

G.A.M.

Laboratoire d'Acoustique

Université PARIS VI

Tour 66 - 5° étage

4 place Jussieu 75230 Paris

Cedex 05

118ème réunion du GAM.

le vendredi 18 Avril 1986 à 17h30

Présentation d'un SUPER-TEMPERAMENT de 24 sons par Octave

par Raymond FONSEQUE

Evoqué très succinctement lors de l'émission "Désaccord Parfait" (France-Musique - 8 Mars 1986), le nouveau procédé d'ajustement des intervalles musicaux préconisé par Raymond FONSEQUE vous sera présenté par ce musicien de formation classique évoluant toutefois dans les milieux du jazz.

Raymond FONSEQUE a bénéficié (au niveau de ce qu'il estime être une découverte prodigieuse) de son bagage théorique augmenté de la pratique de son instrument (à sons variables - le trombone à coulisse) dans un bain d'expérimentation harmonique constant.

Selon son concepteur, le procédé se présente comme un système cohérent correspondant à la réalité musicale telle que ressentie intuitivement. Ce système autorisera même une restitution de la justesse quasi parfaite dans le domaine des instruments à sons fixes où la situation semblait désespérée.

Un prototype expérimental (réalisation Piermaria) utilisant 24 sons différenciés par octave sera présenté au cours de la réunion complétant un exposé agrémenté de schémas projetés (diapositives).

Selon son concepteur, le nouvel instrument ouvre un nouveau terrain pour la recherche sans pour autant remettre en cause la tradition musicale. Bien au contraire, il la conforte. Sa grande vertu notamment est de rendre compatibles des systèmes (pythagoriciens, zarliniens, tempérés) qui s'opposaient jusqu'à présent.

Nous savons que vous viendrez nombreux à cette réunion. Aussi, ne manquez pas de nous retourner le coupon réponse habituel.

M.

assistera / n'assistera pas

à la réunion du 18 Avril 1986

PRESENTATION D'UN SUPER -
TEMPERAMENT par RAYMOND FONSEQUE

à 17h30 au laboratoire

G.A.M.

Laboratoire d'Acoustique

Université Paris VI

Tour 66 - 5ème étage

4, place Jussieu 75005 PARIS

Procédé Fonsèque de 24 sons par octave

assorti de la notion de "SUPER-TEMPERAMENT"

Ce procédé consiste à envisager deux séries de notes habituelles disposées à distance d'un comma syntonique.

Dans le cas d'une application avec clavier pour instruments à sons fixes, le comma syntonique sera réduit aux deux tiers environ de façon à s'imbriquer dans les termes du tempérament égal.

Au niveau de cette application, se définit plus particulièrement le procédé dit: "SUPER-TEMPERAMENT".

Dorien	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15	9/8
Phrygien	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15	9/8	10/9
Lydien	9/8	10/9	9/8	16/15	9/8	10/9	16/15
Myxolydien	10/9	9/8	16/15	9/8	10/9	16/15	9/8
Hypodorien	9/8	16/15	9/8	10/9	16/15	9/8	10/9
Hypophrygien	16/15	9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8
Hypolydien	9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15
Hypomyxolydien	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15	9/8

d'après (2) CARATINI. (1973)

maintenant quant on chante la gamme.

Les modes portaient le nom d'anciennes régions de la Grèce: mode Dorien, Lydien, Hypodorien, Hypolydien, Hypophrygien etc...

Comme vous le voyez, nous avons à faire à des représentations numériques, lesquelles ne sont autres que des nombres rationnels, disons des fractions pour simplifier. Chaque fraction représente l'intervalle compris entre deux notes consécutives de la gamme. Remarquez bien l'écriture de ces nombres. Pour chacune de ces fractions, 9/8, 10/9 ou 16/15 nous remarquons que le numérateur est supérieur au dénominateur d'une unité. Cette forme particulière d'écriture, de type $n+1/n$, que nous retrouverons par la suite, est appelée forme superpartielle.

Remarquons également que l'on ne trouve que trois rapports d'intervalles: 9/8, 10/9 et 16/15 correspondant respectivement au ton majeur; 9/8, au ton mineur; 10/9, et au demi-ton diatonique: 16/15.

Ces gammes, créditées au compte d'Aristoxène, représentaient déjà un progrès par rapport au concept pythagoricien, lequel ne faisait intervenir que deux sortes d'intervalles: le ton et le demi-ton, le ton pythagoricien étant bien 9/8, mais le demi-ton étant un intervalle assez complexe, une sorte de résidu, qui s'exprime en fraction sous la forme 256/243.

2

Voici cette fameuse formule superpartielle, laquelle appliquée aux progressions binaires, ternaires et quintuples, nous permet de reconstituer toute la musique.

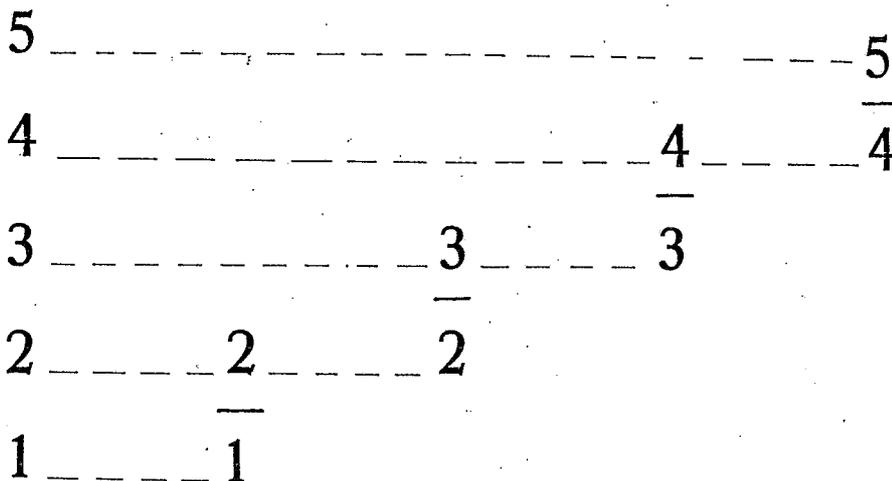
Nous démontrerons finalement que l'exploitation de cette formule dans toutes les directions souhaitables nous amène à trouver 24 sons différenciés à l'octave.

$$\frac{n + 1}{n}$$

Veillez remarquer à gauche, une superposition des cinq premiers nombres qui vont nous amener, vers la droite à des fractions de forme superpartielle.

Les nombres obtenus sous cette forme seront successivement: 2, rapport d'octave,
 $\frac{3}{2}$ rapport de quinte,
 $\frac{4}{3}$ rapport de quarte et
 $\frac{5}{4}$ rapport de tierce majeure.

Les gammes, y compris la gamme chromatique, sont obtenues par les transpositions successives et systématiques de ce modèle harmonique.



4

$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{81}{80}$
Points d'appui des tonalités			Ecart harmoniques		Intervalles diatoniques				Comma syntonique

Nous voyons ici les dix intervalles de forme superpartielle composant l'agencement musical. Les cinq premiers rationnels qui apparaissent correspondent aux intervalles les plus importants de la construction musicale.

