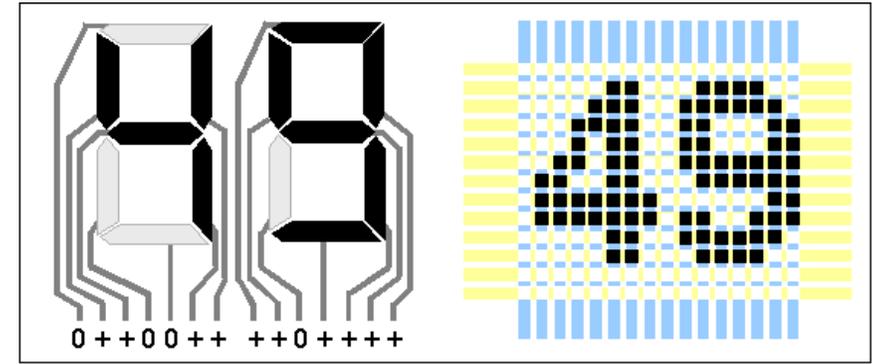


écrans TV : cristaux liquides



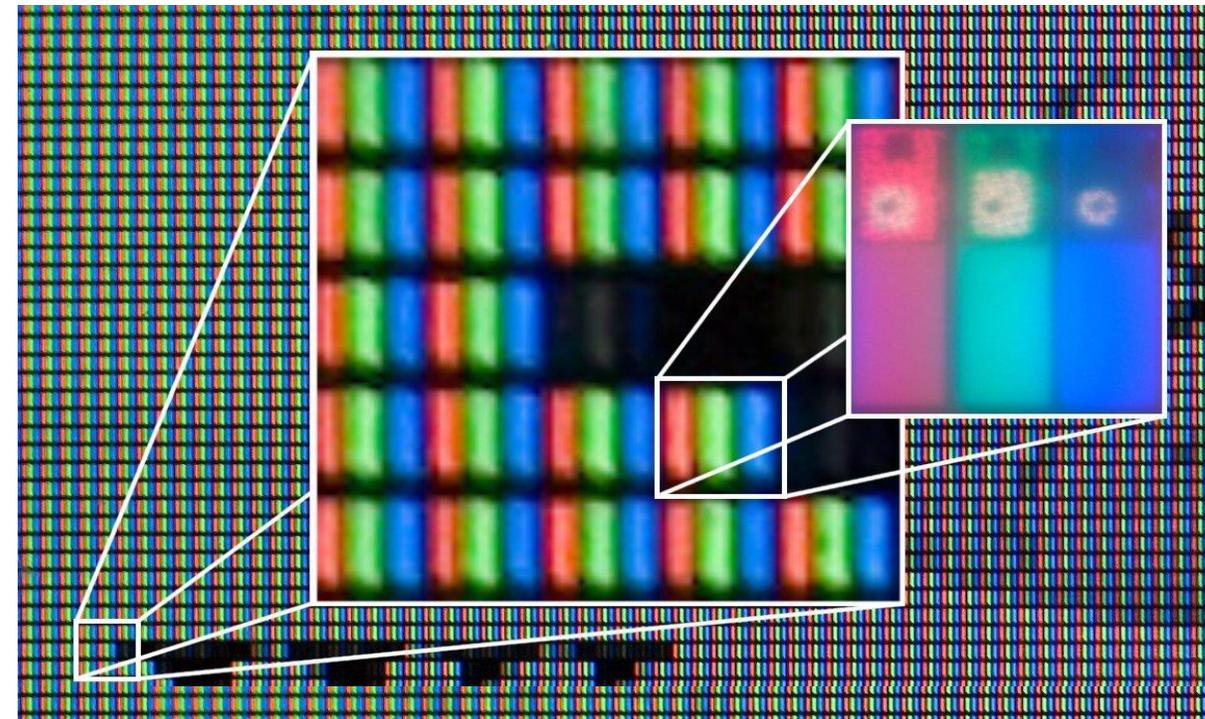
électrodes créent un champ électrique
qui ordonnent les cristaux liquides

blocage ou passage de la lumière en
fonction de la polarisation



adressage des pixels en matrice

couleur : filtres RVB



écrans TV couleurs : Q-Dots

SAMSUNG Shop Mobiles TV & AV Électroménager Computing Displays Accessoires SmartThings Support Pour les entreprises

🔍 🛒 👤

🔔



9-Series Curved Quantum Dot SUHD TV UE88KS9800

Informations de garantie

Sujets généraux

- Quelle est la distance de recul idéale pour ma TV ?
- Comment mettre à jour (automatiquement) le logiciel de ma TV via Internet?
- Comment puis-je réinitialiser mon téléviseur ?
- Comment trouver mon code PIN ?

Télécharger la « Déclaration de conformité(PDF) » ↓

Remarques

9-Series Curved Q... | UE88KS9800 Solutions et astuces Manuels et téléchargements Information supplémentaire Contactez-Nous

Solutions et astuces

Tout FAQ Vidéo de démonstration

Q-Dots : prix Nobel de chimie 2023

Alexei Ekimov



Quantum size effect in three-dimensional microscopic semiconductor crystals

A. I. Ekimov and A. A. Onushchenko
S. I. Vavilov State Optics Institute

(Submitted 29 July 1981)

Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz. **34**, No. 6, 363–366 (20 September 1981)

The exciton absorption spectrum of microscopic CuCl crystals grown in a transparent dielectric matrix has been studied. The size of the microscopic crystals was varied in a controlled manner from several tens of angstroms to hundreds of angstroms. There is a short-wave shift (of up to 0.1 eV) of the exciton absorption lines, caused by a quantum size effect.

PACS numbers: 61.60. + m, 71.35. + z

Size effects in semiconductors have recently attracted considerable interest. Most of the experiments which have been reported have used quasi-two-dimensional structures grown by molecular epitaxy,¹ MOS structures,² etc. In this letter we report the discovery and a spectroscopic study of a new class of objects that exhibit size effects: three-dimensional microscopic crystals of semiconducting compounds grown in a transparent dielectric matrix.

