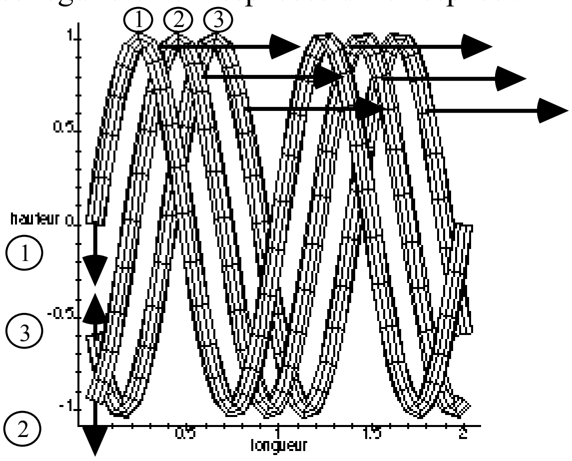
L'ONDE ACOUSTIQUE SINUSOÏDALE

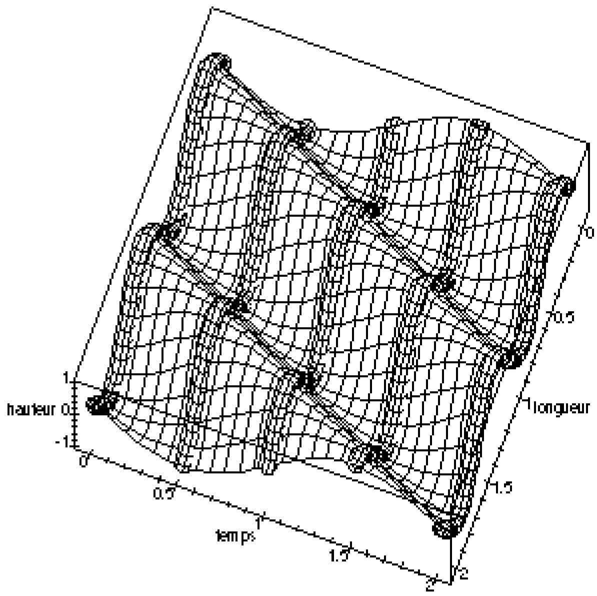
I - L'ONDE SINUSOÏDALE, GÉNÉRALITÉS

1.1. Quand obtient-t'on des ondes sinusoïdales

On obtient des **ondes sinusoïdales**, lorsque, sur une corde tendue (par exemple), on n'envoie pas une impulsion unique, mais une **suite d'impulsions**, régulièrement espacées dans le temps. Tous les points de la corde auront le même mouvement que l'origine, avec un certain retard, correspondant au temps mis par l'onde pour atteindre le point considéré. La déformation de la corde de présentera comme une suite de creux et de bosses régulièrement espacées dans l'espace :

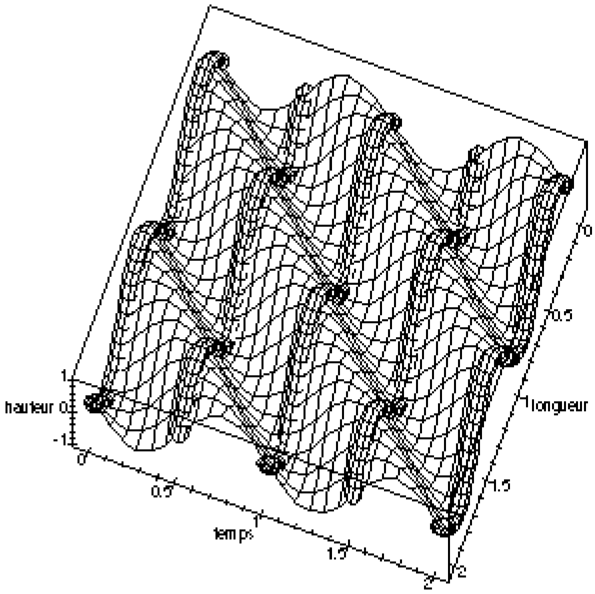


1.2. Description d'une onde sinusoïdale dans l'espace et dans le temps.



Sur ce dessin, *la vitesse de l'onde est de 0,5 m par seconde.*
Si on photographie la corde à un instant donné, on remarque qu'elle est déformée périodique dans l'espace, sa forme est **sinusoïdale selon sa longueur**.
Si on observe maintenant le mouvement d'un point donné de la corde au cours du temps, on remarque qu'il est périodique dans le temps, **il est sinusoïdal, par rapport au temps**.
L'onde sinusoïdale l'est à la fois dans l'espace et dans le temps.
On parle de **double périodicité spatio-temporelle**.

