Musique, pour Victor

Frédéric Faure

8 août 2019

Table des matières

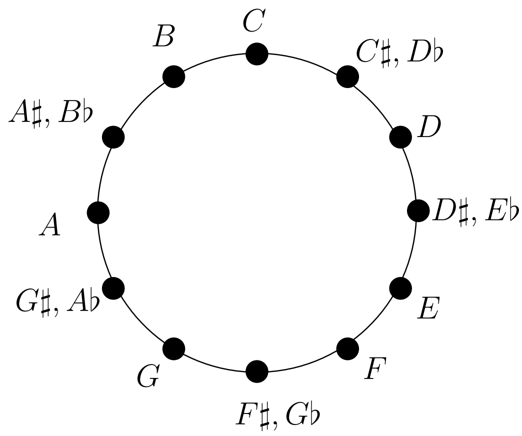
1 Les notes

1.1 Les notes sur le cercle chromatique $\mathbb{Z}_{12}$

Noms en francais :

C	D	E	F	G	A	B
Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si

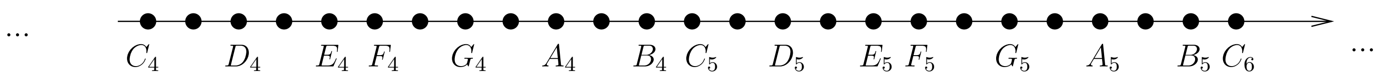
Les altérations **dièze** $\sharp$ indique une note au dessus et $\flat$ **bémol** indique une note en dessous. Le cercle se lit dans le sens horaire.



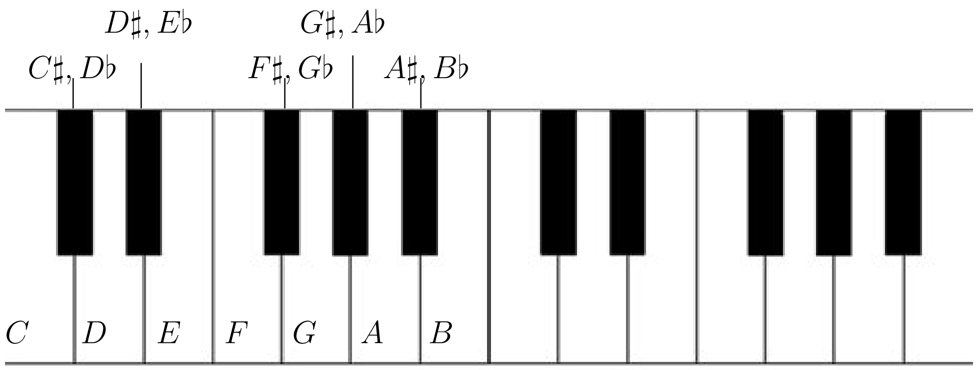
Un tour complet s'appelle une **octave**.

1.2 Les notes sur la droite $\mathbb{Z}$

Si on déroule le cercle on obtient une droite. On rajoute le numero de l'octave :



1.3 Les notes sur le clavier du piano

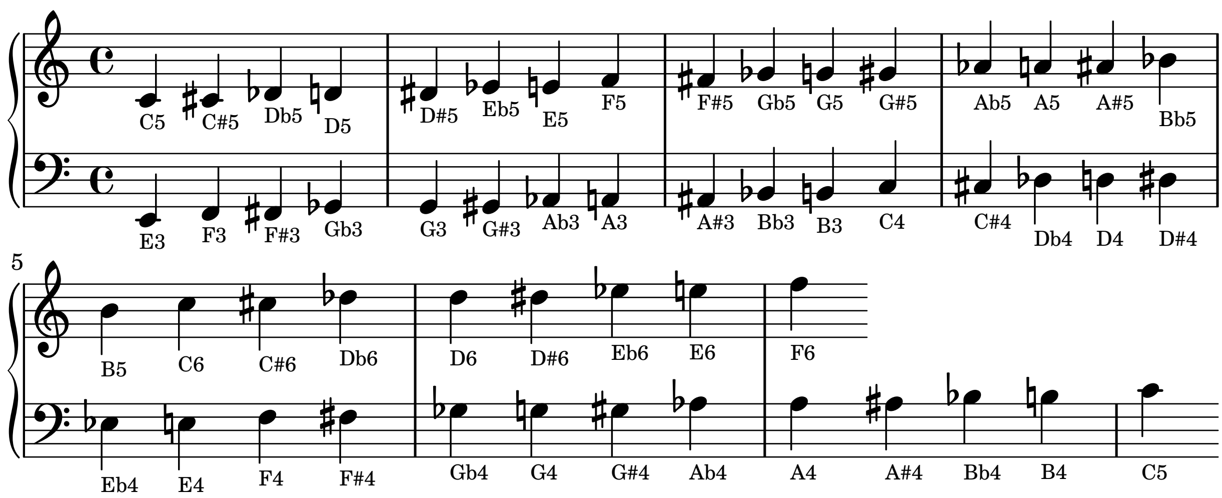


C_5 est la touche « Do » près de la serrure du piano, appelé « do serrure ».

