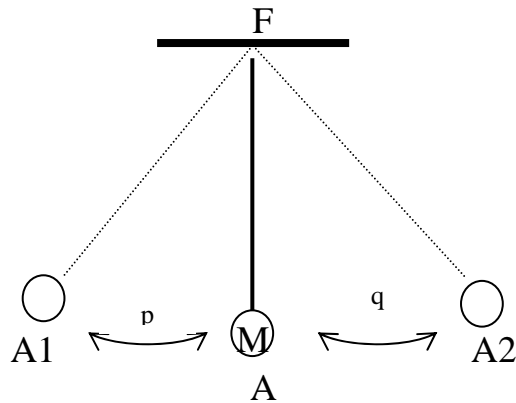


## 2 La phonétique physique

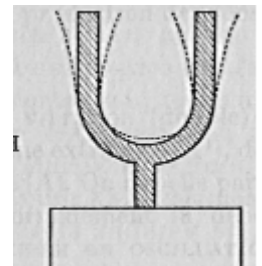
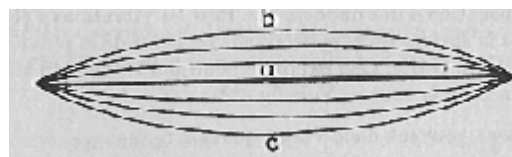
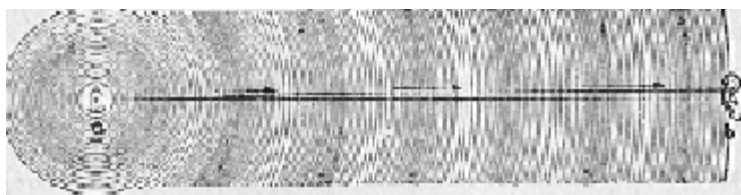
- ◆ Ce qu'on appelle couramment son est constitué par une variation de la pression atmosphérique locale telle qu'elle est enregistrée par notre appareil auditif à travers le tympan.
- ◆ Ces variations de la pression locale ont la forme d'ondes sinusoïdales qui se transmettent dans l'air ambiant.
  - Variation de pression = déplacement de molécules de gaz depuis leur position de repos (compression/ dépression)
  - 2 types de sons, 2 types d'ondes, 2 types de vibrations : Périodique = son (Voyelles), apériodiques = bruits (Consonnes)
  - Atténuation par la résistance du milieu. Vitesse du son dépend de la température et de la pression. Au niveau de la mer: 0°C → 330m/s, 20°C → 344m/s
- ◆ Les mouvements vibratoires du tympan sont transmis par la chaîne des osselets de l'oreille moyenne vers l'oreille interne qui transforme ce signal mécanique en impulsions nerveuses.
- ◆ Conclusion : Mouvement vibratoire périodique (hauteur, intensité, durée, timbre) et apériodique

## 1. Les mouvements vibratoires périodiques

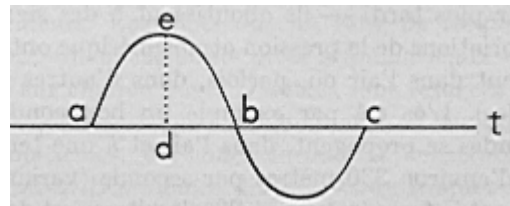
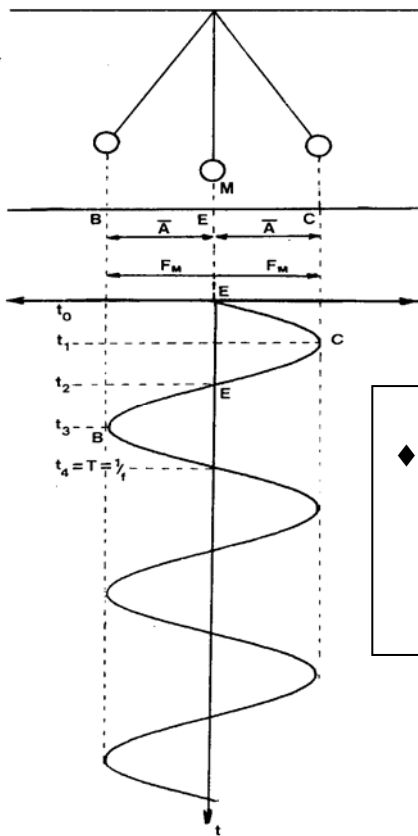
### ◆ Le pendule