Nous voyons d'abord les points d'appui des tonalités: 2 (rapport d'octave), $\frac{3}{2}$ (rapport de quinte), $\frac{4}{3}$ (rapport de quarte, la quarte étant en fait, nous aurons l'occasion de le démontrer, une quinte inversée), puis les écarts harmoniques, $\frac{5}{4}$ (tierce majeure) et $\frac{6}{5}$ (tierce mineure), ensuite les intervalles diatoniques, deux sortes de tons, deux sortes de demi-tons: le ton majeur $\frac{9}{8}$, le ton mineur $\frac{10}{9}$, le demi-ton diatonique ou demi-ton majeur $\frac{16}{15}$ et le demi-ton chromatique ou demi-ton mineur $\frac{25}{24}$ et enfin le fameux comma syntonique $\frac{81}{80}$, qui n'est en aucune façon la neuvième partie du ton, comme on s'est obstiné à le prétendre.

CHAPITRE II.

Des différents objets de la Musique.

LA Musique est une Science Physico-mathématique, le Son en est l'objet Physique, & les rapports trouvés entre différents Sons en font l'objet Mathématique; la fin est de plaire, & d'exciter en nous diverses passions.

Quant à l'objet Mathématique, qui consiste dans les rapports qu'ont entr'eux les Sons en proportion Harmonique, on peut le tourner de toutes les façons, le combiner, le renverser, supposer les parties du tout détachées les unes des autres, les supposer successives, les comparer entr'elles, en chercher les différences, &c. pour en faire usage selon les cas.

Cet objet Mathématique, qui prend sa source dans la proportion Harmonique, va devenir désormais notre seul & unique guide, sans y oublier la reproduction dans 1. 3. 5, qui sont en proportion Arithmétique.

Ces deux proportions $1 \frac{1}{2} \frac{1}{3}$ & 1. 3. 5,

Voici exposée, l'opinion de Rameau à ce sujet. Notez que sont indiquées les deux progressions à envisager, la proportion harmonique et la proportion inverse, proportion arithmétique.

Nous aurions toutefois préféré voir inscrit: 2, 3, 5 et $1/2$, $1/3$, $1/5$.

Nous considérons cet écrit comme une faute d'inattention. Notre propos n'est pas la critique de l'énoncé de Rameau, bien au contraire; nous pensons bien sérieusement le prendre en compte comme vous le verrez par la suite.

Nombres Essentiels

2 3 5

Source: (5) Rameau 1737

Nous allons maintenant analyser le principe d'établissement des intervalles, en utilisant la série des harmoniques naturels.

Chaque son est numéroté selon la progression arithmétique: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc...

La représentation est faite sur une double portée, clé de sol et clé de fa quatrième, dans la tonalité modèle de référence: do majeur. Cette série de sons serait autre dans un instrument, comme le trombone dont le son fondamental est si bémol.

1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11 / 12 etc...

12	sol
11	?
10	mi
9	ré
8	do
7	?
6	sol
5	mi
4	do
3	sol
2	do
1	do

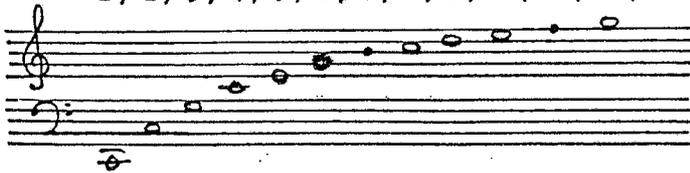
J'ai fait figurer, en marge, l'identité des noms de notes correspondant à cette succession, tels que ressentis subjectivement par les musiciens s'exprimant dans la catégorie instrumentale où la projection du souffle dans un tuyau occasionne la production de tel ou tel son harmonique (cor, trompette, trombone, etc...). La succession des harmoniques se développant du grave à l'aigu, nous avons une représentation verticale constituant un empilement de rapports superpartiels.

Notre démonstration exige tout d'abord l'élimination impitoyable des "points noirs" (7 et 11) pour cause d'incompatibilité numérique, puisque ne pouvant trouver leur place dans les progressions binaires, ternaires ou quintuples.

Cette épuration effectuée, nous avons le loisir d'admirer la parfaite ordonnance des rapports.

La reproduction sur cette page du tableau de la série type des sons harmoniques facilite la suite de nos observations.

I / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11 / 12 / etc...



Notez que :

Le mi ¹⁰ se trouve dans le même rapport avec le mi ⁵

que le do ⁸ avec le do ⁴

Le rapport d'octave (2/I) y est évident.

Le ré ⁹ se trouve dans le même rapport avec le sol ⁶

que le sol ⁶ avec le do ⁴

Le rapport de quinte (3/2) y est tout aussi évident.

Le sol ¹² se trouve dans le même rapport avec le ré ⁹

que le do ⁸ avec le sol ⁶ Le rapport de quarte (4/3) y sera toujours aussi évident.

Voici une figuration de la progression harmonique :

6 sol
5 mi
4 do
3 sol
2 do
1 do

Ces premiers rapports appelés par Jean-Philippe Rameau "le premier jet de la nature" fournissent l'accord modèle qui établit la tonalité. Pour obtenir tous les rapports envisageables issus du phénomène naturel des harmoniques, il suffit, à la suite de l'éminent théoricien, d'appliquer les premiers harmoniques à eux-mêmes et ainsi de suite. Voici, à gauche, le schéma de la génération harmonique. Le tableau de droite est la traduction en notes en prenant la référence I = do.

2/1	3/2	4/3	5/4	6/5	5/3	8/5	do	sol	fa	mi	mi ^b	la	la ^b
3/2	9/4	2/1	15/8	9/5	5/2	12/5	sol	ré	do	si	si ^b	mi	mi ^b
4/3	2/1	16/9	5/3	8/5	20/9	32/15	fa	do	si ^b	la	la ^b	ré	ré ^b
5/4	15/8	5/3	25/16	3/2	25/12	2/1	mi	si	la	sol [#]	sol	do [#]	do
6/5	9/5	8/5	3/2	36/25	2/1	48/25	mi ^b	si ^b	la ^b	sol	sol ^b	do	do ^b
5/3	5/2	20/9	25/12	2/1	25/9	8/3	la	mi	ré	do [#]	do	fa [#]	fa
8/5	12/5	32/15	2/1	48/25	8/3	64/25	la ^b	mi ^b	ré ^b	do	do ^b	fa	fa ^b

Il suffit de puiser dans le schéma de la génération harmonique les rapports de la gamme heptatonique et les réintégrer, le cas échéant, dans le rapport d'octave pour dresser le tableau suivant :

$$\frac{9}{8} \times \frac{10}{9} \times \frac{16}{15} \times \frac{9}{8} \times \frac{10}{9} \times \frac{9}{8} \times \frac{16}{15} = 2$$

I	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2
do	ré	mi	fa	sol	la	si	do
seconde majeure							
..... tierce majeure							
..... quarte juste							
..... quinte juste							
..... sixte majeure							
..... septième majeure							
..... octave juste							

Au reste, le principe dont il s'agit, appliqué à son premier objet, ne se borne pas à la seule composition de la musique; on peut en tirer des secours pour la fabrication des instruments, et même pour l'invention de nouveaux instruments.

source : (6) Rameau 1750

Le principe de Mr. Rameau, c'est un principe qu'il a plus pressenti qu'établi.

