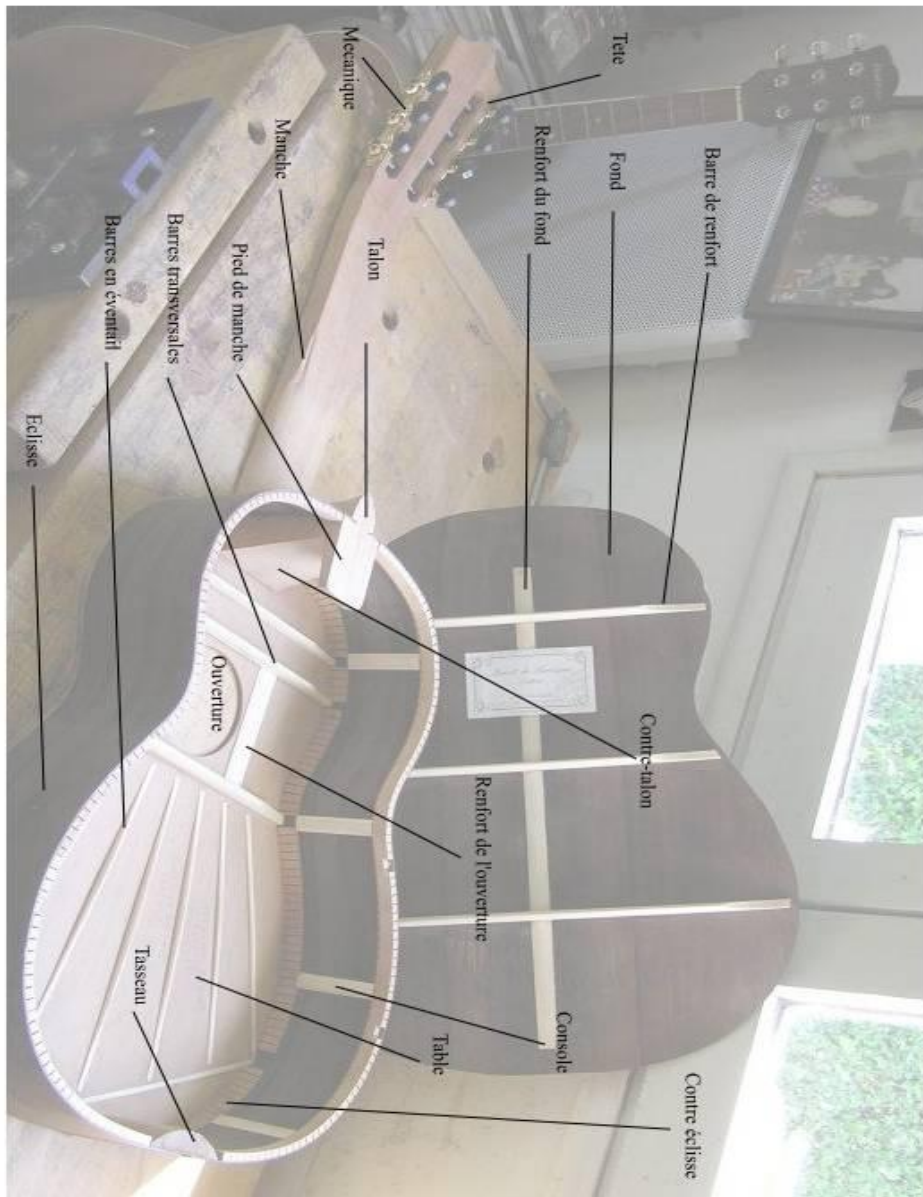


INTRODUCTION

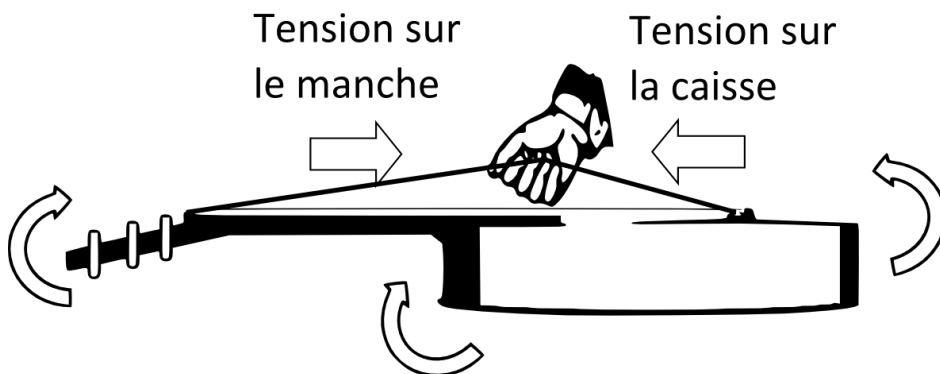
La guitare est constituée d'un ensemble d'éléments : la table, le fond, le manche, les éclisses, le chevalet, etc., assemblés l'un à l'autre. Chacun est partie intégrante de la rigidité et de la construction du son

- L'instrument sous tension
- Le mouvement
- La corde comme générateur de fréquence
- Le travail des résonateurs
- Le bois matière sonore

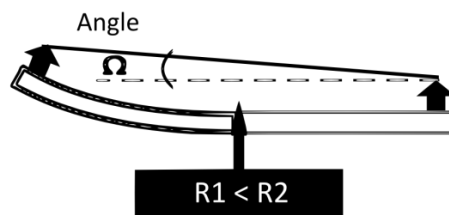
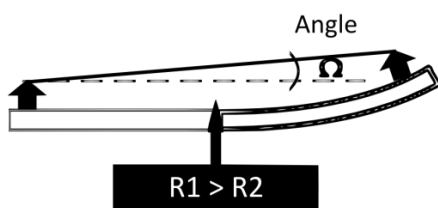
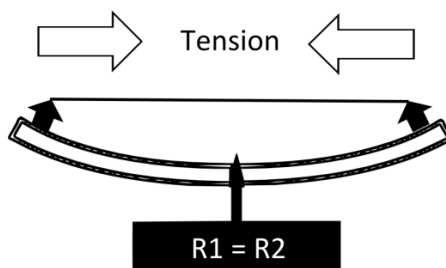
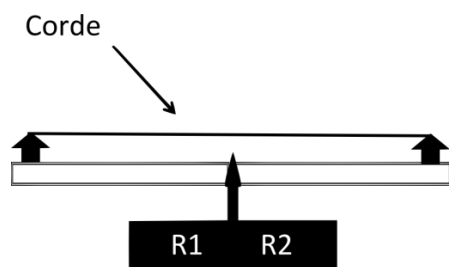
DESCRIPTIF DE LA GUITARE

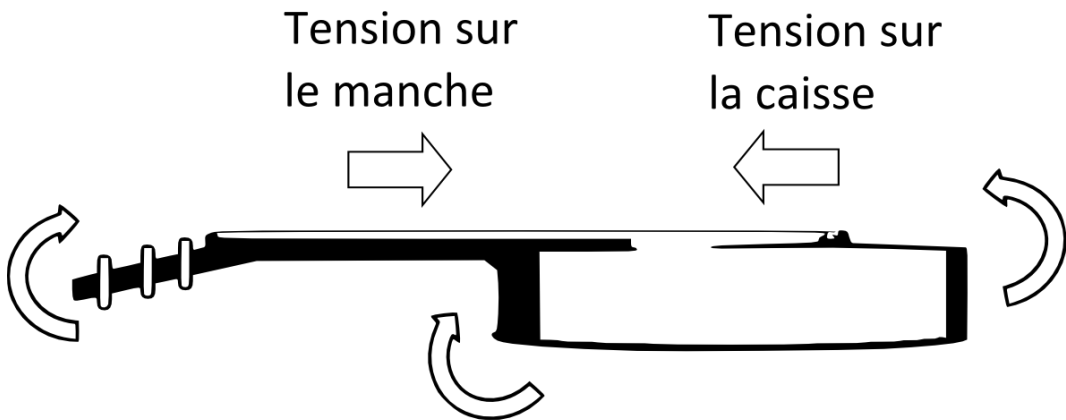


L'EQUILIBRE DES FORCES



« Un instrument mal équilibré est un instrument qui ne pourra pas pleinement exprimer ses capacités sonores »





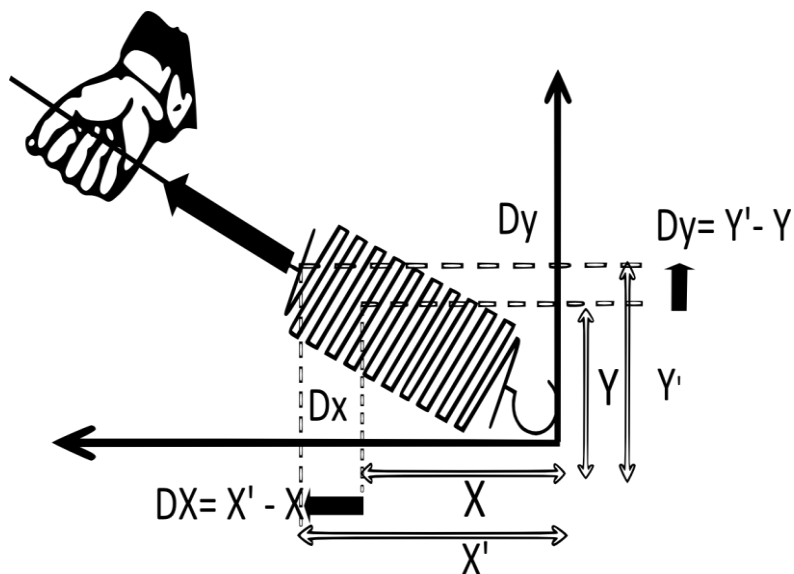
R1 Le manche

R2 La caisse

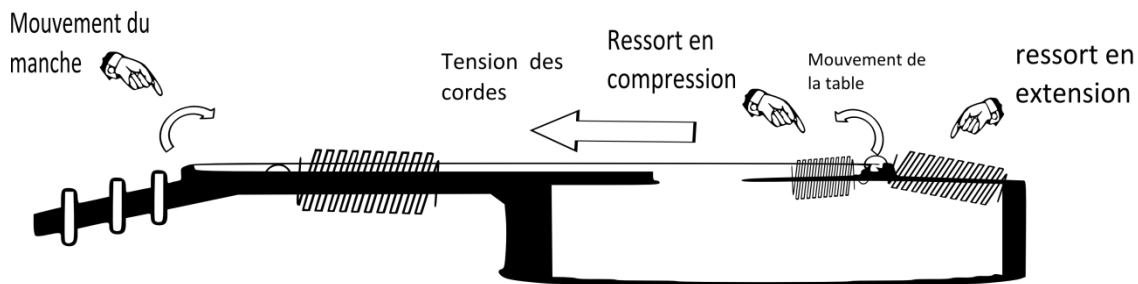
1.1 LE TRAVAIL DES FORCES

Cette vision de l'équilibre de l'instrument reste très simplifiée. Étudions donc, plus en détail, les réactions sur notre caisse et notre manche. Pour cela, nous allons introduire la notion de « force », afin de pouvoir représenter, simplement, les tensions.

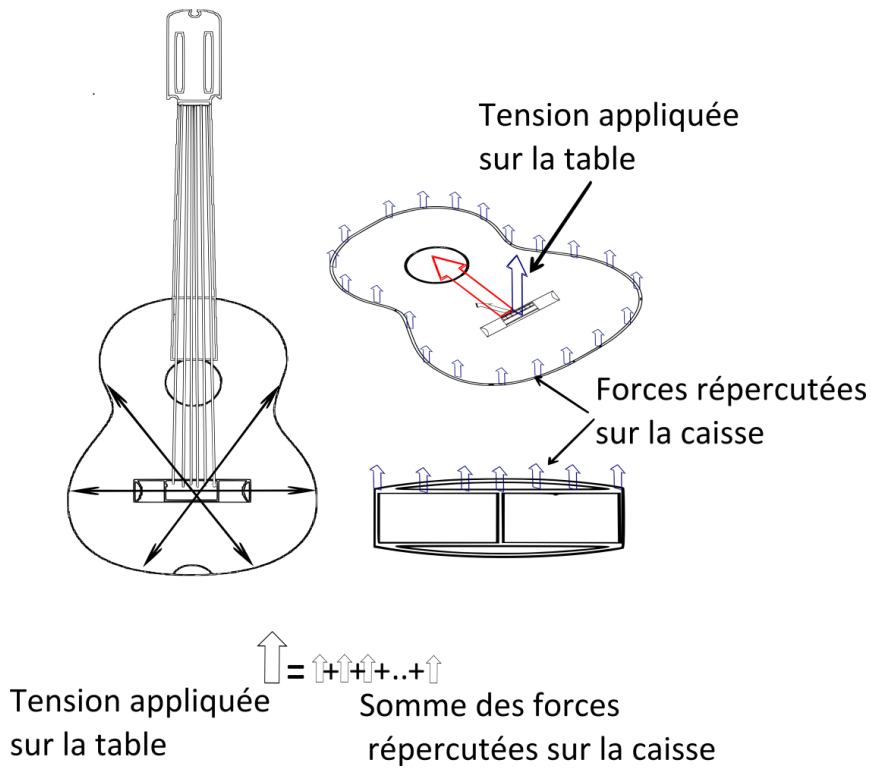
La force est communément représentée en physique par des « vecteurs ».