1.4 Les notes sur le manche de la guitare

E_5	F_5	$F\sharp_5, G\flat_5$	G_5	$G\sharp_5, A\flat_5$	A_5	$A\sharp_5, B\flat_5$	B_5	C_6	$C\sharp_6, D\flat_6$	D_6	$D\sharp_6, E\flat_6$	E_6	F_6	$F\sharp_6$
B_4	C_5	$C\sharp_5, D\flat_5$	D_5	$D\sharp_5, E\flat_5$	E_5	F_5	$F\sharp_5, G\flat_5$	G_5	$G\sharp_5, A\flat_5$	A_5	$A\sharp_5, B\flat_5$	B_5	C_6	$C\sharp_6$
G_4	$G\sharp_4, A\flat_4$	A_4	$A\sharp_4, B\flat_4$	B_4	C_5	$C\sharp_5, D\flat_5$	D_5	$D\sharp_5, E\flat_5$	E_5	F_5	$F\sharp_5, G\flat_5$	G_5	$G\sharp_5, A\flat_5$	[illegible]
D_4	$D\sharp_4, E\flat_4$	E_4	F_4	$F\sharp_4, G\flat_4$	G_4	$G\sharp_4, A\flat_4$	A_4	$A\sharp_4, B\flat_4$	B_4	C_5	$C\sharp_5, D\flat_5$	D_5	$D\sharp_5, E\flat_5$	[illegible]
A_3	$A\sharp_3, B\flat_3$	B_3	C_4	$C\sharp_4, D\flat_4$	D_4	$D\sharp_4, E\flat_4$	E_4	F_4	$F\sharp_4, G\flat_4$	G_4	$G\sharp_4, A\flat_4$	A_4	$A\sharp_4, B\flat_4$	[illegible]
E_3	F_3	$F\sharp_3, G\flat_3$	G_3	$G\sharp_3, A\flat_3$	A_3	$A\sharp_3, B\flat_3$	B_3	C_4	$C\sharp_4, D\flat_4$	D_4	$D\sharp_4, E\flat_4$	E_4	F_4	$F\sharp_4$
Fret :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

1.5 Les notes sur la portée musicale

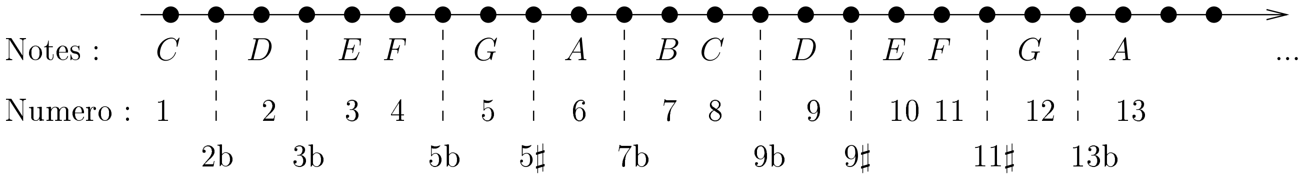


2 Les intervalles

2.1 Intervalles entre C et une autre note supérieure

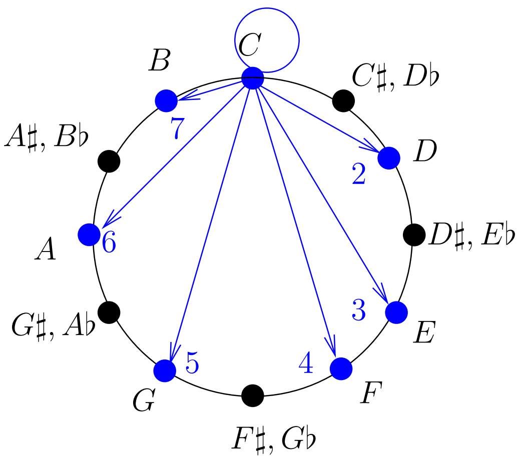
Les intervalles sont numérotés $1, 2, \ldots 7$ par rapport aux intervalles de la gamme Majeure C, D, E, F, G, A, B.