- Gravitation, force d'amortissement
- F : point fixe, M : masse, A : position de repos, A1 et A2 : positions extrêmes du corps vibrant à sa position de repos.
- Le mouvement A A1 A2 A est un mouvement complet : vibration double, oscillation totale : période, constituée de deux demi périodes symétriques
- p et q sont des distances # mouvements



- ◆ Autres dispositifs vibratoires périodiques :Liquide Corde, Diapason,



◆ Symbolisation de la période : axe du temps,  $ac$  toute la vibration oscillation complète période,  $ab=bc$  demi périodes oscillations simples,  $de$  distance

- ◆ Dans tous les cas : source de vibrations  $\rightarrow$  compression/ vacuum. Une compression plus une atténuation = une onde sonore.
- ◆ Distance entre deux maxima successifs = longueur d'onde
- ◆ Propagation concentrique : surface augmente, énergie diminue
- ◆ Première approche de la fréquence : organisation du mouvement dans le temps. Indépendante de la vitesse et de l'énergie
  - Fréquence = nombre de périodes par unités de temps (cycles par seconde, périodes par seconde)  $F = p/s$  Le hertz  $\sim = 1p/1s$
  - Fréquence = nombre de mouvements par unité de temps (quelle que soit leur amplitude ou la distance parcourue)  $\rightarrow$  # vitesse ex :  $1 \sim \text{amp}$   
 $1\text{cm}/1\text{km}$

- ◆ Première approche de l'amplitude : énergie, puissance, plus grande distance du corps vibrant à sa position de repos. Indépendante du temps

## 2. La fréquence

Vibrations libres : corps vibrant (verre de cristal, diapason) source sonore → fréquence est une propriété intrinsèque du corps vibrant. Ne dépend pas de la force ou de l'énergie mais de la forme et de la matière (constante)

Vibrations contraintes : air, résonateur, dépend des propriétés de la source, non autonome.

### ◆ Les vibrations libres

- Fréquence propre, intrinsèque = fréquence du système sonore. La puissance du coup influe sur l'amplitude mais ne change pas la fréquence (corde conditions de tension, épaisseur, longueur = propriétés intrinsèques du corps)

- Loi de Mersenne :

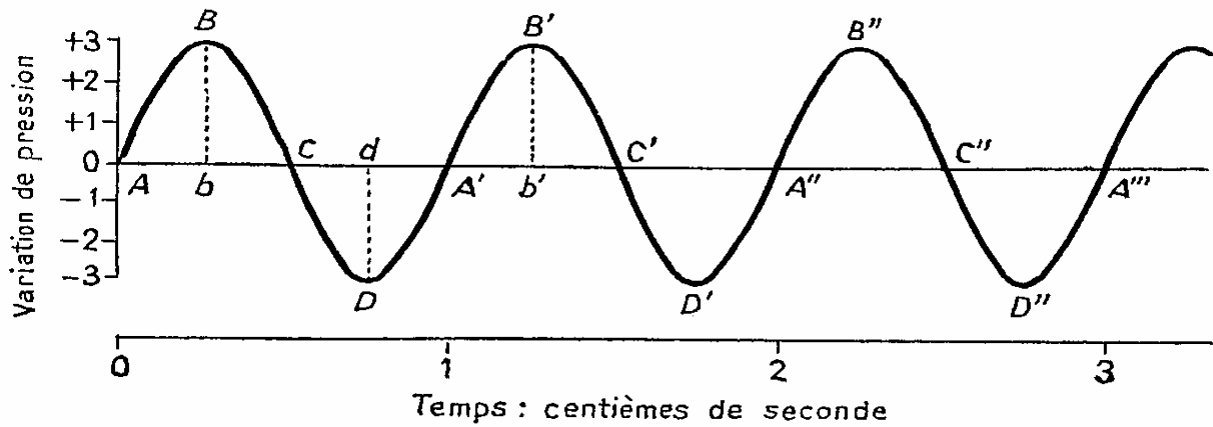
1 si la tension d'une corde est constante, la fréquence de vibration est inversement proportionnelle à sa longueur (loi de Pythagore)