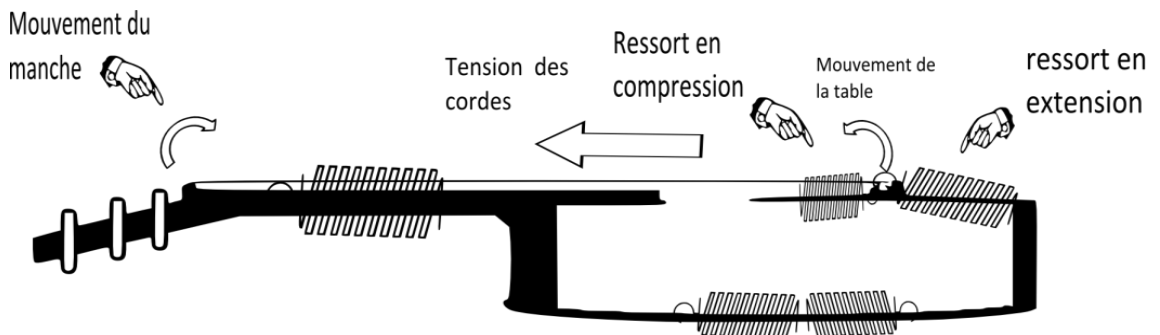
1.2 LES FORCES APPLIQUES SUR LA TABLE

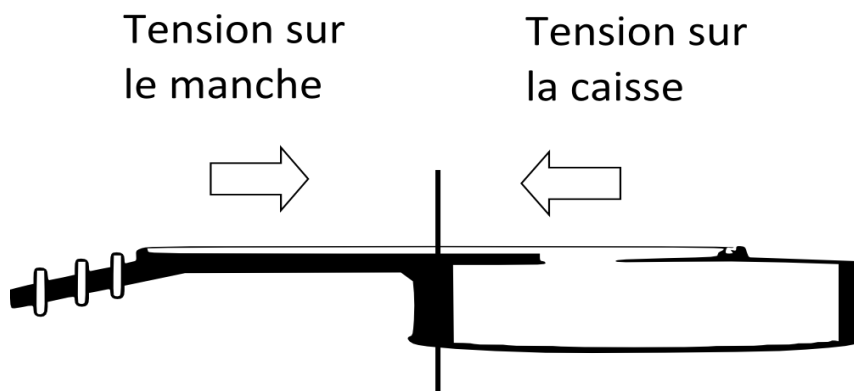
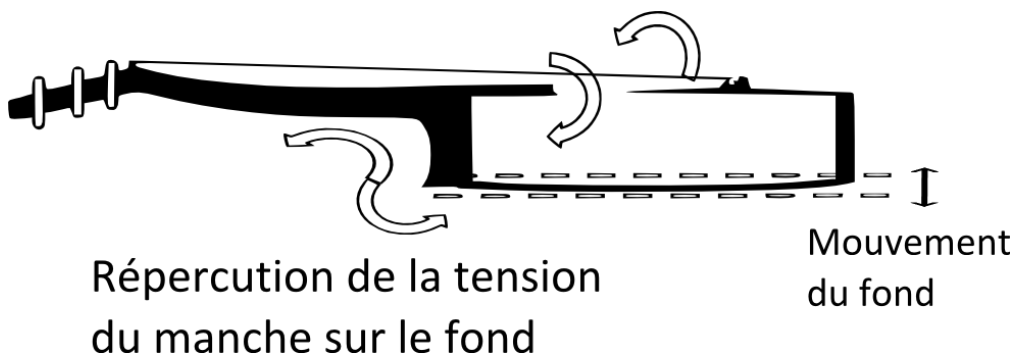


1.3 LES FORCES APPLIQUES SUR LES ECLISSES



1.4 L'ENSEMBLE DES FORCES APPLIQUÉES SUR L'INSTRUMENT

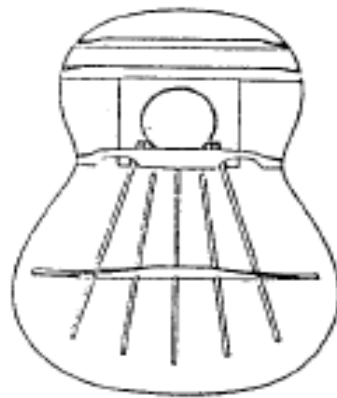




notera $\sum \vec{F} = \vec{0}$



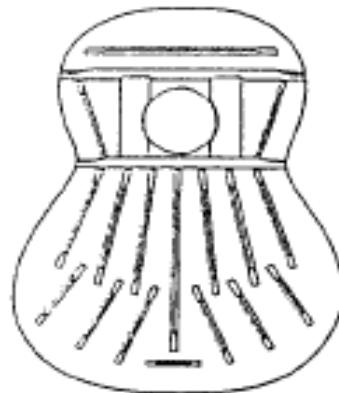
Traditionnel



Bouchet



Transverse



Sloane

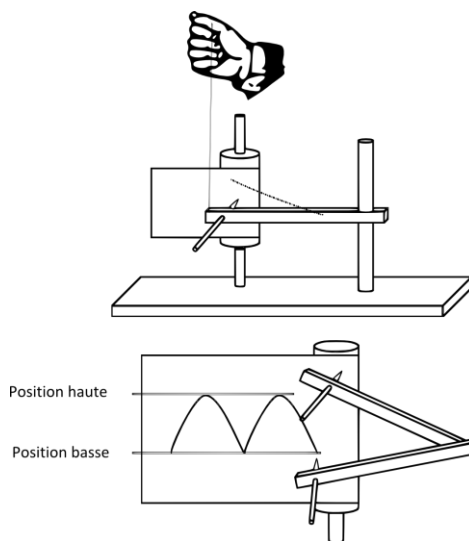
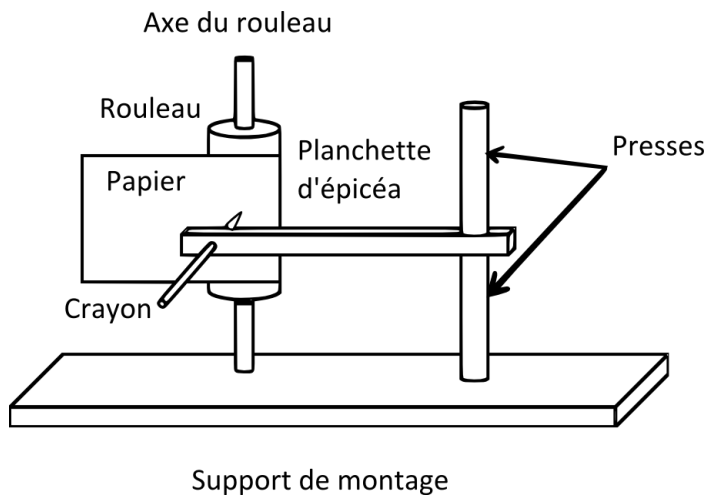
LE MOUVEMENT

«Seul un système qui vibre mécaniquement peut émettre un son».

1.5 LA BAGUETTE

. Le mouvement PÉRIODIQUE SINUSOÏDAL amorti

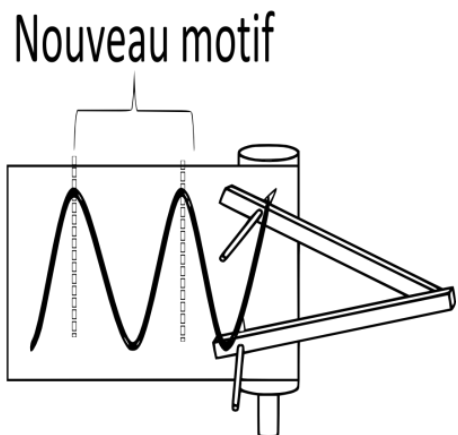
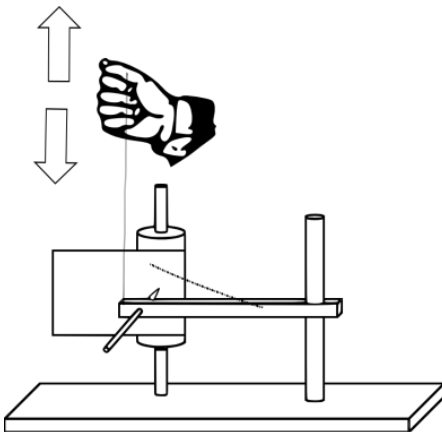
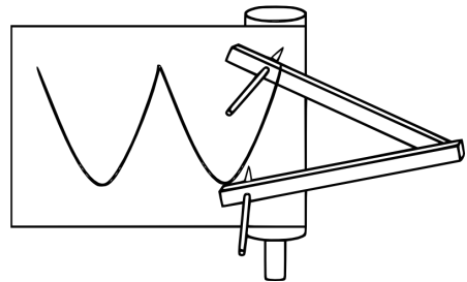
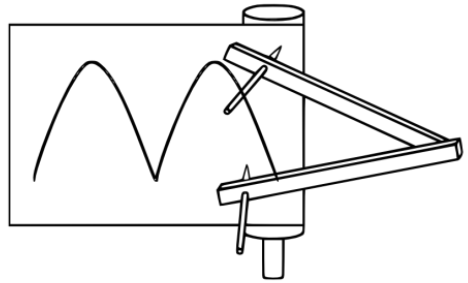
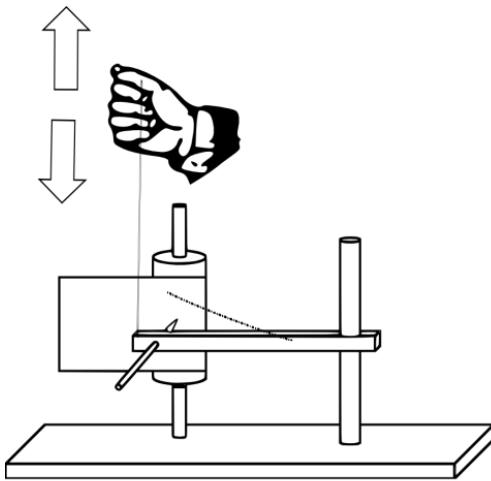
LA PÉRIODE



$$F = \frac{1}{T} \text{ ou bien } T = \frac{1}{F}$$

F est la fréquence (en Hertz) et T la période (en seconde)

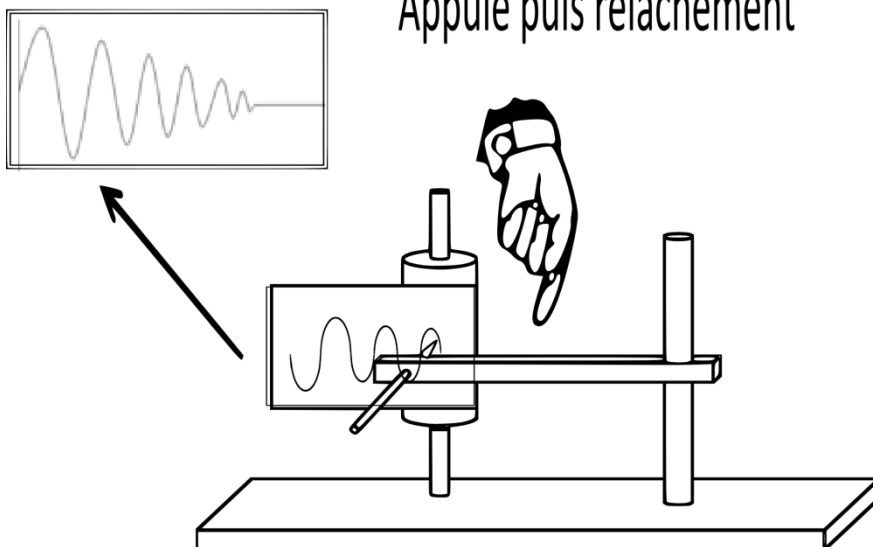
Si maintenant, au lieu de déplacer notre cordelette vers le haut, nous la tirons vers le bas avec la même amplitude et la même fréquence, qu'observerait-on ?



