

La musique expliquée

<i>Principales évolutions des modifications</i>		
Document de base	Marc Emonet	29/11/2015
Refonte du document et nombreux compléments	Marc Emonet	3/4/2024
Intégration du chiffrage des accords et des cadences définis par Wikipédia	Marc Emonet	6/3/2025

Table des matières

1. Les mouvements vibratoires	4
1.1 Le signal sinusoïdal	4
1.2 Théorème de Fourier	5
1.3 Propagation des mouvements vibratoires	6
2 Les caractéristiques du son	6
2.1 La hauteur d'un son	6
2.2 L'intensité des sons.....	7
2.3 Le timbre des sons.....	7
3 Les éléments de la notation musicale	7
3.1 Les notes.....	7
3.1.1 La durée	8
3.1.2 La hauteur de son	9
3.2 Les clés.....	9
3.2.1 Clé de Sol.....	9
3.2.2 Clé de Fa	9
3.2.3 Clé de Ut	9
3.3 Les rythmes.....	9
3.4 Les barres de mesures.....	9
3.5 Le « Tempo »	9
3.6 Les nuances	10
3.7 Une partition de piano	10
3.8 Position des notes sur le clavier d'un piano	11
3.9 L'analyse des sons suivant les instruments	11
3.10 Le spectre harmonique	12
4 La tonalité et les gammes	12
4.1 Les altérations.....	12
4.2 Les gammes.....	12
4.2.1 La gamme de Pythagore.....	13
4.2.2 La gamme de Zarlino	15
4.2.3 La gamme naturelle.....	16
4.2.4 La gamme chromatique tempérée.....	16
4.2.5 La gamme Majeure	17
4.2.6 La gamme mineure	18
4.2.7 Synthèse des gammes	20
4.3 Les intervalles	20
4.4 Les degrés.....	21
4.5 Les harmoniques	21
5 Les accords	25
5.1 Accords Majeurs	26
5.1.1 Accord en Do Majeur.....	26
5.1.2 Accord en Sol Majeur	28
5.1.3 Synthèse des accords Majeurs	29
5.2 Accords mineurs.....	30
5.2.1 Do mineur	30
5.2.2 Le La mineur naturel.....	31
5.3 Les accords magiques.....	33
5.4 Relation entre harmoniques et accord-	33
6 Chiffrage des accords	33

6.1	Chiffrage classique	33
6.1.1	Les chiffres du chiffrage	34
6.1.2	Symboles annexes du chiffrage	35
6.1.3	Écriture en ligne	36
6.1.4	Chiffrages historiques de la basse continue	36
6.1.5	Usage pédagogique	36
6.2	Chiffrage moderne	37
6.2.1	Formule d'accord.....	37
6.2.2	Degrés	38
6.2.3	Chiffrage des qualités d'accords.....	38
7	Notion de cadences	40
7.1	Cadence parfaite.....	40
7.1.1	Définition	40
7.1.2	Cadence italienne (cadence complète).....	41
7.1.3	Cadences parfaites avec accord de septième de dominante.....	41
7.1.4	Exemples de cadence parfaites	42
7.2	Cadence imparfaite	45
7.2.1	Définition	45
7.2.2	Exemples de cadences imparfaites dans les œuvres célèbres	45
7.3	Cadence plagale	46
7.3.1	Définition	46
7.3.2	Exemples de cadences plagales dans les œuvres célèbres	46
7.4	Demi-cadence.....	47
7.4.1	Définition	47
7.4.2	Exemples de demi-cadences parmi des œuvres célèbres	48
7.5	La cadence rompue (cadence évitée)	50
7.5.1	Définition	50
7.5.2	Exemples de cadences évitées dans les œuvres célèbres	50
8	Réglage des instruments à partir d'un diapason.....	51
9	Modèle de roue musicale.....	52
10	Cycle des quintes	52
	Bibliographie	53
	Index.....	53

1. Les mouvements vibratoires

1.1 Le signal sinusoïdal

La fonction périodique de base se reproduit tous les T secondes :

$$y = f(t) = f(t+T) = f(t+2T) = \dots = f(t+kT) \quad \text{elle est représenté par la formule : } \boxed{y = \sin \omega t}$$

t = **temps** en secondes

T = **période** mesurée en secondes

k = nombre entier multiple de 1

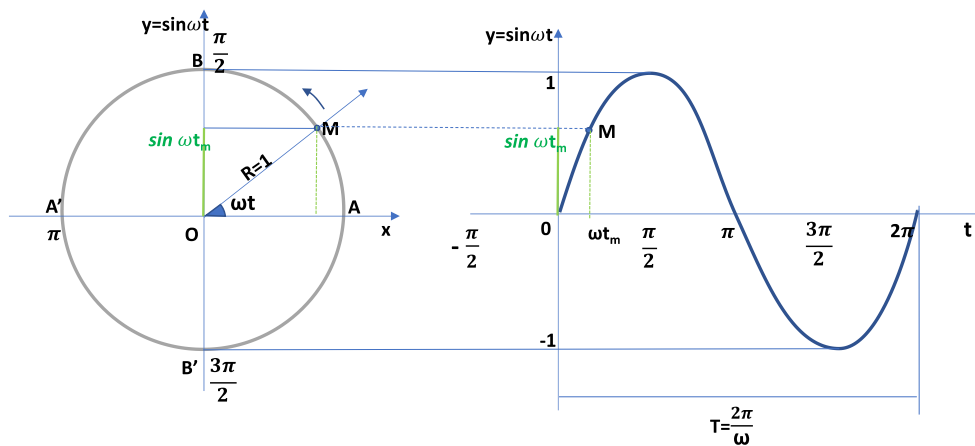
ω = **pulsation** du mouvement en radian par seconde $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi N$

N = **fréquence** en Hertz (nombres d'oscillations par seconde) $N = \frac{1}{T}$

(Exemple si $T = 0,01s$ $N = 100Hz$)

$y = \sin \omega t$ est le mouvement qui varie entre -1 et +1

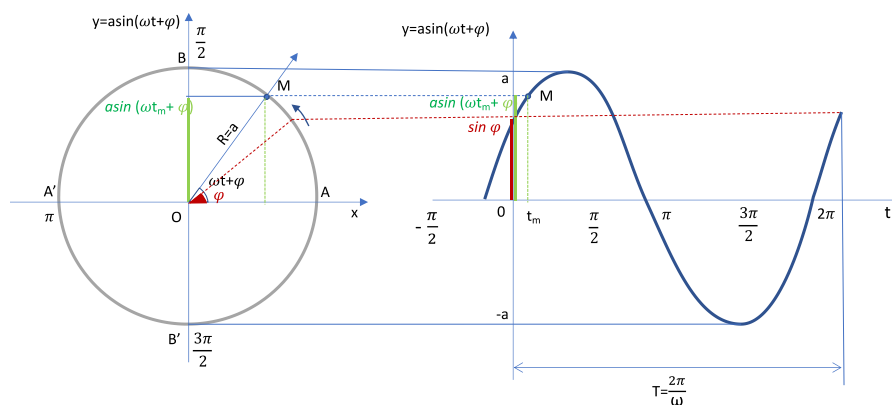
Les tracés sont les suivants :



Plus généralement la fonction devient avec un déphasage φ et une amplitude a :

$$\boxed{y = a \sin(\omega t + \varphi)}$$

pour information on a aussi $x = a \cos(\omega t + \varphi)$



a = amplitude

φ = phase (=0 s'il n'y pas de déphasage)

La vitesse de propagation de l'onde est la dérivée de l'élongation c'est à dire le rapport d'une distance $(y_2 - y_1)$ durant un temps $(t_2 - t_1)$:

$$v = \frac{dy}{dt} = \omega a \cos \omega t = \omega a \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

la dérivée est en quadrature avance (de $\frac{\pi}{2}$) sur l'élongation.

L'accélération est la dérivée de la vitesse : $\gamma = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 a \sin \omega t = -\omega^2 y$

Il convient de rappeler que deux fonctions de même période sont

- en phase si la différence de phase est nulle,
- en opposition de phase si l'écart est de π (modulo 2π) et
- en quadrature si elle sont décalées d'un quart de période soit $\pi/2$ (modulo 2π).

Dans le cas où les périodes sont légèrement différentes, il se produit un phénomène de battement dont la fréquence est la différence des fréquences des vibrations initiales.

1.2 Théorème de Fourier

Toute fonction périodique de fréquence N est la superposition de plusieurs sinusoides de fréquence multiple de la première (2N, 3N,...) appelées séries de Fourier

$$z = f(t) = a_0 + a_1 \sin(2\pi Nt + \varphi_1) + a_2 \sin(2(2\pi Nt) + \varphi_2) + \dots$$

Plus généralement, elle peut être résumée suivant la formule :

$$z = f(t) = a_0/2 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos 2\pi n Nt + b_n \sin 2\pi n Nt)$$

Soit sous forme complexe de la série de Fourier :

$$z = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{-in2\pi Nt}$$

Rappel de la formule d'Euler :

$$e^{iz} = \cos z + i \sin z \text{ et } e^{-iz} = \cos z - i \sin z$$

$$e^{iz} \cdot e^{-iz} = e^0 = 1 = (\cos z + i \sin z) \cdot (\cos z - i \sin z) = \cos^2 z + \sin^2 z$$

avec $z = x + iy$ alors $e^z = e^{x+iy} = e^x \cdot e^{iy} = e^x (\cos y + i \sin y)$

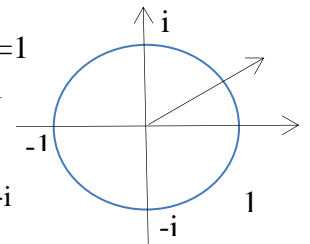
Le module e^x et l'argument y sont invariables suivant modulo 2π , en effet :

$$e^{z+2\pi} = e^z \cdot e^{i(2\pi)} = e^z \quad \text{car } e^{i(2\pi)} = \cos(2\pi) + i \sin(2\pi) = 1 + i(0) = 1$$

$$e^{z+\pi} = e^z \cdot e^{i\pi} = -e^z \quad \text{car } e^{i\pi} = \cos(\pi) + i \sin(\pi) = -1 + i(0) = -1$$

$$e^{z+\pi/2} = e^z \cdot e^{i(\pi/2)} = ie^z \quad \text{car } e^{i(\pi/2)} = \cos(\frac{\pi}{2}) + i \sin(\frac{\pi}{2}) = 0 + i = i$$

$$e^{z-\pi/2} = e^z \cdot e^{-i(\pi/2)} = -ie^z \quad \text{car } e^{-i(\pi/2)} = \cos(-\frac{\pi}{2}) + i \sin(-\frac{\pi}{2}) = 0 - i = -i$$



z	0	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	2π
e^z	1	i	-1	-i	1

Autrement dit :

$$\cos(z) = (e^{iz} + e^{-iz})/2 = 1 - z^2/2! + z^4/4! - z^6/6! + \dots$$

$$\sin(z) = (e^{iz} - e^{-iz})/2i = z - z^3/3! + z^5/5! - z^7/7! + \dots$$

avec $\cos^2 z + \sin^2 z = 1$

$$\operatorname{ch} z = \cos(iz) \text{ alors } e^z = \operatorname{ch} z + \operatorname{sh} z = 1 + z/1! + z^2/2! + \dots$$

$$\operatorname{sh} z = -i \sin(iz) \text{ alors } e^{-z} = \operatorname{ch} z - \operatorname{sh} z = 1 - z/1! + z^2/2! - \dots$$

avec $\operatorname{ch}^2 z - \operatorname{sh}^2 z = 1$

1.3 Propagation des mouvements vibratoires

La propagation d'un mouvement vibratoire dépend de la nature du support et de l'état du milieu (fil, ressort ou colonne gazeuse).

Si le mouvement de la source est sinusoïdal de la forme $y_s = A \sin 2\pi \frac{t}{T}$

celui au point M est : $y_M = A \sin 2\pi(t - \frac{x}{v}) = A \sin 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$

avec $\lambda = vT = \frac{v}{N}$: longueur d'onde ou chemin parcouru par le front de l'onde durant une période T de la source.

- Pour une corde de tension F, la vitesse de propagation est $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ avec μ la masse linéaire en kg/m (avec une tension de 9,8 Newton et $\mu = 0,098 \text{ kg/m}$, $V = 10 \text{ m/s}$)
- Pour un gaz la formule de Laplace est $V = \sqrt{\frac{c_p}{c_v} \cdot \frac{p_0(1+\alpha t)}{a_0 \cdot d}}$ avec $\frac{c_p}{c_v}$ = rapport des chaleurs massiques des gaz à pression et chaleur constantes (soit 1,4 pour l'air) ; p_0 pression atmosphérique ($1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$), a_0 masse volumique de l'air ($1,293 \text{ Kg/m}^3$) et α coefficient de dilatation des gaz ($1/273$) alors la célérité du son dans l'air (à 0°) est $V = 331 \text{ m/s}$

NB : Il peut y avoir réflexion de la source sur une extrémité fixe ou libre qui provoque des ondes stationnaires avec création de nœuds et de ventres...

Lorsqu'il y a 2 sources, suivant leur fréquence, il peut y avoir un phénomène de battement, de résonance ou d'interférence...

2 Les caractéristiques du son

Le son est un mouvement vibratoire d'origine mécanique (corde, hampe...) issue d'une source et qui se propage dans un milieu élastique (comme l'air) jusqu'à l'oreille. Il se caractérise par **sa hauteur, son intensité, son timbre et une durée**. Chaque son est composé d'un son principal appelé fondamental et des sons secondaires nommés sons harmoniques.

2.1 La hauteur d'un son

La hauteur d'un son, c'est sa caractéristique propre (grave ou aigu), elle est directement liée à la fréquence de la vibration émise par la source mais également à son intensité.

Soient 3 sons : A, B et C dont l'intervalles des hauteurs sont identiques :

$$h_A - h_B = h_B - h_C \quad \text{alors,} \quad h_B = (h_A + h_C) / 2$$

La hauteur du son B est la moyenne arithmétique des sons A et C.

Les fréquences respectives répondent aux rapports :

$$(N_A/N_B) = (N_B/N_C) \quad \text{d'où} \quad N_B = \sqrt{N_A \times N_C}$$

La fréquence N_B est la moyenne géométrique des fréquences N_A et N_C

$$\text{Log}(N_A/N_B) = \text{Log}(N_A) - \text{Log}(N_B)$$

$$\text{Log}(N_B/N_C) = \text{Log}(N_B) - \text{Log}(N_C) \quad \text{d'où}$$

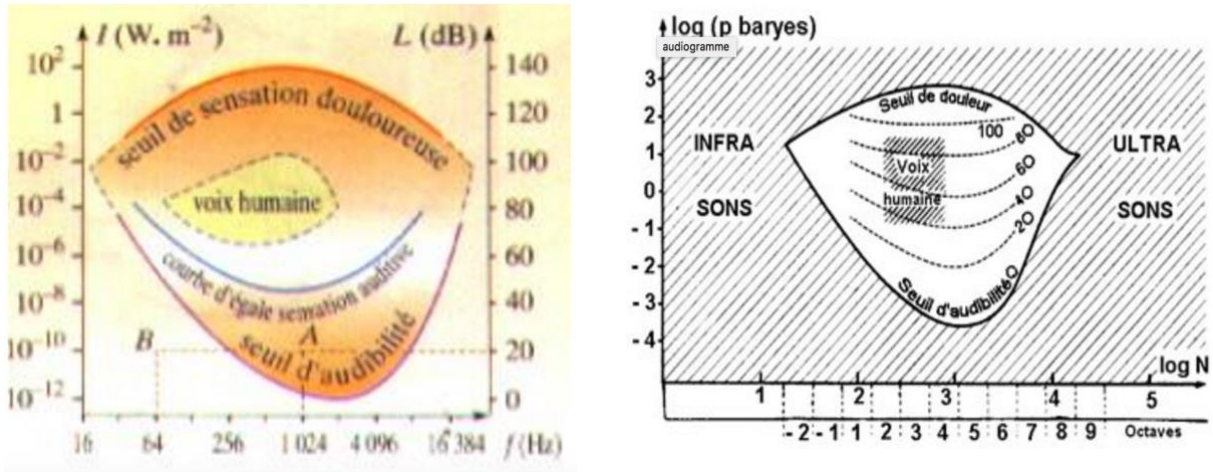
$$\text{Log}(N_A) - \text{Log}(N_B) = \text{Log}(N_B) - \text{Log}(N_C) \quad \text{et donc : } h_A - h_B = h_B - h_C$$

Par conséquent la hauteur d'un son correspond au logarithme de sa fréquence.

2.2 L'intensité des sons

L'intensité d'un son (exprimé en bel) correspond à son niveau (fort ou faible), elle est proportionnelle à l'énergie vibratoire et au carré de l'amplitude ; elle dépend donc de la **puissance acoustique** (exprimée en W/cm²) de la source et d'un facteur physiologique variant avec la fréquence.

Diagramme de la sensibilité de l'oreille humaine en fonction de la fréquence :



La différence D des sensations produites par 2 sons d'intensité I₁ et I₂ est :

$$D_1^2 = 10(\log I_2 - \log I_1) = 10 \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right) \text{ (D exprimé en décibel)}$$

En considérant que l'intensité I₁ est nulle au seuil d'audibilité (soit à 10⁻¹²), la mesure du signal I₂ se déterminera en nombre de décibels par rapport à celui-ci.