2.1.1 Représentation des intervalles sur la droite $\mathbb{Z}$



Remarque : dans cet exemple $5\#$ est le $G\#$, c'est la même note (même fréquence) que $6b$ qui est le Ab.

2.1.2 Représentation des ces intervalles sur le cercle $\mathbb{Z}_{12}$



2.1.3 Nom des intervalles

Numéro	1	$2\flat$	2	$3\flat$
Nom	Unisson	Seconde mineure ou 1/2 ton	Seconde ou ton	Tièrce mineure

Numéro	3	4	$5\flat$	5
Nom	Tièrce majeure	quarte	quinte diminuée	quinte

Numéro	$5\sharp$	6	$7\flat$	7
Nom	quinte augmentée	Sixte	Septième mineure	Septième Majeure

Numéro	8	$9\flat$	9	$9\sharp$
Nom	Octave	Neuvième mineure	Neuvième Majeure	Neuvième augmentée

Numéro	11	13
Nom	Onzième	Treizième Majeure

2.1.4 Quelles sont les notes d'une gamme majeure ?

Voici une recette, utilisant le « cycle des quintes » que l'on apprend par coeur :

$$\ldots, Fb, Cb, Gb, Db, Ab, Eb, Bb, F, C, G, D, A, E, B, F\#, C\#, G\#, D\#, A\#, E\#, B\# \ldots$$

qui contient en fait seulement 12 notes différentes car $Fb = E$, $Cb = B$, etc.
Cela permettra d'apprendre (et retrouver) les 2 listes suivantes :

Gamme Majeure	C	G	D	A	E	B
Nombre de dièzes	rien	$F\#$	$F\#, C\#$	$F\#, C\#, G\#$	$F\#, C\#, G\#, D\#$	$F\#, C\#, G\#, D\#,$

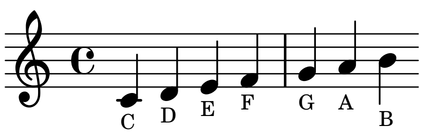
Gamme Majeure	Cb	Gb	Db	
Nombre de bémols	$Bb, Eb, Ab, Db, Gb, Cb, Fb$	Bb, Eb, Ab, Db, Gb, Cb	Bb, Eb, Ab, Db, Gb	$Bb,$

Exemples d'utilisation :

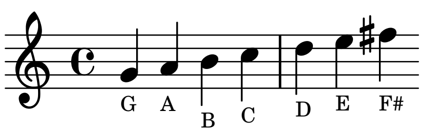
- Question : quelle gamme a les dièzes suivants « à la clef » : $F\#, C\#, G\#, D\#, A\#$.
  Réponse La gamme de B majeur. (Aide : le dernier dièze de la liste est $A\#$, on augment d'un demi-ton pour obtenir B).
- Question : quelle gamme a les bémols suivants « à la clef » : Bb, Eb, Ab, Db.
  Réponse : la gamme de Ab majeur. (Aide : c'est l'avant dernière note de la liste).

Exemples de gammes majeures :

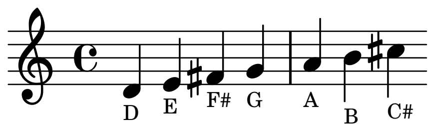
C Majeur :



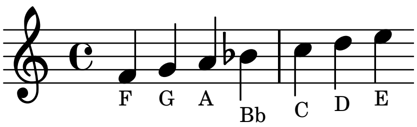
G Majeur :



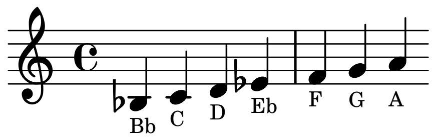
D Majeur :



F Majeur :



Bb Majeur :



2.2 Harmoniques ou intervalles naturels

Une **note musicale** est un signal périodique en temps de fréquence f, produit par les cordes vocales (parole ou chant) ou un instrument de musique. Ce signal périodique de fréquence f se décompose donc de façon unique comme somme de sinus de fréquence nf avec chacun une amplitude A_n pour $n = 1, 2, 3, \ldots$. On appelle chacune de ces composante de fréquence nf « l'harmonique n ». Lorsqu'on écoute la note, on n'a pas conscience de cette composition en harmoniques, mais on perçoit la répartition en amplitudes $|A_1|, |A_2|, |A_3|, \ldots$ des harmoniques de façon globale comme étant le **timbre**. C'est ainsi que 'on distingue une voyelle "a","o",... d'un autre instrument comme la trompette, clarinette,.... Bien que cette analyse soit inconsciente, cela explique que les intervalles de fréquence que notre perception apprécie sont les rapports de fréquence $f \rightarrow nf$ avec $n = 1, 2, 3, \ldots$.