Remarque : Puisque l'on réalise deux déplacements, il nous faut deux fois plus de temps pour réaliser une période (qui correspond à notre nouveau motif) : puisque notre nouvelle période est doublée, la nouvelle fréquence est-elle, forcément, divisée par deux.

L'AMORTISSEMENT

Appuie puis relachement



L'ONDE

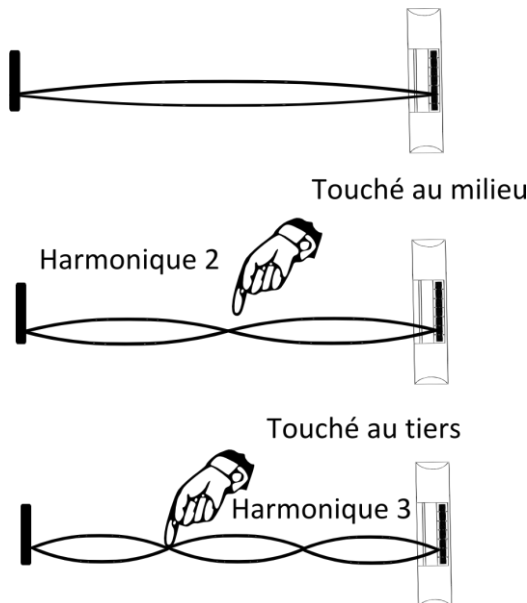
1.6 LE FONDAMENTAL ET SES HARMONIQUES

LES HARMONIQUES

Fourrier, célèbre mathématicien, à démontrer que n'importe qu'elle forme de fonctions périodiques, comme nos ondes stationnaires, pouvaient toujours se décomposer en une somme d'ondes simples sinusoïdales. Laissons vibrer une corde, puis à différents endroits sur sa longueur, posons notre doigt :

Effleurons, par exemple, la corde à différents endroits sur sa longueur et observons son mouvement.

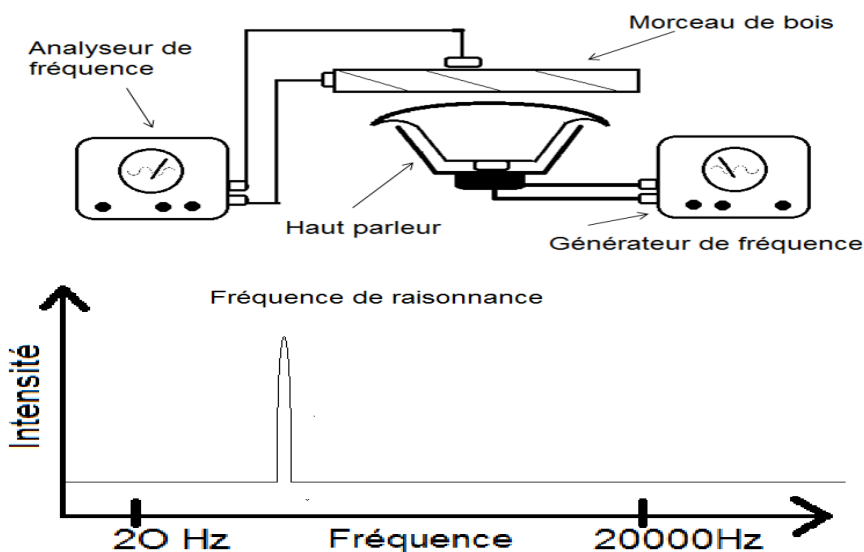
En son centre, la corde se divise en deux faisceaux de longueurs identiques. Si l'on pince maintenant au tiers de sa longueur on obtient cette fois trois fuseaux en mouvement et ainsi de suite selon le point de contact.



LE TIMBRE

Cette notion d'harmonique est très importante puisqu'elle caractérise le timbre de notre corde, mais chacun de nos résonateurs possédant les siennes, également celui de l'instrument. Prenons une corde de guitare accordée en LA, c'est-à-dire vibrante à une fréquence de 440Hz. Bloquons-la à ses extrémités et pinçons-la. Que se passe-t-il ?

LA FRÉQUENCE DE RESONANCE



LES MODES

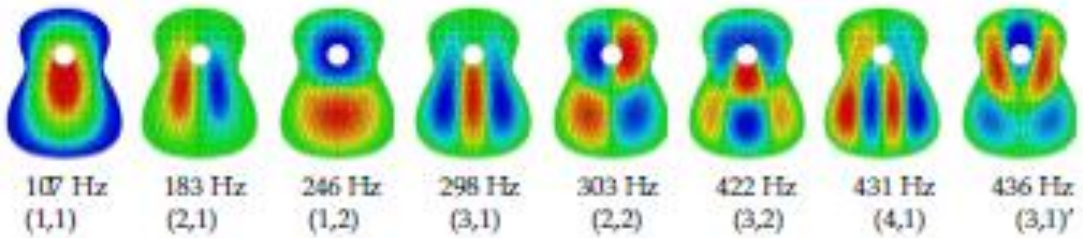
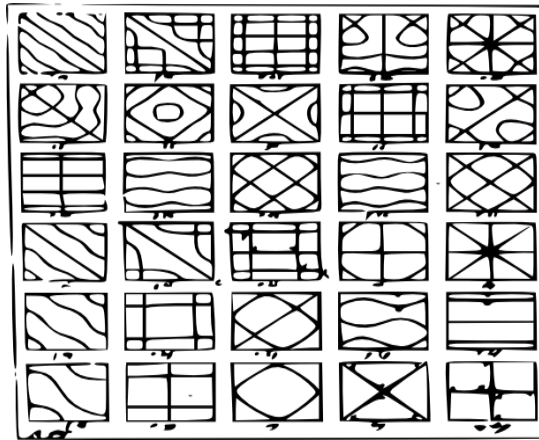


Table homogène orthotrope

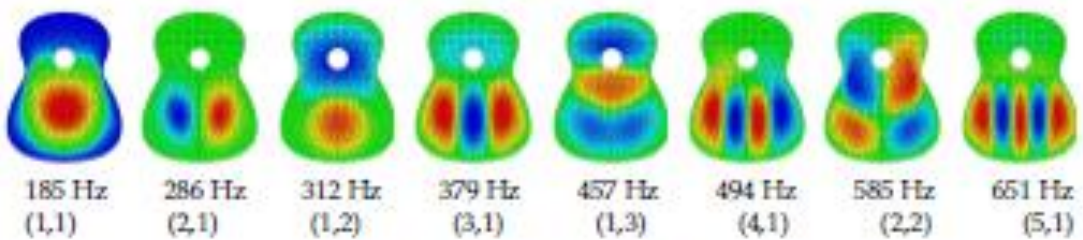
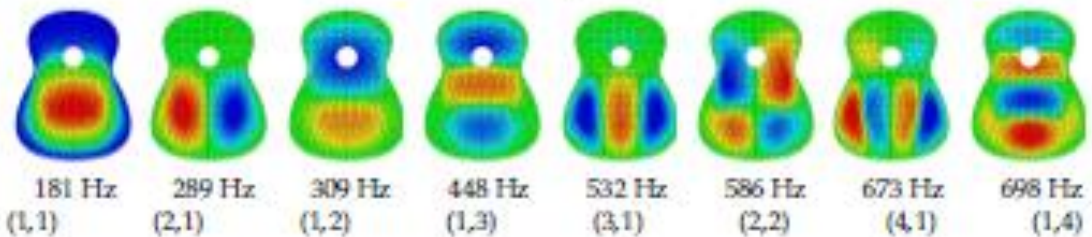


Table avec raidisseurs, sans cheville



LA PHASE DE CAISSE

Il est commun de découper notre spectre audible en huit bandes :

Les basses entre 50 et 200 Hz
Le grave entre 200 et 400 Hz
Le bas médium entre 400 et 800 Hz
Le médium entre 800 et 1200 Hz
Le haut médium entre 1200 et 1800 Hz
L'aigu entre 1800 Hz et 3000 Hz
Le suraigu entre 3000 et 6000 Hz
Le strident entre 15000 Hz et 20000 Hz

1.7 LA « POUTRE LIBRE »

Au bas du spectre avant une centaine d'hertz, l'instrument a le même comportement qu'un drapeau flottant au vent, on dit également comme une poutre libre. L'analogie peut paraître surprenante, mais la déformation est semblable bien que d'amplitudes soit dans notre cas très faible.



1.8 LE TRAVAIL EN PHASE

A l'étape suivante, c'est-à-dire après une centaine d'Hertz, mais toujours dans les basses fréquences, la table et le fond ont des mouvements identiques.

Ils « montent » et « descendent » en même temps. Le manche est lui très sollicité avec des mouvements d'amplitudes significatives.



1.9 LE TRAVAIL EN OPPOSITION DE PHASE

Ce travail se produit plusieurs fois et à des fréquences assez proches, Aux basses fréquences, il impacte fortement sur la projection sonore. Les amplitudes de la table et du fond sont alors importantes et quasi identiques. L'air est alternativement « aspiré » par la caisse puis expulsé. Il se passe la même chose lorsque vous respirez : les parois de vos poumons se contractent quand vous inspirez et se relâchent quand vous expirez.



Le manche subit à nouveau des déformations. Cela démontre encore son rôle important dans le bas du spectre.

Quand on arrive dans le grave, l'amplitude de mouvement de la table permet de garder l'air en phase avec elle. Le mouvement du fond se décale (phase) et son amplitude diminue. La puissance sonore diminue et le manche subit à nouveau de fortes tensions.

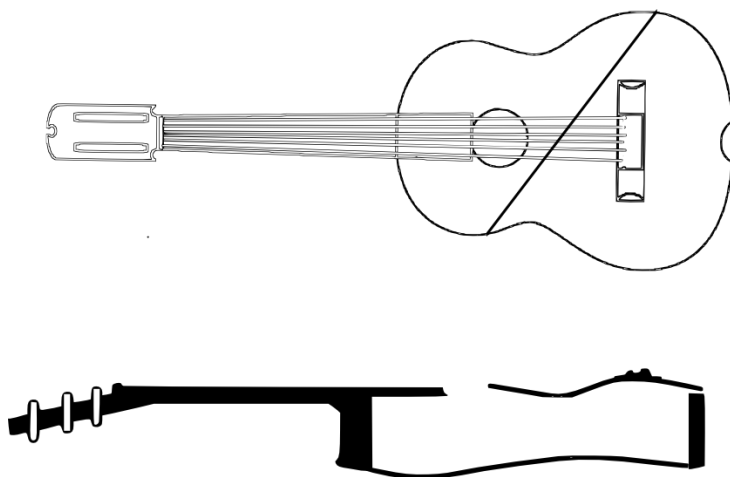
Quand les fréquences augmentent légèrement, généralement quelques hertz, on retrouve la même situation que précédemment, mais l'amplitude la table n'est plus suffisante pour garder l'air en phase.

Par la suite, vers le bas médium, on retrouve notre travail en opposition de phase. L'air entre à nouveau dans la caisse, mais cette fois, c'est le fond qui a une amplitude supérieure à la table.



L'inspiration est plus importante que l'expiration. Le fond « pompant » plus, l'air a tendance à tourner dans la caisse. C'est une caractéristique sonore que l'on retrouve parfois sur certains instruments, que l'on décrit comme « l'effet tonneau ». Le manche lui, subit encore des déformations, mais bien moindres.

Ensuite l'inverse se produit. La table retrouve une plus forte amplitude par rapport au fond, l'air est aspiré par la caisse. Plusieurs ventres tentent de s'installer et la table subit des torsions suivant une ligne de part en part des éclisses.

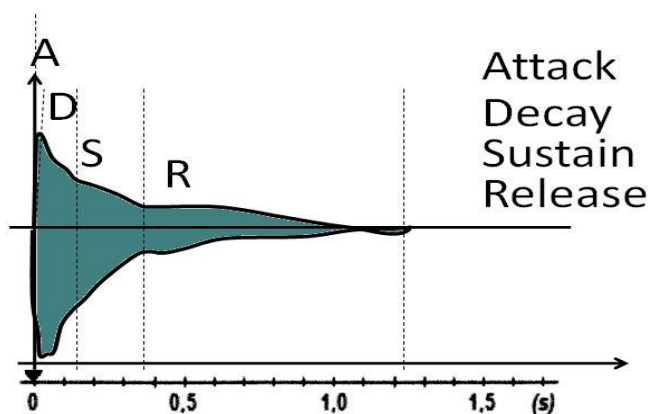


1.10 LE DÉCALAGE DE PHASE

Il s'agit là d'un travail indépendant avec de nombreux modes qui s'installent, chacun « réagissant » à sa manière. Pour chacun de ces mouvements, l'amplitude de déplacement peut être différente.