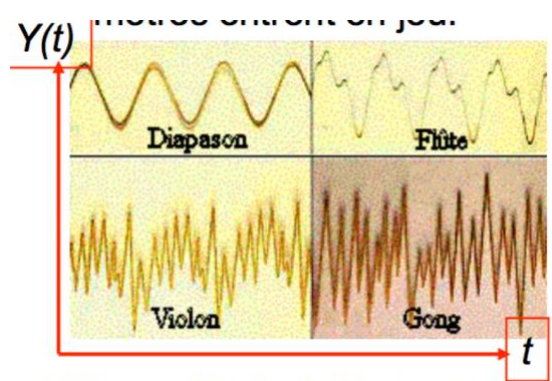
Suivant Fechner, l'intensité d'une sensation auditive (exprimée en phones) varie suivant le logarithme de la puissance acoustique P : $I = 10 \log P/10^{-12}$

Pour P= 10⁻¹², I = 0 phone ; P= 10⁻¹¹, I = 10 phones ; P= 10⁻¹⁰, I = 20 phones...

2.3 Le timbre des sons

Le timbre d'un son est la **qualité physiologique (ou la couleur)** qui nous fait distinguer des sons de même hauteur et de même intensité mais émis par des signaux différents (comme les voyelles « a, e, i, o, u » chantées avec la même note) ou des sources sonores différentes (comme émise par différents instruments de musique qu'il convient d'accorder à la même note lors du début d'un concert).

Il est lié à la composition des vibrations qui le compose en particulier suivant le théorème de Fourier à la hauteur de sa fréquence dite fondamentale et de ses harmoniques.



3 Les éléments de la notation musicale

3.1 Les notes

Les notes représentent des durées et des hauteurs de son.

Il existe une série de 7 noms : Do (ou Ut), Ré, Mi, Fa, Sol, La, Si
 ou suivant le notation anglaise : A, B, C, D, E, F, G,
 Correspondant à : La, Si, Do, Ré, Mi, Fa, Sol
 Cette série constituant une octave peut se répéter plusieurs fois dans le registre auditif.

3.1.1 La durée

La durée (de la note ou du silence) n'a pas de valeur absolue, c'est une unité de temps relative qui est fixée au début de chaque morceau (le tempo).

Pour les notes :

**1 ronde = 2 blanches = 4 noires = 8 croches = 16 double croches =
 32 triple croches = 64 quadruple croches**

Pour les silences sont des signes qui indiquent l'interruption du son :

**1 pause = 2 demi pauses = 4 soupirs = 8 demi soupirs = 16 quarts de soupir =
 32 huitièmes de soupir = 64 seizièmes de soupir**

The image shows two musical staves. The first staff, labeled 'Figures de notes', displays eight types of notes: Carrée (square), Ronde (circle), Blanche (circle with stem), Noire (circle with stem and flag), Croche (circle with stem and flag), Double croche (circle with stem and two flags), Triple croche (circle with stem and three flags), and Quadruple croche (circle with stem and four flags). The second staff, labeled 'Figures de silences', displays eight types of rests: Bâton de pause (horizontal bar), Pause (horizontal bar with a vertical tick), Demi-pause (horizontal bar with a vertical tick and a flag), Soupir (horizontal bar with a vertical tick and a wavy line), Demi-soupir (horizontal bar with a vertical tick and a wavy line), Quart de soupir (horizontal bar with a vertical tick and a wavy line), Huitième de soupir (horizontal bar with a vertical tick and a wavy line), and Seizième de soupir (horizontal bar with a vertical tick and a wavy line).

La progression se fait suivant une puissance de 2

- Valeur relative des figures de notes :

A diagram illustrating the relative values of notes. It consists of a grid of musical notation. The first row shows a single whole note. The second row shows two half notes. The third row shows four quarter notes. The fourth row shows eight eighth notes. The fifth row shows sixteen sixteenth notes. Each row is divided into two equal parts, demonstrating that each note is half the duration of the one above it.

- Valeur relative de figures de silences :

A diagram illustrating the relative values of rests. It consists of a grid of musical notation. The first row shows a single whole rest. The second row shows two half rests. The third row shows four quarter rests. The fourth row shows eight eighth rests. The fifth row shows sixteen sixteenth rests. Each row is divided into two equal parts, demonstrating that each rest is half the duration of the one above it.

Le point placé juste après une note ou un silence, augmente de la moitié sa valeur primitive. Par exemple, une blanche qui vaut 2 noires, une blanche pointée vaut 3 noires.

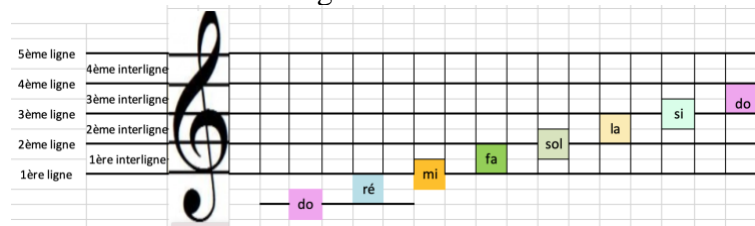
Le double point placé juste après une note ou un silence, augmente de la moitié de la durée du premier point. Par exemple, une blanche qui vaut 2 noires, une blanche suivie de 2 points vaut 1 blanche, 1 noires et une croche.

Le triolet divise une note par 3 ; par exemple un triolet de croche vaut une noire.

3.1.2 La hauteur de son

La hauteur de son est déterminé suivant leur positionnement par rapport à une portée constituée de 5 lignes (qui correspondent aux 5 doigts de la main) et de 4 interlignes.

Les notes basses sont en bas et deviennent aiguës en montant.



3.2 Les clés

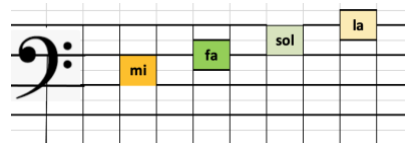
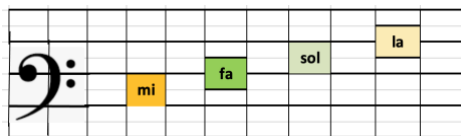
Il existe usuellement 3 sortes de clés placées au début de la portée. : la clé de Sol, la clé de Fa et la clé de Ut (ou de Do)

3.2.1 Clé de Sol

La clé présentée ci avant est la clé de Sol dont l'intersection se fait avec la 2^{ème} ligne correspond au Sol. Elle est souvent utilisée par la main droite pour jouer les **mélodies**.

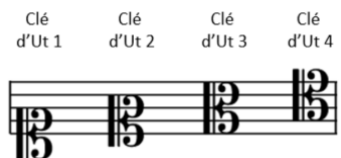
3.2.2 Clé de Fa

La clé de Fa se situe à l'intersection de la 3^{ème} ou de la 4^{ème} ligne, elle est souvent utilisée par la main gauche pour jouer les **accompagnements**.



3.2.3 Clé de Ut

La clé de Ut se place sur les 4 premières lignes suivant le cas et conditionne la position du **Do** et des autres notes.



3.3 Les rythmes

Ils sont composés de 2 chiffres placés juste après la clé ; le chiffre supérieur indique le nombre de temps et le second en dessous indique l'unité de temps.

Le rythme $\frac{4}{4}$ correspond au battement de plusieurs musiques (rock.) 1,1-2-3/1,1-2-3/1,1-2-3...

Le rythme $\frac{3}{4}$ correspond au battement de musiques comme la valse : 1, 2-3/1, 2-3/1, 2-3...

Le rythme $\frac{2}{4}$ correspond au battement du folklore : 1-2/1-2/1-2...

3.4 Les barres de mesures

Ce sont des barres verticales qui délimitent le nombre de notes suivant le rythme.

3.5 Le « Tempo »

Sur la plupart des partitions il est indiqué le Tempo (ou la vitesse de jeux) sous différents termes dont les principaux sont les suivants :

- Largo = lent (42 à 66 Battements/mn)
- Andante (And^{te})= allant (de 56 à 88 Battements/mn)
- Moderato (Mod^{to})= modéré (de 80 à 120 Battements/mn)
- Allegro (All^o)= allègre ou gai (de 116 à 144 Battements/mn)

- Presto = rapide (de 144 à 184 Battements/mn)
- Prestissimo (pret^{mo})= extrêmement vite (de 184 à 200 Battements/mn)...

3.6 Les nuances

Les nuances sont indiqués par des signes ou des abréviations :

- Piano (p) = doucement
- Pianissimo (pp) = très doucement
- Mezzopiano (mp) = intensité moyenne
- Forte (f) = fort
- Fortissimo (ff) = très fort
- Mezzoforte (mf) = modéré
- Crescendo = augmentation graduelle
- Decrescendo = diminution graduelle
- Ad libitum (ad. lib.) = à votre goût
- Rubato (rub.) = à votre discrétion

3.7 Une partition de piano

Elle est composée de 2 portées, une en clé de Sol pour la main droite et l'autre en clé de Fa pour la main gauche :

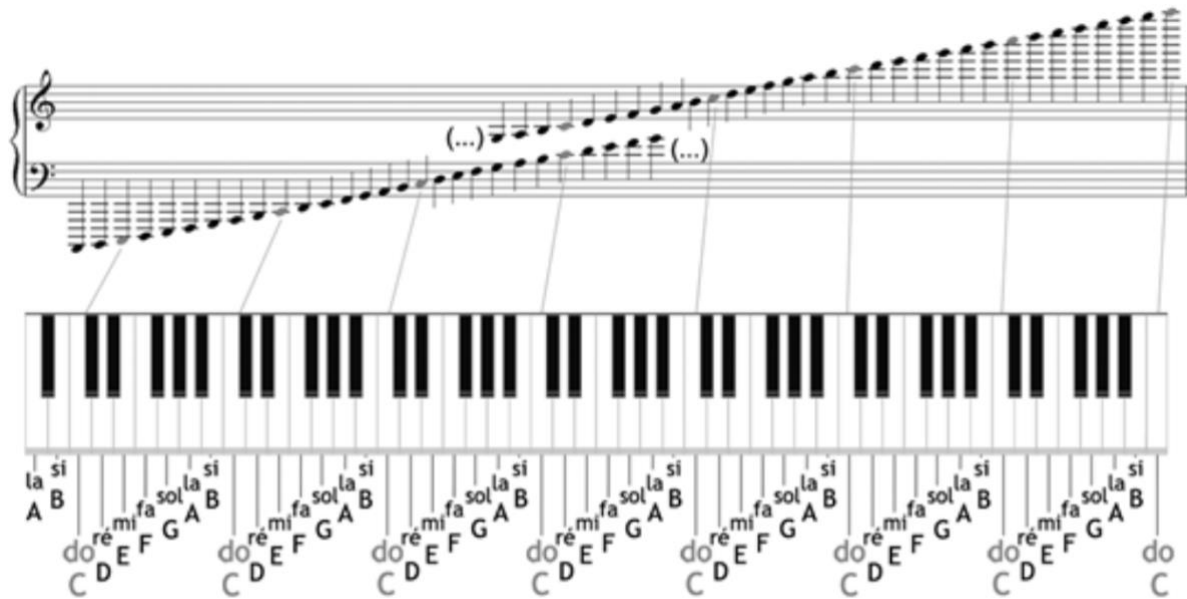
	Do	Ré	Mi	Fa	Sol
	1	2	3	4	5
<i>Main droite</i>					
<i>Main gauche</i>					
	Do	Si	La	Sol	Fa

Les chiffres correspondent aux 5 doigts de la main (le 1 étant le pouce...).

Un morceau sur une partition regroupe l'ensemble des portées et des symboles ce qui permet de jouer un air à 2 mains en tenant compte des différents éléments.



3.8 Position des notes sur le clavier d'un piano

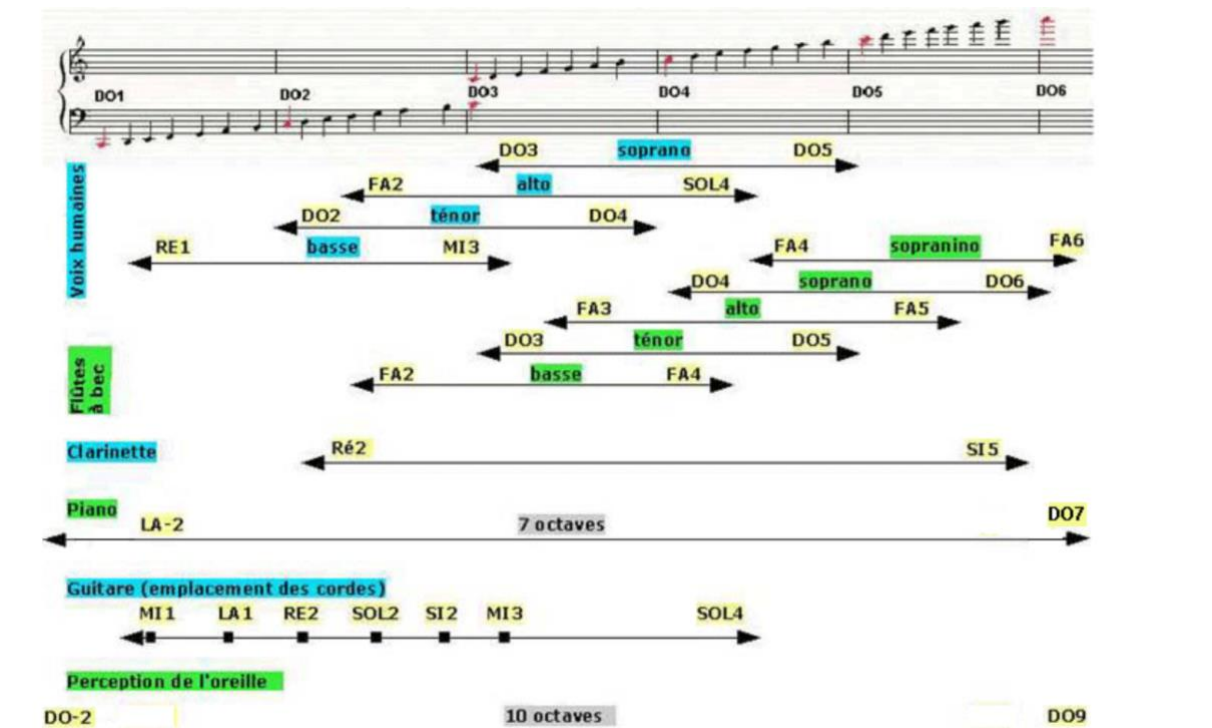


La position des notes sur le clavier

3.9 L'analyse des sons suivant les instruments

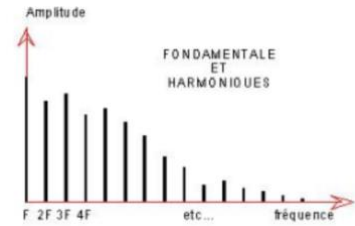
Analyser un son c'est déterminer les harmoniques qui le compose ; à noter que cela se limite aux premières dizaines d'harmoniques, les suivantes étant inaudibles à l'homme puisqu'au-dessus de 20KHz.

Registre de quelques instruments :



3.10 Le spectre harmonique

C'est le graphe (fréquence, amplitude) des harmoniques. On peut constater qu'en plus de la fondamentale, le double de la fréquence de base (harmonique 2) ainsi que le triple (harmonique 3) et le quintuple (harmonique 5) ont des amplitudes significatives qui impact fortement le son de base !



4 La tonalité et les gammes

4.1 Les altérations

L'altération est un signe qui modifie la hauteur d'un son. Il y a 3 types d'altérations :

- La dièse # (qui monte la note d'un demi ton) ou le double dièse x ; L'ordre des dièses est : **Fa, Do, Sol, Ré, La, Mi, Si.**
- Le bémol b (qui descend la note d'un demi ton) ou le double bémol : **bb.** L'ordre des bémols est : **Si, Mi, La, Ré, Sol, Do, Fa.**
- Le bécarre □ qui annule l'effet de toute altération.

Ces altérations permettent d'ajouter à la **gamme diatonique** (composée de 7 notes toutes différentes) des notes avec une hauteur différente pour constituer la **gamme chromatique** (de 12 notes).

A noter que l'altération d'une note sur une portée affecte toutes les notes de même nom qui se trouvent après et ceci dans une même mesure.

Des altérations à la clé peuvent aussi apparaître entre l'indication de la clé et la rythmique elles affectent alors toutes les notes de même nom et s'appelle l'**armure** (ou l'armature).

4.2 Les gammes

Une gamme est une suite de notes ordonnées dans le même sens à l'intérieur d'une octave ; il en existe plusieurs ayant chacune leur spécificité propre. Quelques notes de la gamme peuvent être harmonisées pour former des accords

Les notes qui composent une gamme sont appelées degrés. Chaque degré donne naissance à un accord par un empilement de tierces majeures ou mineures. L'espace qui sépare deux notes est appelé intervalle.

Une gamme naturelle est un système d'accord obtenu par des combinaisons d'intervalles purs :

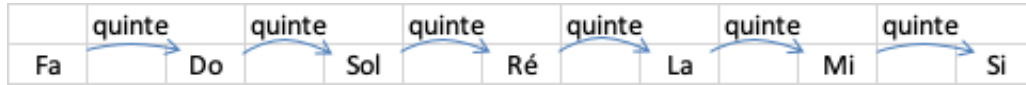
Intervalles musicaux entre 2 notes quelconques (N1 et N2)		degré musical N° et symbole		Nombre de demi ton	rapport de fréquence N2/N1
tonique					
seconde	mineure	1	I	1	9/8
	Majeure	2	II	2	
tierce	mineure	3	III	3	6/5
	Majeure			4	5/4
quarte	juste	4	IV	5	4/3
quinte	diminuée	5	V	6	3/2
	juste			7	
sixte	mineure	6	VI	8	8/5
	Majeure			9	5/3
septième	mineure	7	VII	10	15/8
	Majeure			11	
octave		8	VIII	12	2/1

Autrement dit « 2 sons sont à la quinte l'un à l'autre si le rapport de leur fréquence est égal à 3/2 »

$$\text{Une octave} = \text{une quinte} \times \text{quarte} = \frac{3}{2} \times \frac{4}{3} = \frac{12}{6} = 2$$

Une sixte = une tierce x une quarte = $\frac{5}{4} \times \frac{4}{3} = \frac{20}{12} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$

Par ailleurs :



A travers l’histoire, plusieurs types de gammes ont été créés pour rechercher des cohérences entre les notes et les accords. Malgré quelques différences, il existe certaines analogies entre elles sachant que les valeurs résultantes sont à considérer avec une certaine tolérance ou approximation.