Le principe, mené à terme, amène à retenir huit notes différenciées au lieu de sept par progression diatonique inversable et, si l'on ajoute une note par tonalité, nous porterons le total des sons différenciés à vingt-quatre par octave, puisque nous utilisons couramment douze tonalités.

10

HARMONIQUE. 171

Les Fausses-Quintes, Tritons, & tout intervalle diminué ou superflu, naissent de la comparaison réciproque que l'on fait entre les différens Sons d'un Accord, dont on transpose l'ordre à son gré, ou encore de ce qu'on les compare à une Note de Basse par supposition.

Un Accord fondamental est toujours divisé par Tierces dans l'étendue de l'Octave, excepté celui de la Soudominante, à l'Accord parfait de laquelle la Sixte majeure est ajoutée; bien qu'en portant cette même Sixte majeure au-dessous de la Soudominante, le tout y revienne dans le premier ordre prescrit.

Il n'y a que trois Sons fondamentaux, la *Tonique*, la *Dominante*, qui est la *Quinte* au-dessus, & la *Soudominante*, qui est la *Quinte* au-dessous, ou simplement la *Quarte*.

Nous distinguerons la Dominante d'une Tonique par l'épithète de *Dominante-tonique*; de sorte qu'autrement, le mot seul de *Dominante* signifiera simplement une Dominante d'une autre Dominante.

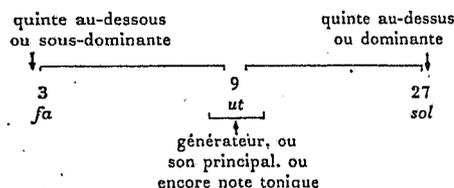
La seule Note tonique porte l'Accord parfait, ou naturel; on ajoute la Septième à cet Accord pour les Dominantes, & la Sixte majeure pour les Soudominantes.

La construction tonale selon Rameau.

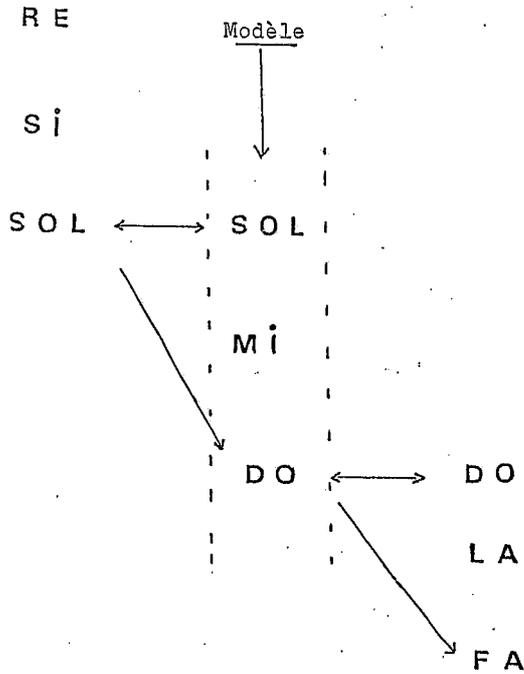
Rameau est l'un des rares musiciens de renom à s'être penché sur le fondement même de son art.

Ceci est extrait de son traité d'harmonie et l'on retrouve l'enseignement traditionnel qui indique comme bonnes notes du ton les premiers, quatrième et cinquième degrés.

Rameau nous indique bien que la sous-dominante est en somme une dominante par en dessous.



source : (6) Rameau 1750

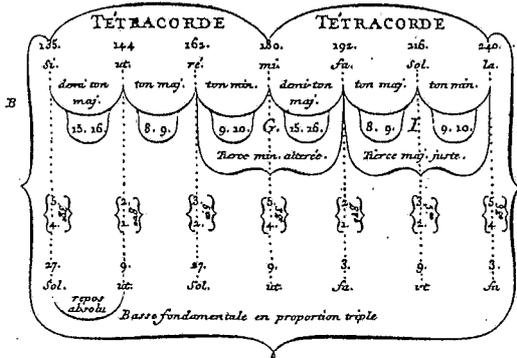


Voici une représentation de la construction tonale en question.

Celle-ci est basée sur les fameux degrés I, IV et V, l'un au centre porteur du modèle harmonique, les autres de sa réplique.

12

B.
ECHELLE DIATONIQUE DU MODE
 naturel dit Majeur.



Les chiffres au-dessus du nom des Notes de l'Échelle diatonique marquent leurs rapports avec la Basse fondamentale, tels que les devient la résonance du corps sonore.

Dans les doubles demi-cordes au-dessus du nom de ces Notes, est écrit le nom de l'Intervalle qu'il y a d'une Note à l'autre, et son rapport.

Les chiffres écrits sur l'autre ombre par deux accolades marquent le rapport immédiat de la Consonance qui forme un Son de l'Échelle diatonique avec celui de la Basse fondamentale qui lui répond, et l'on trouve à côté le nom de l'Intervalle immédiat écrit en chiffres.

247

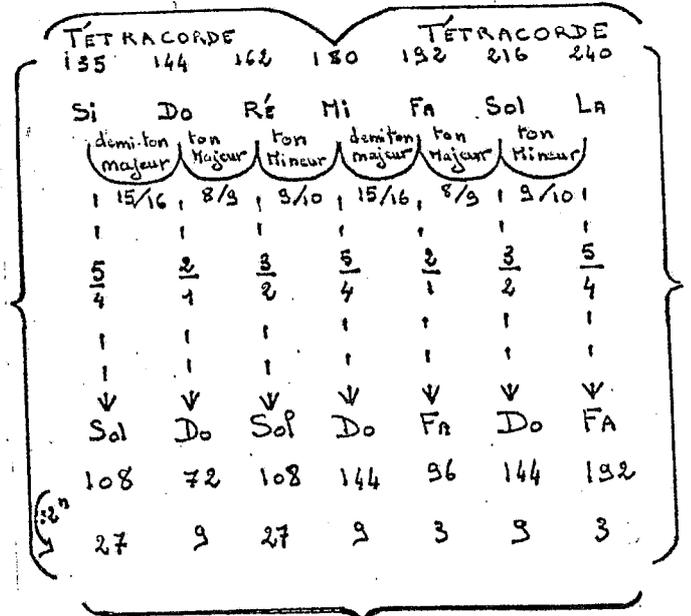
Source: (6), Rameau 1750

Rameau nous présente ici un très astucieux jeu de construction dans lequel il fait coïncider une succession mélodique empruntée à la gamme grecque avec les fondamentales du mode majeur.

Les numérations extrêmes font ici abstraction d'une partie des calculs que nous allons

préciser, cela nous semble nécessaire, car ce qui était familier à Jean-Philippe Rameau, ne l'est plus guère à nos contemporains dont la plupart contestent même l'intérêt des calculs en musique.