1.11 L'ENVELOPPE SONORE

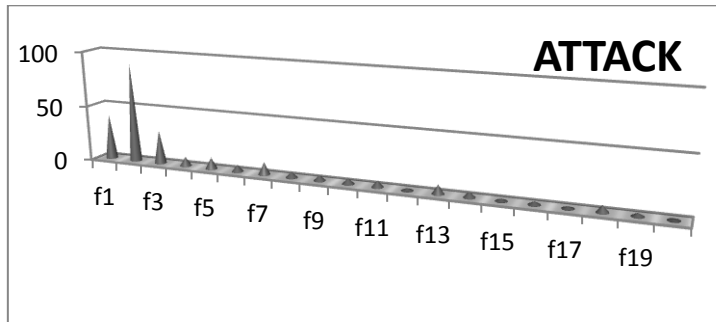
Le comportement de nos résonateurs régit donc le mouvement d'ensemble de l'instrument. On peut donc directement visualiser son impact sur la forme même d'une onde sonore.



Sur cette représentation, on voit, très clairement, que notre note, entre son émission et son extinction, n'a pas la même forme. On va distinguer quatre « étapes » dans sa construction qui correspondent, chacune, à un comportement différent des mouvements de l'instrument.

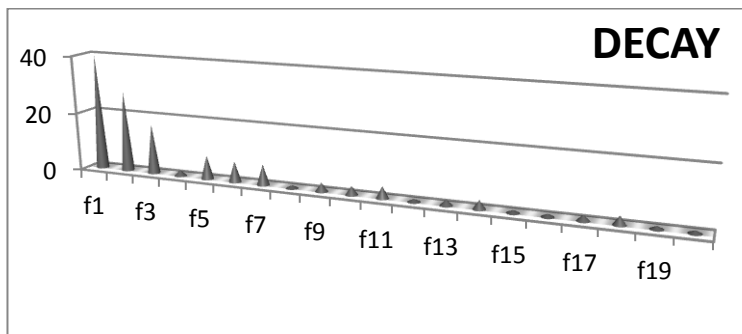
L'ATTACK

C'est la mise en vibration rapide de l'instrument au lâché de la corde. L'harmonique de rang 2 est bien présente, elle caractérise, rappelons-le, notre vibration d'octave ou le côté « percussif » de la note.



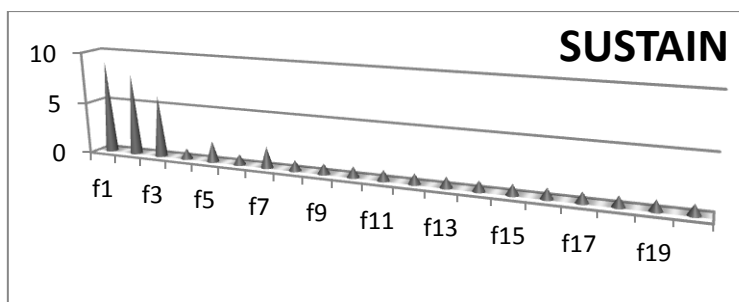
LE DECAY

Ce sera la réponse réactive de l'instrument à l'impulsion de l'attaque. Les modes commencent à s'installer, l'amplitude du signal commence déjà à diminuer.



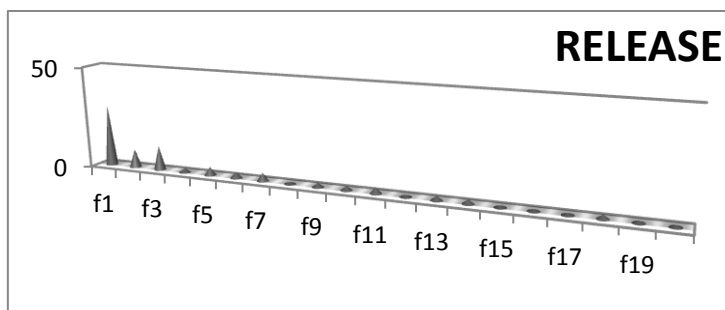
LE SUSTAIN

C'est l'entretien des vibrations de la corde au travers de l'instrument. Les modes se sont installés et bien qu'ils consomment une bonne partie de l'énergie rayonnée, l'amplitude diminue faiblement sur toute cette période. Le fondamental prédomine, l'harmonique reprend une place importante, et de nombreuses harmoniques perdurent encore.



LE RELEASE

Il correspond à la lente extinction du son due aux divers frottements internes de l'instrument. L'amplitude de toutes les composantes du son décroît: L'énergie se dissipe jusqu'à disparaître complètement.



LES TRANSITOIRES D'ATTAQUES ET D'EXTINCTIONS

Elles constituent la tête et la queue de notre enveloppe. Il s'agit d'une série d'harmoniques brèves, mais très caractéristiques du jeu du musicien. Elles diffèrent si l'on utilise ses doigts, un médiator ou bien un bottle-neck. Ce sont généralement des multiples décimaux, donc des « bruits » qui s'ajoutent aux harmoniques de l'instrument. Elles nous permettent facilement de reconnaître, à l'oreille, le « touché » ou la technique du guitariste. Bien que d'une durée minime par rapport à la durée de la note, elles sont très importantes ! A titre d'exemple si vous les enlevez aux notes jouées sur un violon, vous ne reconnaissez plus l'instrument...

LE BOIS



Feuillus



Cyprès

Le Bois

-On utilise plus grande variété de bois :