For the experiments we used multicomponent silicate glasses, with an initial composition including compounds of copper and chlorine at a concentration of the order of 1%. It was found recently³ that when such glasses are heated to a high temperature the characteristic exciton-absorption spectra of CuCl crystals appear in the

QUANTUM SIZE EFFECT IN SEMICONDUCTOR MICROCRYSTALS

A.I.Ekimov, Al.L.Efros, A.A.Onushchenko

Ioffe Physicotechnical Institute, Leningrad, 194021, USSR

(Received 9 September 1985 by V.M.Agranovich)

A growth technique of the semiconductor microcrystals in a glassy dielectric matrix has been developed. This technique permits to vary the size of the grown microcrystals in a controlled manner from some tens to thousands of angstroms. The size dependence of absorption spectra of a number of I-VII and II-VI compounds grown by this technique have been studied. The size of the microcrystals being decreased, a considerable short-wave-length shift of the exciton lines and the fundamental absorption edge has been observed. This phenomenon is due to the size quantization of the free carrier and exciton energy spectra in the microcrystals.

Size effects in semiconductors have attracted much attention within the last few years. They were studied in quasi-two-dimensional structures grown by molecular beam epitaxy¹, as well as in three-dimensional microcrystals prepared by the substrate evaporation technique². In this paper we report the discovery and a spectroscopic study of a new class of objects that exhibits size effects - three dimensional microscopic crystals of semiconductor compounds grown in a transparent dielectric matrix.

I. Microcrystal growth

Microcrystals were grown in a multicomponent silicate glass in which the semiconductor phase of the concentration of about 1% was dissolved during the synthesis³. At the secondary heat treatment of the glass samples, nucleation and growth of semiconductor microcrystals occurred as a result of a diffusive phase decomposition of the supersaturated solid solution. Fig.1 shows experimental dependence of the average radius \bar{a} of CdS and CuCl microcrystals as a function of the heat time for a number of temperatures. Values of the average radius of microcrystals for each sample were determined by the method of the small-angle X-ray scattering in the approximation of spherical particles³. The observed dependences are described closely by the expression obtained in the theoretical paper⁴ for the diffusive phase decomposition of the supersaturated solid solution in the recondensation stage:

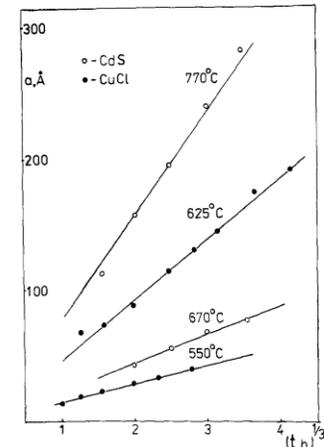


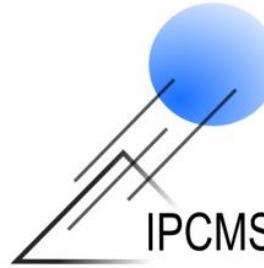
Fig.1. Dependence of the average radius \bar{a} of the CdS and CuCl microcrystals vs heat time t at various temperatures of heat treatment.

rated solid solution in the recondensation stage:

$$\bar{a} = \left(\frac{4}{3} \alpha D t \right)^{1/3} \quad (1)$$

where $D = D_0 \exp(-E/kT)$ is the diffu-

Alexei Ekimov



Université
de Strasbourg

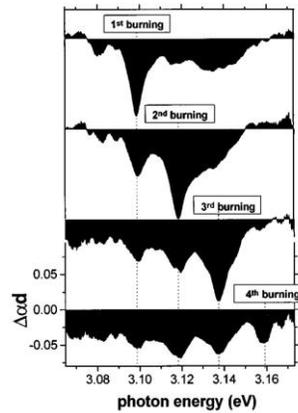


FIG. 3. Optical data storage in the frequency-domain: Four spectral holes burned in one place of the sample. The laser detuning ΔE between two subsequent burnings is 19 meV.

hole-
burning

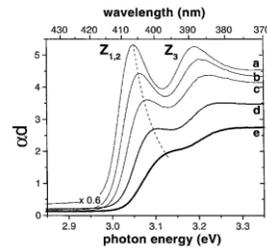


Fig. 1. Linear absorption spectra at room temperature of samples containing NCs of the following mean radii: (a) 12, (b) 9.5, (c) 5.1, (d) 3.9 and (e) 2.8 nm.

PHYSICAL REVIEW B

VOLUME 57, NUMBER 3

15 JANUARY 1998-I

Dynamics of excitons in CuBr nanocrystals: Spectral-hole burning and transient four-wave-mixing measurements

J. Valenta,* J. Moniatte, P. Gilliot, B. Hönerlage, J. B. Grun, and R. Levy
Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg (UM 380046, CNRS-ULP-EHICS), Groupe d'Optique Nonlinéaire et d'Optoélectronique, 23 rue du Loess, 67037 Strasbourg Cedex 02, France

A. I. Ekimov
A. F. Ioffe Physico-Technical Institute, 194021 St. Petersburg, Russia
(Received 26 March 1997; revised manuscript received 30 June 1997)

CuBr nanocrystals (NC's) embedded in a borosilicate glass matrix have been studied by transmission pump-and-probe experiments with both spectral and temporal resolution. Transient as well as persistent spectral hole-burning phenomena are observed in the excitonic absorption of small NC's (mean radius less than 4 nm) when picosecond and nanosecond dye-laser pulses excite selectively NC's of a specific size at low temperatures. The holes consist of a zero-phonon line (at the photon energy of the excitation) and marked phonon sidebands. This structure is explained by a strong exciton-optical-phonon interaction. A value of about 1 of the Huang-Rhys factor S is obtained from the Stokes shifts between absorption and photoluminescence spectra. From the width of zero-phonon holes, a lower limit of 2.3 ps of the exciton dephasing time T_2 is deduced. This value is compared to the one obtained by transient four-wave-mixing measurement (6.4 ps) at low excitation intensities. When the radii of NC's decrease, both types of spectral holes become broader and the persistent spectral-hole burning is more efficient. [S0163-1829(98)07903-X]