2 pour différentes cordes à tension  $c^{te}$  la fréquence proportionnelle à  $\sqrt{2}$  de la tension

3 pour différentes cordes de longueur et de tension égales et  $c^{te}$  F est inversement proportionnelle à  $\sqrt{2}$  du poids

### ◆ Vibration contraintes. Généralisation des vibrations libres : la période est le temps qui s'écoule entre deux maxima de pression (constraints)

- A, A', A'', A''', points de compression 0 (repos)
- B, B', B'', D, D', D'' points d'éloignement maxi, compression et dépression maxi



- Bb, Dd, distance maxi = amplitude de pression
- Période temps entre deux points de repos, temps entre deux maxima/minima successifs, généralisation pour tout x.
- Les amplitudes positives et négatives sont symétriques  $Bd = Dd$
- $F = 1/P$ ,  $P = 1/F$
- $AA' = 1/100^{\text{ème}}$  seconde  $P = 1/100^{\text{ème}}S$ ,  $F = 100P/S$
- Si  $P = 1/256^{\text{ème}}$   $F = 256P/s = 256\sim$

◆ Autres paramètres :

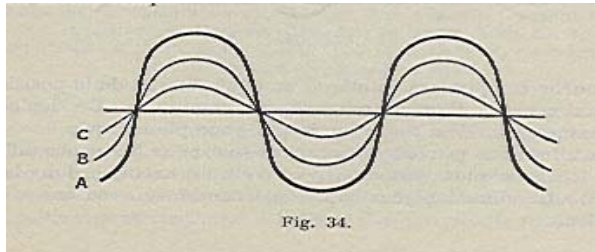
- Puissance = énergie, vitesse du courant d'énergie sonore = carré de l'amplitude de pression
- Longueur d'onde = distance entre deux points correspondants de deux ondes successives
- Si vitesse dans l'air = 330m/s et  $F=100\sim$ ,  $P= 1/100$ de s , entre deux points symétriques  $1/100$  de s donc  $\lambda = 3,30m$ ,  $\lambda = C/F$  avec C constante de vitesse
- Intensité sonore = puissance

### 3. Les vibrations composées

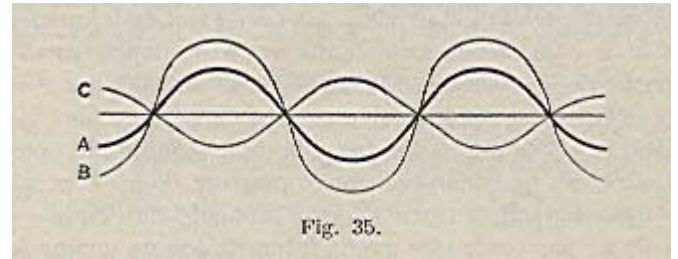
- Dans la nature pas de ton purs : vibrations composées (voix humaine)
- Corps vibrant  $\rightarrow$  chacune des parties vibre indépendamment du tout (fondamental + harmoniques)

- Principe de composition : soit deux ondes de même fréquence b et c leur composition (résultat) est a :

- En phase



- en opposition de phase



- Notion de filtre (relatif, absolu)