4.2.1 La gamme de Pythagore

Elle est uniquement **basée sur la quinte** (multiplication par 3/2) et de **l’harmonique 3**.

En partant du **do₁**, la quinte du do₁ est le **sol₁** car $sol_1 = \frac{3}{2} do_1$ (en effet 98Hz=1,5×65,41Hz)

Ensuite, la quinte de ce sol₁ est **ré₂** (de l’octave suivante) : $ré_2 = \frac{3}{2} \times sol_1 = \frac{3}{2} \times \frac{3}{2} \times do_1 = \frac{9}{4} \times do_1$

cependant, pour rester dans l’octave du **do** initial, on divise sa fréquence par 2, alors $ré_1 = \frac{9}{8} \times sol_1$.

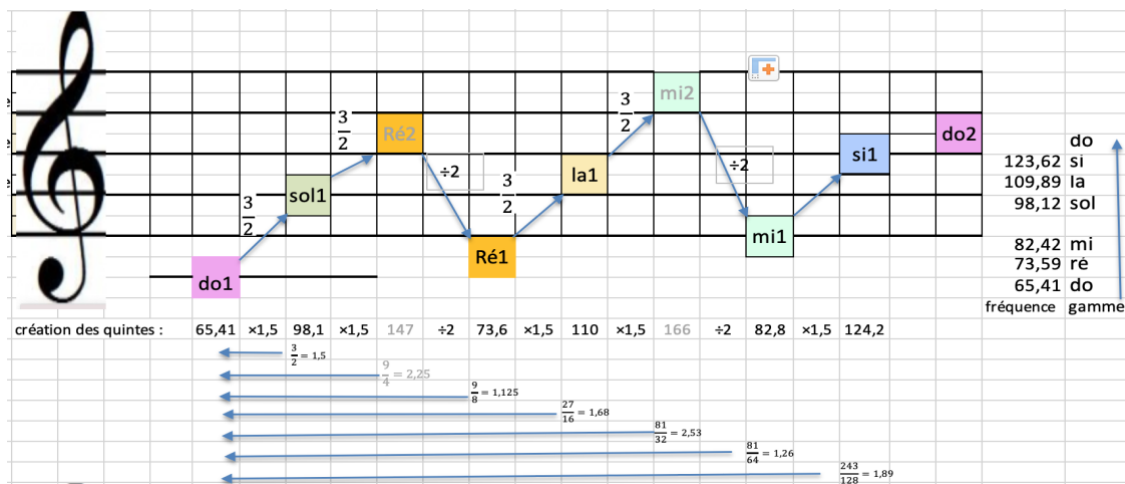
A noter que ce rapport 9/8 s’appelle un ton majeur.

En continuant, la quinte de ce ré₁ est **la₁** car $la_1 = \frac{3}{2} \times ré_1 = \frac{3}{2} \times \frac{9}{8} do_1 = \frac{27}{16} do_1$

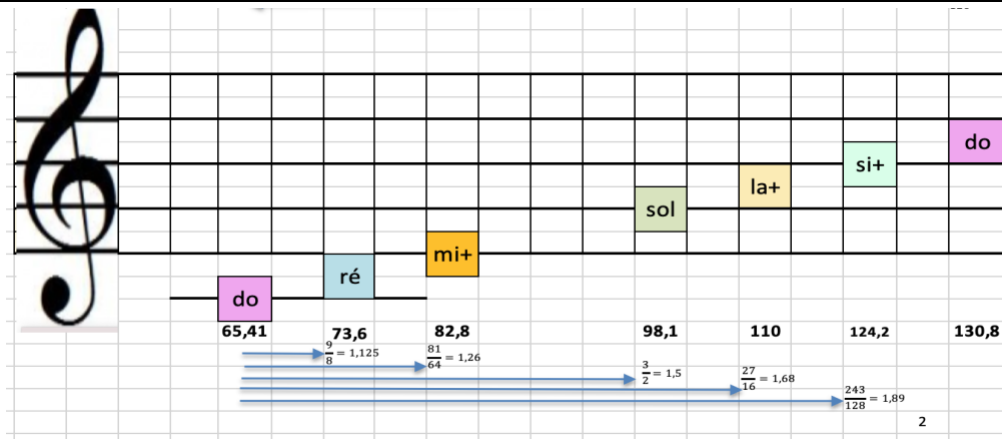
la quinte de ce la₁ est **mi₁** car $mi_1 = \frac{3}{2} \times la_1 = \frac{3}{2} \times \frac{27}{16} do_1 = \frac{81}{32} do_1 \rightarrow mi_1 = \frac{81}{64} do_1$

enfin, la quinte de mi₁ est **si₁** car $si_1 = \frac{3}{2} \times mi_1 = \frac{3}{2} \times \frac{81}{64} do_1 = \frac{243}{128} do_1$

Ce qui donne :



Une fois ces notes trouvées, on les regroupe ensemble :



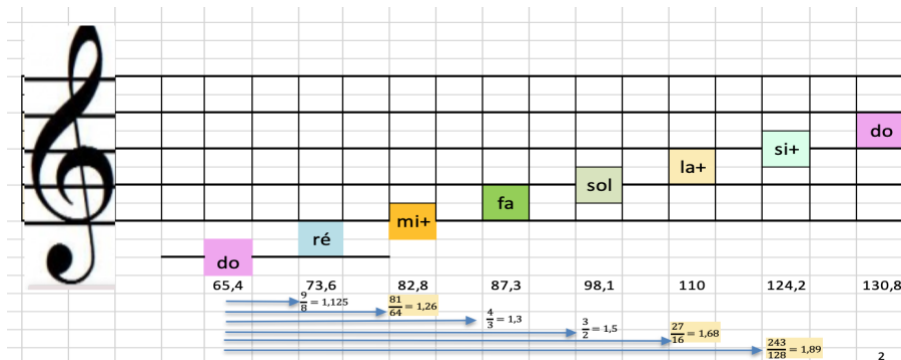
A noter qu'il manque le *fa* ; pour l'obtenir on prend la quinte descendante du *do₁* qui est le *fa₀* :

$$do_1 = \frac{3}{2} \times fa_0 \text{ d'où } fa_0 = \frac{2}{3} \times do_1 \text{ en prenant le fa dans l'octave suivante (soit } \times 2 \text{) : } \boxed{fa_1 = \frac{4}{3} \times do_1}$$

Ce nouveau rapport harmonique $\frac{4}{3}$ se nomme la quarte qui est l'inverse de la quinte puisque ces 2 intervalles superposés donnent l'octave...

La quarte au-dessus de la quinte est $\frac{4}{3} \times \frac{3}{2} \times do_1 = 2 do_1$ de même ;

La quinte au-dessus de la quarte est : $\frac{3}{2} \times \frac{4}{3} \times do_1 = 2 do_1$



Les notes avec + sont plus hautes que les harmoniques naturelles (les rapports avec le *do* sont d'ailleurs des fractions complexes). L'intervalle entre le *si+* et le *do* est le **limma pythagorien** et vaut :

$$Limma_{\pi} = \frac{do_2}{si_1+} = \frac{128 \times 2}{243} = \frac{256}{243} = 1,053 = \frac{130,8}{124,2} \text{ soit le rapport des fréquences !...}$$

NB : chaque note est la fondamentale de la suivante.

Après division par 2, on a :



En ajoutant des quintes on trouve le :

- Le tritonique de Kaamelott : Fa do sol (Strauss)
- Le pentatonique de Chine : Fa do sol ré la (négrospiritual)
- Les 7 premières quintes Fa do sol ré la mi si

4.2.2 La gamme de Zarlino

On construit la gamme en prenant les **5 premières harmoniques 1, 3 et 5** (en laissant 2 et 4, octave ne servant à rien puisqu'elles sont plus faibles) soit les notes *fa, do* et *sol*.

On prend les notes dont les fréquences sont des multiples entiers de la fréquence de la note de base :

$$N_n = (n+1) \times N_0$$

- La première harmonique (n=1) est l'octave $N_1 = 2 \times N_0$
- La deuxième harmonique est la quinte au-dessus de l'octave : $N_2 = 3 \times N_0$;

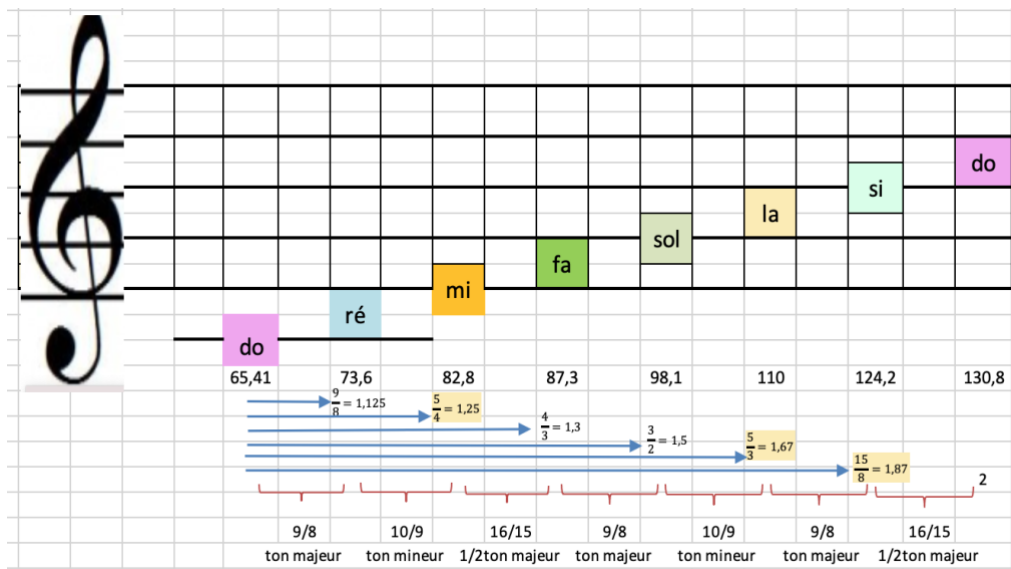
$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{3N_0}{2N_0} = \frac{3}{2}$$

- La troisième harmonique est la deuxième octave de la fondamentale $N_3 = 4 \times N_0$; $\frac{N_3}{N_0} = 4$

mais elle est aussi à la quarte de la deuxième harmonique $\frac{N_3}{N_2} = \frac{4N_0}{3N_0} = \frac{4}{3}$

- La quatrième harmonique crée un nouveau rapport harmonique $N_4 = 5 \times N_0$ le rapport entre la quatrième et la troisième harmonique donne une **tierce majeure** $\frac{N_4}{N_3} = \frac{5N_0}{4N_0} = \frac{5}{4}$ c'est elle qui définit l'accord majeur de base do, mi, sol.
- On définit ensuite le *la* comme la quarte au dessus du *mi* et pour trouver le *si* on prend la quinte du *mi*.

Ce qui donne la gamme de Zarlino :

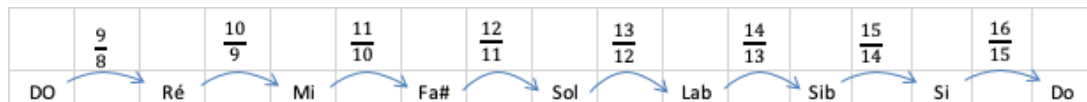


Précisions sur les rapports de Zarlino

Note	Intervalle/DO	Rapport de fréquence/ DO à 264Hz		Fréquence en Hz	Fréquence pour la gamme tempérée
		(en fraction)	(en valeur)		
DO	unisson	1/1	1,000	264,00	264,00
DO #	1/2 ton chromatique	25/24	1,042	275,00	279,70
RE ♭	1/2 ton diatonique	16/15	1,067	281,60	279,70
RE bas	ton mineur	10/9	1,111	293,33	296,33
RE	ton majeur	9/8	1,125	297,00	296,33
RE #	seconde augmentée	75/64	1,172	309,38	313,95
MI ♭	tierce mineure	6/5	1,200	316,80	313,95
MI	tierce majeure	5/4	1,250	330,00	332,62
FA ♭	quarte diminuée	32/25	1,280	337,92	332,62
MI #	tierce augmentée	125/96	1,302	343,75	352,40
FA	quarte juste	4/3	1,333	352,00	352,40
FA #	quarte augmentée	45/32	1,406	371,25	373,35
SOL ♭	quinte diminuée	64/45	1,422	375,47	373,35
SOL	quinte juste	3/2	1,500	396,00	395,55
SOL #	quinte augmentée	25/16	1,563	412,50	419,07
LA ♭	sixte mineure	8/5	1,600	422,40	419,07
LA	sixte majeure	5/3	1,667	440,00	443,99
LA #	sixte augmentée	225/128	1,758	464,08	470,39
SI ♭	septième mineure	9/5	1,800	475,20	470,39
SI	septième majeure	15/8	1,875	495,00	498,37
DO ♭	octave diminuée	48/25	1,920	506,88	528,00
SI #	septième augmentée	125/64	1,953	515,63	528,00
DO	octave	2/1	2,000	528,00	528,00

4.2.3 La gamme naturelle

Toutes les notes sont des multiples entiers de la fondamentale. Quand on remet tout à l'intérieur de l'octave, on obtient une suite de notes qui sont toutes dans des rapports entiers entre elles : tous les accords sont justes. Cela correspond à la division harmonique de l'octave. Aucun intervalle n'est identique.



4.2.4 La gamme chromatique tempérée

Une gamme chromatique tempérée s'obtient en décomposant en 12 intervalles égaux d'un demi-ton, entre les deux notes extrêmes d'une octave (dont le rapport de fréquence est 2).

$$\frac{N_{12}}{N_1} = \frac{N_{12}}{N_{11}} \times \frac{N_{11}}{N_{10}} \times \dots \times \frac{N_2}{N_1} = 2 = t_{1/2}^{12}$$

L'écart entre 2 notes de musiquer correspond au rapport entre deux fréquences voisines et vaut un demi-ton : $\frac{N_{n+1}}{N_n} = t_{1/2} = \sqrt[12]{2} = 1,05946$

La fréquence d'une note n vaut : $N_n = N_0 \times \sqrt[12]{2^{\text{nombre de demi-ton à partir de } N_0}}$

C'est à dire que par rapport à la 1ère note audible do_{-1} : $N_n = 16,35 * \sqrt[12]{2^{(N^\circ\text{octave}+1)+(N^\circ\text{note}-1)}}$

ou par rapport au la_3 de @ base : $N_n = 440 \times \sqrt[12]{2^{(N^\circ\text{octave}-3)+(N^\circ\text{note}-10)}}$ d'où la construction du **tableau de synthèse** ci-après :

Nn=Fréquence en Hz															
Notes de base		do	ré	mi	fa	sol	la	si	do						
Rapport des fréquences Nn/No	Numéros->	1	2	3	4	5	6	7							
	diatonique calcul	1	1+1/8	1+2/8	1+1/3	1+4/8	1+2/3	1+7/8	1+8/8						
	fraction	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2						
	Valeur	1	1,125	1,250	1,333	1,500	1,667	1,875	2						
Notes altérées		do#	ré#	fa#	sol#	la#									
chromatique	Numéros->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	position	0/12	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12	12/12	
	calcul	$2^{0/12} = \sqrt[12]{2^0}$	$2^{1/12} = \sqrt[12]{2^1}$	$2^{2/12} = \sqrt[12]{2^2}$	$2^{3/12} = \sqrt[12]{2^3}$	$2^{4/12} = \sqrt[12]{2^4}$	$2^{5/12} = \sqrt[12]{2^5}$	$2^{6/12} = \sqrt[12]{2^6}$	$2^{7/12} = \sqrt[12]{2^7}$	$2^{8/12} = \sqrt[12]{2^8}$	$2^{9/12} = \sqrt[12]{2^9}$	$2^{10/12} = \sqrt[12]{2^{10}}$	$2^{11/12} = \sqrt[12]{2^{11}}$	$2^{12/12} = \sqrt[12]{2^{12}}$	
	Valeur	1	1,059	1,122	1,189	1,260	1,335	1,414	1,498	1,587	1,682	1,782	1,888	2	
écart note: Nn/Nn-1			1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059		
Octave N°	valeurs	Notes	do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#	sol	sol#	la	la#	si	do
-1	2 ⁴ = 16	x2	16,35	17,32	18,35	19,45	20,60	21,83	23,12	24,50	25,96	28	29,14	30,87	
0	2 ⁵ = 32	x2	32,70	34,65	36,71	38,89	41,20	43,65	46,25	49,00	51,91	55	58,27	61,74	
1	2 ⁶ = 64	x2	65,41	69,30	73,42	77,78	82,41	87,31	92,50	98,00	103,83	110	116,54	123,47	
2	2 ⁷ = 128	x2	130,81	138,59	146,83	155,56	164,81	174,61	185,00	196,00	207,65	220	233,08	246,94	
3	2 ⁸ = 256	x2	261,63	277,18	293,66	311,13	329,63	349,23	369,99	392,00	415,30	440	466,16	493,88	
4	2 ⁹ = 512	x2	523,25	554,37	587,33	622,25	659,26	698,46	739,99	783,99	830,61	880	932,33	987,77	
5	2 ¹⁰ = 1024	x2	1046,50	1108,73	1174,66	1244,51	1318,51	1396,91	1479,98	1567,98	1661,22	1760	1864,66	1975,53	
6	2 ¹¹ = 2048	x2	2093,00	2217,46	2349,32	2489,02	2637,02	2793,83	2959,96	3135,96	3322,44	3520	3729,31	3951,07	
7	2 ¹² = 4096	x2	4186,01	4434,92	4698,64	4978,03	5274,04	5587,65	5919,91	6271,93	6644,88	7040	7458,62	7902,13	
8	2 ¹³ = 8192	x2	8372,02	8869,84	9397,27	9956,06	10548,08	11175,30	11839,82	12543,85	13289,75	14080	14917,24	15804,27	
en gras les harmoniques de Do0		1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton	1/2 ton
en rouge les harmoniques de Do1		ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton
Ecart des notes ->		Unisson-Tonique	Seconde	Tierce mineure	Tierce	Quarte	Quinte	Sixte	Sixte majeure	Septième	Octave (8ème note)				

Par exemple : $La_2 = \frac{La_3}{2} = \frac{440}{2} = 220 \text{ Hz}$ ou $La_4 = 2 \times La_3 = 880 \text{ Hz}$ ou $La_3\# = La_3 \times 1,059 = 465 \text{ Hz}$

ou encore $Sol_3\# = \frac{La_3}{1,059} = \frac{440}{1,059} = 415,2 \text{ Hz}$ ou enfin $Do_1 = \frac{La_3}{1,682} = \frac{440}{1,682} = 261,59 \text{ Hz}$

Les notes placées sur la portée (en clé de sol) et les touches du piano sont représentées ci-après.