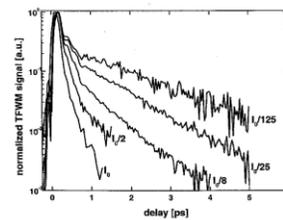


Fig. 2. Normalized TFWM measured at 400 nm and 5 K for 5 different excitation intensities.

shows longer decays and a lower signal/noise ratios. We can note also oscillations in the signal close to



ELSEVIER

January 1998

Optical Materials 9 (1998) 516–519



Exciton dephasing time in CuBr quantum dots

J. Moniatte ^{a,*}, P. Gilliot ^a, Jan Valenta ^b, A.I. Ekimov ^c

^a IPCMS-GONLO, 23, rue du Loess, 67037 Strasbourg Cedex, France

^b Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Ke Karlovu 3, 121 16 Prague 2, Czech Republic

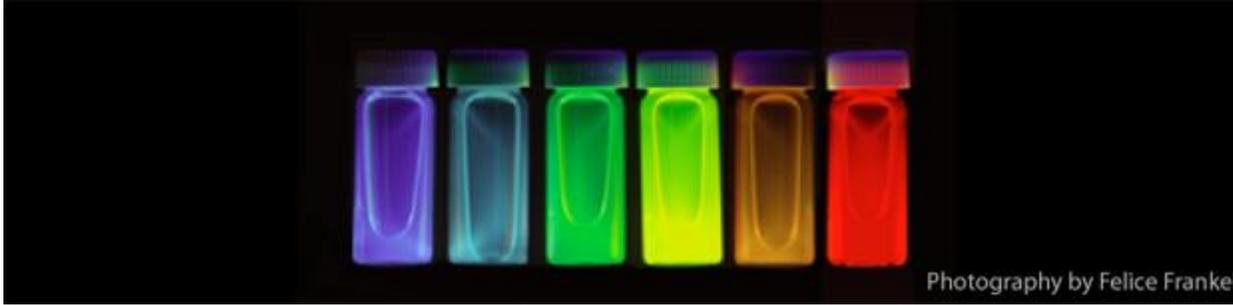
^c A. F. Ioffe Physico-Technical Institute, Polytechnicheskaya 26, 194021 St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

We perform degenerate four-wave mixing on CuBr quantum dot samples on a femtosecond time scale. Due to inhomogeneous broadening, we observe a so called photon-echo signal. The signal dynamics measured at different pump intensities provide information on the dephasing time. We study this dephasing time at 5 K as a function of the excitation wavelength. We also determine the homogeneous absorption linewidth by spectral hole burning measurements, in the same sample, at 5 K, using a nanosecond dye laser excitation. This is an alternative indirect method to determine dephasing times and we can compare both results. We then conclude on the difficulties of measuring dephasing times in confined systems by the latter method. © 1998 Elsevier Science B.V.

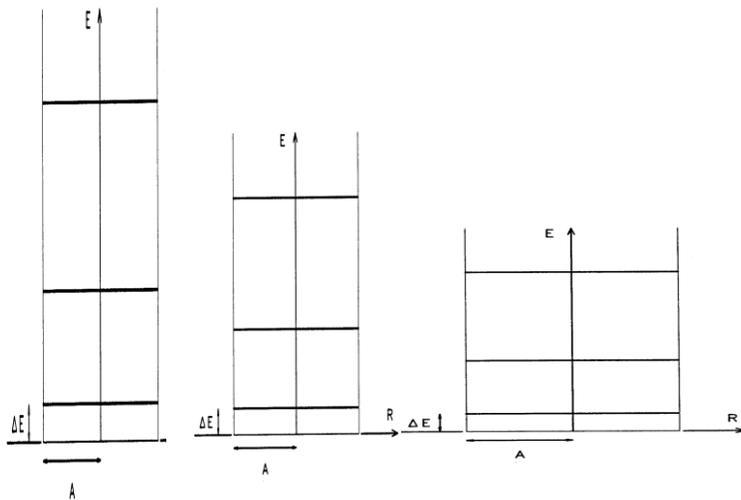
FWM

Spectres optiques

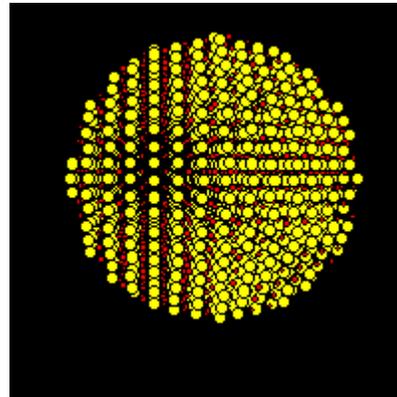


- États discret et donc *raies* d'absorption et d'émission
- Position des raies dépend de la taille des boîtes