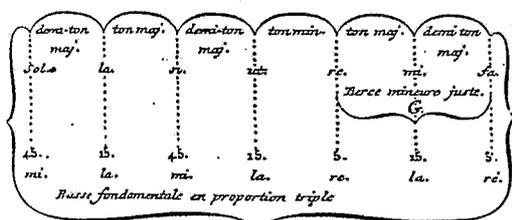
Notre grand homme dans sa précipitation, n'a pas pris la peine d'effectuer une aussi banale opération que celle qui consiste à multiplier ou à diviser par 2, lorsqu'un rapport d'octave intervient dans sa démonstration.



Source: (6), Rameau 1750

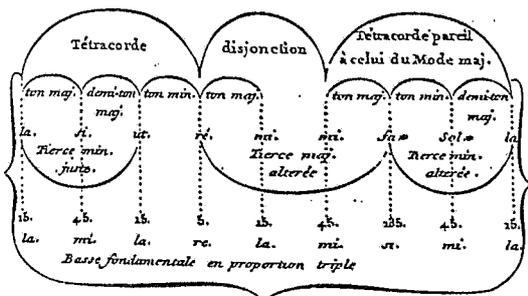
D.

ECHELLE DIATONIQUE DU MODE MINEUR



E. ou F.

ECHELLE DE L'OCTAVE DIATONIQUE du Mode mineur.



Source : (6) RAMEAU 1750 249

La démonstration ramiste devient confuse dès qu'il quitte le mode majeur.

Nous ne prendrons pas en considération la seconde échelle, laquelle intégrant un second tétracorde d'essence majeur, fait intervenir par la-même une tonalité étrangère ce qui ne présente plus aucun intérêt. Nous aurions aimé voir le

schéma de l'échelle diatonique du mode mineur développé par Rameau lui-même.

Nous allons le faire à sa place.

Lors de votre vérification des calculs, remarquez la numération 160 affectée à la note "ré".

Nous vous rappelons que dans le tableau de l'échelle diatonique majeure, le "ré" était affecté de la numération 162.

TÉTACORDE				TÉTACORDE		
108	120	135	144	160	180	192
Sol	LA	Si	Do	Ré	Mi	FA
Ton Mineur		Ton Majeur		demi-ton Majeur		Ton Mineur
Ton Majeur		demi-ton Mineur		Ton Majeur		demi-ton Majeur
1	2/10	3/8	1	15/16	2/10	3/8
1	1	1	1	1	1	1
6	3	3	6	3	3	6
5	1	2	5	1	2	5
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Mi	LA	Mi	LA	Ré	LA	Ré
90	60	90	120	80	120	160
45	15	45	15	5	15	5

source : (6), RAMEAU 1750

81	27	81	27	3	27	9
Ré	Sol	Ré	Sol	Do	Sol	Do
Si	Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La
Sol	Do	Sol	Do	Fa	Do	Fa
27	9	27	9	3	9	3

135	45	135	45	15	45	15
Si	Mi	Si	Mi	La	Mi	La
Sol	La	Si	Do	Ré	Mi	Fa
Mi	La	Mi	La	Ré	La	Ré
45	15	45	15	5	15	5

Voici une synthèse tirée des précédents tableaux qui va nous mettre sur la voie de la solution.

Vous voyez, encadrés à l'aide de pointillés, les accords fondamentaux de la génération majeure, et au dessous, le complément indispensable, soit l'équivalent mineur.

Nous aurons des accords qui seront analysés, à l'image du mode majeur: I, IV et V, à condition de suivre une voie inversée.

Ainsi, à l'accord de "do": do, mi, sol, correspond le relatif mineur: mi, do, la, lequel analysé verticalement devient: la, do, mi, soit "la mineur" relatif de "do majeur".

De part et d'autre de cet accord, nous trouvons symétriquement l'encadrement constitué par les accords de "ré mineur" et de "mi mineur".

Ne quittons pas ce tableau, sans en remarquer les extrêmes.

En haut, à gauche, dans les constructions d'essence majeure, nous trouvons un "ré 81" et en bas, à droite, un "ré 5" dans les constructions inverses, soit mineures.

PROGRESSIONS TRIPLES ET QUINTUPLES

si b.....1	re.....5	fa.....25	la.....125
fa.....3	la.....15	ut.....75	
ut.....9	mi.....45	sol.....225	
Sol.....27	si.....135	ré.....675	
ré.....81	fa.....405	la.....1205	
la.....243	ut.....1215		
mi.....729	Sol.....3645		
si.....2187	ré.....10935		
fa.....6561	la.....32805		
ut.....19683			
Sol.....59049			
re.....177247			
la.....531441			

La progression triple qui est perpendiculaire donne des Quintes, et la quintuple qui est Orientale donne des Tierces majeures.
Source : (6), RAMEAU 1750

Ce schéma de Jean-Philippe Rameau met bien en évidence dans la première colonne, un "ré 81" et dans la deuxième colonne, un "ré 5", dont l'octaviation mène à la numération 80. Nous rappelons que 81/80 est le rapport correspondant au comma syntonique.

fa	Do	Sol	RE					Notation Anglo Saxonne Equivalente		
				La	Si	Do	Re	Mi	Fa	Sol
				A	B	C	D	E	F	G
				Convention :						
				Points D'appuis Majeurs (3x3 ⁿ)						
				fa	Do	Sol	RE			
				F	C	G	D			
				Points D'appuis Mineurs (5x3 ⁿ)						
				RE	La	Mi	Si			
				d	a	e	g			

Voici notre déduction numérique :

La progression triple concerne le mode majeur, la progression quintuple engendre le mode mineur. Les produits respectifs des nombres 3 et 5 de ces deux progressions par des puissances de 3 viennent de ce que ces progressions procèdent par quintes successives.

Le souci d'équilibrage rigoureux nous amène à retenir deux fois quatre notes, c'est à dire huit notes, et à adopter une notation MAJUSCULE pour le MAJEUR, et minuscule pour le mineur.

Schéma pentatonique

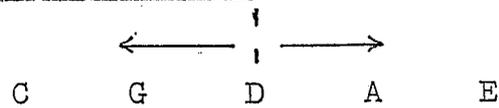
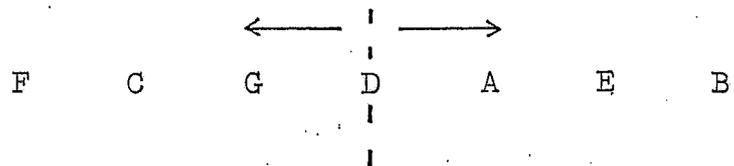


Schéma heptatonique



Pentatonique vient du préfixe penta qui veut dire cinq.

La gamme pentatonique est un agencement de cinq sons. Cet agencement peut être obtenu, comme ici, par le cycle des quintes.

Installer la note "ré" au centre peut sembler arbitraire, mais cela devient une nécessité pour l'obtention de l'agencement heptatonique combinant les notes naturelles.

Nous entendons par notes naturelles, celles dont l'appellation ne requiert pas l'adjonction de dièses ou de bémols.