ACAJOU



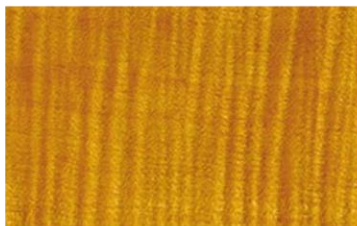
SIPO



SAPELLI



ALIZIER



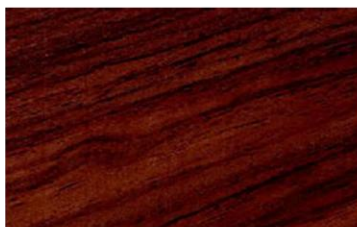
SYCOMORE ONDE



ERABLE



COCOBOLO



PALISSANDRE INDIEN



PALISSANDRE DE RIO



PALISSANDRE DE MADAGASCAR

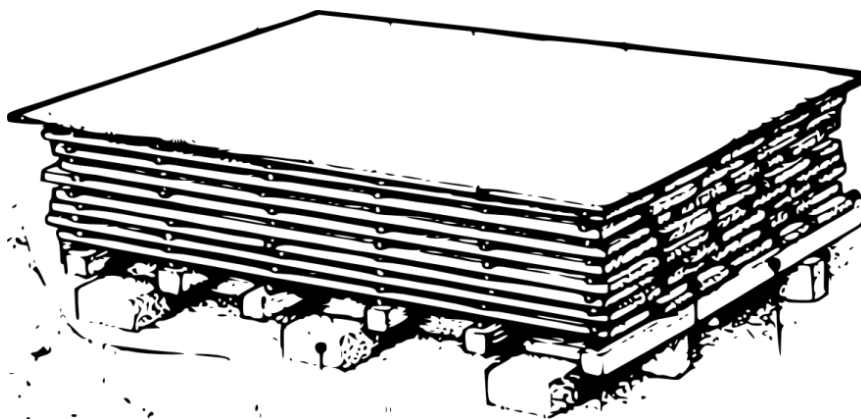


IMBUYA

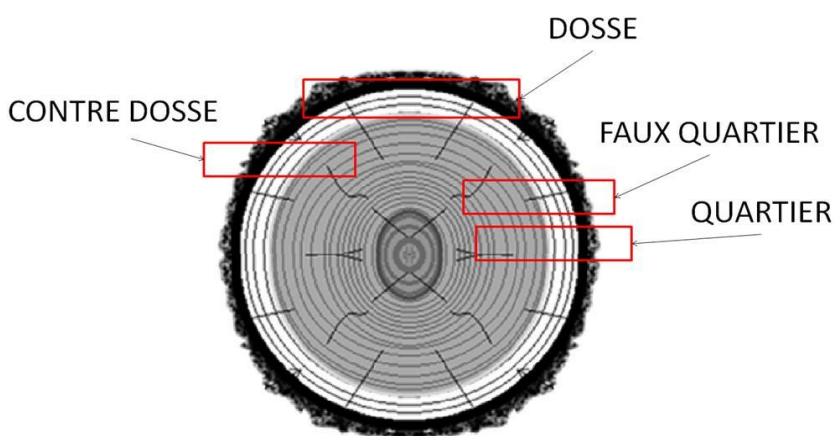


NOYER

LA TENEUR EN EAU



BOIS	HUMIDITÉ
Epicéa	120 à 150%
Erable	80 à 90%
Noyer	70%
Acajou	60%
Ebène	25%

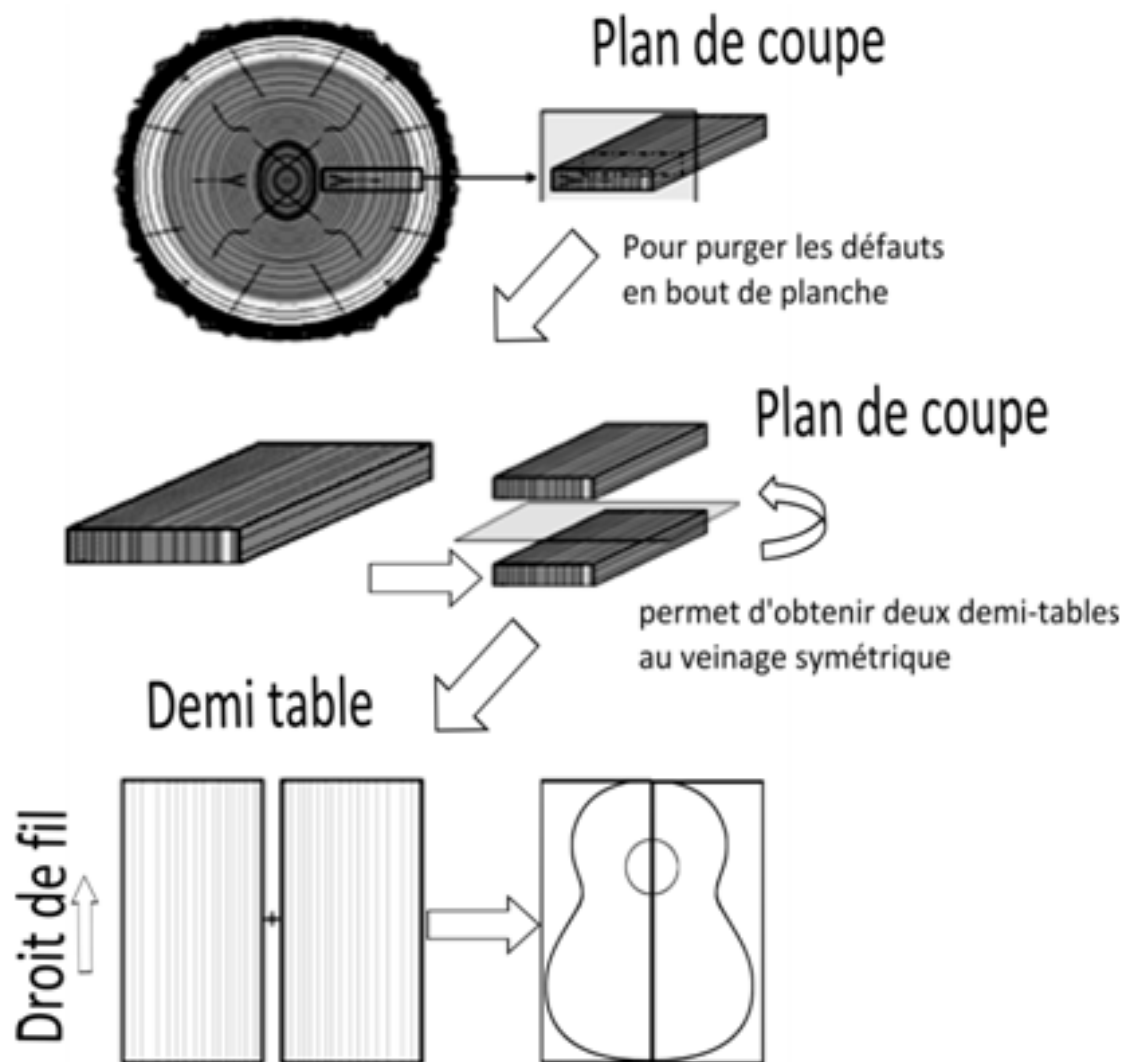


Sur dosse Sur quartier Sur faux quartier

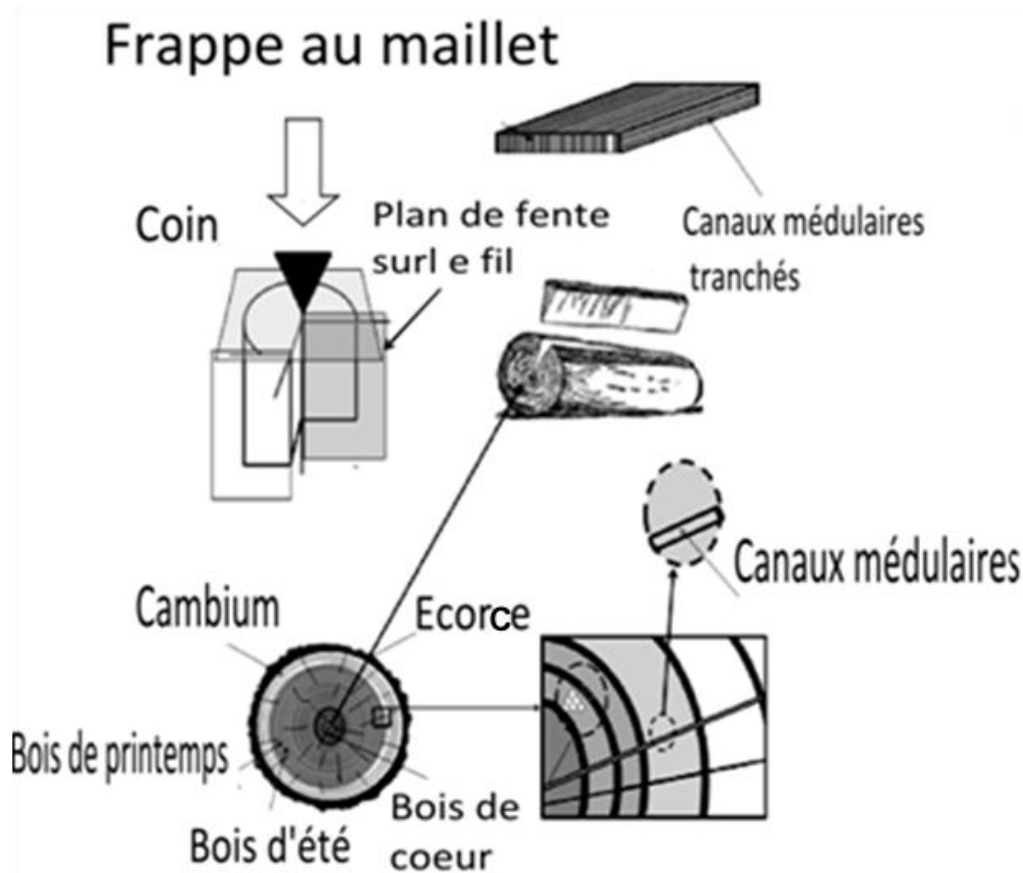


1.11.1.1

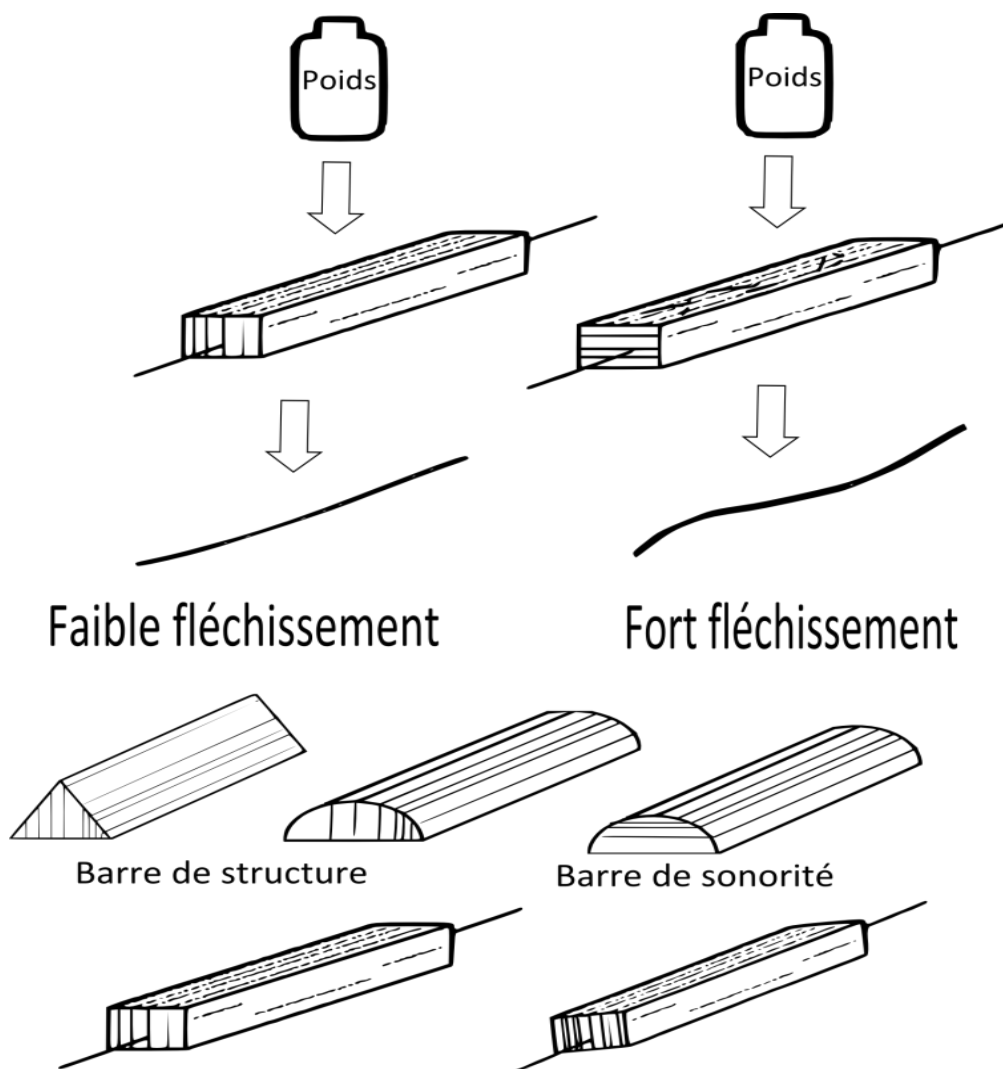
LA COUPE



LE SENS DU FIL



L'ORIENTATION DU FIL



Plus le nombre de cerne est important
sur une même section, plus la résistance
est élevée

LA DENSITÉ

Il existe des bois lourds, légers, tendres ou durs. Pour caractériser ces notions, on parle de la « densité » du bois.

Elle représente le rapport de sa masse volumique, c'est-à-dire la masse pour $1m^3$ de matière comparée à la masse volumique de l'eau.

$$d = \frac{d_{\text{bois}}(kg / m^3)}{d_{\text{eau}}(kg / m^3)}$$

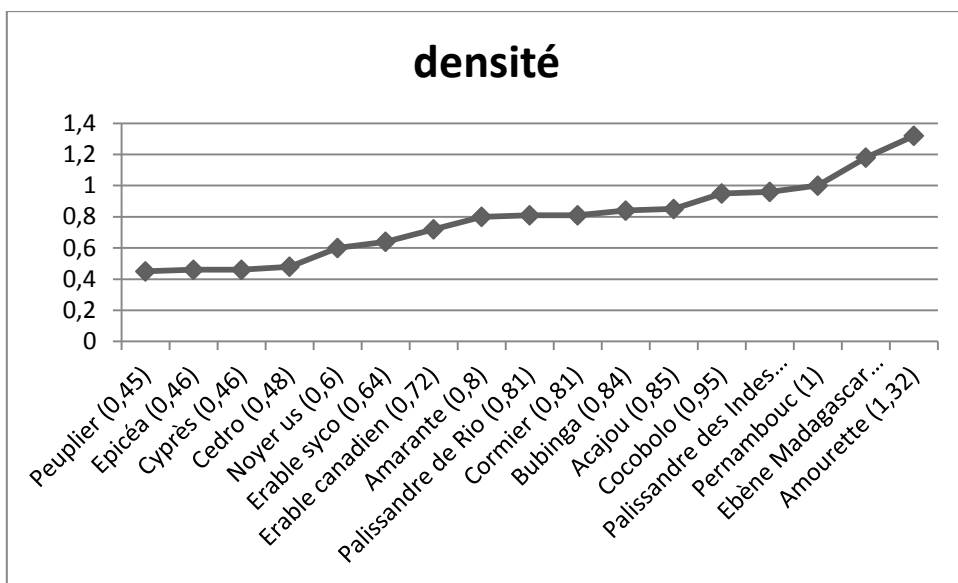
$$d = \frac{500kg / m^3}{1000kg / m^3} = 0,5$$

Gardons comme exemple l'épicéa dont la masse avoisine les 500kg pour $1m^3$. Sa densité sera, d'après la formule précédente de 0,5.

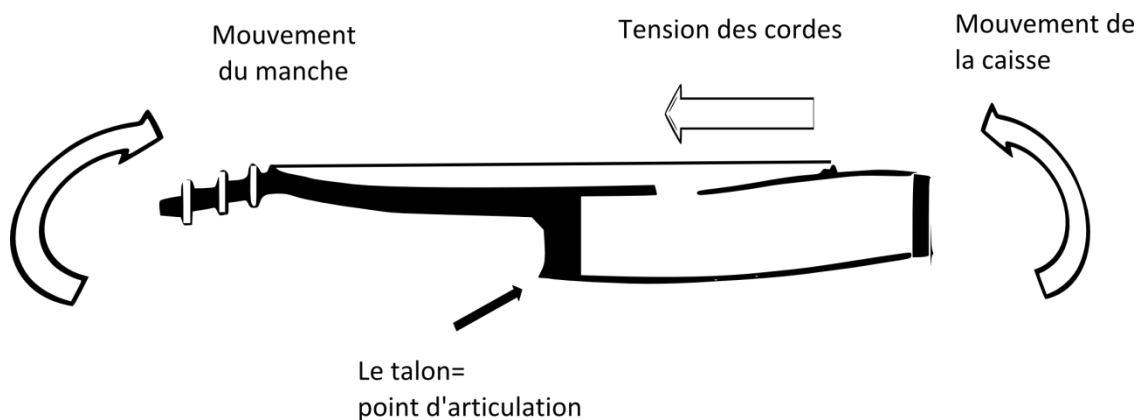
On peut donc classer les bois selon une échelle représentative de bois allant de « très léger et tendre » au « très lourd et dur ».

Bois très lourds et très durs	0,85
Bois lourds et durs	0,70 - 0,85
Bois mi-lourds et mi-durs	0,56 - 0,70
Bois légers et tendres	0,45 - 0,55
Bois très légers et très tendres	0,45

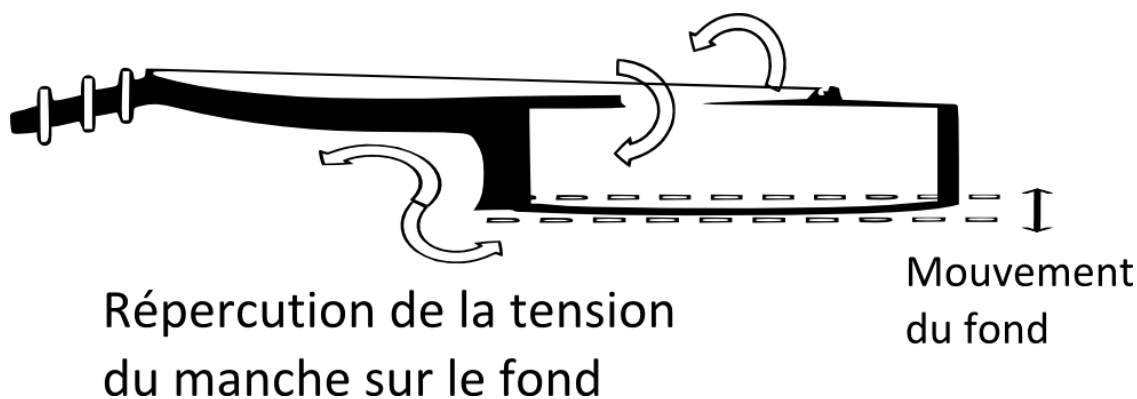
Dans le tableau suivant, vous trouverez les différentes densités, minimums et maximums, par ordre alphabétique, pour les principaux bois.