- *électron* : ondes
- *confinement* : limitation dans l'espace
- *harmoniques*



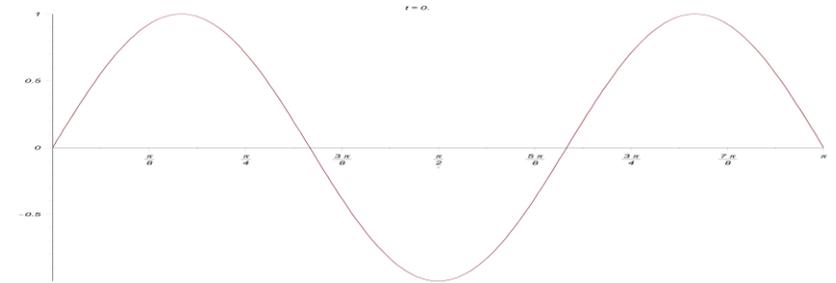
nm



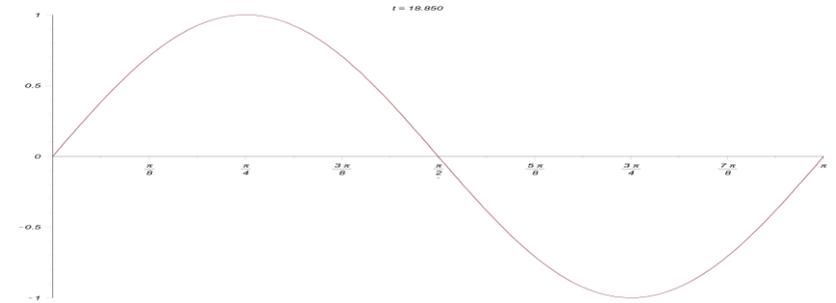
© Jan Valenta

nanocristaux de CdSe : absorption linéaire

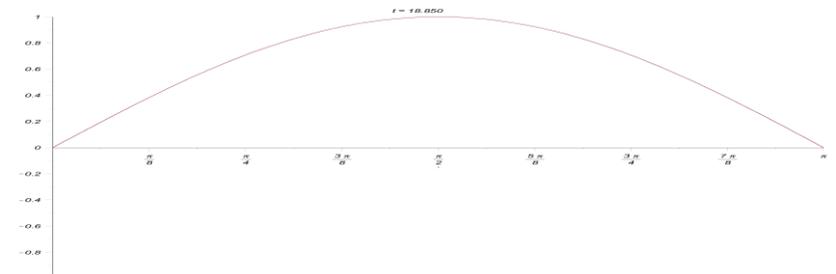
$$v_2 = \frac{3c}{2L}$$



$$v_1 = \frac{2c}{2L}$$



$$v_0 = \frac{c}{2L}$$

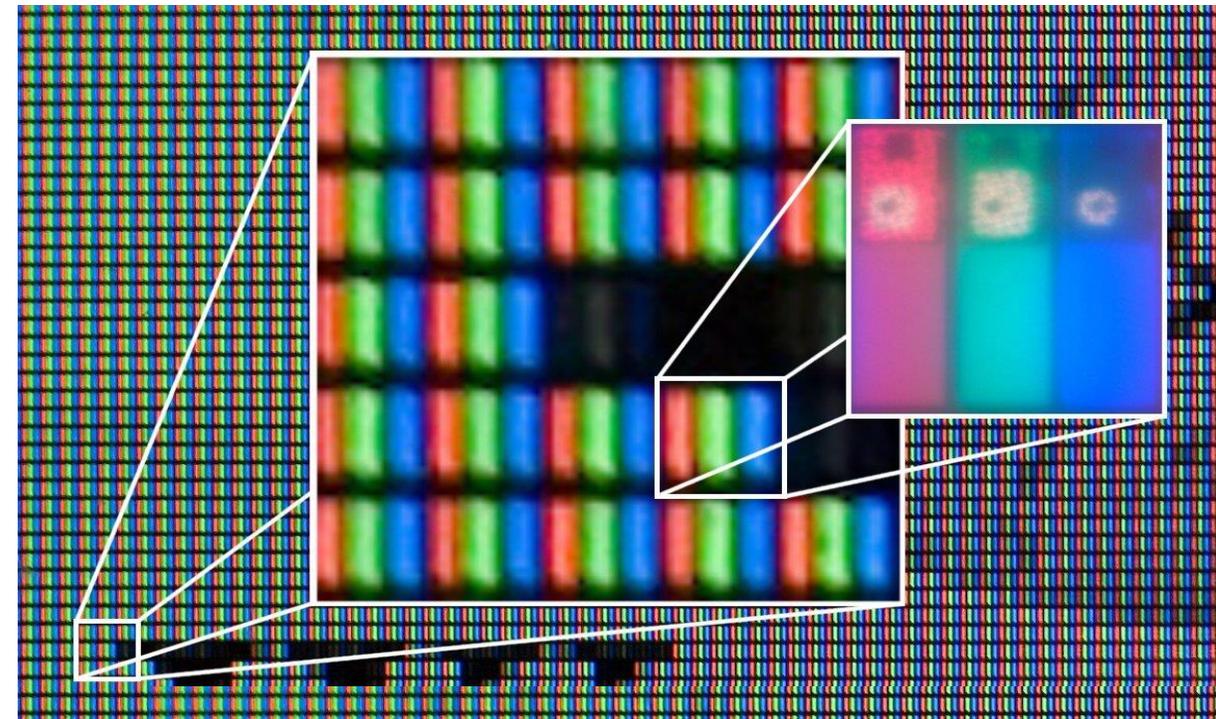


Pixellisation

Tous les détecteurs d'images sont formé de pixels :

- secteurs CCD
- cristaux d'AgBr des pellicules
- cônes et bâtonnets de notre rétine

... discrétisation de *l'espace* qui n'est pas continu mais divisé en secteurs



Pixellisation

Tous les détecteurs d'images sont formé de pixels :

- secteurs CCD
- cristaux d'AgBr des pellicules
- cônes et bâtonnets de notre rétine