Fréquence Nn des notes incluses dans l'octave																
choisir la note + l'octave ↓	note	do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#	sol	sol#	la	la#	si	do#		
tableau de synthèse donne	do	1	Fréqce	65,41	69,30	73,42	77,78	82,41	87,31	92,50	103,83	103,83	110,00	116,54	123,47	#REF!
issu par le calcul Nn+1=Nn x 1,059	No	N1=N0x1,059	N2=N1x1,059	N3=N2x1,059	N4=N3x1,059	N5=N4x1,059	N6=N5x1,059	N7=N6x1,059	N8=N7x1,059	N9=N8x1,059	N10=N9x1,059	N11=N10x1,059	N12=N11x1,059	N13=N12x1,059	N14=N13x1,059	N15=N14x1,059
rapport Nn/No	1,00	1,06	1,12	1,19	1,26	1,33	1,41	1,49	1,58	1,68	1,77	1,88	1,99			
soit en fraction	1		9/8		5/4	4/3		3/2		5/3		15/8	2			

A noter qu'entre le **Ré#** et le **Mib** il y a une différence (sauf au piano) nommée « comma » et correspondant à 1/9^{ème} de ton. (9/9 = 1 ton). Ces notes sont dites enharmoniques.

Un demi-ton diatonique comporte 4 commas et un demi-ton chromatique en comporte 5.

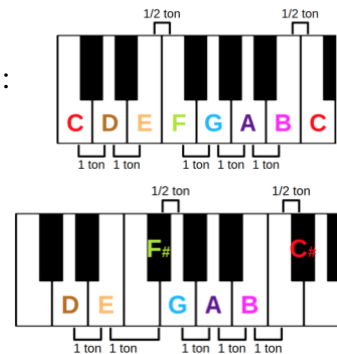
4.2.5 La gamme Majeure

La **gamme Majeure** correspond à une séquence de 7 notes qui commence par la tonique et suit le schéma spécifique d'intervalles suivant :

Ton - Ton - Demi-ton - Ton - Ton - Ton - Demi-ton.

Ce qui donne :

- Pour la **gamme du Do Majeur** l'ensemble de notes naturelles : **Do, Ré, Mi, Fa, Sol, La, Si,**
- Pour la **gamme du Ré Majeur** on est amené à ajouter des altérations (avec des dièses sur le Fa et le Do) pour conserver cette même structure, elle est alors : **Ré, Mi, Fa#, Sol, La, Si, Do#**



Et ainsi de suite pour toutes autres les tonalités déterminées par la note tonique donnée...

Les récapitulatifs des gammes Majeures avec des dièses et celle avec des bémols sont les suivants :

Gamme	Notes altérées	Gamme	Notes altérées
Do Majeur	/	Fa Majeur	Si
Sol Majeur	Fa	Sib Majeur	Si, Mi
Ré Majeur	Fa, Do	Mib Majeur	Si, Mi, La
La Majeur	Fa, Do, Sol	Lab Majeur	Si, Mi, La, Ré
Mi Majeur	Fa, Do, Sol, Ré	Réb Majeur	Si, Mi, La, Ré, Sol
Si Majeur	Fa, Do, Sol, Ré, La	Solb Majeur	Si, Mi, La, Ré, Sol, Do
Fa# Majeur	Fa, Do, Sol, Ré, La, Mi	Dob Majeur	Si, Mi, La, Ré, Sol, Do, Fa
Do# Majeur	Fa, Do, Sol, Ré, La, Mi, Si		

NB : l'ordre d'apparition soit des dièses, soit des bémols sur les notes altérées est immuable et les notes justes s'intercalent entre les notes altérées.

NBB : cet ordre est symétrique !

Le nombre de dièses (ou de bémols nécessaire) pour conserver la structure de la gamme Majeure dans une tonalité donnée, s'appelle l'armure. Cette altération appliquée à la clé (et avant la rythmique) conditionne toutes les notes sur la portée (ce qui allège la partition).

Par exemple : pour le **Sib Majeur** avec 2 bémols à la clé on a :



Tous les **Si** et tous les **Mi** seront impactés en bémols.

4.2.6 La gamme mineure

La structure de la **gamme mineure** est :

Ton - Demi-ton - Ton - Ton - Demi-ton - Ton - Ton.

Elle se crée en retirant 1 ton et 1/2 ton à la gamme Majeur.

Par exemple, en retirant du **Do Majeur** 1 ton et 1/2 ton on trouve le **La mineur** dont la gamme est : **La, Si, Do, Ré, Mi, Fa, Sol** et vice et versa.



De même, pour trouver la gamme en **Mi mineur**, on part du **Sol Majeur** et on retire un ton et 1/2 ton ; et la gamme du **Mi mineur** est : **Mi, Fa#, Sol, La, Si, Do, Ré.**

Et ainsi de suite pour toutes autres les tonalités déterminées par la note tonique donnée...

Les récapitulatifs des gammes mineures avec des dièses et celles avec des bémols sont les suivants :

Gamme	Notes altérées	Gamme	Notes altérées
La mineur	/	Ré mineur	Si
Mi mineur	Fa	Sol mineur	Si, Mi
Si mineur	Fa, Do	Do mineur	Si, Mi, La
Fa# mineur	Fa, Do, Sol	Fa mineur	Si, Mi, La, Ré
Do# mineur	Fa, Do, Sol, Ré	Sib mineur	Si, Mi, La, Ré, Sol
Sol# mineur	Fa, Do, Sol, Ré, La	Mib mineur	Si, Mi, La, Ré, Sol, Do
Ré# mineur	Fa, Do, Sol, Ré, La, Mi	Lab mineur	Si, Mi, La, Ré, Sol, Do, Fa
La# mineur	Fa, Do, Sol, Ré, La, Mi, Si		

A noter que ces gammes correspondent aux **gammes mineures mélodiques descendantes** mais il existe aussi :

- une **gamme mineure harmonique** qui comprend : 1 ton, 1/2 ton, 1 ton, 1 ton, 1/2 ton, 1 ton et 1/2, 1/2 ton (par exemple pour la gamme du *La mineur*, on ajoute un demi ton au *sol* pour le transformer en *Sol#*)



- une **gamme mineure mélodique ascendante** qui comprend : 1 ton, 1/2 ton, 1 ton, 1 ton, 1 ton, 1 ton, 1/2 ton (on ajoute en plus dans l'exemple précédent un demi ton au *Fa* qui devient un *Fa#*).



4.2.7 Synthèse des gammes

Caractéristiques	Gamme de Pythagore	Gamme de Zarlino	Gamme Naturelle	Gamme Chromatique Tempérée	Gamme Majeure	Gamme Mineure
Structure	Basée sur des intervalles de quintes parfaites	Basée sur des intervalles inégales de harmoniques naturelles	Basée sur les intervalles naturels des harmoniques	Division de l'octave en douze demi-tons égaux	Ton - Ton - Demi-ton - Ton - Ton - Ton - Demi-ton	Ton - Demi-ton - Ton - Ton - Ton - Demi-ton - Ton
Caractéristiques	Son légèrement dissonant	Intervalle plus consonant que la gamme de Pythagore	Subtile différence par rapport aux gammes tempérées	Permet une modulation fluide entre les tonalités	Joyeuse, lumineuse	Sombre, mélancolique
Principales utilisations	Musique ancienne.	Étape importante dans le développement de la musique occidentale	Traditions musicales, et folkloriques	Caractéristique de la musique occidentale moderne	Base dans la musique occidentale	Exprime des émotions introspectives ou tristes

4.3 Les intervalles

La distance qui sépare 2 notes correspond à un intervalle.

Ils se nomment par exemple entre :

do et ré → *seconde* ;
do et mi → *tierce* ;
do et fa → *quarte* ;
do et sol → *quinte* ;
do et la → *sixte* ;
do et si → *septième* ;
do et do (de l'octave supérieure) → *octave*.

Plus généralement, les intervalles entre 2 notes correspondent à la **différence de hauteurs des sons** et se caractérisent par un rapport de fréquence : $I_1^2 = \frac{N_2}{N_1}$

Et par la différence : $\text{Log } N_2 - \text{log } N_1 = \text{log} \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$;

L'intervalle logarithmique se mesure en savarts : $i_1^2 = 1000 \text{ log } I_1^2 = 1000 (\text{log } N_2 - \text{log } N_1)$.

Par exemple :

Lorsque le rapport $I_1^2 = \frac{N_2}{N_1}$ est de 2, l'intervalle est appelé *octave* (c'est l'harmonique qui correspond à la huitième note de la fondamentale) et il vaut $i_1^2 = 1000 \text{ log } 2 = 301$ savarts.

NB : Dans le cas de 3 sons A, B, et C avec ($N_A < N_B < N_C$) alors $I_A^C = I_A^B \times I_B^C \rightarrow i_A^C = i_A^B + i_B^C$

La comparaison des intervalles suivant les différentes gammes est représentée dans le tableau suivant :

degré	intervalles	Pythagore						Zarlino						Tempéré							
		Valeur	Puissance	Valeur	Puissance	formule	résultat	fraction	Valeur	Puissance	Valeur	Puissance	formule	résultat	fraction	Valeur	Puissance	formule	Résultat		
I	unisson	2	0	3	0	$2^0 \cdot 3^0$	1,000	1	2	0	3	0	5	0	$2^0 \cdot 3^0 \cdot 5^0$	1,000	1	2	0/12	$\sqrt[12]{2^0}$	1,000
II	seconde	2	-3	3	2	$2^{-3} \cdot 3^2$	1,125	9/8	2	-3	3	2	5	0	$2^{-3} \cdot 3^2 \cdot 5^0$	1,125	9/8	2	2/12	$\sqrt[12]{2^2}$	1,122
III	tierce	2	-6	3	4	$2^{-6} \cdot 3^4$	1,266	81/64	2	-2	3	0	5	1	$2^{-2} \cdot 3^0 \cdot 5^1$	1,250	5/4	2	4/12	$\sqrt[12]{2^4}$	1,260
IV	quarte	2	2	3	-1	$2^2 \cdot 3^{-1}$	1,333	4/3	2	2	3	-1	5	0	$2^2 \cdot 3^{-1} \cdot 5^0$	1,333	4/3	2	5/12	$\sqrt[12]{2^5}$	1,335
V	quinte	2	-1	3	1	$2^{-1} \cdot 3^1$	1,500	3/2	2	-1	3	1	5	0	$2^{-1} \cdot 3^1 \cdot 5^0$	1,500	3/2	2	7/12	$\sqrt[12]{2^7}$	1,498
VI	sixte	2	-4	3	3	$2^{-4} \cdot 3^3$	1,688	5/3	2	0	3	-1	5	1	$2^0 \cdot 3^{-1} \cdot 5^1$	1,667	5/3	2	9/12	$\sqrt[12]{2^9}$	1,682
VII	septieme majeur	2	-7	3	5	$2^{-7} \cdot 3^5$	1,898	15/8	2	-3	3	1	5	1	$2^{-3} \cdot 3^1 \cdot 5^1$	1,875	15/8	2	11/12	$\sqrt[12]{2^{11}}$	1,888
VIII	octave	2	1	3	0	$2^1 \cdot 3^0$	2,000	2	2	1	3	0	5	0	$2^1 \cdot 3^0 \cdot 5^0$	2,000	2	2	12/12	$\sqrt[12]{2^{12}}$	2,000

A noter que les valeurs de ces différentes gammes sont en définitive assez proches...

4.4 Les degrés

Les degrés représentent une **hauteur relative** appartenant à une échelle musicale donnée qui dépend des époques, des instruments et des types de musique (diatonique ou chromatique). Chaque son peut être le point de départ et être la première note d'une gamme.

Le premier degré est le son principal d'une gamme, il se nomme tonique car il donne son nom à la gamme.

Par exemple, si **Ré** est la tonique, on est dans la gamme de **Ré** et dans le ton de **Ré**.

Le tableau général des degrés, appliqué à 2 exemples de gamme (Do et Ré), est le suivant :

Degrés	I	II	III		IV	V	VI		VII	VIII	IX	X
Nom de l'intervalle	Tonique	Seconde ou sous Tonique	Tierce mineure ou médiane	Tierce majeure	Quarte ou sous-dominante	Quinte ou dominante	Sixte mineure	Sixte majeure	Septième ou sensible	Octave ou tonique	Neuvième	Dixième
N _n /N ₀	1	9/8	6/5	5/4	4/3	3/2	8/5	5/3	15/8	2		
exemples			do-mib ou la- do	do-mi	sol- do	do- sol	mi- do			do2- do3		
Nb de tons			1,5	2	2,5	3,5				6		
M=Majeur, m=mineur			Tierce M+Tierce m = quinte $(5/4) \times (6/5) = 3/2$	Tierce M + quarte = sixte M		Quinte +quarte = octave $(3/2) \times (4/3) = 2$				3 Tierces «M» ou 4 Tierces «m»		
Gamme de Do	Do	Ré	Mi		Fa	Sol	La		Si	Do		
Gamme de Ré	Ré	Mi	Fa#		Sol	La	Si		Do#	Ré		

Les notes ou degrés sont séparés soit par des tons soit par des demi-tons.

Les demi-tons diatoniques séparent des notes différentes ; les demi-tons chromatiques séparent des notes de même nom mais avec des sons différents en particulier avec altération.

Deux notes jouées l'une après l'autre, forment un **intervalle mélodique** ; jouées ensemble elles forment un **intervalle harmonique**.

4.5 Les harmoniques

Les harmoniques d'une note sont représentées par la formule :

$$y = a_1 \sin(2\pi N_0 t) + a_2 \sin 2(2\pi N_0 t) + a_3 \sin 3(2\pi N_0 t) + a_4 \sin 4(2\pi N_0 t) + a_5 \sin 5(2\pi N_0 t) + \dots$$

rang 1 ou son **fondamental** + rang 2 ou **octave** + rang 3 ou **quinte** + rang 4 ou **quarte** + rang 5 ou **tierce**

Pour une note donnée, les fréquences des signaux sont les mêmes, mais les amplitudes sont différentes ce qui caractérise le timbre de chaque instrument.

Suivant le type d'instrument de musique, le son produit est donc la composition de la fréquence fondamentale N_0 (définissant la hauteur de la note (la plus grave)) et des multiples de celle-ci appelées les harmoniques : $N_n = k N_0$ (avec des amplitudes différentes ce qui donnent différentes couleurs de la note).

La flûte a une fréquence fondamentale d'amplitude élevée et celles des harmoniques faibles : le son est pur.

D'autres instruments comme les violons sont plus riches en harmoniques ce qui correspond à la caractéristique propre de l'instrument.

Si on considère les 5 premières harmonique d'un son pur de fondamentale N :

Le rapport de fréquence entre 2 harmoniques consécutives est :

Les sensations auditives sont :

En divisant une octave en 7 intervalles on obtient 8 degrés :

	N	2N	3N	4N	5N			
		$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{4}$			
		octave	quinte	quarte	tierce			
degrés	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
écart	1	$1 + \frac{1}{8}$	$1 + \frac{2}{8}$	$1 + \frac{1}{3}$	$1 + \frac{4}{8}$	$1 + \frac{2}{3}$	$1 + \frac{7}{8}$	$1 + \frac{8}{8}$
Fréquence	N	$\frac{9}{8} N$	$\frac{5}{4} N$	$\frac{4}{3} N$	$\frac{3}{2} N$	$\frac{5}{3} N$	$\frac{15}{8} N$	2N
	ton ou seconde		tierce		quarte		quinte	
			$\frac{5}{3} = \frac{5}{4} \times \frac{4}{3} =$ tierce de la quarte --> sixte					
			$\frac{15}{8} = \frac{5}{4} \times \frac{3}{2} =$ tierce de la quinte --> septième majeure					
								octave

Rapporté à une gamme diatonique cela donne :

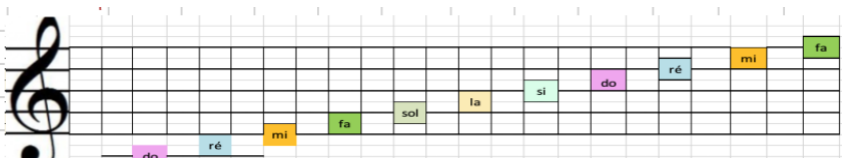


tableau des intervalles des notes principales/do :

	do	ré	mi	fa	sol	la	si	do	ré	mi	fa
do-ré	ton ou seconde										
do-mi	tierce										
do-fa	quarte										
do-sol	quinte										
do-la	sixte										
do-si	septième majeure										
do-do	octave										
do-fa	neuvième										
do-fa	dixième										
do-fa	onzième										

A noter que Sol est la tierce de mi

Tableau des intervalles rapporté à toutes les notes (y compris les notes altérées) par rapport au do avec le nom des intervalles correspondants :

Gamme tempérée	do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#	sol	sol#	la	la#	si	do
Gamme boécienne	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	C
1/2 ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton	1/2ton
écart entre note	1 ton	1 ton	1/2ton	1 ton	1/2ton	1 ton	1 ton	1 ton	1 ton	1 ton	1 ton	1/2ton	
cumul	1/2 ton	1 ton	1 ton 1/2	2 ton	2 ton 1/2	3 ton	3 ton 1/2	4 ton	4 ton 1/2	5 ton	5 ton 1/2	6 ton	

Echelle diatonique (7notes/5tons+1/2 tons)

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
nom	fondamentale	Seconde	Tierce	Quarte	Quinte	Sixte	Septième	Octave

Echelle chromatique (12notes par 1/2 tons)

N° de 1/2 ton	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
symboles	2m	2M	3m	3M	4j	5dim	5j	6m	6M	7m	7M	8v	
intervalles	seconde mineure	seconde majeure	tierce mineure	tierce majeure	quarte juste	quinte diminuée	quinte juste	sixte mineure	sixte majeure	septième mineure	septième majeure	octave	

Par exemple pour le **Do fondamentale**, l'accord de 3 sons **Do-Mi-Sol** se compose de la tierce majeure Do-Mi et de la quinte juste Do-Sol ; cet accord se nomme **Accord Parfait Majeur** (de la gamme Majeur Diatonique).

