Luc ETIENNE

UN SYSTÈME MUSICAL NOUVEAU :
LE TEMPERAMENT DÉCIMAL

(La musique de l'autre côté du miroir)

JUIN 1972
N° 61bis

GAM

BULLETIN DU GROUPE d'ACOUSTIQUE MUSICALE
UNIVERSITÉ PARIS VI - TOUR 66 . PLACE JUSSIEU, PARIS 5e

LE TEMPERAMENT DECIMAL

PRELIMINAIRE

On appelle système musical bien tempéré, ou tempérament égal, tout système fondé sur la division de l'octave en un certain nombre d'intervalles égaux. Depuis le 18e siècle notre musique occidentale est composée et exécutée - au moins en ce qui concerne les instruments à sons fixes : clavecin, piano, orgue, etc. - dans le système du tempérament dodécaphonique, qui divise l'octave en douze intervalles égaux. Etabli théoriquement au début du 16e siècle, ce système n'a commencé à être mis en pratique, selon Riemann, que tout à la fin du 17e siècle, par un certain Werkmeister. Mais c'est Jean-Sébastien Bach qui, en l'illustrant, entre autres, par une oeuvre géniale, "le Clavecin bien tempéré", en a montré clairement et magnifiquement toutes les possibilités, et l'a imposé jusqu'à nos jours.

L'extraordinaire fortune de ce tempérament à douze sons et les admirables chefs d'oeuvre auxquels il a servi de support ne doivent pas nous faire oublier qu'il n'est pas le seul système possible et qu'il ne représente peut-être qu'un moment de l'histoire de la musique. Un très grand nombre d'autres systèmes, la plupart anciens ou exotiques, l'ont en effet précédé ou coexistent encore actuellement avec lui. Il en est fort peu qui soient "bien tempérés", au sens où Bach l'entendait. Citons seulement parmi ces derniers les tempéraments par quarts de ton, ou par tiers de ton, et le système de la "gamme par tons" chère à Debussy, qui s'inscrit à vrai dire à l'intérieur du tempérament dodécaphonique.

Entre les autres tempéraments égaux possibles nous avons, après réflexion, choisi d'étudier et de mettre en pratique le tempérament à dix sons, ou décimal (1), qui ne semble pas avoir été expérimenté jusqu'ici.

---

(1) - Plutôt que tempérament décimal nous aurions préféré employer, comme plus logique, l'expression tempérament décaphonique ; mais nous avons craint dans l'esprit du public une confusion par similitude de mots entre le tempérament décaphonique et le dodécaphonisme, qui est tout autre chose. (Le dodécaphonisme de Schoenberg et de l'Ecole viennoise est en effet, à l'intérieur du système tempéré dodécaphonique, une méthode de composition fondée sur des séries utilisant systématiquement les douze sons. Rien n'empêcherait d'ailleurs, semble-t-il, d'écrire de la musique sérielle décaphonique).

FONDEMENT THÉORIQUE

DE LA GAMME CHROMATIQUE DÉCIMALE

De même que le tempérament dodécaphonique divise l'octave en douze intervalles égaux appelés demi-tons, le tempérament décimal le divise en dix intervalles égaux que nous appellerons demi-quints, le quint étant, comme son nom l'indique, la 5e partie de l'octave.

Le quint vaut donc 6 tons : 5 = 1,2 ton dodécaphonique,
et le demi-quint 12 demi-tons : 10 = 1,2 demi-ton dodécaphonique.

(Rappelons que pour les physiciens l'intervalle de deux notes est le rapport de leurs fréquences, tandis que les musiciens le considèrent comme la différence de leurs hauteurs, et que ces deux manières de voir ne sont pas contradictoires, les intervalles des musiciens étant proportionnels aux logarithmes des intervalles des physiciens).

Le tempérament décimal établit donc une suite de notes (gamme chromatique décaphonique) que nous désignerons par

$$A, \begin{cases} A\sharp \\ \text{ou} \\ B\flat \end{cases}, B, \begin{cases} B\sharp \\ \text{ou} \\ C\flat \end{cases}, C, D, \begin{cases} D\sharp \\ \text{ou} \\ E\flat \end{cases}, E, \begin{cases} E\sharp \\ \text{ou} \\ F\flat \end{cases}, F, \underset{\text{(octave)}}{A},$$

le dièse élevant (et le bémol baissant) la note d'un demi-quint.

Les fréquences des notes de cette gamme sont proportionnelles aux termes de la progression géométrique suivante, de raison q :

$$1, q, q^2, q^3, q^4, q^5, q^6, q^7, q^8, q^9, q^{10} = 2$$

$q^{10} = 2 \Longrightarrow q = \sqrt[10]{2}$, ou, en passant aux logarithmes,

$$\log q^{2} = \frac{1}{10} \log 2 = \frac{0{,}030103}{10} = 0{,}030103$$

$$\log q^2 = 2 \log q = 0{,}030103 \times 2 = 0{,}060206$$

$$\log q^3 = 3 \log q = 0{,}030103 \times 3 = 0{,}090309$$

$$\log q^m = m \log q = 0{,}030103 \times m$$

$$\log q^{10} = 10 \log q = \log 2 = 0{,}30103$$

Les logarithmes des fréquences des notes ainsi obtenues constituent on le voit une progression arithmétique de raison 0,030103. D'après la définition du savart (1), la différence de hauteur de deux notes consécutives de cette

---

(1) Deux sons présentent une différence de hauteur de 1 savart, abréviation 1 σ (lettre sigma) si le logarithme décimal du rapport de leurs fréquences vaut $\frac{1}{1000}$. L'octave vaut environ 301 σ, le demi-ton tempéré 301 : 12 ≃ 25,09 σ