... discrétisation de *l'espace* qui n'est pas continu mais divisé en secteurs

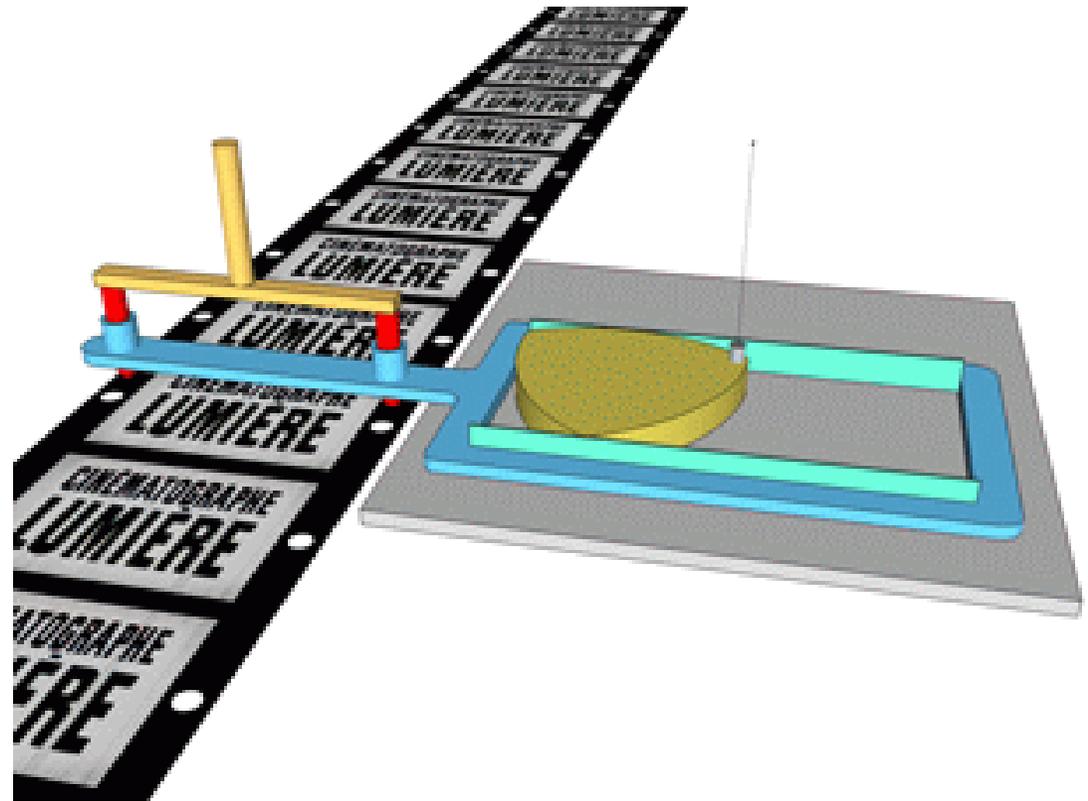
Échantillonnage

On va aussi réaliser une pixellisation du *temps* :

échantillonnage des fonctions

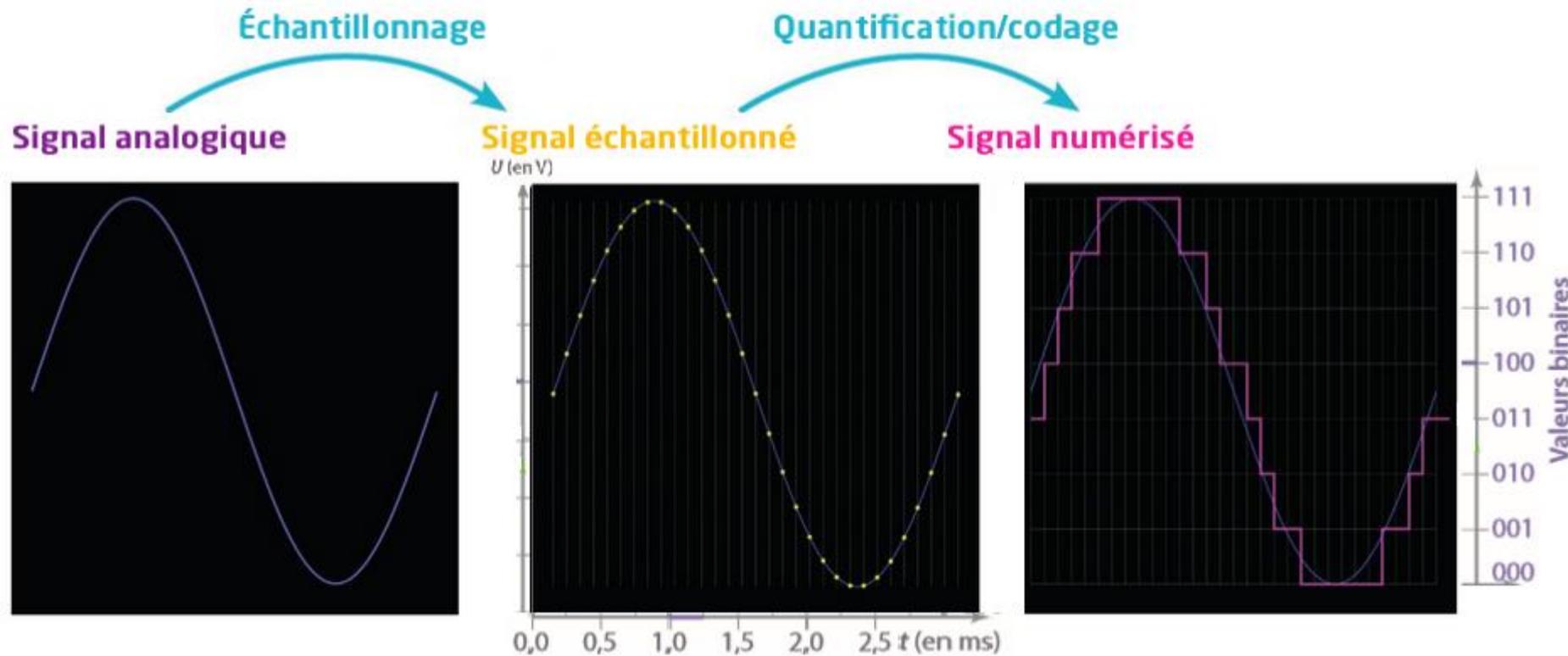
Cinéma

Premier échantillonnage :
24 images par secondes



échantillonnage et numérisation

On mesure ou on moyenne la fonction sur un temps donné et on numérise la valeur.