Un autre Accord Parfait Majeur (sans altération) peut être réalisé avec **Fa-La-Do** ou avec **Sol-Si-Ré**

Récapitulatif :

TABEAU DE LA COMPOSITION DES INTERVALLES. (1)

secondes.	La seconde diminuée n'est autre que l'enharmonie. (8 7#) Cette seconde est inadmissible comme intervalle supérieur, puisqu'il y aurait croisement des 2 sons.	<i>mineure.</i> 1 demi-ton diatonique.	<i>majeure.</i> 1 ton.	<i>augmentée.</i> 1 ton et 1 demi-ton chromatique.
	<i>diminuée.</i> 2 demi-tons diatoniques.	<i>mineure.</i> 1 ton et 1 demi-ton diatonique.	<i>majeure.</i> 2 tons.	<i>augmentée.</i> 2 tons et 1 demi-ton chromatique.
tierces.	<i>diminuée.</i> 1 ton et 2 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 2 tons et 1 demi-ton diatonique.		<i>augmentée.</i> 2 tons et 1 demi-ton chromatique.
	<i>diminuée.</i> 2 tons et 2 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 3 tons et 1 demi-ton diatonique.		<i>augmentée.</i> 3 tons et 1 demi-ton chromatique et 1 demi-ton diatonique. ou 3 tons#. Elle se nomme alorstriton.
quartes.	<i>diminuée.</i> 3 tons et 2 demi-tons diatoniques.	<i>mineure.</i> 3 tons et 2 demi-tons diatoniques.	<i>majeure.</i> 4 tons et 1 demi-ton diatonique.	<i>augmentée.</i> 4 tons et 1 demi-ton chromatique.
	<i>diminuée.</i> 3 tons et 3 demi-tons diatoniques.	<i>mineure.</i> 4 tons et 2 demi-tons diatoniques.	<i>majeure.</i> 5 tons et 1 demi-ton diatonique.	<i>augmentée.</i> 5 tons et 2 demi-tons diatoniques et 1 demi-ton chromatique. La septième augmentée pourrait s'expliquer théoriquement, mais elle est absolument inusitée dans la pratique.
quintes.	<i>diminuée.</i> 4 tons et 3 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 5 tons et 2 demi-tons diatoniques.		<i>augmentée.</i> 5 tons et 2 demi-tons diatoniques et 1 demi-ton chromatique.
	<i>diminuée.</i> 4 tons et 4 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 6 tons et 2 demi-tons diatoniques.		<i>augmentée.</i> 6 tons et 2 demi-tons diatoniques et 1 demi-ton chromatique.
sixtes.	<i>diminuée.</i> 5 tons et 3 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 6 tons et 3 demi-tons diatoniques.		<i>augmentée.</i> 6 tons et 3 demi-tons diatoniques et 1 demi-ton chromatique.
	<i>diminuée.</i> 5 tons et 4 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 7 tons et 3 demi-tons diatoniques.		<i>augmentée.</i> 7 tons et 3 demi-tons diatoniques et 1 demi-ton chromatique.
septièmes	<i>diminuée.</i> 6 tons et 4 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 7 tons et 4 demi-tons diatoniques.		<i>augmentée.</i> 7 tons et 4 demi-tons diatoniques et 1 demi-ton chromatique.
	<i>diminuée.</i> 6 tons et 5 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 8 tons et 4 demi-tons diatoniques.		<i>augmentée.</i> 8 tons et 4 demi-tons diatoniques et 1 demi-ton chromatique.
octaves.	<i>diminuée.</i> 7 tons et 5 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 8 tons et 5 demi-tons diatoniques.		<i>augmentée.</i> 8 tons et 5 demi-tons diatoniques et 1 demi-ton chromatique.
	<i>diminuée.</i> 7 tons et 6 demi-tons diatoniques.	<i>juste.</i> 9 tons et 5 demi-tons diatoniques.		<i>augmentée.</i> 9 tons et 5 demi-tons diatoniques et 1 demi-ton chromatique.

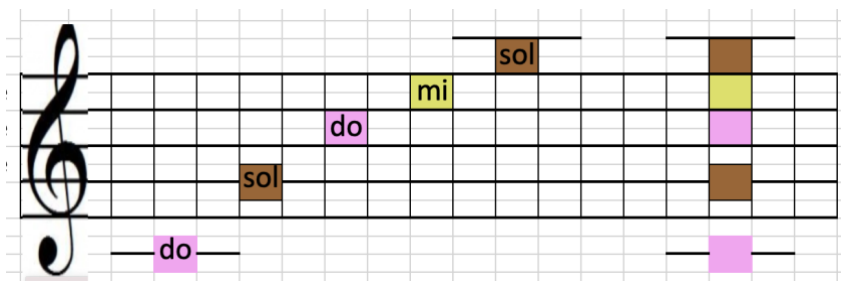
La composition des harmoniques d'une note est la même quelque soit l'octave.

Par exemple sur le tableau interactif réalisé avec Excel, on peut trouver les harmoniques de **do₀** et **do₁** (ou toute autre note) :

Fréquence des harmoniques de la note													
choisir la note + l'octave ↓ ↓	rang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
tableau de synthèse donne do 0	Fréqce	32,70											
	valeur Nox rang	Nox1	Nox2	Nox3	Nox4	Nox5	Nox6	Nox7	Nox8	Nox9	Nox10	Nox11	Nox12
		32,7	65,4	98,1	130,8	163,5	196,2	228,9	261,6	294,3	327,0	359,7	392,4
	résultat Nn/Nn-1		2,00	1,50	1,33	1,25	1,20	1,17	1,14	1,13	1,11	1,10	1,09
	soit en fraction		2	3/2	4/3	5/4							
	Notes correspondantes	do 0	do 1	sol 1	do 2	mi 2	sol 2		do 3	ré 3	mi 3		sol 3
		Fondamentale	Octave	Quinte	Quarte	Tierce							

Fréquence des harmoniques de la note													
choisir la note + l'octave ↓ ↓	rang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
tableau de synthèse donne do 1	Fréqce	65,41											
	valeur Nox rang	Nox1	Nox2	Nox3	Nox4	Nox5	Nox6	Nox7	Nox8	Nox9	Nox10	Nox11	Nox12
		65,4	130,8	196,2	261,6	327,0	392,4	457,8	523,3	588,7	654,1	719,5	784,9
	résultat Nn/Nn-1		2,00	1,50	1,33	1,25	1,20	1,17	1,14	1,13	1,11	1,10	1,09
	soit en fraction		2	3/2	4/3	5/4							
	Notes correspondantes	do 1	do 2	sol 2	do 3	mi 3	sol 3		do 4	ré 4	mi 4		sol 4
		Fondamentale	Octave	Quinte	Quarte	Tierce							

Les harmoniques du do représentées sur la portée sont en réalité jouées simultanément.



L'harmonique du **La₃** joué au violon donne :

Rang N de l'harmonique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Note	La3	La4	Mi5	La4	Do#6	Mi6	Sol6	La6	Si6	Do#7	Ré7
Fréquence	440	880	1320	1760	2200	2640	3080	3520	3960	4400	4840

5 Les accords

Un accord est un son formé de plusieurs notes émises simultanément, il est considéré comme juste et agréable que si le rapport de fréquence est une fraction simple (3/2, 4/3...), en revanche, il peut être considéré comme discordant et désagréable dans les autres cas.

A noter que les battements générés par deux fréquences proches sont souvent considérés comme désagréable (mais c'est ce qui permet d'accorder les instruments).

Le modèle développé par Pythagore met en avant le fait que le rapport géométrique le plus simple après l'octave est la quinte (3/2) qui est parfaitement harmonique et donne 7 notes étagées retournant à la fin à la note de départ. Il construit le cycle des quintes.

Zarlino considère lui que les rapports mathématiques simples donnent des intervalles agréables : le rapport 2/1 produit l'octave, le 3/2 la quinte, le 4/3 la quarte, le 5/4 la tierce majeure, le 6/5 la tierce mineure et le 9/8 la seconde majeure...

L'accord parfait est pour lui la superposition de deux accords simples (5/4 et 6/5) qui créent un intervalle simple (3/2).

A noter qu'on ne joue pas forcément toutes les notes d'un accord en même temps. On peut égrener les notes (c'est alors arpéger) ou alterner une note (la plus grave) et les autres (c'est pomper)

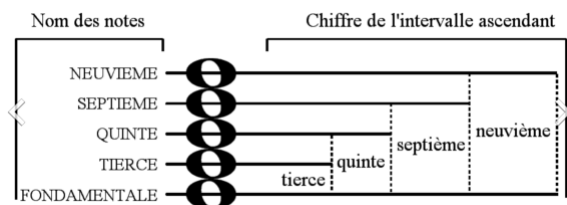
La présentation des 10 harmoniques d'une note comme le **do** (fondamental) est :



Dans la construction ci-dessus, la définition d'un accord comme utilisation d'au moins trois partiels (fondamental plus deux harmoniques) dans l'ordre de leur naissance (ce qui d'ailleurs n'explique pas la naissance de l'accord mineur) : l'accord est à l'état **fondamental**, en **position serrée**, sans **doublure**, ni **suppression**.

Par exemple, dans les accords :

- « do, mi, sol »,
- « do, mi, sol, do »,
- « mi, sol, do »,
- « mi, sol, do, sol »,
- « sol, do, mi »,



Si **Do** est la fondamentale, **Mi** est la **tierce**, et **Sol** la **quinte**.

À partir de la fondamentale, on nomme les autres notes réelles par le nom de l'**intervalle** ascendant qui sépare cette note de la fondamentale, et ceci, même si cette fondamentale ne se trouve pas à la basse.

L'**harmonie tonale** étudie essentiellement les trois grandes familles suivantes :

- Les **accords de trois sons** (ou *accords de trois notes*, ou *accords de quinte ou triade*), dont les **notes réelles** (ou notes constitutives) sont la **fondamentale**, la **tierce** et la **quinte**. Par exemple :
 - Triade Majeure 1-3-5 = « **Do, Mi, Sol** » ;
 - Triade mineure 1-b3-5 = Do Mib, Sol ;
 - Triade diminuée 1-b3-b5 = Do Mib, Solb
 - Triade diminuée 1-3-#5 = Do Mi, Sol#.
- Les **accords de quatre sons** (ou *accords de quatre notes*, ou *accords de septième*) dont les notes réelles sont celles d'un accord de trois notes, plus une **septième**. Par exemple :
 - Septième majeure : 1-3-5-7 = « **Do, Mi, Sol, Si#** »
 - Septième majeure avec tierce mineur : 1-b3-5-7 = Do , Mib, Sol, Si ;
 - Septième dominante : 1-3-5-7 = Do, Mi, Sol, Sib ;
 - Septième majeure 7 : 1-3-5-7 = Do , Mib, Sol, Sib ;
 - Demi diminuée 7 : 1-b3-b5-b7 = Do , Mib, Solb, Sib
 - Sixième : 1-3-5-6 = Do, Mi, Sol, La
 - Mineur 6 : 1-b3-5-6 = Do, Mib, Sol, La
 - Suspendu : 1-4-5-6-b7 = Do, Fa, Sol, Sib
- Les **accords de cinq sons** (ou *accords de cinq notes*, ou *accords de neuvième*) dont les notes réelles sont celles d'un accord de quatre notes, plus une **neuvième** , par exemple, « **do, mi, sol, si#, ré** ».

Chaque famille se divise à son tour en plusieurs espèces, compte tenu de la valeur relative des **intervalles** superposés. Par exemple, selon l'étendue des intervalles considérés, on dénombre *quatre* espèces d'accord de trois notes, sept espèces d'accord de quatre notes, etc.

5.1 Accords Majeurs

Pour créer un accord majeur d'une fondamentale, il suffit d'empiler soit deux tierces successives, soit une tierce majeure et une quinte juste.

Un **accord majeur** à 3 sons est constitué de la note fondamentale, d'une **tierce Majeure** (3^{ème} note après la fondamentale, soit séparée de **2 tons**, et de **3 touches** sur le clavier du piano) et d'une **quinte juste** (5^{ème} note après la fondamentale, soit **séparée de 3,5 tons**, et de **3 touches** sur le clavier du piano) ; cet accord donne un aspect « joyeux ».

C'est par exemple pour Do : **Do, Mi, Sol** ou pour le Fa : **Fa, La, Do**.

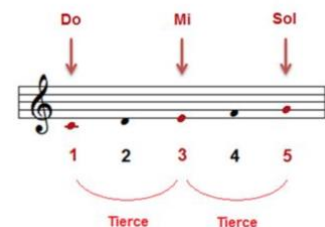
5.1.1 Accord en Do Majeur

Pour créer un accord de **Do majeur** (ou accord de C majeur) :

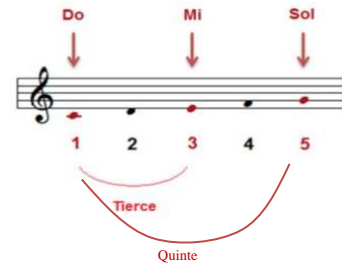
- Soit on empile deux tierces successives :

$$Mi = \frac{5}{4}Do \text{ et } Sol = Mi = \frac{5}{4}Mi$$

- Soit on associe successivement :



- la **tierce majeure** (donc séparée de **2 tons** de la fondamentale) qui est **Mi**,
- la **quinte juste** (séparée de 3,5 tons de la fondamentale) qui est **Sol** (mais Sol est aussi obtenu par une tierce mineure par rapport à **Mi** puisque séparé de 1,5 tons).



L'accord du Do majeur est donc : **Do, Mi, Sol**

Do est la tonique, **Mi** la médiante et **Sol** la dominante.

Cet **Accord Parfait Majeur** est constitué de la première, de la troisième et de la cinquième note de la **gamme de Do majeur** ; il est à la base de la génération de la **gamme majeure diatonique**.

Seules les notes **Fa** et **Sol** peuvent aussi engendrer un autre accord parfait majeur (sans altération) : **Fa, La, Do** et **Sol, Si, Ré**

La **gamme de do Majeur** est constituée par les 3 sons générateurs : **Do, Fa, Sol**, appelés **notes tonales** qui occupent les I^{ère}, IV^{ème} et V^{ème} degrés de la gamme et qui engendrent eux-mêmes 3 **accords parfaits Majeurs** appelés aussi **accords générateurs**.

On peut les voir ci-après entouré :

Gamme de DO Majeur (sans altération)

Accords parfaits de cette gamme sans altération et en ajoutant une tierce et une quarte

Degrés	I	II	III	IV	V	VI	VII	C
accords parfaits	Do	Rém	Mim	Fa	Sol	Lam	Sidim	
accords mineurs	C	Dm	Em	F	G	Am	Bdim	C

Par ailleurs, les accords formés par les degrés : II^{ème}, III^{ème} et VI^{ème} se composent d'une **tierce mineure** et d'une **quinte juste**, sur la note de base fondamentale.

Ce sont des **accords parfaits mineurs**.

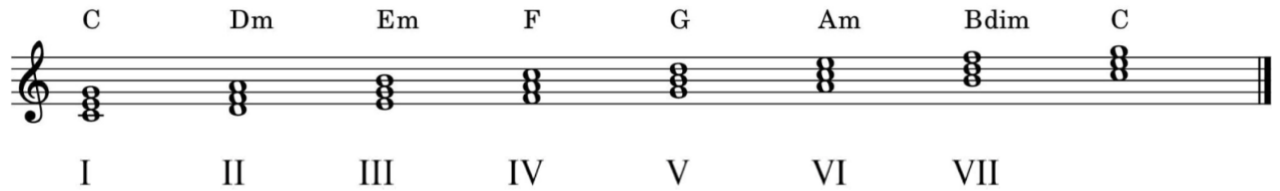
Les 3 accords : **Ré, Fa, La** ; **Mi, Sol, Si** et **La, Do, Mi** sont générateurs de la gamme du **La mineure**.

Le dernier accord **La, Do, Mi** est le seul à avoir une note commune avec les deux autres, il sert de base à cette gamme artificielle par rapport aux harmoniques.

L'accord placé en Majeur VII se compose d'une tierce mineure et d'une quinte diminuée sur une note de base. On l'appelle **accord de quinte diminué**.