18

PYTHAGORE

F	C	G	D	A	E	B
3	9	27	81	243	729	2187

ZARLINO/RAMEAU

	(80)	(240)	(720)	(2160)
	5	15	45	135
	d	a	e	b
F	C	G	D	
3	9	27	81	

Cheminement adouci par la fusion harmonique

d	a	e	b
F	C	G	D

$$\frac{2187}{2160} = \frac{81}{80}$$

$$d \rightarrow (80) \times \frac{81}{80} = (81) \leftarrow D$$

$$a \rightarrow (240) \times \frac{81}{80} = (243) \leftarrow A$$

$$e \rightarrow (720) \times \frac{81}{80} = (729) \leftarrow E$$

$$b \rightarrow (2160) \times \frac{81}{80} = (2187) \leftarrow B$$

Nous avons établi dans ce tableau, tout d'abord l'agencement heptatonique pythagoricien, en reprenant les numérations de Rameau, et au dessous, l'heptatonique de principe zarlinien.

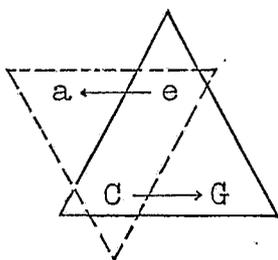
La mention de Rameau à cet égard, intervient dans la mesure où les numérations ramistes étayent le principe zarlinien.

Nous remarquons la nuance d'un comma entre les numérations ramistes et pythagoriciennes au niveau des notes: ré, la, mi et si.

Nous constatons un rééquilibrage obtenu par compression centrale.

Nous avons imaginé une meilleure intégration de l'agencement heptatonique zarlinien en installant les notes selon leur proximité harmonique, ce qui nous permettra de faire des démonstrations concluantes.

Dans le bas du tableau, nous mettons en évidence le rapport d'un comma existant entre les notes: ré, la, mi et si d'origine zarlinienne et leurs homonymes pythagoriciennes.



d a e b

F C G D

La disposition des notes selon leur proximité harmonique permet de mieux concevoir l'agencement harmonique et la relation des modes majeur et mineur.

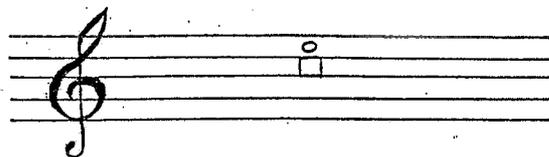
Le triangle plein contient l'accord majeur et le triangle pointillé l'accord mineur.

Les notes communes aux deux constructions constituent la cellule génératrice de l'harmonie.

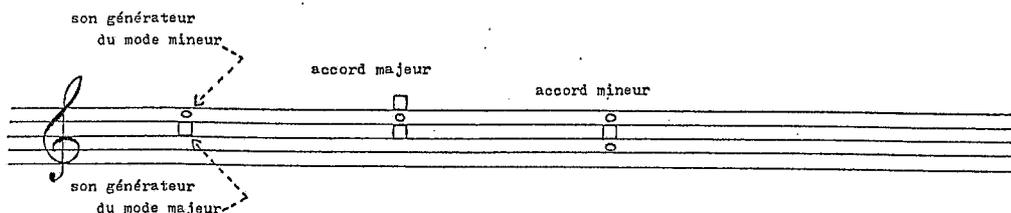
Le sens ascendant occasionnera l'accord majeur et le sens inverse, l'accord mineur.

Nous insistons sur la convention MAJEUR = MAJUSCULE à laquelle nous ferons correspondre une figuration de notes carrément amplifiée, et mineur = minuscule où les notes, à l'inverse subissent une réduction de format.

o = m
□ = M

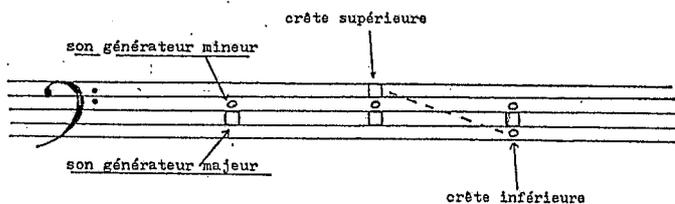


20

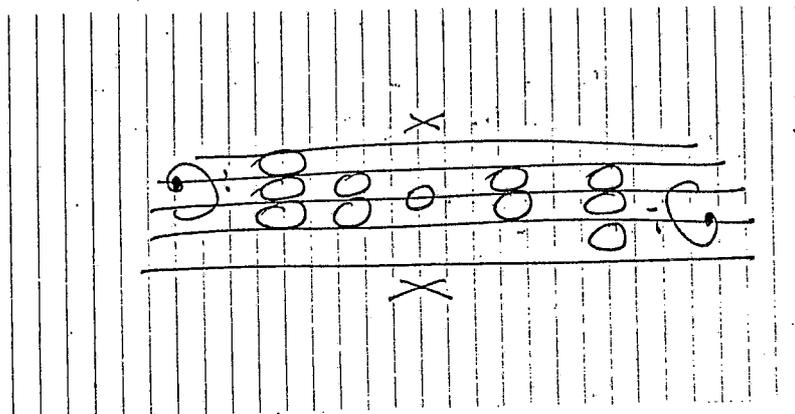


Nous retrouvons en premier lieu les sons générateurs MAJEUR et mineur, respectivement DO et mi, notées en clef de sol (portée du haut) qui constitueront l'accord majeur en extension ascendante, l'accord mineur en extension descendante.

Nous avons reproduit le même schéma en clef de fa (portée du bas). L'utilisation de cette clef nous intéresse particulièrement pour les démonstrations à suivre, la note névralgique, en l'occurrence la note "ré" occupant dans cette clef une position centrale. La clef de fa indique sur la quatrième ligne un fa. Nous avons donc un fa sur la quatrième ligne, un mi entre les quatrième et troisième lignes, un ré sur la troisième ligne. Nous noterons que la cellule harmonique génératrice englobe cette note centrale névralgique, la note ré.



La quasi impossibilité d'affecter à la fois une notation MAJUSCULE et minuscule à notre note centrale, nous a fait revenir à la notation habituelle pour ce schéma de l'inversion rigoureuse. Si vous retourniez ce schéma, cela n'occasionnerait aucun changement.

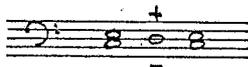


Ce schéma n'est autre que le schéma d'inversion symétrique cher à Jean-Sébastien Bach.

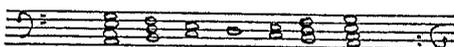
22

Ayant constaté la parfaite adéquation à l'inversion rigoureuse des degrés de l'heptatonique sauf en ce qui concerne le deuxième, nous avons toutefois observé que ce dernier savait s'adapter aux circonstances lors du cheminement mélodique et harmonique.

Nous avons alors tenté d'adjoindre à ce degré une signalisation particulière. Les signes (+) placé au dessus de la portée ou (-) placé en dessous affecteront la hauteur du second degré selon le sens du parcours.



Et c'est ainsi que nous débouchons sur le procédé de l'inversion symétrique (pratiqué notamment, cela soit dit en passant, par Jean Sébastien Bach) dont voici le schéma:



Nous avons emprunté à notre Etude sur le Mécanisme Harmonique des schémas qui complètent le précédent.

Ce qui semble paradoxal et amusant, c'est que c'est précisément la note que l'on se propose de doubler qui n'apparaît ici qu'une fois.