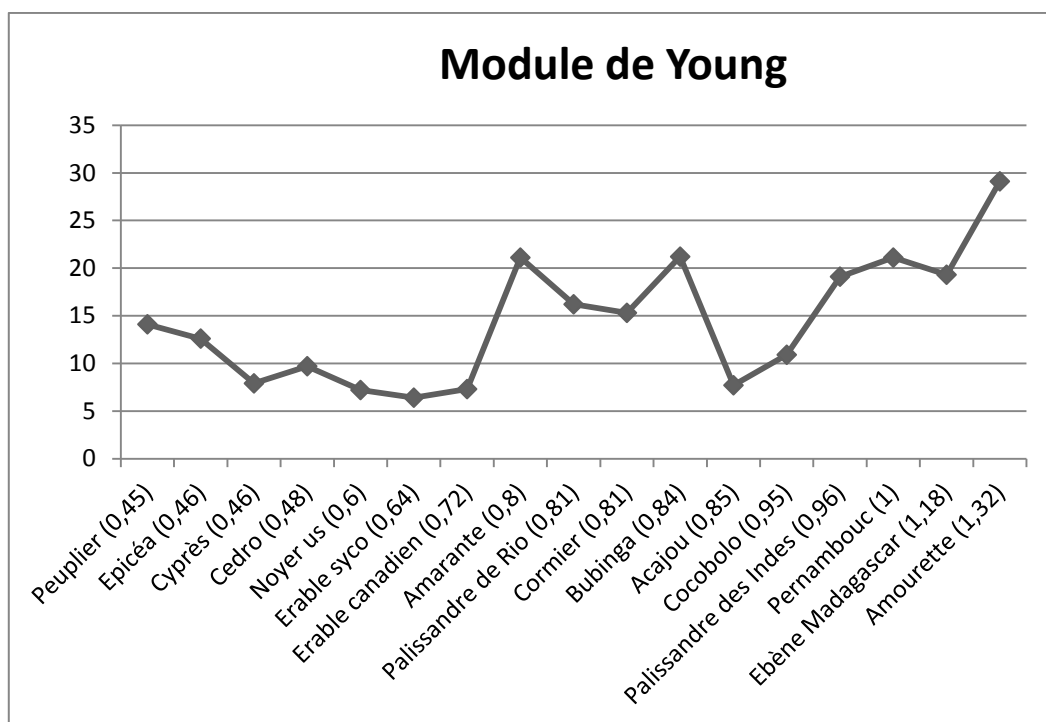
LA FLEXIBILITÉ



Nous avons déjà vu, dans la première partie, qu'on lui donnait une forme bombée. Aux basses fréquences, le manche communique son mouvement, et le fond travaille d'avant en arrière avec un effet de pompe. Un bois souple permettra de plus amples mouvements du fond. Plus rigide, il les limitera.



Le tableau ci-dessus donne sa valeur pour nos différents bois.



1.12 LE BOIS DU POINT DE VUE « ACOUSTIQUE »

- qu'un bois doit avoir séché naturellement longtemps avant de l'exploiter.

- qu'un instrument doit être joué plusieurs semaines avant d'exprimer pleinement ses possibilités

- qu'il y a « bois » et « bois de résonance ».

Enfin, entre deux bois d'une même espèce, le bois le plus coloré sera le meilleur.

-Un bois doit avoir séché naturellement longtemps avant de l'exploiter.

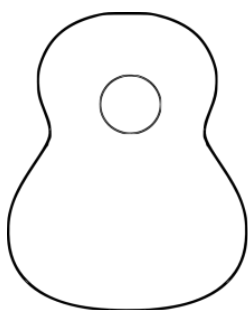
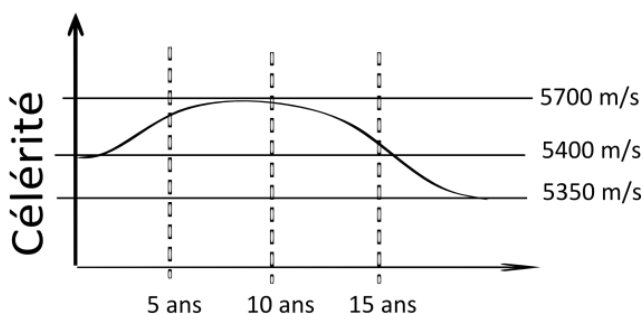
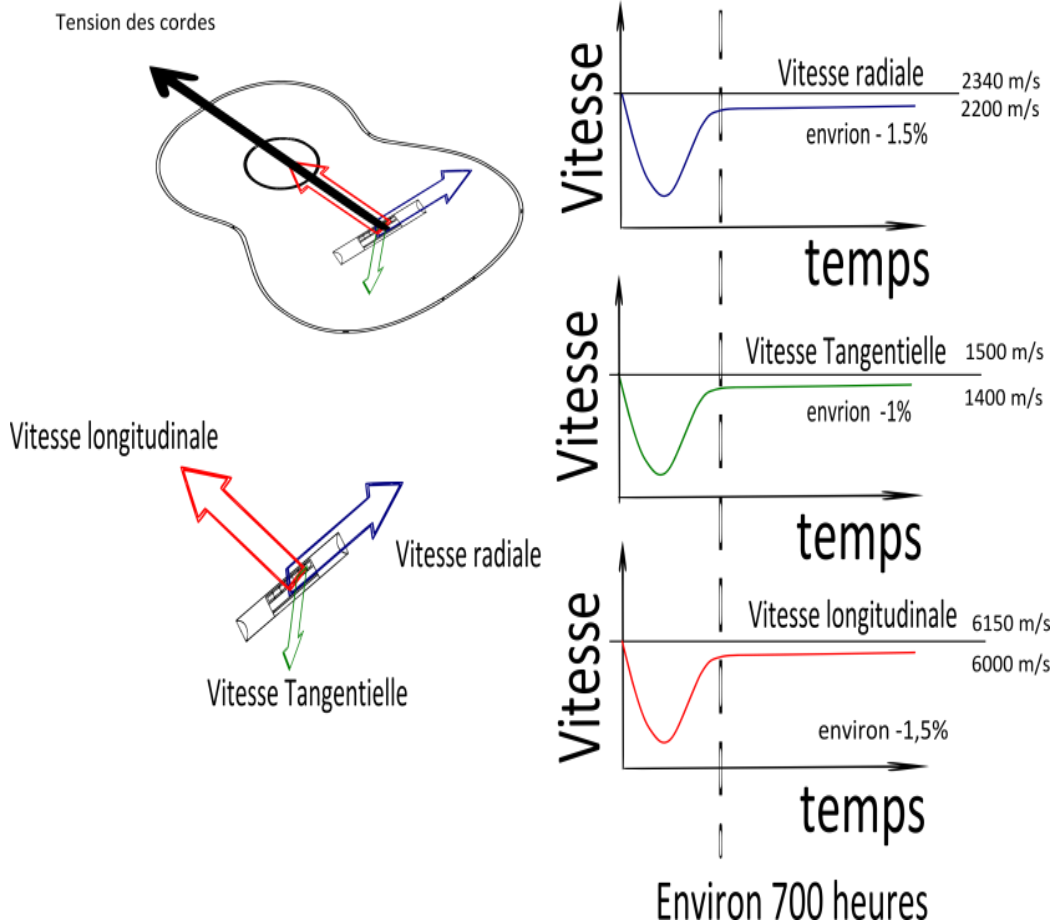


Table en épicéa

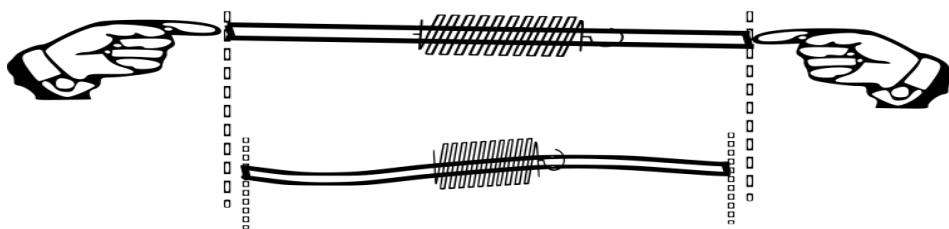


La célérité augmente et passe par un maximum vers 10 ans, pour diminuer ensuite.

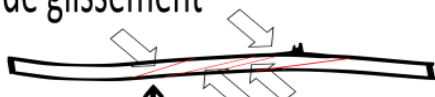
« Un instrument doit être joué plusieurs semaines avant d'exprimer pleinement ses possibilités »



Le flambage



Plans de glissement



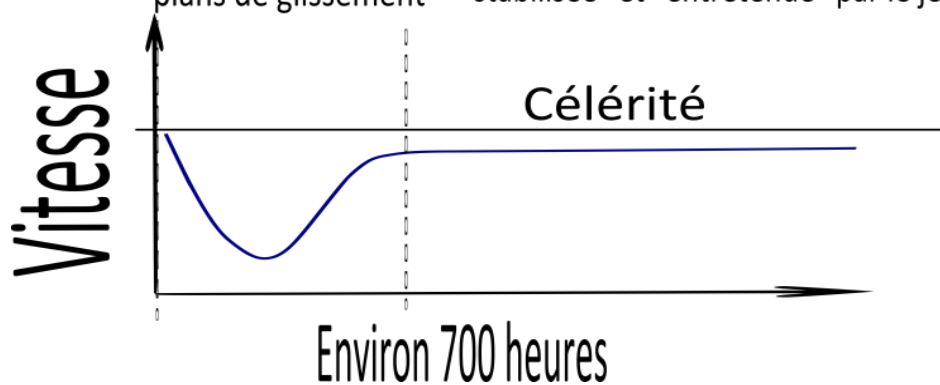
Table

Plans de glissement

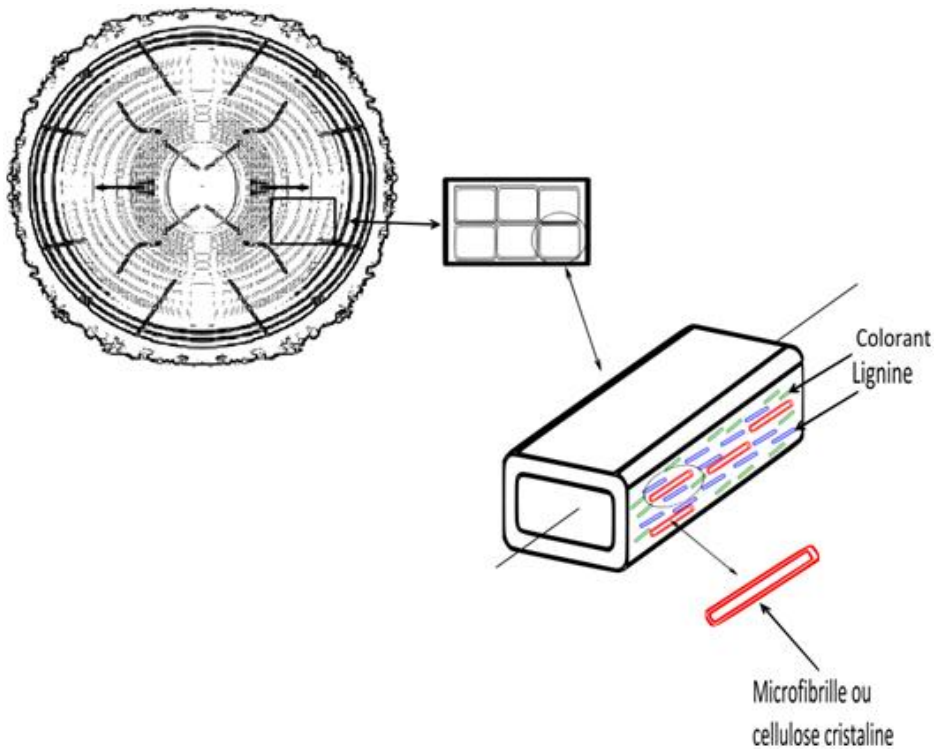


Apparition des
plans de glissement

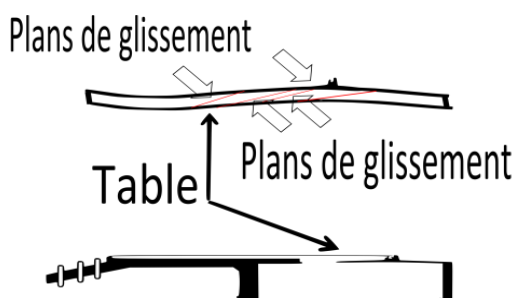
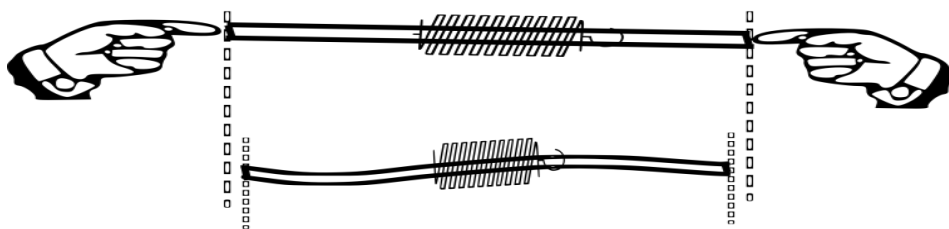
Structure de la matière
"stabilisée" et "entretenu" par le jeu du musicien