Ci-après les accords parfaits et les degrés des : **Do majeur, Ré mineur, Mi mineur, Fa Majeur, Sol majeur, La mineur, et Si diminué** :



Par exemple : les progressions I-VI et II-V correspondent à des transitions harmoniques dans la composition et l'arrangement musical ; ici cela donne Do-Lam et Ré-m-Sol

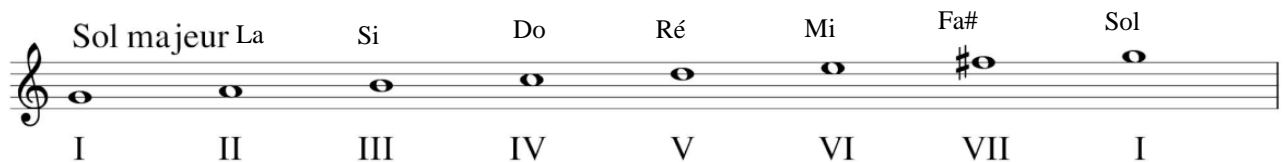
Par ailleurs, la grille du blues basique (à 12 mesures et 4 temps) se compose des degrés et accords suivants :

I7	I7	I7	I7
IV7	IV7	I7	I7
V7	IV7	I7	V7

Ce qui correspond dans la tonalité de FA :

F7	F7	F7	F7
Bd7	Bd7	F7	F7
C7	Bd7	F7	C7

5.1.2 Accord en Sol Majeur



Sol	Lam	Sim	Do	Ré	Mim	Fa#dim
G	Am	Bm	C	D	Em	F#dim

Les progressions I-VI et II-V donnent ici : Sol-Min et Lam-Ré

Les **accords parfaits Majeurs** sont des accords composés de la tonique (I), de la tierce majeure (III) et de la quinte juste (V) d'une tonalité majeure.

Par exemple : dans la tonalité de **Do majeur**, l'accord parfait majeur est l'accord de **Do Majeur : Do, Sol, Fa**.

Plus généralement :

Accords majeurs	I	III	V
C	C	E	G
C# (ou Db)	C#	E	G#
D	D	F#	A
D# (ou Eb)	D#	G	A#
E	E	G#	B
F	F	A	C
F# (ou Gb)	F#	A#	C#
G	G	B	D
G# (ou Ab)	G#	C	D#
A	A	C#	E
A# (ou Bb)	A#	D	F
B	B	D#	F#

Ces accords parfaits majeurs sont largement utilisés dans la musique occidentale pour créer une harmonie stable et agréable à l'oreille.

A noter que les degrés I, IV et V d'une tonalité Majeure forment des accords majeurs mais seul le degré I est considéré comme un accord parfait majeur.

5.2 Accords mineurs

Avec la gamme mineure, on peut obtenir un accord de trois sons sur chaque degré de cette gamme.

Un **accord mineur** à 3 sons est constitué de la note fondamentale, d'une **tierce mineure** (3^{ème} note après la fondamentale soit séparée de **1,5 tons** soit de **2 touches** sur le clavier) et d'une **quinte** (5^{ème} note après la fondamentale) ; il donne un aspect « triste ». C'est par exemple pour Ré : **Ré, Fa, La** ou pour Mi : **Mi, Sol, Si**.

5.2.1 Do mineur

Pour un accord de **Do mineur** (ou accord Cm), la tierce mineure (intervalle séparé de **1,5 tons** de la fondamentale) est **Mib** (correspondant à la troisième note abaissée d'un demi ton par rapport à la tierce Majeure de l'accord de Do Majeure et la quinte juste (séparé de **3,5 tons** de la fondamentale) est **Sol** (qui correspond à la cinquième note de l'accord).



L'accord du **Do mineur** est : **Do, Mib et Sol**, il est constitué de la première, de la troisième bémolisée et de la cinquième note de la gamme de Do mineur.)

Gamme du do mineur harmonisé

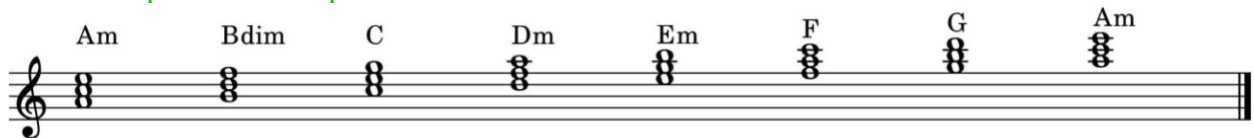


5.2.2 Le La mineur naturel

La gamme du la mineur est la suivante :



Les accords parfaits correspondants sont :



Soit plus généralement pour tous les accords mineurs, la qualité des notes suivant les degrés est :

I	II	III	IV	V	VI	VII
m	dim	M	m	m	M	M
Am	Bdim	C	Dm	Em	F	G
Em	F#dim	G	Am	Bm	C	D
Bm	C#dim	D	Em	F#m	G	A
F#m	G#dim	A	Bm	C#m	D	E
C#m	D#dim	E	F#m	G#m	A	B
G#m	A#dim	B	C#m	D#m	E	F#
D#m	E#dim=Fdim	F#	G#m	A#m	B	C#
A#m	B#dim=Cdim	C#	D#m	E#m=Fm	F#	G#
Dm	Edim	F	Gm	Am	Bb	C
Gm	Adim	Bb	Cm	Dm	Eb	F
Cm	Ddim	Eb	Fm	Gm	Ab	Bb
Fm	Gdim	Ab	Bbm	Cm	Db	Eb
Bbm	Cdim	Db	Ebm	Fm	Gb	Ab
Ebm	Fdim	Gb	Abm	Bbm	Cb=B	Db
Abm	Bbdim	Cb=B	Dbm	Ebm	Fb=E	Gb

Accords des gammes mineures mélodiques descendantes

Avec : M= Majeur, m=mineur, dim = diminué

Ce qui donne, pour 3 notes de la gamme chromatique ramené au clavier d'un piano :

			do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#	sol	sol#	la	la#	si	do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#			
	note	Accords	C	C'	D	D'	E	F	F'	G	G'	A	A'	B	C	C'	D	D'	E	F	F'	G	G'	accords
1	do	C	CEG	X			X			X														do-mi-sol
2	do#	C'=D°	C'FG'		X			X			X													do#-fa-sol#
3	ré	D	DF'A			X			X			X												ré-fa-la
4	ré#	D'=E°	D'GA'				X			X			X											ré#-sol-la#
5	mi	E	EG'B					X			X			X										mi-sol#-si
6	fa	F	FAC						X			X			X									fa-la-do
7	fa#	F'=G°	F'A'C'							X			X			X								fa#-la#-do#
8	sol	G	GBD								X			X			X							sol-si-ré
9	sol#	G'=A°	G'C									X			X			X						sol#-so-ré#
10	la	A	AC'E									X			X			X						la-do#-mi
11	la#	A'=B°	A'DF										X			X			X					la#-ré-ta
12	si	B	BD'F'											X			X							si-ré#-fa#
		X	Majeur																					
		m	mineur																					
		7e	septième																					
		m7e	tième mineure																					

Les **accords parfaits mineurs** sont des accords composés de la tonique (I), de la tierce mineures (III) et de la quinte juste (V) d'une tonalité mineure.

Par exemple : dans la tonalité de **La mineur**, l'accords parfaits mineurs est l'accord de **La mineur** : **La, Ré, Mi**.

Plus généralement :

	Accords mineurs	I	III	V
Accord de Ré mineur	Cm	C	Eb	G
	Dbm (ou C#m)	Db	E	Ab
	Dm	D	F	A
	Ebm (ou D#m)	Eb	Gb	Bb
Accord de Mi mineur	Em	E	G	B
	Fm	F	Ab	C
	Gbm (ou F#m)	Gb	A	Db
	Gm	G	Bb	D
	Abm (ou G#m)	Ab	B	Eb
Accord du la mineur	Am	A	C	E
	Bbm (ou A#m)	Bb	Db	F
	Bm	B	D	Gb

A noter que l'accord formé par les degrés II, III et VI dans une tonalité mineure est un accord mineur. Par exemple : dans la tonalité de **La mineur**, l'accord formé par les degrés (II, III et VI) serait l'accord de **Ré mineur** (II), l'accord de **Mi mineur** (III) et l'accord de **La mineur** (VI).

Par ailleurs, l'accord de septième mineure est une extension de l'accord de tonique mineure et inclut la septième mineure (VII) de la tonique. Par exemple dans la tonalité de **La mineur**, l'accord de septième mineure serait l'accord de **La mineure septième (La, Do, Mi, Sol)**

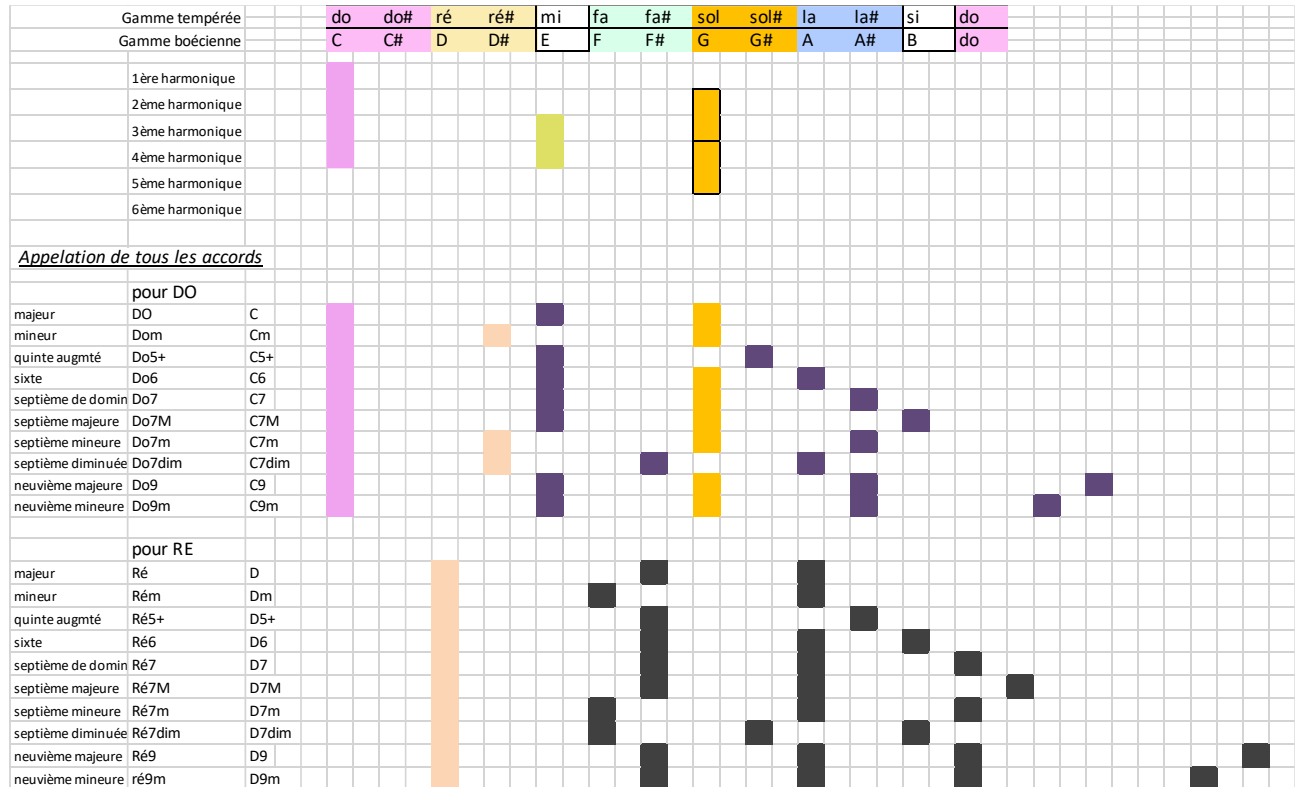
5.3 Les accords magiques

Ils correspondent à I V VI IV ou C G Am F c'est-à-dire Do-Sol-Lam-Fa

Ce qui correspond à Do Sol Mi puis Sol Si Ré puis La Do Mi et Fa La Do

Après il y en a bien d'autres : G/D/Em/C ou D/A/Bm/G ou A/E/F#m/D ou E/B/C#m/A....

5.4 Relation entre harmoniques et accord-



etc...

On remarquera l'analogie répétitive qui existe entre chaque accord... et surtout que les accords correspondent à une association d'harmoniques de chaque note.

6 Chiffrage des accords

Chapitre entièrement de Wikipédia :

Le **chiffrage des accords** est une notation représentant les [accords](#) dans la [musique tonale](#).

Utilisé à l'origine à la période [baroque](#) (XVII^e et XVIII^e siècles) pour construire la [basse continue](#), il sert à partir du [XX^e siècle](#) pour improviser le [jazz](#) et à la retranscription des [grilles harmoniques](#) de [rock](#) et de [pop](#), ainsi qu'à l'[analyse harmonique](#)¹.

6.1 Chiffrage classique

En [harmonie tonale](#), le chiffrage sert à décrire et analyser les accords dans leur contexte [tonal](#)². Les signes conventionnels placés au-dessus ou au-dessous de la [partie](#) analysée sont² :

- les [chiffres arabes](#) pour la composition et le [renversement](#) des accords ;

- les [chiffres romains](#) pour le [degré](#) ;
- des [lettres](#) pour la [fonction](#).

6.1.1 Les chiffres du chiffrage

Chaque **chiffre** désigne une [note](#), ou plus précisément, l'[intervalle](#) :

- « 2 » pour une [seconde](#),
- « 3 » pour une [tierce](#),
- « 4 » pour une [quarte](#), etc.

situé entre cette note et la [basse](#) de l'accord, cet intervalle pouvant être éventuellement [redoublé](#) (exemple A ci-dessous).

- Les chiffres représentent les *intervalles* que forment les notes de l'accord « *par rapport à la basse* », et *non pas par rapport à la fondamentale*.

Par exemple, le chiffrage de l'accord de trois sons *do-fa-la* (deuxième renversement de fa-la-do, dont la fondamentale est fa), est effectué au moyen de deux chiffres, un « 4 » et un « 6 », au-dessus du *do* de la basse ; le « 4 », signifiant une « quarte », représente la fondamentale — *fa* —, et le « 6 », signifiant une « sixte », représente la tierce — *la* — :

Nom des notes par rapport à la FONDAMENTALE	Nom des notes par rapport à la Basse	Basse chiffrée Exemples de réalisation
Tierce FONDAMENTALE	Sixte Quarte	
	Quinte ← BASSE	

Il est donc très prudent, lorsqu'on parle par exemple d'une « *tierce* », de préciser s'il s'agit de la tierce « *de l'accord* » — autrement dit, la *tierce de la fondamentale* — ou bien s'il s'agit de la tierce « *de la basse* », *représentée par le chiffrage*, ceci, afin d'éviter tout malentendu en cas d'[accord renversé](#).

Exemples :

- Ordinairement, en cas de pluralité de chiffres, ceux-ci sont disposés de manière *ascendant* et par ordre *croissant* : « 2, 3, 4, 5, etc. » (exemple A). La réalisation de l'accord au-dessus de la note de basse est alors laissée au libre choix de l'exécutant, lequel peut [doubler](#) la note qu'il veut, opter pour la [position](#) serrée ou large, *redoubler* éventuellement certains intervalles, etc. (exemple B).

- Si les chiffres ne se suivent pas dans l'ordre croissant, c'est que l'accord réclame une [disposition](#) spéciale, voulue, soit par le [compositeur](#) lui-même (exemple C), soit par les propres règles de réalisation de ce type d'accord. Certains [accords de cinq notes](#) en effet, exigent une disposition spéciale ; dans ce cas, l'ordre ascendant des chiffres représente cette disposition.
- L'[armure](#) permet de déterminer le [qualificatif](#) de l'intervalle en question — *majeur, mineur, juste*, etc. —, toutefois un intervalle *diminué* — [quinte](#) et [septième](#), essentiellement — est généralement indiqué par un *chiffre barré* (exemple D).
- Certains chiffres peuvent être sous-entendus. C'est très souvent le cas de la *tierce de la basse* (exemple E), ou encore celui de la *quinte de la basse* lorsque celle-ci est [juste](#). En conséquence, lorsqu'il n'y a aucun chiffre, c'est l'[accord parfait](#) — donc, [fondamental](#), *majeur* ou *mineur*, selon le cas — qui est voulu (exemple F).

6.1.2 Symboles annexes du chiffrage

- Une [altération accidentelle](#) devant un chiffre affecte la note représentée par ce chiffre (exemple A). Une altération accidentelle non suivie d'un chiffre affecte la tierce de la basse, qui est alors sous-entendue (exemple B). Certains chiffrages spéciaux ne comportent aucune altération accidentelle : il s'agit essentiellement des accords de quatre et cinq notes placés sur la [dominante](#). Dans ce cas en effet, le chiffrage, suffisamment précis par lui-même — il indique et le chiffre et le qualificatif de chaque intervalle de l'accord à réaliser —, rend toute altération superflue.
- Une *petite croix* (+) représente la [sensible](#) ; on place celle-ci devant le chiffre de l'[intervalle](#) correspondant à cette sensible. Notons qu'on utilise ce signe exclusivement dans les [accords de septième](#) et [neuvième](#) de [dominante](#) (exemple C).
- Une *ligne horizontale après* un chiffre indique la prolongation d'une ou plusieurs notes de l'accord, sans interdire d'éventuels [changements de position](#) (exemple D).
- Une *ligne horizontale avant* un chiffre est employée exceptionnellement pour le chiffrage du [retard de la basse](#).
- Un *zéro* indique une absence d'harmonie (exemple E).