Que l'on ait emprunté aux proportions de longueur ou de fréquence au départ, peu importe, puisque nous retiendrons les deux et que l'inversion rétablira l'équilibre.

$$\frac{2}{1} \times \frac{1}{2}$$

Dans le cas où vous n'auriez pas encore réalisé, je précise. Les sept notes qui nous intéressent vont être considérées à partir d'un axe commun constitué par les extrémités respectives de l'écart harmonique $\frac{5}{4}$ considéré comme générateur des proportions de longueur et de fréquence.

Nous approchons au plus près de la perfection. Il ne s'en faut que d'un élément avec lequel il faudra composer.



Source (4), FONSÈQUE 1982

Emprunt supplémentaire à l'ouvrage précédemment cité, l'Etude sur le Mécanisme Harmonique, où nous voyons les deux successions diatoniques inverses se développer dans leurs directions respectives.

Notons encore que ces deux successions sont familières aux spécialistes du contrepoint sous l'appellation: imitation régulière par mouvement contraire, pour la raison naturellement où se retrouvent, par mouvement contraire, les proportions successives de la gamme diatonique.

On ne saura sans doute jamais pourquoi les Grecs envisageaient la succession gammale de l'aigu au grave.

la gamme dorienne grecque.



Source : (7) ROUSTITT 1970

Nombre de contemporains n'ont pas saisi le pourquoi de cette gamme descendante.

Nous avons à dessein extrait d'un ouvrage paru assez récemment ce texte assorti d'un schéma approprié.

La portée supérieure représente la numération des degrés telle qu'elle est pratiquée dans l'analyse harmonique classique.

Sur la portée du dessous, nous voyons que les degrés I, IV et V, pris dans le sens descendant complètent les degrés I, IV et V pris dans le sens ascendant.

Le blocage de la théorie musicale provient de ce que l'on ne s'est préoccupé dans les considérations théoriques que du sens ascendant choisi, élu pourrait-on dire pour l'analyse.

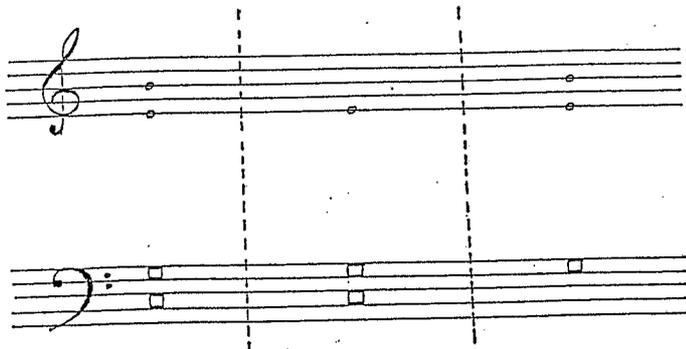
Les traités d'harmonie traitent abondamment des degrés I, IV et V qui constituent l'ossature du mode majeur, mais seulement la moitié de l'organisation musicale.

Emprunté au schéma de l'inversion symétrique, nous voyons ici juxtaposés les cinq premiers degrés des successions diatoniques descendante et ascendante, et la comparaison met en évidence le parfait équilibre des rapports.

Nous pouvons ainsi dire que le mode mineur est la contrepartie inévitable et symétrique ou symétrique et inévitable du mode majeur.

Ce schéma présente les notes constituant les points d'appui de l'harmonie tonale non modulante modèle.

mineur = minuscule = \circ
 MAJEUR = MAJUSCULE = \square



Ce schéma complémentaire nous fera mieux comprendre l'équilibrage du système.

La première superposition fait intervenir simultanément les points d'appui majeurs: do et sol, et les points d'appui mineurs: si et mi, occasionnant l'accord de septième majeure.

Si l'on supprime la note culminante, la prédominance des points d'appui majeurs l'emporte et nous avons un accord majeur (de do)

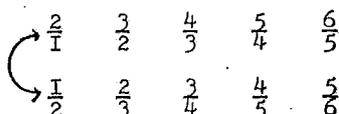
Si l'on supprime la note la plus basse, les points d'appui mineurs l'emportent et nous obtenons un accord mineur (mi mineur en l'occurrence).

On saisira peut-être mieux maintenant la théorie zarlinienne des deux conglomérats consonants que nous pensons avoir mieux développée qu'elle ne le fut jamais.

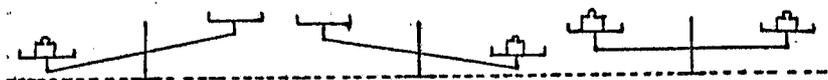
ZARLINO distinguait déjà deux « conglomérats sonores consonants » suivant la division harmonique, $1 \ 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6$, qui donne l'accord majeur — ou la division arithmétique 6, 5, 4, 3, 2, 1 qui donne l'accord mineur.

Source: (1) DALMAS 1908

Pour renforcer notre argumentation, voici un emprunt supplémentaire à notre Etude sur le Mécanisme Harmonique. [Source (4), FONSEQUE 1982]



Lorsque l'on désire rétablir un équilibre, il est habituel de compenser le déséquilibre par une valeur égale à celle qui le produit.



L'équilibre musical se satisfait ainsi de la formulation suivante que l'on appelle renversement:

$$\frac{n}{n+1}$$

$\frac{n+1}{n}$	$\frac{n}{n+1}$
-----------------	-----------------

C'est tout simplement de là qu'un intervalle majeur devient mineur par renversement et vice-versa.

L'équilibre s'obtient généralement par un inverse compensant la proposition.

Voici un exercice d'arithmétique élémentaire qui complétera l'argumentation que nous venons de développer et qui nous donne l'occasion de repartir sur quelques considérations arithmétiques de base.

Intervalle	Formulation
$\frac{2}{1}$	$\frac{n+1}{n}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{n}{n+1}$
$\frac{3}{2}$	$\frac{n+1}{n}$
$\frac{2}{3}$	$\frac{n}{n+1}$

Première constatation en ce qui concerne les nombres essentiels, ils n'excèdent pas les doigts de la main.

En annexe, quelques considérations sur les particularités des successions binaires; il paraîtra en effet assez évident que $2 \times 3 = 6$ ou que $2 \times 5 = 10$, mais que $2^2 = 4$ et $2^0 = 1$ ne doit pas non plus être un problème particulier.

$$2^0 = 1$$

$$2 \times 3 = 6$$

Nombres Essentiels		
2	3	5

$$2 \times 5 = 10$$

$$2^2 = 4$$

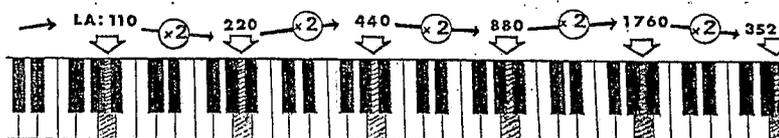
32

$$2 = 1$$

Ceci est une particularité de calcul s'appliquant aux seuls intervalles musicaux du fait de l'octavation qui requiert la multiplication ou la division par 2.

Tout ce qui ressort du simple au double et inverse n'a aucune incidence harmonique puisque l'identification de la note se trouve inchangée.