- Loi générale de composition : sommation algébrique (signée) point à point

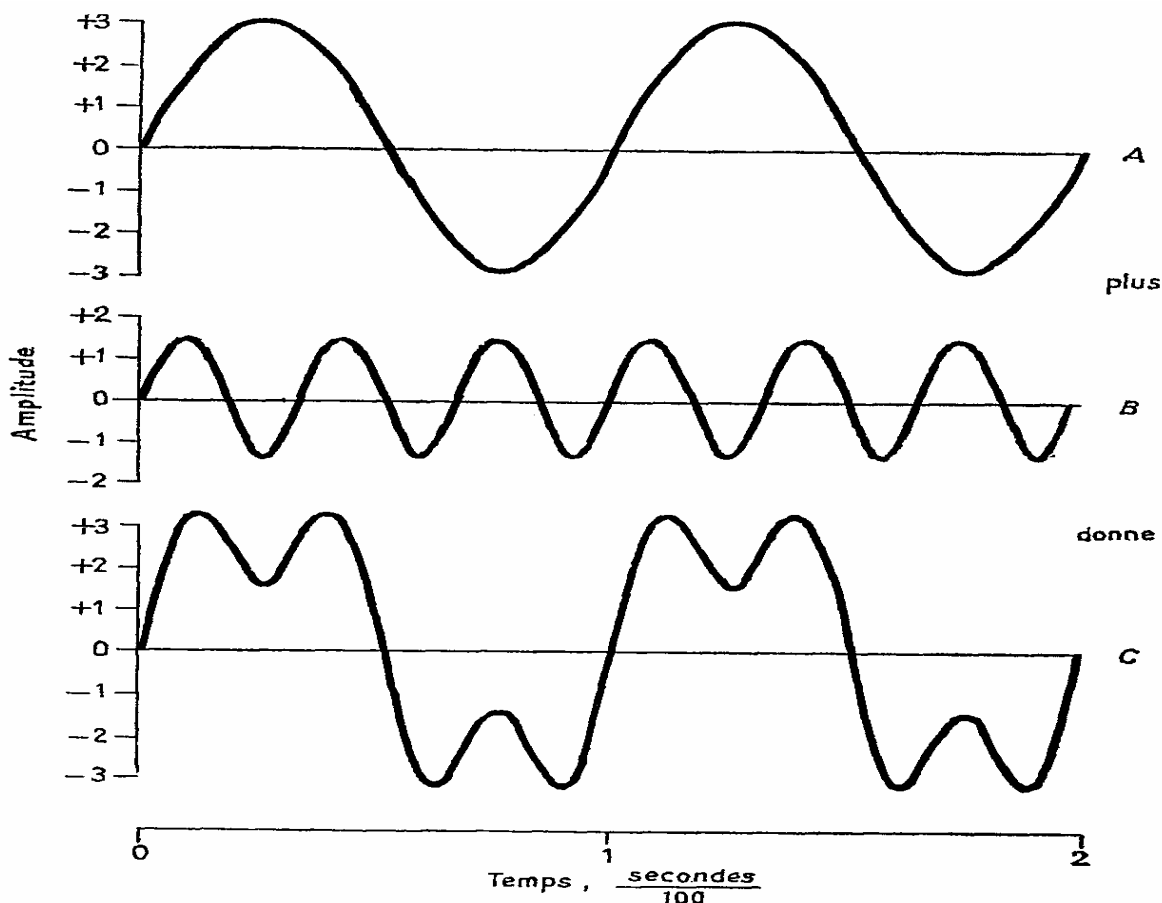


Fig. 37. — Superposition de vibrations : une plus lente (A) et une plus rapide (B) avec comme résultat une courbe composée (C). Supposons que A représente la variation de pression due à l'onde émanant d'un premier diapason au point de la mesure, B celle de la deuxième au même point, et C l'effet de l'addition des deux. L'onde est une onde complexe. Toute onde qui n'est pas sinusoïdale est complexe, étant l'effet d'une combinaison d'ondes sinusoïdales.

- ◆ Application de la loi de composition : la résonance
  - Lorsqu'une onde (complexe) rencontre un corps vibrant (propriétés intrinsèques de vibration) → vibration composée
  - Renforcement des fréquences identiques/ filtrages des fréquences de non résonance. Maintien de F0
    - Source + résonateur = couleur /timbre
  
- ◆ Généralisation finale : le théorème de Fourier
  - Toute onde périodique complexe peut être analysée comme la composition d'ondes sinusoïdales simples. Le ton propre (fondamental) est l'onde de plus basse fréquence de ce complexe
  - Dans une vibration libre ou contrainte, la vibration de chacune des parties s'ajoute à la vibration du tout : la moitié vibre 2 fois plus vite que le tout etc.. → harmoniques = entiers multiples du fondamental
  - Une corde : fondamental (F0) facteur commun le plus bas de toutes les harmoniques + harmoniques régulières  
F0 150~ → H1 300~, H2 450~, H3 600, H4 750~ etc..
  - Hauteur musicale FO (la 440~)/ couleur = harmoniques dominantes (audibles)
  
- ◆ Les sons apériodiques : analyse
  
- ◆ Les classes périodiques/ apériodiques, sons/ bruits, vocoïdes/ contoïdes, voyelles/ consonnes