L'accord de septième de dominante est le seul noté 7+. En Do (majeur ou mineur), cet accord mettra le Sol à la basse, et sera formé avec le Si (tierce), le Ré (quinte) et le Fa (septième). Le + non suivi d'un chiffre désigne donc la tierce de l'accord, ici le Si, qui est la sensible du ton Do (majeur ou mineur). Une raison pour souligner la tierce est que l'accord de septième de dominante comporte une tierce majeure ; si la tonalité avait voulu une tierce mineure, cette tierce doit être rendue majeure par un bécarre ou un dièse, ce qui est rappelé par un +. Ce n'est

cependant pas l'unique raison : dans une tonalité de Do, un chiffrage de 7 sur une basse de Sol suffit à marquer un accord de septième de dominante.

L'autre raison est que l'accord de septième de dominante impose toujours harmoniquement une résolution sur l'accord de tonique. Quand il apparaît dans une harmonie, la tonalité attendue ensuite est celle dont la note marquée + est la sensible, quel que soit le degré de la gamme sur lequel il apparaît. En Do, cette sensible Si forme un intervalle de [triton](#) avec la septième Fa. En harmonie, ces deux notes sont à mouvement obligé, le Si se résolvant sur le Do, et le Fa sur le Mi. C'est une autre raison pour laquelle ces deux notes sont notées dans le chiffrage de l'accord, parce que les deux sont importantes pour la définition de l'accord, et à mouvement obligé. De plus, on peut remarquer que le + correspond ici à un mouvement obligé de la tierce, qui monte d'un demi-ton dans la résolution.

De ce fait, si en Do majeur un accord de 7+ apparaît sur une basse de Mi, le + marque le Sol, qui doit alors être dièse et sensible d'un ton en La ; et sa résolution attendue sera toujours un accord de La (majeur ou mineur), imposant si nécessaire un changement de tonalité.

6.1.3 Écriture en ligne

L'écriture d'un chiffrage se présente verticalement dans une portée, et par rapport à une basse notée, mais dans des commentaires écrits cette disposition n'est pas commode, et la basse n'est plus implicite. On peut noter en ligne un accord chiffré par la convention suivante:

- Les chiffres et leurs altérations éventuelles sont transcrits de haut en bas.
- Si cette transcription peut prêter à confusion, la séparation entre deux lignes est marquée par une barre oblique " /".
- La basse est notée par un chiffre romain représentant son degré, qui précède le chiffrage de l'accord.

Un accord de septième de dominante peut ainsi se noter V7/+, la barre oblique évitant une confusion éventuelle avec l'accord de septième.

6.1.4 Chiffrages historiques de la basse continue

Les chiffrages d'accords tels qu'ils sont décrits ci-dessus sont le dernier état d'une évolution. En réalité, à l'époque de la basse continue, ils pouvaient être différents : la septième de dominante ne s'écrivait pas 7/+ mais 7, on n'écrivait pas +6/3 mais 6 barré, etc.

6.1.5 Usage pédagogique

Abandonné par les compositeurs dès le début du [XIX^e siècle](#), le chiffrage des accords n'est plus utilisé depuis que comme *procédé pédagogique* dans les cours d'harmonie et d'analyse harmonique. Il convient de noter cependant, que si cette ingénieuse *sténographie* permet à coup sûr d'identifier la *structure* d'un accord, elle est en revanche incapable de faire apparaître sa *fonction* : par exemple les accords de trois sons situés sur les degrés I et V, sont chiffrés de la même façon alors qu'ils ont des fonctions différentes — respectivement [tonique](#) et [dominante](#).

C'est pourquoi on ajoute habituellement (en France) les chiffres romains, représentant les fondamentales, au-dessous du chiffrage d'accord en chiffres arabes : c'est le chiffrage des [degrés](#).

Certains auteurs — [Jacques Chailley](#), entre autres — préconisent l'usage d'un autre mode de chiffrage, capable d'indiquer à la fois la structure et la fonction des accords, et donc, pouvant être utilisé comme moyen d'analyse harmonique : le « *chiffrage de fonction* ». Dans ce nouveau mode de chiffrage, chaque accord est représenté par un [chiffre romain](#) surmonté de points, et suivi d'un [chiffre](#). Le chiffre romain représente le [degré](#) de la [fondamentale](#) de l'accord, le chiffre symbolise la famille de cet accord — pas de chiffre, pour un accord de trois sons, « 7 », pour un accord de quatre sons, etc. —, les points enfin, indiquent l'[état](#) de l'accord en question — pas de point pour l'état fondamental, un point pour le premier renversement, deux pour le second, etc.

Un autre système, introduit par Hugo Riemann en 1893 et généralement répandu en Allemagne donne la priorité à la désignation de la [fonction](#), le chiffrage restant le même tout au long des renversements, la note de basse étant désignée par le numéro de la note assigné à cette basse. La désignation des [fonctions](#) se fait par un système élaboré fondé sur des fonctions de base et des modificateurs de ces fonctions, ainsi qu'un langage particulier de signes décrivant l'évolution d'une progression harmonique.

Cependant le système chiffré(s) (accord) / chiffre romain (degré) reste le plus communément utilisé en France, malgré la limite représentée par la confusion du degré et de la fonction : ainsi l'accord de [quarte-et-sixte cadentiel](#), qui se chiffre , mais qui, fonctionnellement, appartient à la [dominante](#), est souvent chiffré par des analystes. Pour remédier à ce problème, [Claude Abromont](#)³ propose, en synthétisant le chiffrage français et l'écriture issue de la [théorie des fonctions](#) de [Hugo Riemann](#), de noter différemment le degré (chiffre romain) et fonction (lettre). (Dans le cas de la quarte-et-sixte : .)

6.2 Chiffrage moderne

En [harmonie du jazz](#) et dans les musiques apparentées telles que la [pop music](#) et le [rock'n roll](#), les signes conventionnels sont utilisés d'une manière similaire à l'harmonie classique. Et ce pour:

- les chiffres arabes pour la composition de l'accord, ou formule d'accord.
- les [chiffres romains](#) pour les [degrés](#)⁴.
- des [lettres](#) pour la [fonction](#)⁴.

Les qualités d'accords et les renversements sont décrits selon un système partiellement standardisé fait de lettres de l'[alphabet latin](#), de [chiffres romains](#), et de symboles spéciaux empruntés à la [notation musicale](#) et à l'[alphabet grec](#)⁴.

6.2.1 Formule d'accord

On se sert de chiffres arabes pour indiquer la composition d'un accord à l'aide de ses intervalles constitutifs, définis à partir de la fondamentale. Chaque chiffre décrit l'intervalle de la gamme majeure correspondant. Les altérations usuelles permettent de spécifier les intervalles altérés. La triade majeure est donc décrite par la séquence 1-3-5. La triade mineure est décrite par la séquence 1-b3-5⁴.

Intervalles de référence	
Chiffre	Intervalle
1	Unisson
2	Seconde Majeure

3	Tierce Majeure
4	Quarte Juste
5	Quinte Juste
6	Sixte Majeure
7	Septième Majeure

Formules des principaux accords à trois sons		
Nom	Formule	Exemple
Triade majeure	1-3-5	Do - Mi - Sol
Triade mineure	1-b3-5	Do - Mi bémol - Sol
Triade diminuée	1-b3-b5	Do - Mi bémol - Sol bémol
Triade augmentée	1-3-#5	Do - Mi - Sol dièse

6.2.2 Degrés

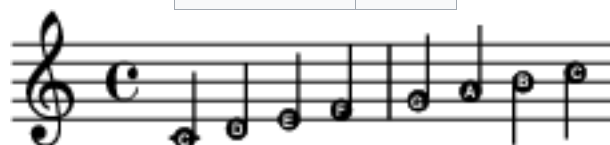
Les degrés sont décrits en utilisant les chiffres romains. Les degrés de la gamme majeure sont les degrés de référence. Les degrés altérés sont décrits en ajoutant les altérations usuelles⁴. Dans l'analyse d'un morceau jazz, du fait de l'abondance de dominantes secondaires et autres emprunts, il est d'usage de spécifier la qualité de l'accord en ajoutant, à la suite du chiffre romain désignant le degré de la fondamentale, les symboles de chiffreages décrits ci-dessous.

6.2.3 Chiffrage des qualités d'accords

Dans le [jazz](#) et dans nombre de [musiques improvisées](#), ce chiffreage joue un rôle particulièrement important puisque utilisé souvent sous la forme d'une [grille harmonique](#) pour définir un cadre aux improvisations⁵. La connaissance des conventions du chiffreage d'accords fait partie de la [théorie du jazz](#). La réalisation sonore de l'accord, [voicing](#), est déterminée par les contraintes qui découlent de l'[instrumentation](#), du [style](#), et de la [conduite des voix](#).

Le [système de notation anglo-saxonne](#) qui utilise des lettres à la place des noms de notes sert à définir la note [fondamentale](#) de l'accord⁴.

Nom de Note	Lettre
Do	C
Ré	D
Mi	E
Fa	F
Sol	G
La	A
Si	B

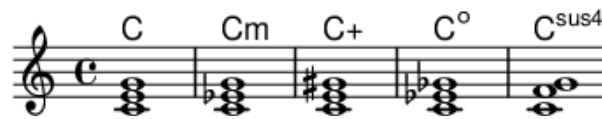


Sans précision supplémentaire, l'accord correspondant est un accord parfait majeur, ou triade majeure. Les précisions apportées après la fondamentale servent à modifier l'accord de référence, à apporter des éléments supplémentaires, ou à en enlever.

6.2.3.1 Qualité d'accords

Les qualités majeure, mineure, augmenté, diminué sont indiquées par un symbole spécifique.

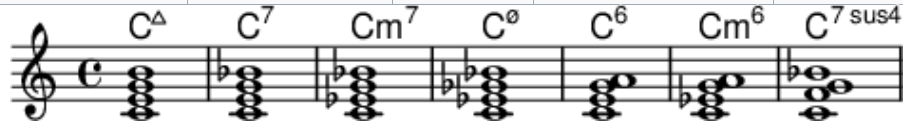
Symbole	Qualité	Exemple	Notes	Formule
Pas de symbole	Majeur	C	do - mi - sol	1 - 3 - 5
- , m ou min	Mineur	C- , Cmin	do - mi bémol - sol	1 - b3 - 5
+ , aug	Augmenté	C+ , Caug	do - mi - sol dièse	1 - 3 - #5
° , dim	Diminué	C° , Cdim	do - mi bémol - sol bémol	1 - b3 - b5
sus , sus4	Suspendu	Csus , Csus4	do - fa - sol	1 - 4 - 5



6.2.3.2 Accords à quatre sons

La quatrième note doit être décrite explicitement soit à l'aide d'un symbole, soit à l'aide d'un chiffre.

Symbole/Chiffre	Qualité	Exemple	Notes	Formule
Δ , Maj7	De septième majeure	CΔ	do - mi - sol - si	1 - 3 - 5 - 7
-Δ , -M7 , -Maj7^b	De septième majeure avec tierce mineure	C-Δ	do - mi bémol - sol - si	1 - b3 - 5 - 7
7	De septième de dominante	C7	do - mi - sol - si bémol	1 - 3 - 5 - b7
-7 , min7	Mineur 7	C-7	do - mi bémol - sol - si bémol	1 - b3 - 5 - b7
Ø , -7b5	Demi-diminué	CØ , C-7b5	do - mi bémol - sol bémol - si bémol	1 - b3 - b5 - b7
6	De sixième	C6	do - mi - sol - la	1 - 3 - 5 - 6
-6 , min6	Mineur 6	C-6	do - mi bémol - sol - la	1 - b3 - 5 - 6
sus	suspendu	C7sus4	do - fa - sol - sib	1 - 4 - 5 - b7



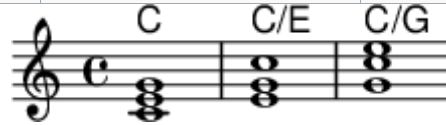
Les [accords suspendus](#) se notent : Csus4 = Do-Fa-Sol ou Csus2 = Do-Ré-Sol. On remplace ici la tierce par une quarte (sus4) ou une seconde (sus2).

Les [accords avec note ajoutée](#) se notent : Cadd2 = Do-Ré-Mi-Sol, Cadd4 = Do-Mi-Fa-Sol, Cadd9 = Do-Mi-Sol-Ré, etc.

6.2.3.3 Renversements

Les renversements sont chiffrés en spécifiant l'accord et la note la plus grave du renversement, c'est-à-dire la note qui aura une fonction de basse à la place de la fondamentale. Une barre oblique "/" sépare les deux indications.

Chiffrage	Renversement	Notes
C	Position fondamentale	Do - Mi - Sol
C/E	Premier renversement	Mi - Sol - Do
C/G	Deuxième renversement	Sol - Do - Mi

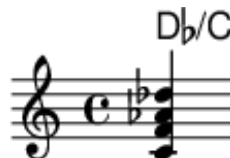


6.2.3.4 Extensions des accords

Enfin notons que dans le jazz sont fréquemment utilisées des extensions de l'accord, c'est-à-dire que l'on continue à empiler des tierces après la septième. On peut ainsi trouver des accords avec une neuvième (9), une onzième (11) ou une treizième (13) -parfois altérées-, qui donnent plus de couleurs à l'accord. Les jazzmen prennent d'ailleurs parfois des libertés quant à la composition de l'accord, substituant la quinte par une treizième ou jouant un accord de septième de dominante b9b13 afin d'accentuer les tensions.

6.2.3.5 Accords hybrides

Accords hybrides et renversement utilisent le même principe de notation, à savoir une triade, une barre oblique, une basse. Mais, à la différence des renversements, les accords hybrides sont construits avec des basses qui n'appartiennent pas à la triade. Par ailleurs, la configuration la plus commune étant d'utiliser le deuxième renversement de la triade⁷.



7 Notion de cadences

Entièrement repris par les cours : <https://www.apprendrelesolfège.com/cadence-parfaite>

7.1 Cadence parfaite

Cadence parfaite

$$\begin{matrix} \mathbf{V} & \rightarrow & \mathbf{I} \\ 5 & & 5 \end{matrix}$$

7.1.1 Définition

La **cadence parfaite** est un enchaînement de deux **accords** qui conclut une phrase musicale (dans la musique tonale), cette cadence donne une impression de quelque chose qui se

termine. Par convention dans le langage de la **musique tonale**, la cadence parfaite est une cadence conclusive.

L'enchaînement d'accord pour la cadence parfaite est le suivant :

$$\begin{matrix} \mathbf{V} & \rightarrow & \mathbf{I} \\ 5 & & 5 \end{matrix}$$

Pour qu'une cadence soit parfaite, il y a deux conditions indispensables :

1. Enchaînement du **degré V** vers le degré **I**
2. Les deux accords sont à l'état fondamental (le chiffre arabe 5 est le **chiffre d'accord** de l'**accord parfait** à l'état fondamental)

Les cadences V-I (parfaite et imparfaite) sont aussi nommées **cadences authentiques**, vous trouverez parfois les termes de *cadence authentique parfaite* et de *cadence authentique imparfaite*.

7.1.2 Cadence italienne (cadence complète)

La **cadence italienne**, aussi intitulée **cadence complète** est une cadence parfaite amplifiée, et consiste dans l'enchaînement des degrés IV, V et I. Le degré II peut remplacer le degré IV (II V I) ou s'ajouter à l'enchaînement (IV II V I), ce dernier enchaînement est très courant et on le retrouve même dans l'hymne français *La Marseillaise*.

L'enchaînement d'accord pour la cadence italienne (cadence complète) est le suivant :

$$\begin{matrix} \mathbf{IV} & \rightarrow & \mathbf{V} & \rightarrow & \mathbf{I} \\ & & 5 & & 5 \end{matrix}$$

Ou bien :

$$\begin{matrix} \mathbf{IV} & \rightarrow & \mathbf{II} & \rightarrow & \mathbf{V} & \rightarrow & \mathbf{I} \\ & & & & 5 & & 5 \end{matrix}$$

Ce qui importe dans la cadence complète, c'est l'enchaînement V / I, les autres degrés sont des degrés qui préparent l'arrivée de la cadence parfaite.

7.1.3 Cadences parfaites avec accord de septième de dominante

L'**accord de septième de dominante** est très souvent utilisé dans les cadences parfaites :

$$\begin{matrix} \mathbf{V} & \mathbf{I} & \mathbf{V} & \mathbf{I} & \mathbf{V} & \mathbf{I} & \mathbf{V} & \mathbf{I} \\ 7 & 5 & 6 & 5 & +6 & 5 & +4 & 6 \\ + & & 5 & & & & & \end{matrix}$$

Les accords de septième de dominante sont des accords à 4 sons, basés sur l'accord de **dominante** (degré V) et qui comportent des mouvements obligés :

L'intervalle de septième doit se résoudre en baissant d'un degré (la note septième descend).

Les intervalles augmentés doivent se résoudre en augmentant d'un degré (vers un intervalle plus grand).

Les intervalles diminués doivent se résoudre en baissant d'un degré (vers un intervalle plus petit).

A noter que dans l'exemple ci-dessus, la dernière cadence est une [cadence imparfaite](#).