Si la note de fréquence f est C_3, alors les fréquences des harmoniques nf correspondent [1] aux notes suivantes :

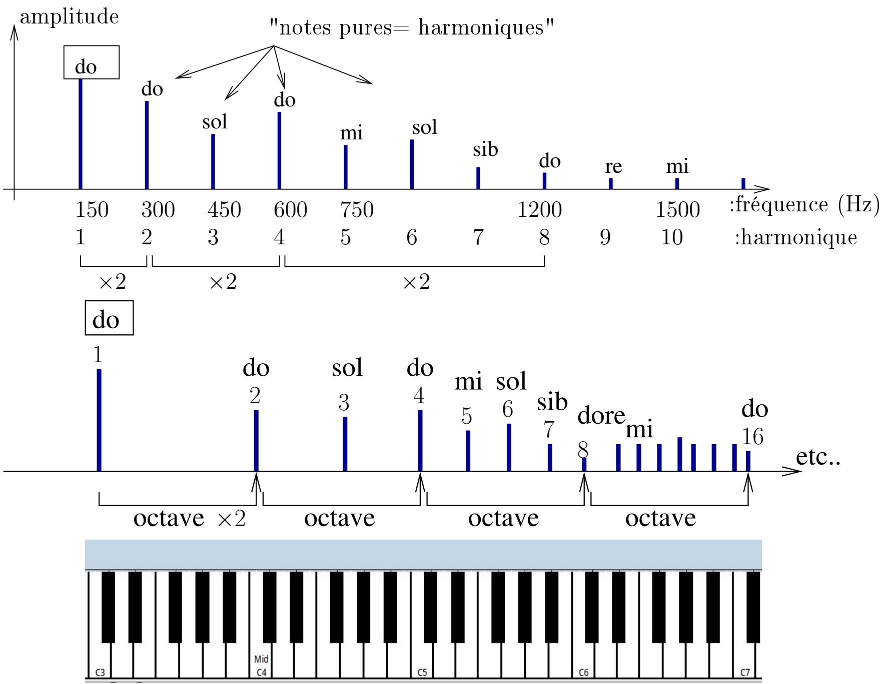
Harmonique n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Note	C_3	C_4	G_4	C_5	E_5	G_5	$B\flat_5$	C_6	D_6	E_6

Pour des raisons physiologiques les **intervalles musicaux consonants** sont ceux qui apparaissent dans cette suite des harmoniques, entre une harmonique n et une autre harmonique $m \geq n$. Cet intervalle $n \rightarrow m$ correspond au rapport de fréquence m/n.

1. en réalité la correspondance n'est pas exacte, mais seulement approximative.

Numéro des harmoniques	Rapport	Intervalle	Numéro intervalle	Nom
$1 \to 2$	$2/1$	$C_3 \to C_4$	8	Octave
$2 \to 3$	$3/2$	$C_4 \to G_4$	5	Quinte
$3 \to 4$	$4/3$	$G_4 \to C_5$	4	Quarte
$4 \to 5$	$5/4$	$C_5 \to E_5$	3	Tièrce majeure
$4 \to 7$	$7/4$	$C_5 \to B\flat_5$	$7\flat$	Sept. mineure
$5 \to 6$	$6/5$	$E_5 \to G_5$	$3\flat$	Tièrce mineure
$6 \to 7$	$7/6$	$G_5 \to B\flat_5$	$3\flat$	Tièrce mineure
$7 \to 8$	$8/7$	$B\flat_5 \to C_6$	2	Ton
$8 \to 9$	$9/8$	$C_6 \to D_6$	2	Ton

Remarque : les intervalles $6/5$ et $7/6$ sont physiquement différents, mais en musique occidentale on ne les distinguent pas et ils sont approximés par la tierce mineure. De même pour $8/7$, $9/8$ qui sont approximés par le Ton. Dans d'autres cultures (ex. musique indienne) ces intervalles sont distincts.



Voir cet exposé avec exemples sonores.