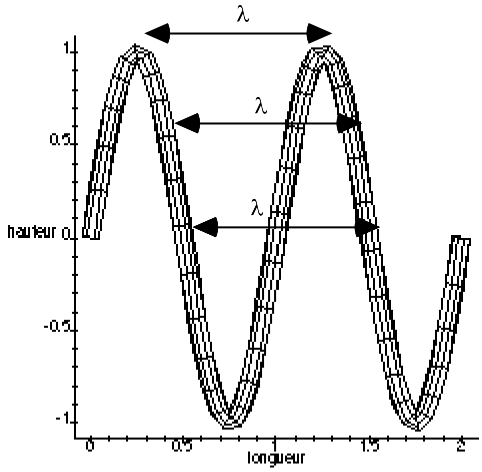
Ici, *la période spatiale est de 1m* et *la période temporelle est de 2s (pour une vitesse de 0,5m/s).*



Sur ce dessin, *la vitesse de l'onde est de 1m par seconde.*
La période spatiale est de 1m et *la période temporelle est de 1s .*
Nous remarquons que pour une même périodicité spatiale, la période temporelle **est fonction de la vitesse** de l'onde. Elle diminue lorsque la vitesse de l'onde augmente

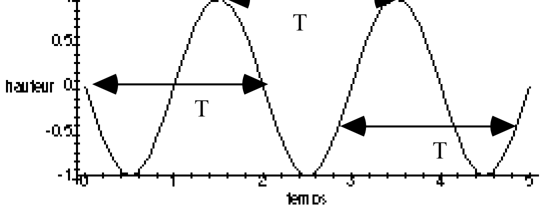
1.3. La longueur d'onde λ (périodicité spatiale de l'onde)

Si on photographie la corde à un instant t donné, on observe la figure suivante :



La **longueur d'onde λ** (lambda grec) de l'onde est la **distance entre deux maxima** ou **minima**.
C'est, plus généralement, la distance séparant **deux points de la corde** se déplaçant dans le même sens avec la même amplitude (**se déplaçant en phase**). λ caractérise la périodicité spatiale de l'onde.

1.4. La période T (périodicité temporelle de l'onde)



La figure représente le mouvement de l'origine de la corde au cours du temps. Ce mouvement est périodique de période T. Il en est de même du mouvement de chacun des points de la corde. T caractérise la périodicité temporelle de l'onde.

Ici, T = 2 s pour v = 0.5 m/s

1.5. La fréquence f (fréquence de l'onde)

$$\boxed{f = \frac{1}{T} \text{ avec } \begin{cases} f : \textit{fréquence en hertz } (Hz) \\ T : \textit{période en secondes } (s) \end{cases}}$$

1.6. Relation entre λ, T et v.

La vitesse est par définition le rapport de la distance parcourue par l'onde par le temps nécessaire pour parcourir cette distance. Or, la période T étant égale au temps mis par l'onde pour parcourir une longueur d'onde λ, nous pouvons écrire les relations suivantes :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{\lambda}{T} \quad soit \quad v = \lambda f \quad et \ \lambda = vT \quad avec \begin{cases} v : \textit{vitesse de l'onde en mètres par seconde } (ms^{-1}) \\ \lambda : \textit{longueur d'onde de l'onde en m } (m) \\ T : \textit{période de l'onde en secondes } (s) \\ f : \textit{fréquence de l'onde en hertz } (Hz) \end{cases}$$

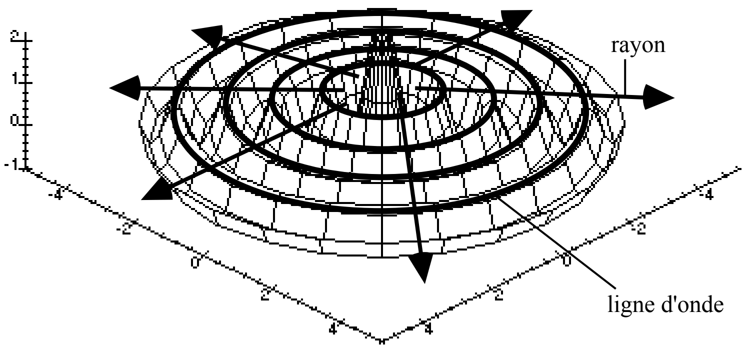
Nous retiendrons de ces relations que pour une vitesse de propagation donnée (ne dépendant le plus souvent que de la nature du milieu de propagation), **plus la fréquence de l'onde est grande** (donc plus sa période est petite), **plus sa longueur d'onde sera petite**. Inversement, **plus la fréquence de l'onde sera petite, plus sa longueur d'onde sera grande**.