7.1.4 Exemples de cadence parfaites

7.1.4.1 *Symphonie n° 41 de Mozart*

Exemple de cadence parfaite dans le *Trio du menuet de la Symphonie n° 41 en ut majeur KV. 551* de **Wolfgang Amadeus Mozart** :

Symphonie n°41 (Jupiter)

Mouvement III, Menuetto

W.A. Mozart

TRIO

V I

Cet extrait est en [DO Majeur](#) et les degrés V et I sont respectivement :

degré I : [DO](#) / [MI](#) / [SOL](#) ([accord parfait de DO majeur](#))

degré V : SOL / [SI](#) / [RÉ](#) ([accord parfait de SOL majeur](#))

7.1.4.2 *L'automne de Vivaldi*

Exemple de cadence parfaite dans le mouvement *L'automne*, extrait des *quatre saisons* de **Vivaldi** :

L'automne

(Les Quatre Saisons)

Allegro
♩ = 112
Antonio Vivaldi (1678-1741)

Violons
Alti
Violoncelles
Contrebasses

f *p* *f* *p* *f* *p*

V I

Cet extrait des *quatre saisons* est en **FA Majeur** et les degrés V et I sont respectivement :
 degré I : **FA / LA / DO (accord parfait de FA majeur)**
 degré V : **DO / MI / SOL (accord parfait de DO majeur)**

7.1.4.3 Jesu, meine Freude de J.S. Bach

Le choral *Jesu, meine Freude* BWV 227 de **Johann Sebastian Bach**, comporte **une tierce picarde** dans la cadence parfaite entre les mesures 12 et 13 :

Jesu, meine Freude

V I

Extrait libre de droit enregistré par le *Stuttgarter Hymnenschorknaben* et le *Stuttgarter Bachorchester* sous la direction de **Wilhelm Gerhard** ([source](#), licence Non-PD US)

7.1.4.4 *La Marseillaise*

La Marseillaise

Moderato

Claude Joseph Rouget de Lisle

IV II V I

La Marseillaise comporte une cadence italienne (cadence complète). Cet extrait est en [SOL Majeur](#) et les degrés IV, II, V et I sont respectivement :

- degré I** : SOL / SI / RÉ (accord parfait de SOL majeur)
- degré II** : LA / DO / MI ([accord parfait de LA mineur](#))
- degré IV** : DO / MI / SOL (accord parfait de DO majeur)
- degré V** : RÉ / [FA#](#) / LA ([accord parfait de RÉ majeur](#))

7.1.4.5 *George Frideric Haendel, Messiah, HWV 56*

Dans le mouvement intitulé *And the glory of the Lord shall be revealed* de l'œuvre *Messiah* (HWV 56) de **George Frideric Haendel**, se trouve une cadence parfaite au moment de [l'hémiole](#).

Voici une réduction pour piano et un extrait sonore libre de droit enregistré en 1959 par le *Royal Liverpool Philharmonic Orchestra* sous la direction de **Malcolm Sargent** (licence domaine public, [source](#)) :

1-4 Chorus: *And the glory of the Lord*

V IV V I

Dans la musique baroque, les hémioles sont souvent utilisées dans les cadences.

7.2 Cadence imparfaite

Cadence imparfaite

$$\begin{matrix} \mathbf{V} & \rightarrow & \mathbf{I} \\ 6 & & 5 \end{matrix}$$

7.2.1 Définition

La **cadence imparfaite** est un enchaînement d'accords à caractère **conclusif** mais moins conclusif que la **cadence parfaite**, l'impression de finitude n'est pas aussi forte que dans une cadence parfaite, une sorte de fin imparfaite et légèrement suspensive. La cadence imparfaite est caractérisée par l'enchaînement du degré V au degré I, et par le fait qu'au moins un des deux accords ne soit pas à l'état fondamental (accords renversés).

Enchaînement d'accords : V -> I (au moins un des 2 accords renversés)

Exemple :

Cadence Imparfaite

N.B. :le chiffre 6 correspond au chiffrage de l'accord de sixte.

7.2.2 Exemples de cadences imparfaites dans les œuvres célèbres

7.2.2.1 Schubert, Sonate pour piano de Schubert D 845

La *Sonate pour piano D.845* de **Franz Schubert** en **LA mineur**, comporte une **cadence imparfaite** dès le début du quatrième mouvement intitulé *Allegro vivace* :

SCHERZO
Allegro vivace

Extrait sonore libre de droit interprété au piano par **Seymour Lipkin** ([source](#), [licence CC BY-NC-ND 3.0](#))

7.2.2.2 Schubert, Impromptu N°2

L'*Impromptu N°2, D.935* de **Franz Schubert** en **LA bémol majeur** comporte plusieurs cadences imparfaites :

Allegretto
sempre legato

FRANZ SCHUBERT, D. 935 - Op. post. 142 N° 2 (1827)

V	I
6	5
5	

Cadence imparfaite

V	I
6	5
5	

V	I
7	5
+	

Cadence parfaite

Extrait libre de droits, interprété par Chiara Bertoglio au piano ([source, licence CC BY 3.0](#)).

On peut remarquer l'utilisation de [septièmes de dominante](#).

7.3 Cadence plagale

IV → I

7.3.1 Définition

La **cadence plagale** est un enchaînement d'accords à caractère **conclusif**. L'enchaînement d'un **accord** de **degré IV** suivi d'un accord de degré I forme une cadence plagale. Cette cadence est un héritage des musiques modales (musiques grégoriennes). Dans la musique tonale, cette **cadence** à un caractère moins conclusif que la **cadence parfaite**.

Enchaînement d'accords : IV -> I (accords non renversés la plupart du temps)

Exemple :

Cadence Plagale

I I IV IV IV I

7.3.2 Exemples de cadences plagales dans les œuvres célèbres

Voici quelques exemples de cadences plagales :

7.3.2.1 Choral Hallelujah, Haendel

Le choral intitulé *Hallelujah*, qui est le final de la deuxième partie de l'oratorio *Le Messie*, pour chœur, solistes et orchestre, composé par Georg Friedrich Haendel, comporte une cadence plagale :

Extrait sonore libre de droits, enregistré par le *Royal Philharmonic Orchestra and Chorus*, sous la direction de **Sir Thomas Beecham** [source](#), licence Non-PD US)

7.3.2.2 Debussy, la fille aux cheveux de lin

La fille aux cheveux de lin de **Claude Debussy**, comporte au tout début une cadence plagale :

Extrait sonore libre de droits, enregistré par le pianiste **Ivan Ilíč** ([source](#), [licence CC BY-NC-ND 3.0](#))

7.4 Demi-cadence

V

7.4.1 Définition

La demi-cadence se produit lorsque la phrase musicale s'arrête temporairement sur le **degré V** (cinquième degré), c'est une cadence à caractère suspensif, c'est à dire, pour suspendre une phrase musicale. La demi-cadence donne l'impression d'un arrêt, d'une suspension du discours, comme si la phrase musicale ne pouvait pas se terminer ainsi. Lors d'une demi-cadence, le degré V est souvent précédé par un degré IV, un degré I, ou un degré II.

7.4.2 Exemples de demi-cadences parmi des œuvres célèbres

7.4.2.1 Beethoven, Symphonie n° 5 (Allegro con brio)

Le premier mouvement (Allegro con brio) de la symphonie n°5 en **DO mineur** de **Beethoven** comporte une demi-cadence à la mesure 21 :



Cet extrait de partition est un arrangement pour piano réalisé par le célèbre pianiste et compositeur **Franz Liszt**. Extrait sonore libre de droits, enregistré en 1949 par l'orchestre du conservatoire de Paris sous la direction de **Carl Schuricht**. ([source](#))

Cet extrait étant en DO mineur, l'accord parfait de SOL majeur (SOL SI RÉ) est bel et bien un cinquième degré.

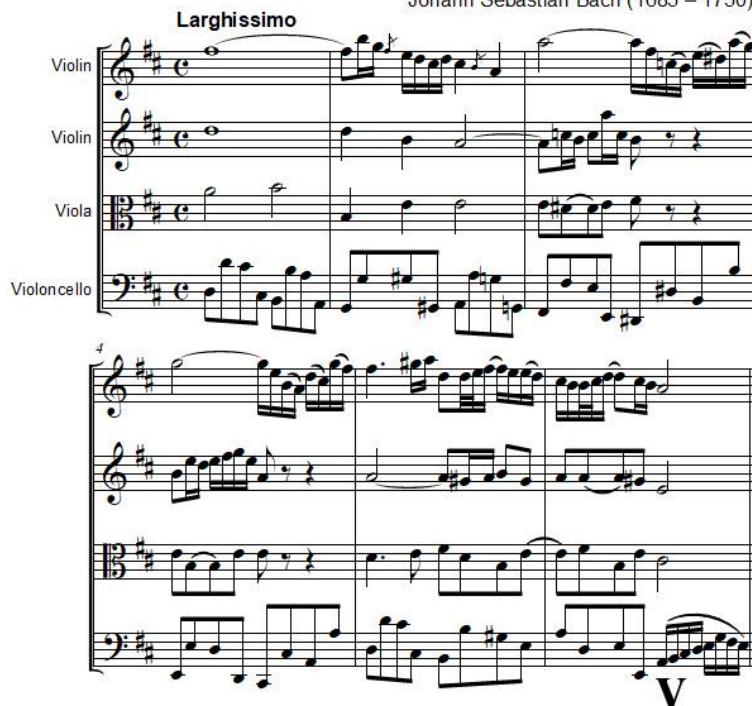
7.4.2.2 Aria de la suite n° 3 en RÉ majeur BWV 1068, J.S. BACH

L'Aria de la suite n° 3 BWV 1068 de **J.S. BACH** en **RÉ majeur** comporte une demi-cadence à la mesure 6. :

Suite n° 3 en ré majeur, BWV 1068

II. Air

Johann Sebastian Bach (1685 – 1750)



Extrait libre de droits enregistré en 1954 par le *Cleveland Orchestra* dirigé par George Szell ([Source, Licence Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0](#))

Cet extrait de l'*Aria* de **Bach** étant en RÉ majeur, [l'accord parfait de LA majeur](#) (LA DO# MI) est bien un degré V.

7.4.2.3 Sarabande et variation de Handel

La *Sarabande et variation* de **Handel** comporte également une demi-cadence à la mesure 8.

Sarabande et variations

suite en ré mineur HWV 437 G.F. Handel

Cet extrait de la *Sarabande et variation* de **Handel** est en [RÉ mineur](#), [l'accord parfait de LA majeur](#) (LA DO# MI) est bien un degré V (cinquième degré de la tonalité principale)

7.4.2.4 L'automne, les quatre saisons de Vivaldi

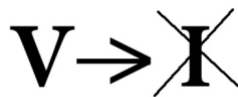
Le mouvement intitulé *L'Automne* des *Quatre Saisons* de **Vivaldi** comporte une demi-cadence aux mesures 3 et 6 :

L'automne
(Les Quatre Saisons)

Allegro Antonio Vivaldi (1678-1741)
♩ = 112

Cet extrait étant en [FA majeur](#), [l'accord parfait de DO majeur](#) (DO MI SOL) est bien un degré V, c'est donc bien une demi-cadence.

7.5 La cadence rompue (cadence évitée)



7.5.1 Définition

La **cadence rompue**, également nommée **cadence évitée**, est un enchaînement d'accords à caractère **d'évitement et de surprise**. Alors que l'on peut s'attendre à une cadence conclusive (fin de phrase), on évite la fin de la phrase par un effet de surprise en utilisant une cadence rompue. Cette cadence est également un bon moyen pour provoquer des **emprunts ou des modulations** vers/dans d'autres tonalités.

Enchaînement d'accords : V -> VI (la plupart du temps, mais l'enchaînement du V vers un autre accord que le I provoque le même effet de surprise)

Exemple :

Cadence Rompue

7.5.2 Exemples de cadences évitées dans les œuvres célèbres

7.5.2.1 Beethoven, Sonate pour piano No.21

La *Sonate pour piano No.21, Op.53* de **Ludwig van Beethoven** comporte une cadence évitée (cadence rompue) entre la mesure 83 et la mesure 84 :

Extrait libre de droits, publié en 1959 par *Deutsche Grammophon* et interprété par **Daniel Barenboim** au piano ([source](#), [licence CC0 1.0 Universal](#))

7.5.2.2 Mozart, Fantaisie en RÉ mineur, K.397/385g

À la toute fin de la *Fantaisie en RÉ mineur, K.397/385g* de **Wolfgang Amadeus Mozart**, l'œuvre se termine en **RÉ majeur**, et il y a une cadence rompue (ainsi qu'une **cadence parfaite**) :

V VI cadence évitée
V I cadence parfaite

Extrait libre de droits, enregistré par le pianiste **Stefano Ligoratti** ([source](#), [licence CC BY 3.0](#))

8 Réglage des instruments à partir d'un diapason

L'accord des instruments se fait soit à partir d'un équipement spécifique soit à partir d'un diapason qui émet le *la*₃ à 440 Hz. On commence par étalonner le *la*₃ de l'instrument sur celui du diapason.

Ensuite, en jouant l'accord *la*₃-*ré*₃, les harmoniques 2 de ces 2 notes sont :

$$\mathbf{la}_4 = 2 \times 440 = 880 \text{ Hz et}$$

$$\mathbf{ré}_4 = 2 \times 293,6 = 587,4 \text{ Hz.}$$

Le différentiel de ces 2 harmoniques est $D = \mathbf{la}_4 - \mathbf{ré}_4 = 880 - 587,4 = 292,6 \text{ Hz}$ va émettre un battement avec le fondamental *ré*₃, à savoir :

$$\mathbf{ré}_3 - D = 293,6 - 292,6 = 1 \text{ Hz}$$

ce qui correspond à un battement par seconde ou 60 par minute que l'on peut contrôler avec la trotteuse d'une montre.

En conséquence on règle (à l'aide d'une vis) la valeur du *ré*₃ pour avoir un battement à 1 Hz.

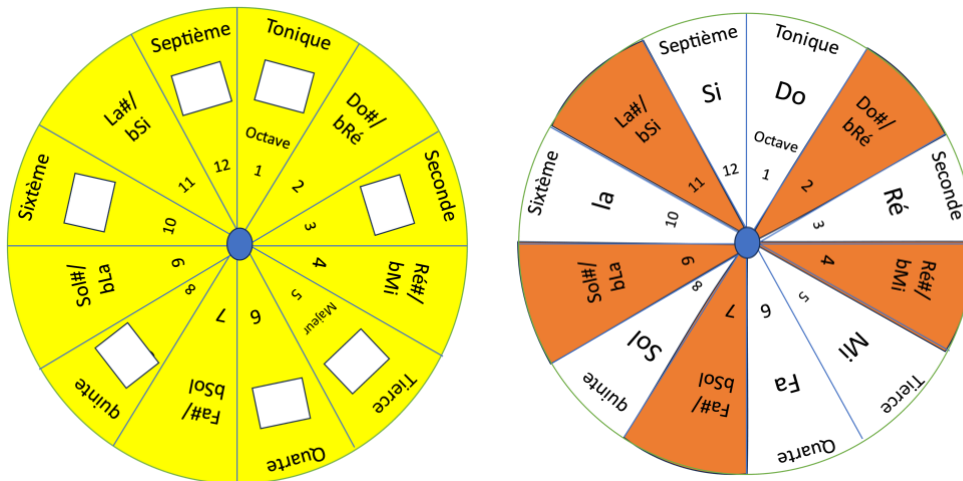
Une fois le *ré*₃ réglé, on joue l'accord *ré*-*sol* pour régler le *sol*.

Puis le sol-do pour régler le do ; ensuite

- le do-fa pour le fa ;
- le fa-la# pour le la# ;
- le la#-ré# pour le ré# ;
- le ré#-sol# pour le sol# ;
- le sol#-do# pour le do# ;
- le do#-fa# pour le fa# ;
- le fa#-si pour le si ;
- le si-mi pour le mi et enfin
- le mi-la pour boucler les accords.

A noter que si ce dernier accord n'atteint pas soixante battements par minute, il faut recommencer tous les réglages.

9 Modèle de roue musicale

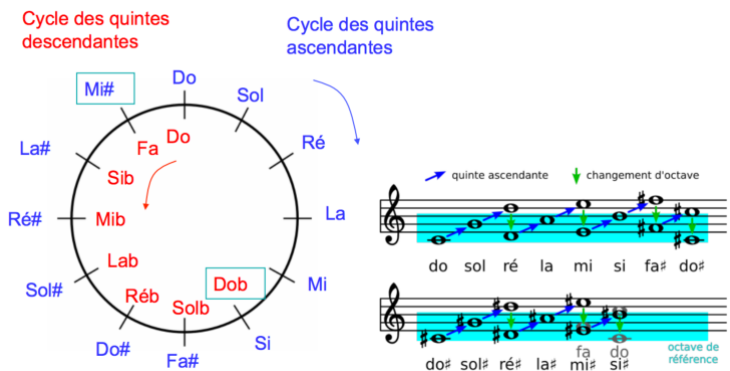


10 Cycle des quintes

Dans les gammes naturelles de Zarlino et de Pythagore :

- 12 quintes ascendantes consécutives correspondent à l'intervalle $(N, (3/2)12N)$
- 7 octaves ascendantes consécutives correspondent à l'intervalle $(N, 27N)$

Or $(3/2)12 = 129,75$ tandis que $27=128$ (12 quintes valent presque (et non exactement) 7 octaves).



Bibliographie

Titres	Auteurs	Editeurs
Théorie de la musique	A . Danhauser	Henry Lemoine
La musique (Repères pratiques)	T. Bernardeau & M. Pineau	Nathan
Le solfège	D. Ichbiah	Librio

Intenet : Wikipédia : L’acoustique musical + Le tempérament musical...

Index

A

accord de quinte diminué..... 28
Accord Parfait Majeur 23, 27
accords générateurs..... 27
accords parfaits Majeurs..... 30
accords parfaits mineurs 27, 32
 armure..... 12
 arpéger..... 25

C

comma..... 17

D

demi-tons chromatiques 21
 demi-tons diatoniques..... 21
Do mineur 30
 double point..... 8

E

enharmoniques 17

G

gamme chromatique..... 12
gamme diatonique..... 12
 gamme du Do majeur 17
gamme majeure diatonique..... 27

gamme mineure harmonique..... 19
gamme mineure mélodique ascendante..... 19
gammes mineures mélodiques descendantes .. 19
grille 28

H

harmonie tonale 26

L

limma pythagoricien 14

N

notes tonales..... 27

P

portée..... 9
pulsation 4

Q

quadrature 5

T

tierce majeure 15, 27
tierce mineure..... 30
triade..... 26
 triolet..... 8