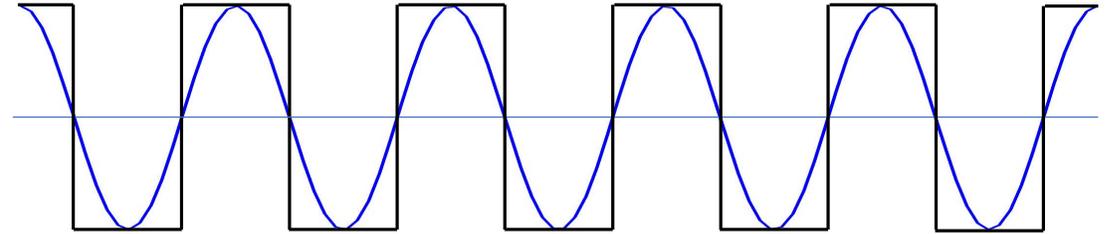


"digital" (EN)
=
« numérique » (FR)

Théorème de Shannon

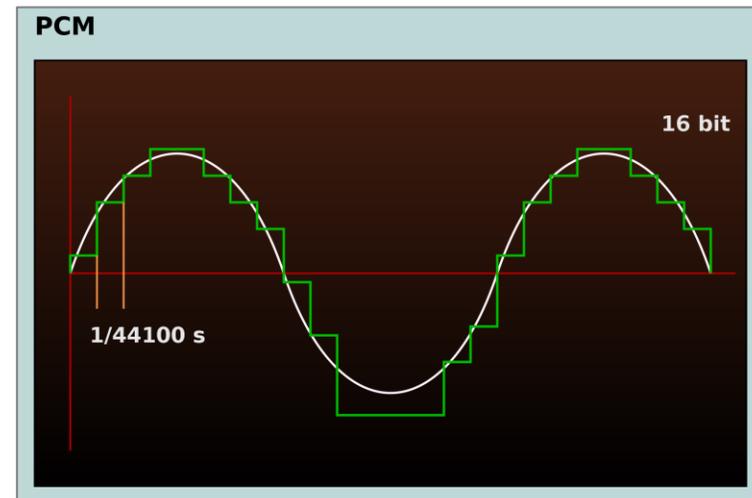
Pour quantifier la contribution de la fréquence maximale f on a besoin de 2 alternances + et -.

Il faut une bande passante de $2f$.



CD : 44100 Hz
soit un maximum de 20050 Hz

16 bits : plage dynamique de
 $2^{16}=65536$ en amplitude
soit $20 \log_{10} 65536=96$ db



numérisation

On code en base 2

chiffres : $2^4, 2^3, 2^2, 2^1, 2^0$

9 s'écrit 1001

10 s'écrit $1010 = 1 \times 8 + 0 \times 4 + 1 \times 2 + 0 \times 1$

en base 10

chiffres : $10^4, 10^3, 10^2, 10^1, 10^0$

9 s'écrit 9

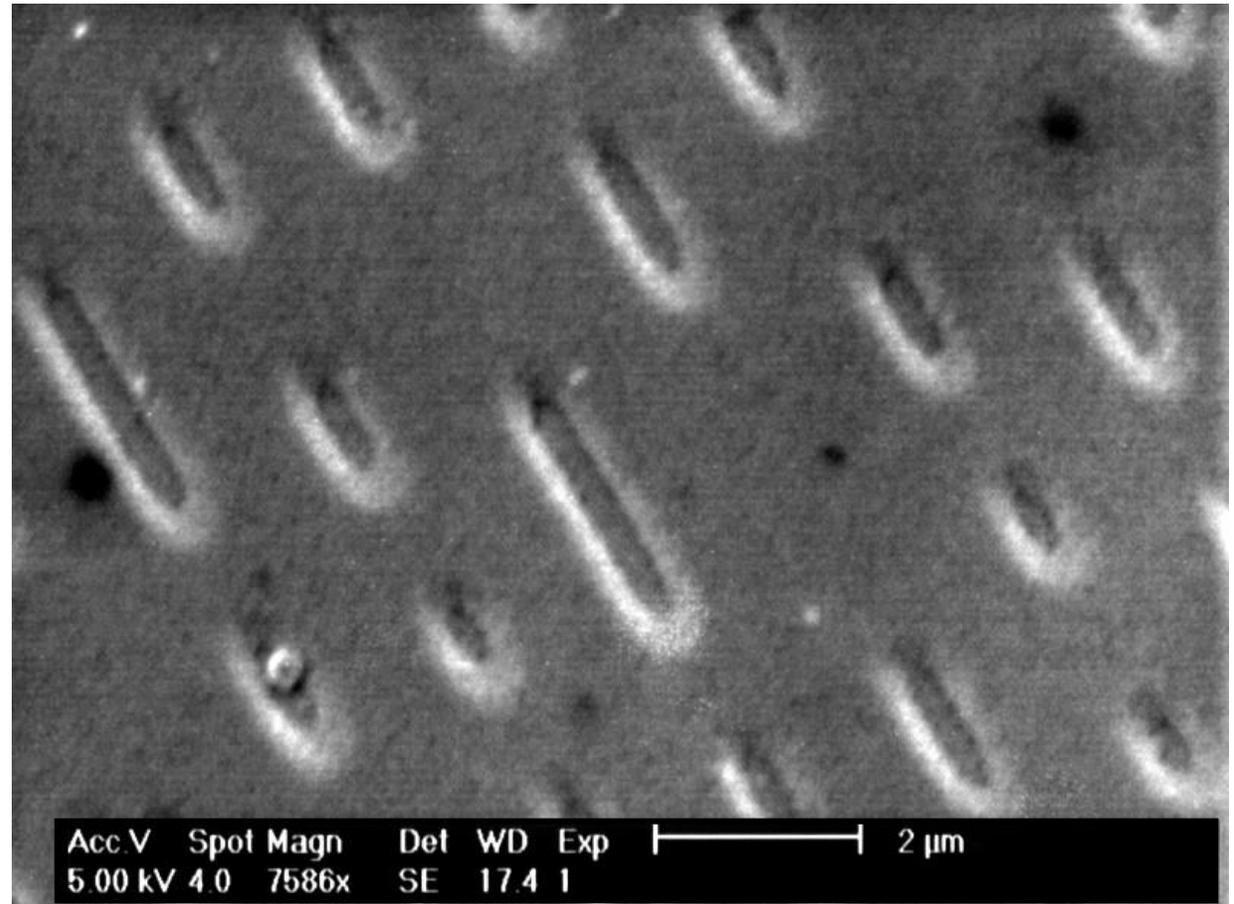
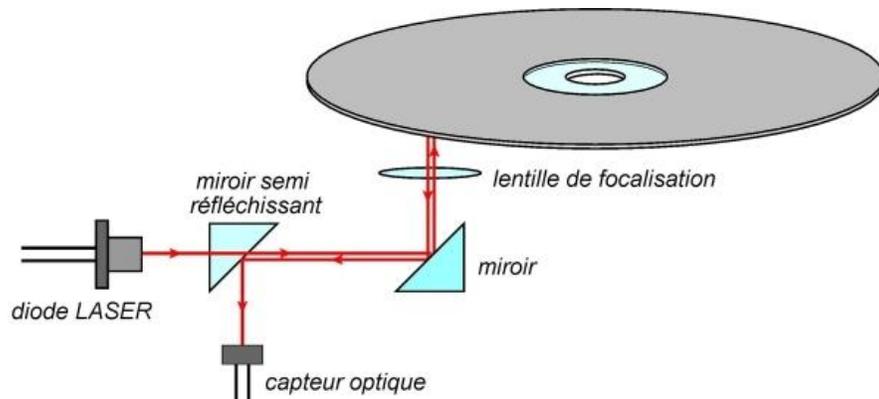
123 s'écrit $100 + 2 \times 10 + 3$