1.7. Surfaces d'onde, direction de propagation de l'onde, notion de rayon d'une onde

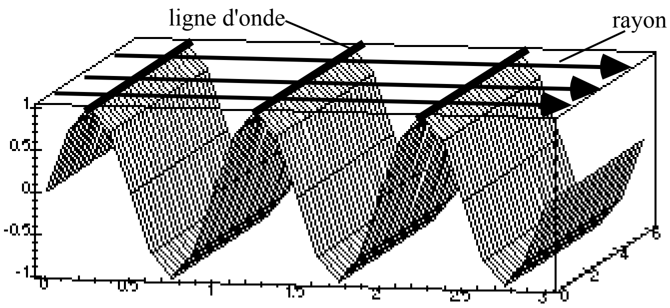
On appelle **surface d'onde** (ou **ligne d'onde**) une surface (ou une ligne) réunissant **tous les points atteints en même temps** par l'onde sinusoïdale ;

*- exemples : les surfaces d'onde sont des **plans parallèles**, les lignes d'onde sont des **droites parallèles, da ns le cas d'une onde plane**. Ce sont , respectivement, **des sphères** et des **cercles concentriques**, dans le cas d'une onde circulaire.*

On appelle **direction de propagation ou rayon** de l'onde, toute courbe qui, en tout point est orthogonale à l'ensemble des surfaces ou des lignes d'onde. Ce sont, en général dans un milieu homogène **des lignes droites**. **Les rayons sont parallèles, dans le cas d'une onde plane**.
Ils partent tous de l'origine dans le cas d'une onde circulaire.



Onde circulaire



Onde plane

1.8. Expression mathématique d'une onde

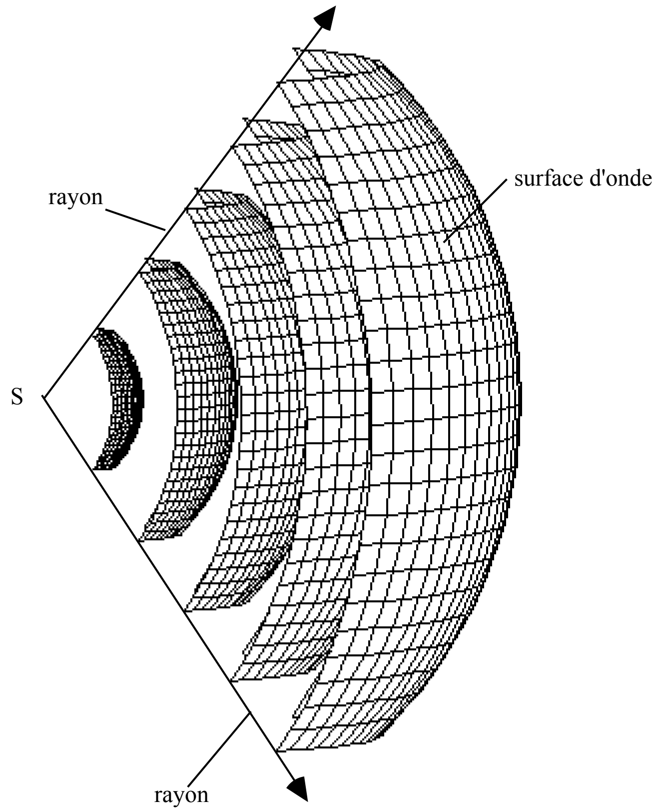
$$f(x,t) = A.\sin\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right] \text{avec} \begin{cases} A : \textit{amplitude de la déformation} \\ v : \textit{vitesse de l'onde} \\ \lambda : \textit{longueur d'onde} \\ T : \textit{période} \end{cases}$$

II - L'ONDE ACOUSTIQUE SINUSOÏDALE

2.1. Onde acoustique générée par un haut parleur alimenté par une tension sinusoïdale.

Un haut parleur génère une onde acoustique sinusoïdale longitudinale sphérique de variation de pression.

Les surfaces d'onde sont des **sphères concentriques**, centrées sur la source, les rayons sont des **segments de droite** partant tous de la source, orthogonaux en tout point aux surfaces précédemment décrites.



2.2. Exemples de longueur d'onde données par un H.P. alimenté par un GBF dans l'air.

f (Hz)	100	500	1000	5000	10000	40000
$\lambda = vT = v/f = 340 / f$	3,4 m	68 cm	34 cm	6,8 cm	3,4 cm	8,5 mm

2.3. Application : mesure de la vitesse du son dans l'air.

- Avec des ultrasons, on visualise le signal reçu par le récepteur sur un oscillo.
- Lorsqu'on recule le récepteur, l'oscillogramme se décale.
- Lorsqu'il revient en phase avec l'émetteur cela signifie qu'on a reculé de λ.
- On mesure 10 λ, on en déduit λ puis $v=\lambda f$ (mesure indirecte de la vitesse du son).

A.N. : $\lambda = 8{,}5$ *mm,* $f = 40\ 000$ *Hz,* $v = 8{,}5.10^{-3} * 40\ 000 = 340$ *m/s dans l'air.*