Il y a « bois » et « bois de résonance »

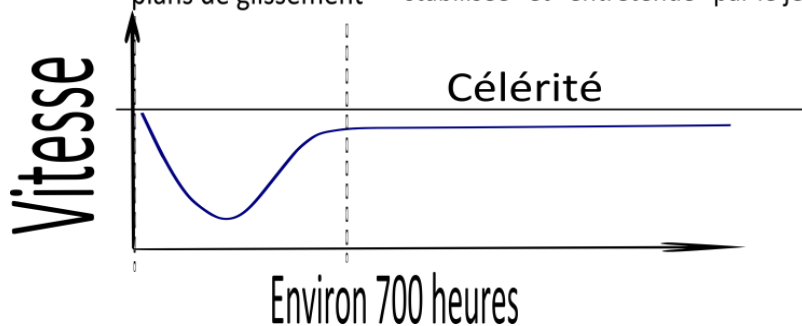


Le flambage

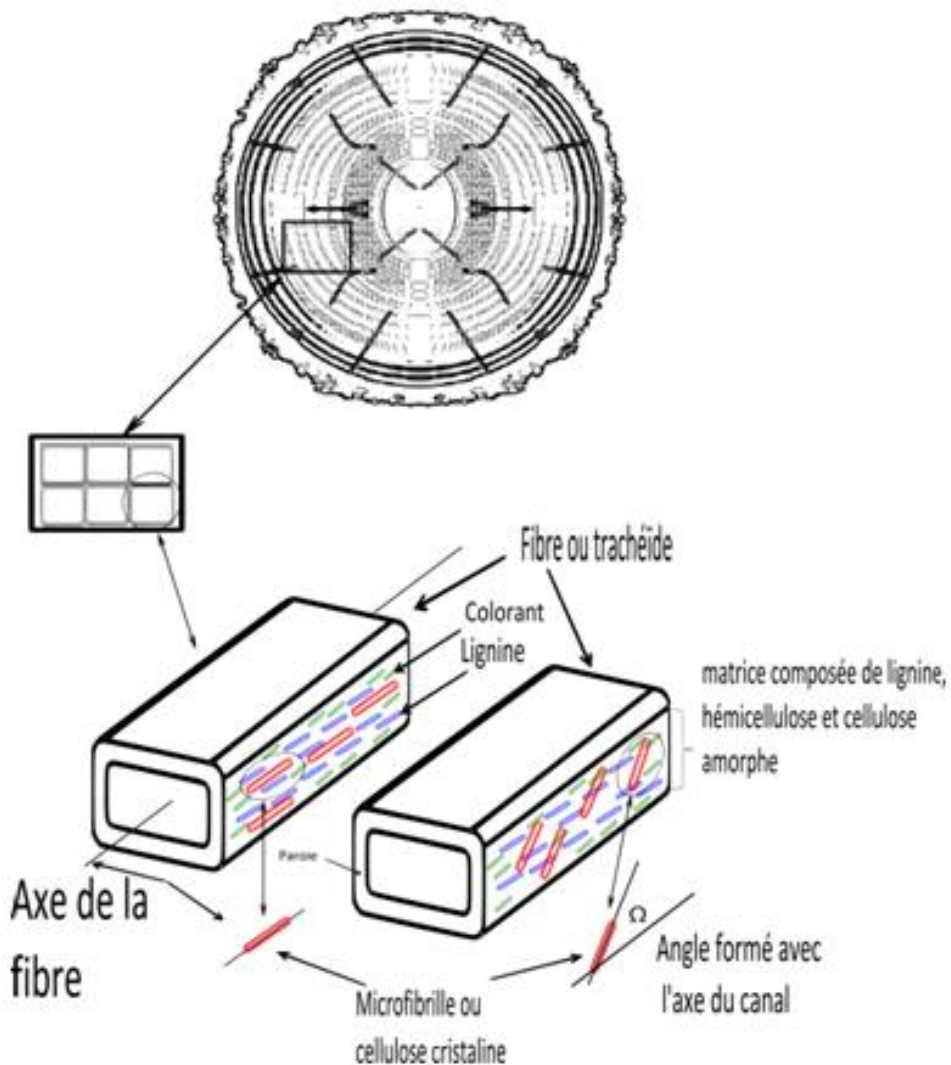


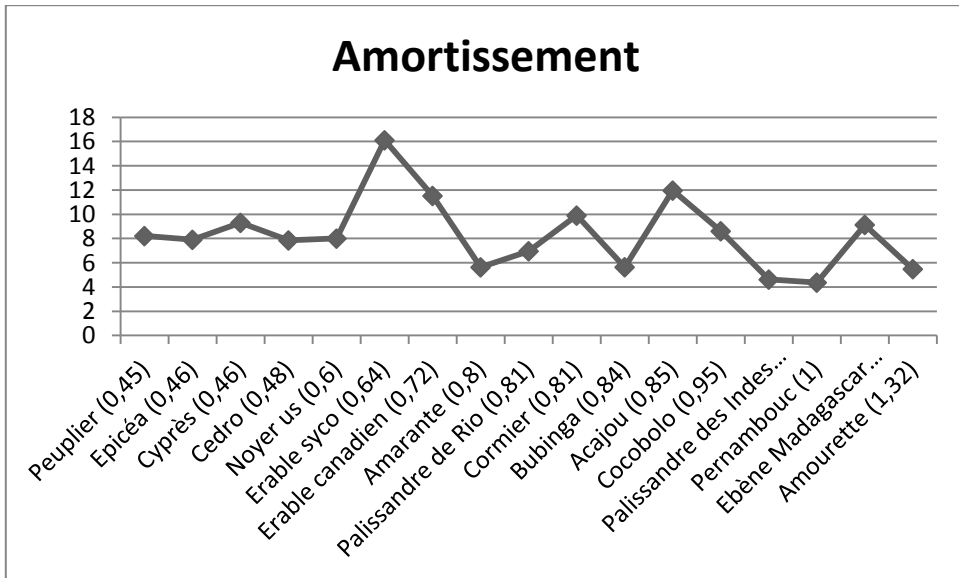
Apparition des
plans de glissement

Structure de la matière
"stabilisée" et "entretenu" par le jeu du musicien



« Entre deux bois d'une même espèce, le bois le plus coloré sera le meilleur »





On remarque que la valeur la plus élevée correspond aux

1.13 LES CRITÈRES DE SÉLECTION DES DIFFÉRENTS BOIS

Nous venons de caractériser le bois par:

- sa densité, qui représente sa masse pour un volume de 1 mètre cube.
- son module de Young, qui représente sa flexibilité
- son taux d'amortissement qui caractérise sa capacité absorber les vibrations.
- la célérité qui est la vitesse de propagation des ondes.

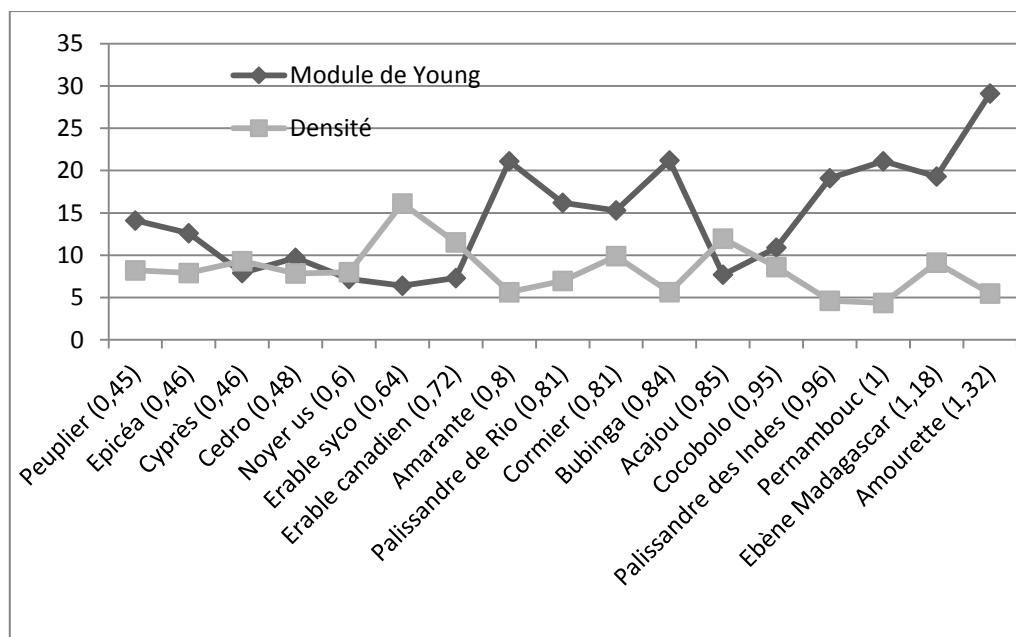
DENSITÉ, FLEXIBILITÉ ET AMORTISSEMENT

Intuitivement, on se dit qu'un bois rigide et dense ne doit pas vibrer correctement. Il faut tout de suite tordre le cou à cet a priori !

Sur le tableau suivant la courbe bleue, indique le module de Young, le rouge, valeur de l'amortissement. L'ordre des bois est fonction de leur densité, indiquée entre les parenthèses.

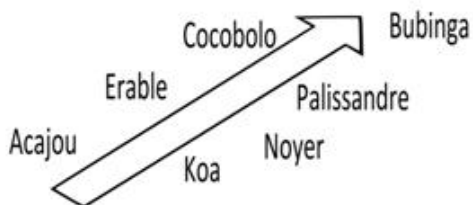
Les plus forts modules de Young concernent des bois denses. On trouve les palissandres, à l'exception du Cocobolo, l'Amarante, le Pernambouc et les Ébènes. Si l'on regarde leur valeur à l'amortissement, ils comptent parmi les plus faibles. Ce sont des bois colorés ce qui va également dans le même sens.

Ce sont des bois denses, rigides, mais qui laissent très bien « passer » nos ondes.