Il suffit d'un support qui « dise *oui* ou *non* ».

Les disques optiques : CD, DVD & Blue-Ray

Les zéros et les uns sont des plats et des creux.

La longueur d'onde détermine la taille du spot et donc la taille des trous : de 800nm à 400nm on gagne un facteur 4 en densité !



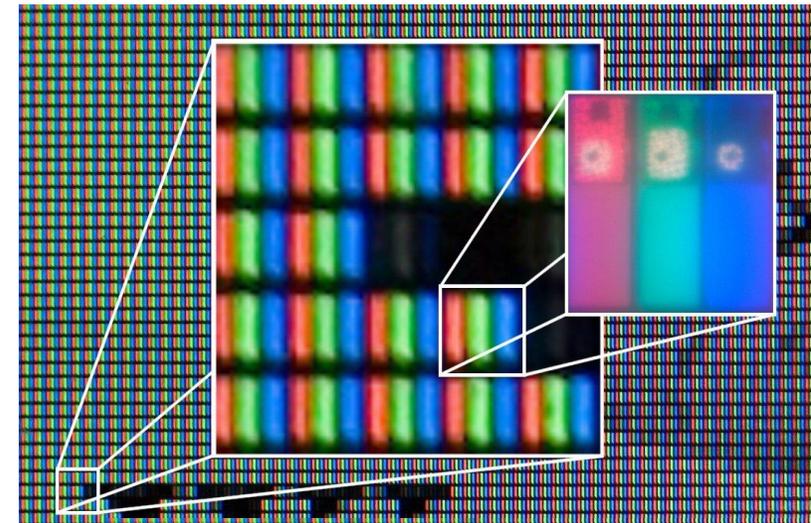
Images

- On pixelise

Nom définition	Norme	Définition image	Format image	Noms courants
480p	DVD	720x480 pixels	16/9	SD, définition standard, qualité DVD
720p	HD Ready	1280x720 pixels	16/9	HDTV, HD 720p, 720p, HD Ready
1080p	Full HD	1920x1080 pixels	16/9	HDTV 1080p, HD 1080p, 1080p, Full HD
2160p	UHDTV1	3840x2160 pixels	16/9	4K, UHD 4K, Ultra HD 4K, UHD-4K, 2160p
4320p	UHDTV2	7680x4320 pixels	16/9	8K, UHD 8K, Ultra HD 8K, UHD-8K, 4320p

- On numérise les niveaux d'intensité des 3 couleurs

10 bits soit $2^{10} = 1024$ niveaux



La compression

Les sons et les images se
répètent ...

La compression

Les sons et les images se répètent ...

SONATA ^(a)

193

dedicata all' Arciduca Rodolfo

Op. 111.

Composta nel 1821-22 ^(b),
pubblicata in Aprile 1823
presso Schlesinger a Berlino e Parigi.

Maestoso $\text{♩} = 52$

32. *c) molto energico* *f* *sf* *p* *d)* *f* *sf* *sf*

e) *p* *sf* *sf* *p* *dim.* *pp* *f*

u.c. *(sempre pp) (ancora più p)* *t.c.* *cresc:..... f* *sf ben tenute* *sf p sf p sf p*

fréquence ↑

temps →

La compression

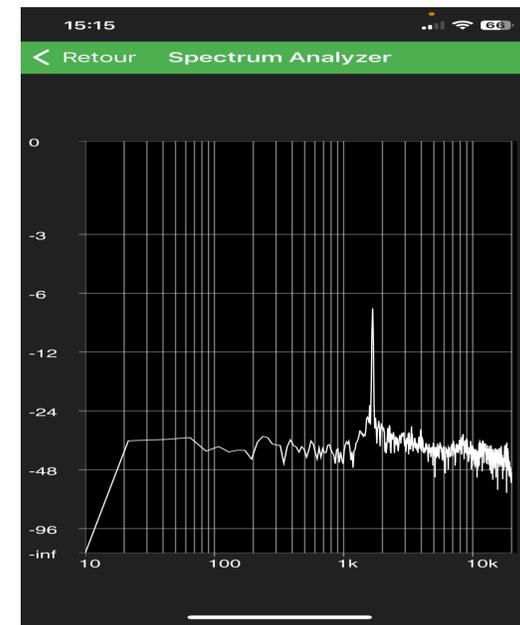
Les sons et les images se répètent ...