Sur ce schéma, une parfaite illustration de ce qui vient d'être dit:
Le la 880 est l'octave aiguë du la 440, lui-même octave aiguë du la 220 et ainsi de suite.



$$\text{Fréquence d'un la} \times 2^n = \text{Fréquence d'un la}$$

Avant de voir comment se décomposent et se recomposent les intervalles musicaux, observons une dernière fois leurs proportions respectives.

Proportion	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{5}$
Intervalle	Octave	Quinte	Quarte	Tierce Majeure	Tierce Mineure

Proportion	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{81}{80}$
Intervalle	Ton Majeur	Ton Mineur	Demi-ton Diatonique	Demi-ton Chromatique	Comma Syntonique

Archytas de Tarente a démontré que les superpartiels utilisés en musique (ceux donc d'essence binaire, ternaire et quintuple) ne pouvaient se décomposer sous forme de produits de deux superpartiels de même type que de la façon indiquée ci-dessous.

$$\frac{2}{1} = \frac{3}{2} \times \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} = \frac{4}{3} \times \frac{9}{8} \quad \frac{3}{2} = \frac{5}{4} \times \frac{6}{5} \quad \frac{4}{3} = \frac{5}{4} \times \frac{16}{15} \quad \frac{4}{3} = \frac{6}{5} \times \frac{10}{9}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{6}{5} \times \frac{25}{24} \quad \frac{5}{4} = \frac{9}{8} \times \frac{10}{9} \quad \frac{6}{5} = \frac{9}{8} \times \frac{16}{15} \quad \frac{9}{8} = \frac{10}{9} \times \frac{81}{80} \quad \frac{10}{9} = \frac{16}{15} \times \frac{25}{24}$$

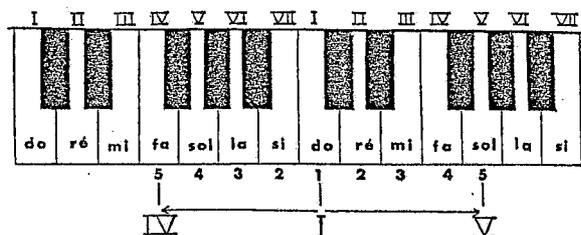
34

$$\frac{2}{1} = \frac{3}{2} \times \frac{4}{3}$$

L'intervalle de quinte ($3/2$) et l'intervalle de quarte ($4/3$) recomposent l'intervalle d'octave.

A noter une fois de plus que la quarte est une quinte inversée, l'inverse de $3/2$ est $2/3$.

Cette quinte inférieure octaviée à l'aigu sera bien $4/3$.



Nous vous proposons ici la définition de Rameau à ce sujet.

S O U D O M I N A N T E. C'est la Quinte au-dessous, & par Renversement la Quarte du Son principal, dit Note-Tonique, & qui se trouve immédiatement au-dessous de la Dominante dans l'ordre Diatonique.

$$\frac{3}{2} = \frac{5}{4} \times \frac{6}{5}$$

L'intervalle de quinte lui-même (3/2) est composé de l'intervalle de tierce majeure (5/4) et de tierce mineure (6/5).

$$\frac{5}{4} = \frac{9}{8} \times \frac{10}{9}$$

L'intervalle de tierce majeure est constitué du ton majeur et du ton mineur.

$$\frac{6}{5} = \frac{9}{8} \times \frac{16}{15}$$

L'intervalle de tierce mineure est composé d'un ton majeur et d'un demi-ton diatonique.

$$\frac{10}{9} = \frac{16}{15} \times \frac{25}{24}$$

Le ton mineur, lui, et c'est très important, est recomposé des demi-tons majeur et mineur.

et

$$\frac{9}{8} = \frac{10}{9} \times \frac{81}{80}$$

C'est l'adjonction du comma syntonique au ton mineur qui occasionne le ton majeur.

36

$$\left(\frac{16}{15} \times \frac{25}{24} \right) \times \frac{81}{80} = \frac{9}{8}$$

$$\frac{10}{9} \times \frac{81}{80} = \frac{9}{8}$$

$$240 \quad \quad \quad 243$$

$$a \text{ ----- } A$$

$$160 \quad \quad \quad 162$$

$$d \text{ ----- } D$$

$$240 \times \frac{81}{80} = 243$$

$$160 \times \frac{81}{80} = 162$$

C'est ici que nous tentons de mettre en évidence la capacité de transmutation du comma.

Ré et la, minuscules ou mineures, deviennent majuscules ou majeures par l'adjonction du comma syntonique.

Nous voyons que les notes ré et la (minuscules) constituant les points d'appui d'un accord mineur sont d'intonation plus basse (d'un comma syntonique) que les mêmes notes encadrant son homonyme majeur.

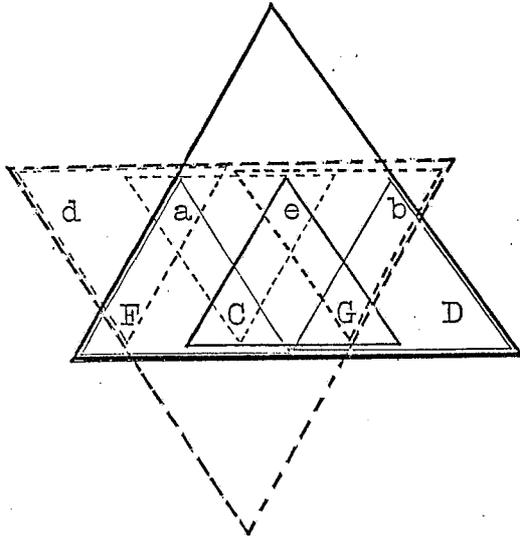
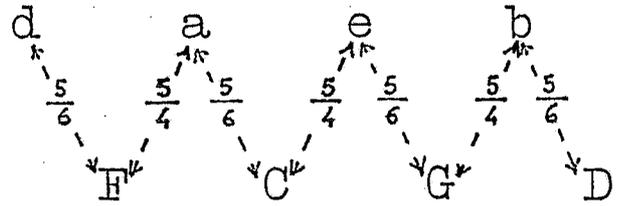
Personne jusqu'ici n'a eu l'audace d'établir que le premier et le cinquième degré d'un accord mineur accusent une dépression par rapport aux mêmes notes encadrant son homonyme majeur.

On pourrait dire encore que le comma syntonique fait passer d'un coup de baguette magique de l'état mineur à l'état majeur et vice-versa.

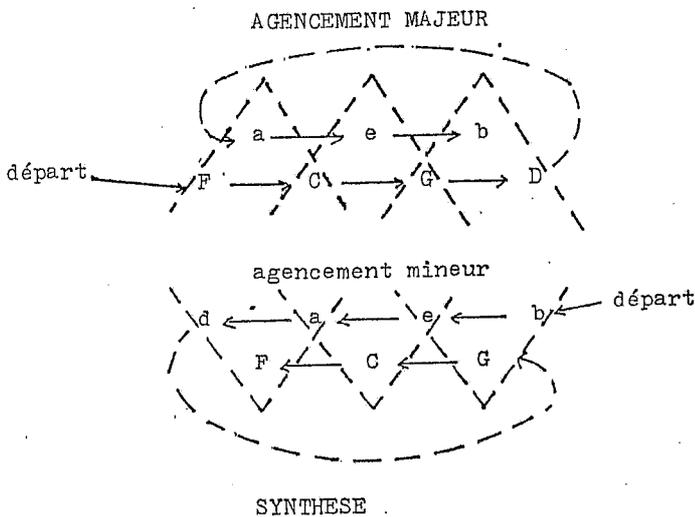
Nous arrivons à la dernière partie de nos démonstrations.