2.2.1 Intervalles de base

On a vu que les intervalles consonants correspondent aux fractions m/n avec m, n entiers. Comme une fraction se décompose de façon unique avec les nombres premiers $2, 3, 5, 7, \ldots$ on peut donc décomposer les intervalles consonants avec les **intervalles de base** suivant :

— L'**octave** (numéro 8) = 12 demi-tons, correspondant au changement de fréquence $f \to 2f$,
— La **quinte** (numéro 5) = 7 demi-tons, correspondant au changement de fréquence $f \to \frac{3}{2}f$,
— La **tierce majeure** (numéro 3) = 4 demi-tons, correspondant au changement de fréquence $f \to \frac{5}{4}f$,
— La **septième mineure** (numéro 7b) = 10 demi-tons, correspondant au changement de fréquence $f \to \frac{7}{4}f$,

Par exemple pour la tierce mineure 6/5 on a

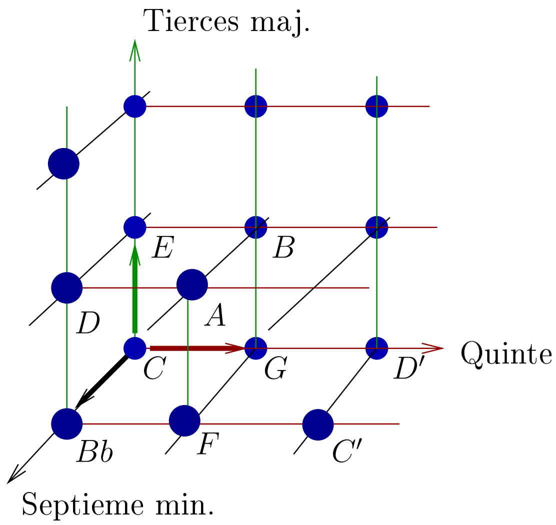
$$\frac{6}{5} = \frac{3 \times 2}{5} = \frac{4}{5} \times \frac{3}{2} = \frac{1}{\left(\frac{5}{4}\right)} \times \left(\frac{3}{2}\right)$$

donc, tièrce mineure $\left(\frac{6}{5}\right)$ = quinte $\left(\frac{3}{2}\right)$- tièrce majeure $\left(\frac{5}{4}\right)$. En effet, l'intervalle

$$(E_5 \to G_5) = (E_5 \to B_5) - (G_5 \to B_5)$$

2.3 Les notes sur le tonnetz

Les représentations des notes sur le cercle ou sur la droite (ou clavier) ne tiennent compte que de la hauteur des notes (i.e. classement selon leur fréquence) et représente donc la « distance fréquentielle » entre les notes. On a vu en Section 2.2 que certains intervalles sont très consonants et d'autres le sont moins, et cela définit une certaine proximité entre les notes différente de la proximité fréquentielle. On verra que cette nouvelle notion de distance entre notes est engendrée par les intervalles de base que sont : **octave, quinte, tierce majeure, septième mineure** provenant des **harmoniques**. Pour avoir une représentation en 3D (car 4D n'est pas possible), on oublie les intervalles d'octave qui ne change pas le nom de la note. On obtient le réseau suivant appelé **Tonnetz** qui est infini, mais où on a placé seulement quelques notes



Grâce à cette représentation, on comprends pourquoi la **gamme majeure de** C formée des notes

$$C, D, E, F, G, A, B, C$$

est naturelle : ce sont les notes voisines de C dans la direction des harmoniques. On observe la présence double de D notée D, D' et C, notée C, C'. On observe la présence de $B\flat$ note étrangère à la gamme de C majeure.

2.3.1 Cadences harmoniques

Sur le réseau **tonnetz** on visualise les intervalles qui structurent la gamme de C majeure, c'est à dire les « **attirances harmoniques** » correspondant à des mouvements harmoniques supérieures vers harmoniques inférieures :

$$G \to C, \quad D' \to G, \quad B \to E \quad \text{: descente de quinte}$$

$$E \to C, \quad B \to G \quad \text{: descente de tierce}$$

$$C' \to D', \quad D \to E, \quad F \to G, \quad A \to B, \quad B\flat \to C \text{ : descente de sept.min.}$$

Il y a aussi des « **attirances fréquencielles** » correspondant à des mouvements de notes proches sur l'échelle des fréquences. Notamment les demi-tons

$$F \to E, \quad B \to C$$

En combinant ces deux types d'attirance, on obtient le mouvement harmonique suivant appelé cadence parfaite « **Dominante→Tonique** » **ou** « **V-I** »

$$(G, F, B) \to (C, E, C)$$

Et la cadence « **Sous-Dominante→Dominante→Tonique** » **ou** « **IV-V-I** »

$$(F, A, C) \to (G, F, B) \to (C, E, C)$$

Dans la suite, on donnera des noms à ces accords ce sera : $F \to G7 \to C$

3 Les accords