- Les sons sont constitués de sinusoides qui sont périodiques :

il suffit de connaitre la contribution de Fourier

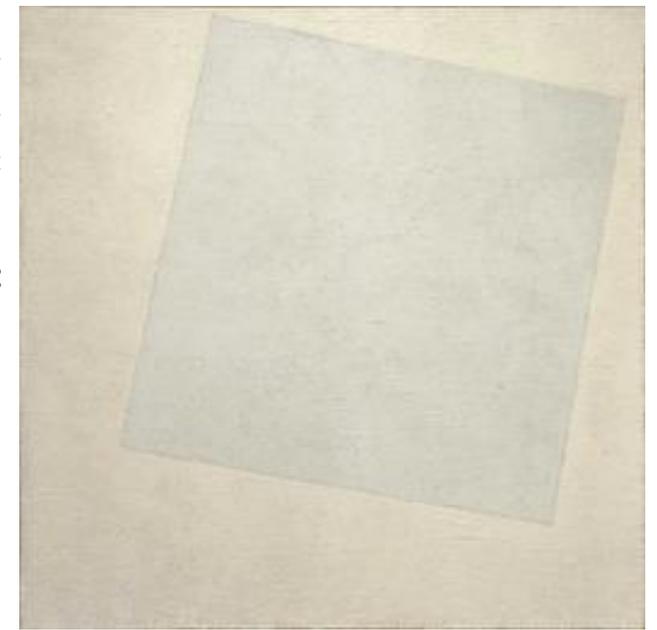


sifflement 440Hz
monochromatique



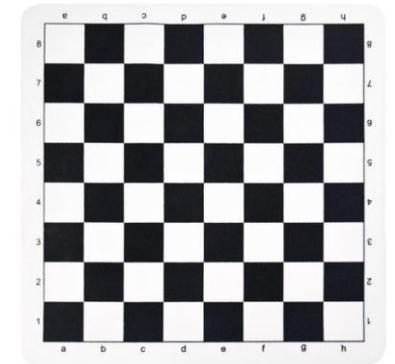
La compression

Kasimir Malevitch
Carré blanc sur fond
blanc
(1918)
MoMA – New York



Les sons et les images se répètent ...

- Les sons sont constitués de sinusoides qui sont périodiques :
il suffit de connaitre la contribution de Fourier
- Les images comportent de grandes plage uniformes
il suffit de compter le nombre n de point d'une couleur plutôt que de stocker fois la même information.



4 × 4 carrés

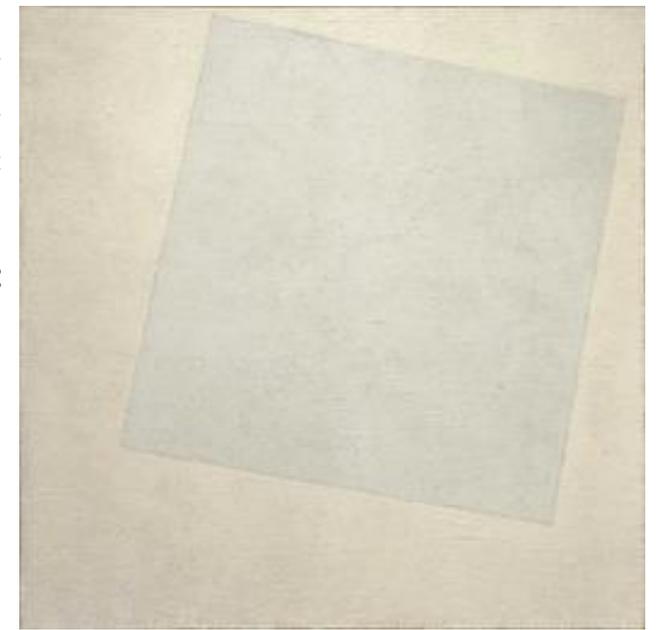
BN

NB

4K : $4096 \times 2160 = 9$ Moctets

La compression

Kasimir Malevitch
Carré blanc sur fond
blanc
(1918)
MoMA – New York



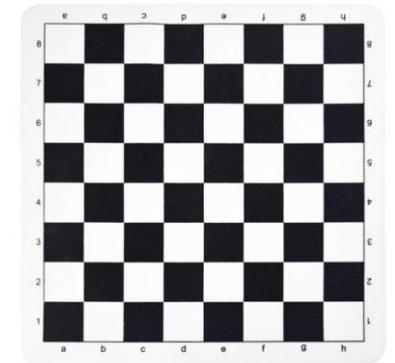
Les sons et les images se répètent ...

- Les sons sont constitués de sinusoides qui sont périodiques :

il suffit de connaitre la contribution de Fourier

- Les images comportent de grandes plage uniformes

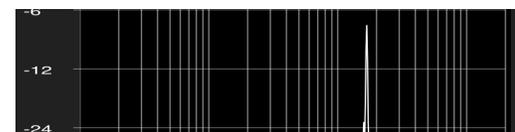
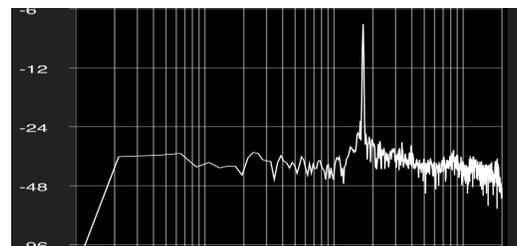
il suffit de compter le nombre n de point d'une couleur plutôt que de stocker fois la même information.



4 × 4 carrés
BN
NB

On a des compressions sans perte et des compressions avec perte : filtrage perd des infos

formats MP3 JPEG MPEG



4K : $4096 \times 2160 = 9$ Moctets



B.Clémente
Sculpture chryéléphantine ivoire
bronze femme penseuse
XX^e siècle

Environnement
le monde
« réel »
y compris le
nanomonde



Univers
artistique

Environnement
le monde
« réel »