Cette représentation en quinconce déjà présentée est assortie de valeurs d'intervalles, 5/4 caractérise l'intervalle de tierce majeure, 5/6 qui n'est autre que l'inversion de 6/5 caractérise la tierce mineure.

Ainsi de ré à la en passant par fa, de fa à do en passant par la, comme de la à mi en passant par do et ainsi de suite, nous obtenons des proportions correspondant au modèle harmonique.

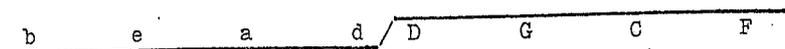


Dans le schéma ci-contre, l'encadrement par le trait plein contient les notes requises pour le service de l'heptatonique majeure. A l'inverse, le triangle en pointillé contient les notes requises pour le service de l'heptatonique mineure.



Le sens de la progression majeure sera fa, do, sol, ré, la, mi, si, alors que le sens de la progression mineure sera si, mi, la, ré, sol, do, fa.

Cela ne vous rappelle-t-il rien ?



Voici la bonne répartition des intervalles pour l'exécution de la cadence parfaite.

40

Nous rappelons que les accords isolés à l'aide d'un trait plein sont des accords majeurs, les accords isolés par un trait en pointillés sont des accords mineurs.

Examinons le deuxième schéma.

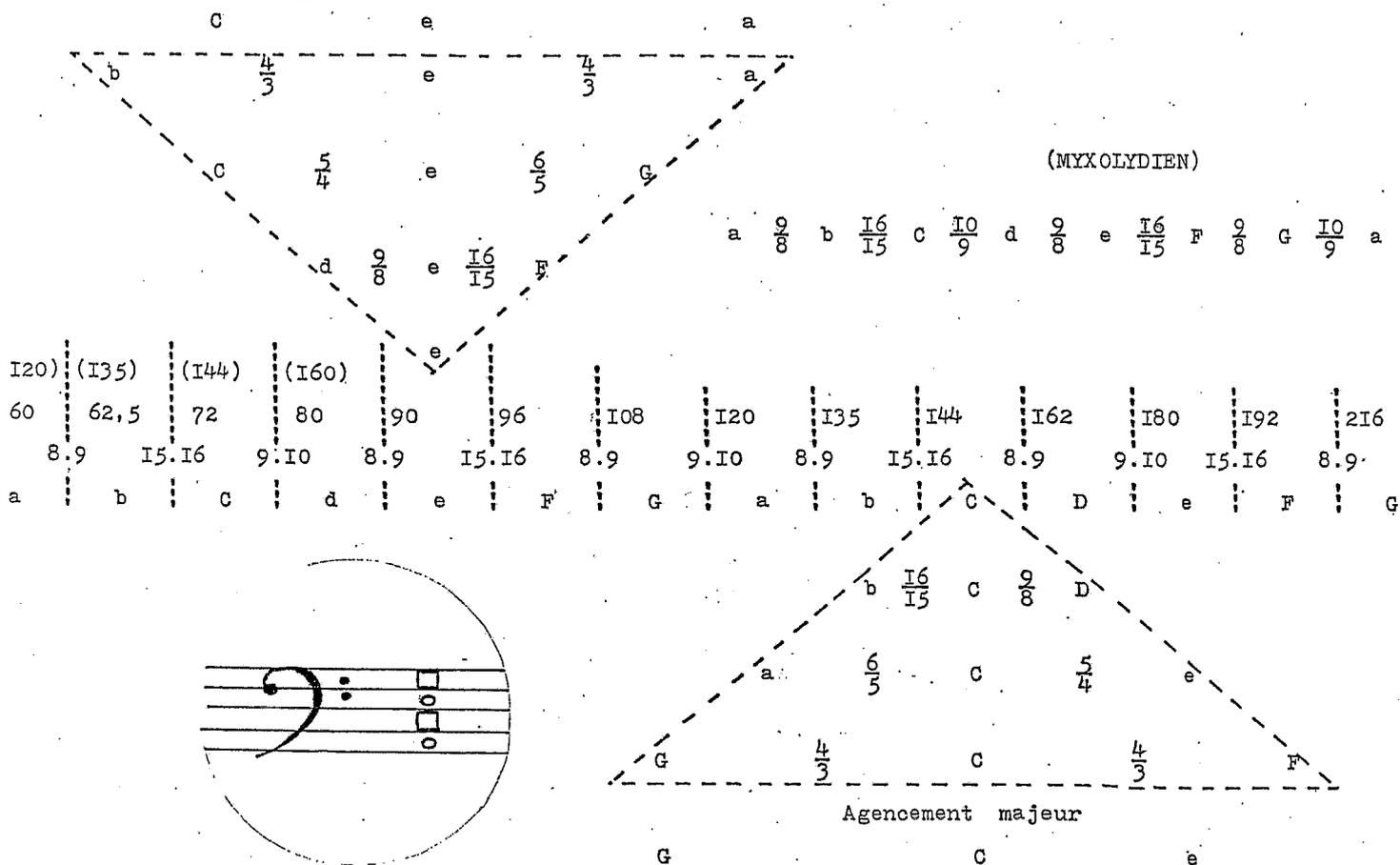
Au centre, autour de la cellule génératrice modèle, se développe l'heptatonique modèle que nous avons vu jusqu'ici. La poursuite vers la droite occasionne des transpositions successives jusqu'à ce que nous atteignons au bout de six transpositions la tonalité de fa# majeur assorti de son relatif ré# mineur.

En sens inverse, vers la gauche, six transpositions successives nous amènent à la tonalité de solb et de son relatif mineur mib.

Comme chacun sait, fa# majeur et solb majeur, ou ré# mineur et mib mineur sont enharmoniques.

En choisissant un tempérament dans lequel on réduit chacune des quintes pures d'un douzième de comma, on arrive au système de 24 sons différenciés à l'octave qui est parfaitement transposable.

Agencement mineur



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Daumas, G., (1908), La consonance et la dissonance musicales, au "Monde musical", 3 rue du 29 Juillet, Paris
- (2) Caratini, R., (1973), in Encyclopédie Bordas, T. 13-14 - Beaux Arts, p.12, Bordas, Paris
- (3) Fludd R. (1619), *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris metaphysica, physica atque technica Historia (Histoire métaphysique, physique et technique de l'un et l'autre monde, à savoir du grand et du petit)*, De Bry, Oppenheim, 1617-1624.
- (4) Fonsèque R., (1982), Etude sur le mécanisme harmonique, chez l'auteur, Saint-Leu la Forêt
- (5) Rameau J.-Ph., (1737), Génération harmonique, Pruaud fils éditeur, Paris
- (6) Rameau J.-Ph., (1750), Démonstration du principe de l'harmonie, Durand et Pissot éditeurs, Paris
- (7) Roustitt A., (1970), La prophétie musicale dans l'histoire de l'humanité, Horvath éditeur, Roanne

— FIN —