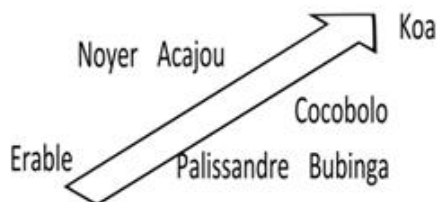


SUSTAIN ET PROJECTION SONORE

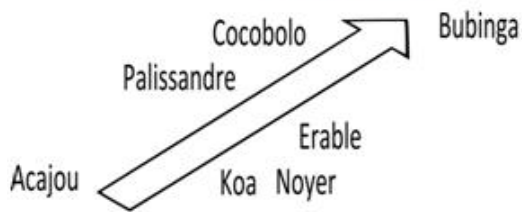
Basses / Graves



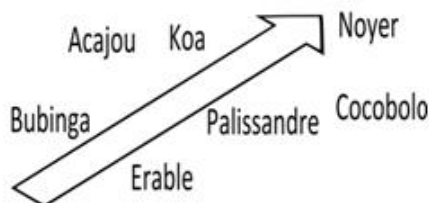
Médiums / Aigus



Projection sonore



Sustain

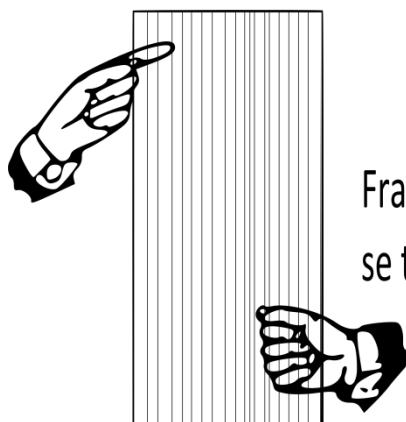


LA TABLE

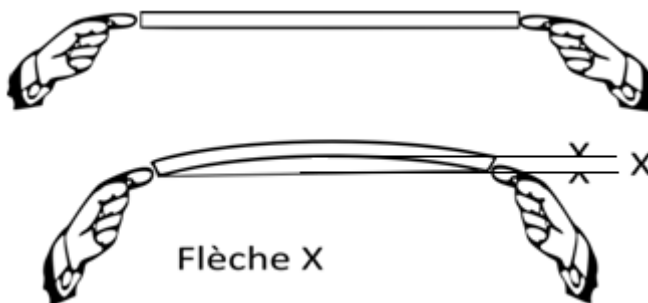
Tout le monde voit le luthier prendre une demi-table entre son pouce et l'index et la frapper. Par ce fait, on cherche à déterminer plusieurs choses :

- La hauteur de la note
- La capacité de la table à raisonner
- Une éventuelle fente

Pincé de la table

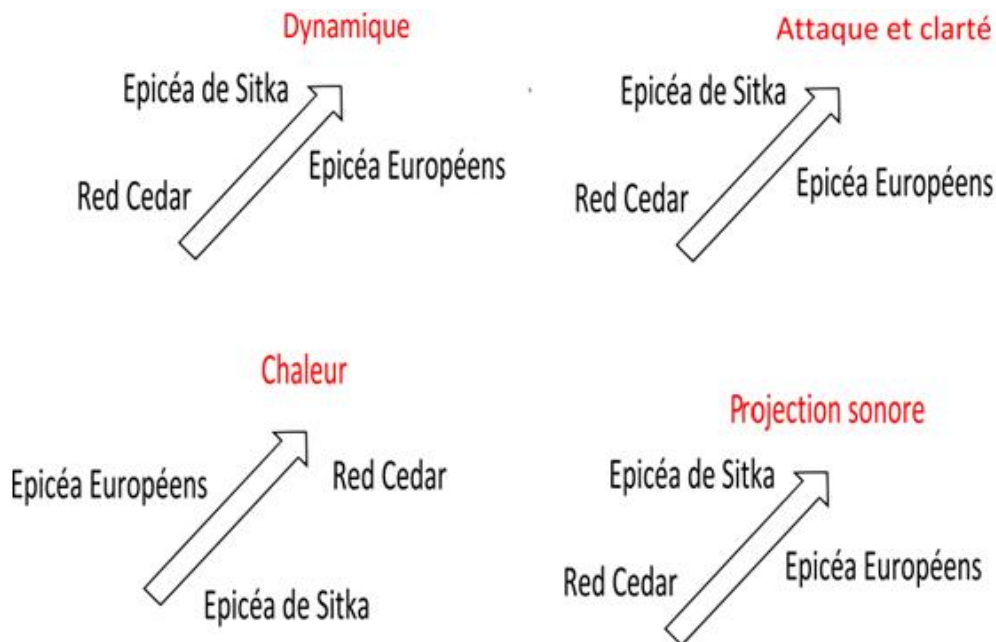


Frappé de la table où
se trouvera le chevalet



1.13.1.1

LES DIFFÉRENTS BOIS DE TABLE



LA « MECANIQUE » DU VIOLON

Description :

LONGUEUR DE CAISSE : 35 à 36 CM

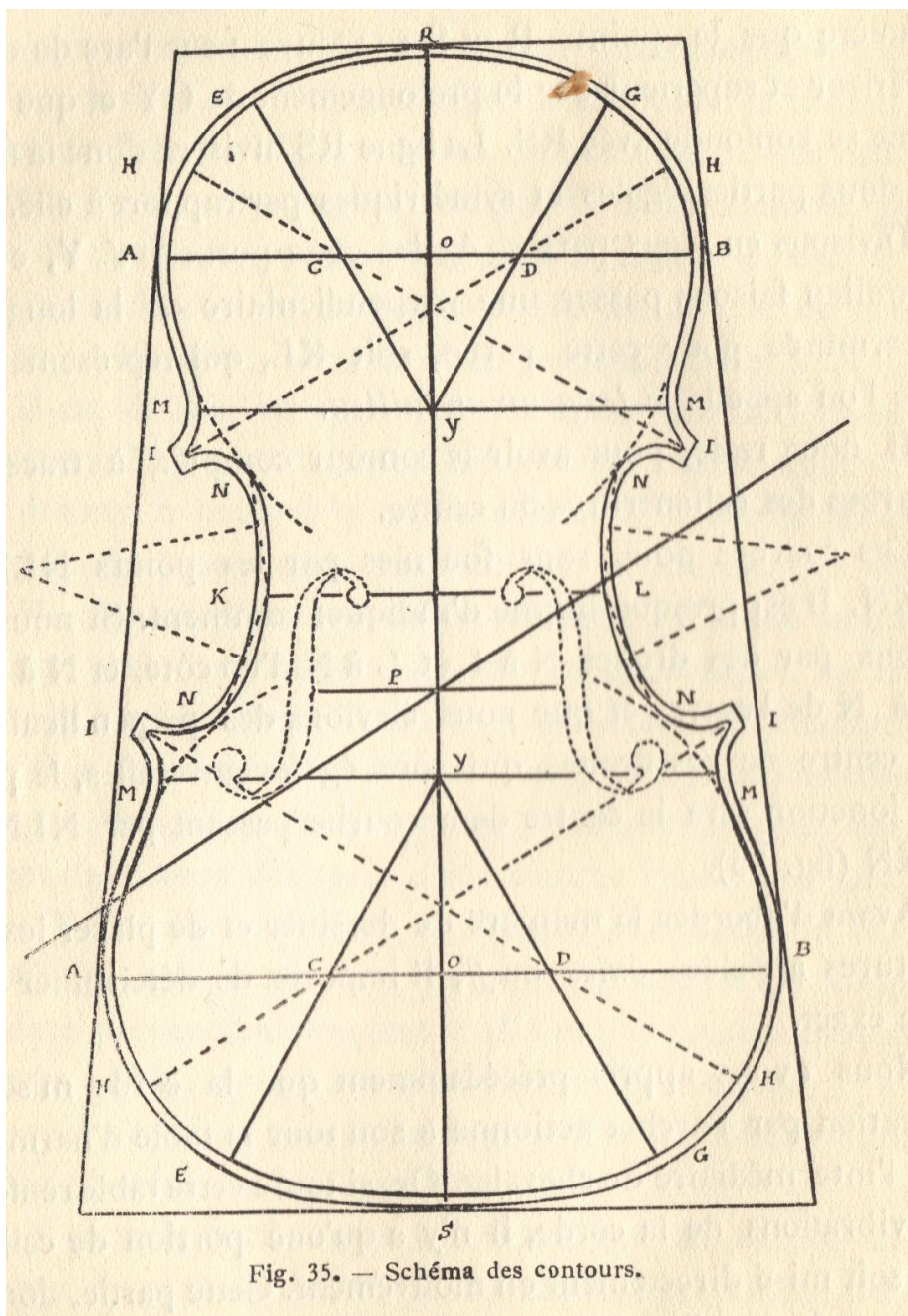
LARGEUR : 11 CM (en haut) ET 21 CM (en bas).

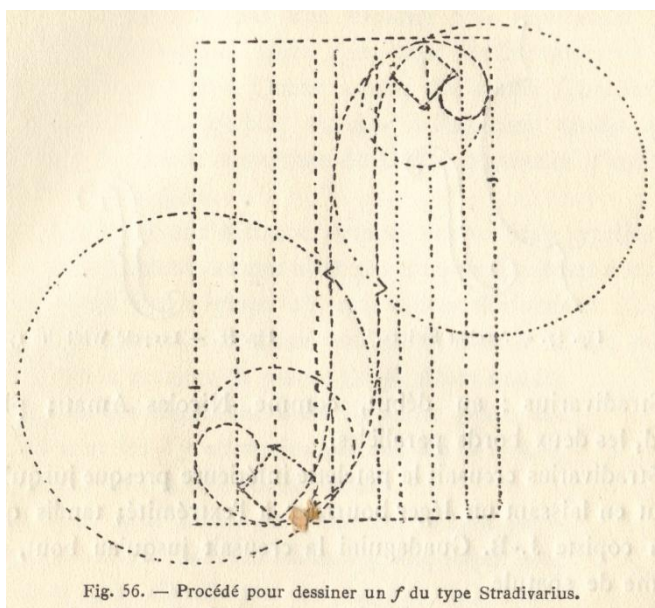
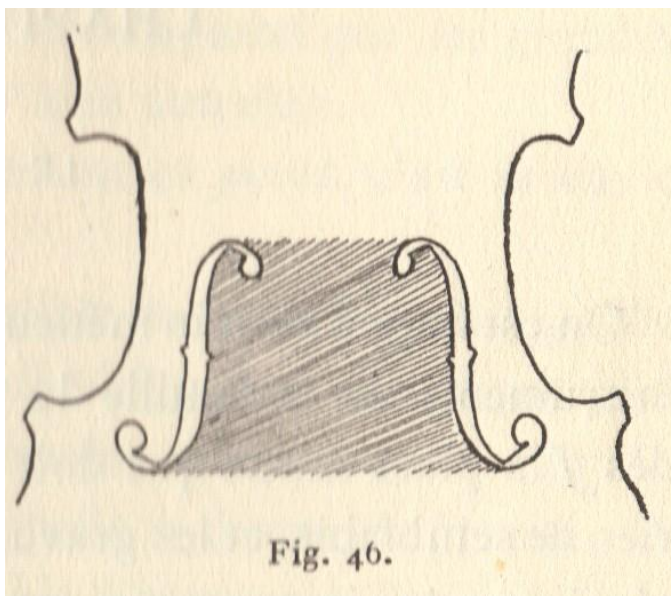
SON EPAISSEUR EST D' ENVIRON 6 CM

PAROIES SONT MINCES : Poids d'environ 240G

LA TABLE : Pression (sur les violons anciens : d'environ 40KG)

Dessin :





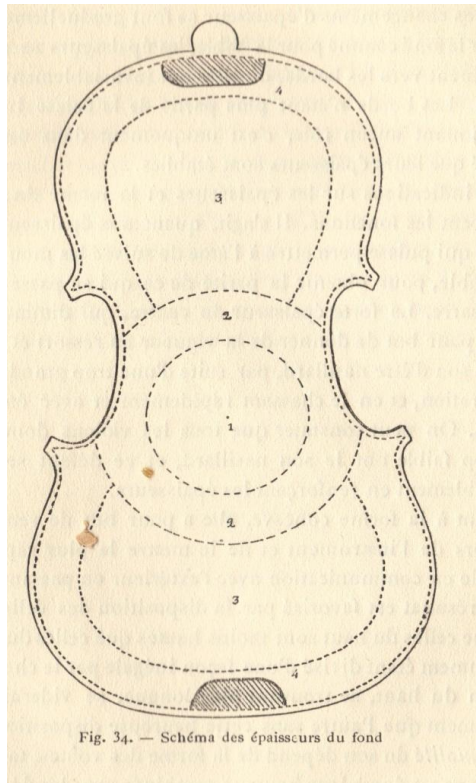
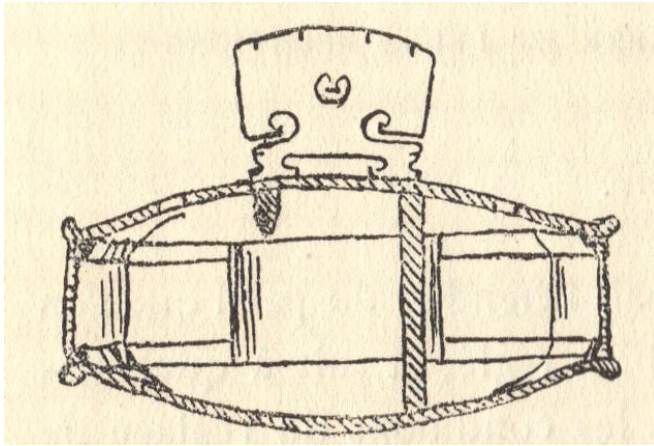


Fig. 34. — Schéma des épaisseurs du fond