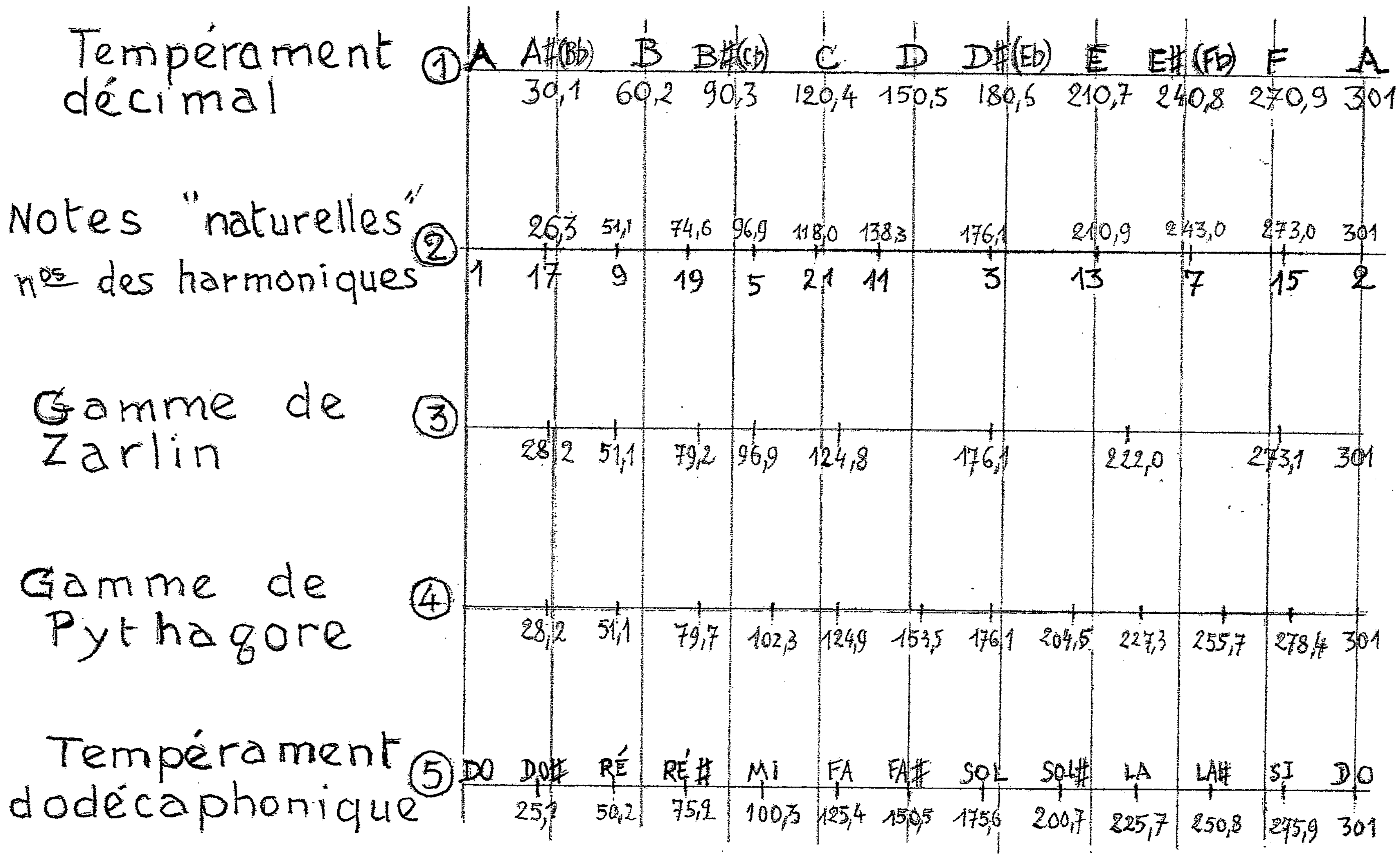


TABLEAU I
(1 mm = 2 σ)

gamme chromatique, de fréquence n et n', s'exprime en savarts par

$$1000 \log \frac{n'}{n} = 1000 \ (\log n' - \log n) = 1000 \times 0{,}030103 \simeq 30{,}1 \text{ savarts.}$$

Le tableau I donne (ligne 1) les intervalles entre chaque note de la gamme chromatique décimale et la note initiale A. Ces intervalles sont exprimés en savarts, 1 savart étant représenté par $\frac{1}{2}$ mm.

Si on suppose que la note A a été fixée à l'unisson de la note do, le même tableau I fait connaître les intervalles en savarts de chacune des notes de cette gamme chromatique décimale avec les notes les plus voisines

- de la gamme "naturelle" issue de la succession des harmoniques
- de la gamme "de Pythagore" obtenue par succession des quintes justes
- de la gamme "de Zarlin"
- de la gamme chromatique dodécaphonique tempérée.

Il suffit pour cela de lire (en millimètres) la distance qui sépare le trait vertical passant par cette note de la gamme décimale et le point représentant la note la plus voisine dans l'autre gamme considérée.

Ex : intervalle F $- \mathrm{Si}_{\mathrm{Zarlin}} = -3\ \sigma \Longleftrightarrow$ F $= \mathrm{si}_{\mathrm{Zarlin}} - 3\ \sigma$
ce que nous traduirons en disant que la note F correspond à un $\mathrm{si}_{\mathrm{Zarlin}}$ abaissé de 3 savarts.

De même F $- \mathrm{si}_{12} = 5\ \sigma \Longleftrightarrow$ F $= \mathrm{si}_{12} - 5\ \sigma$
(si_{12} signifie <u>si</u> dodécaphonique).

Le comma, neuvième partie du ton, vaut environ $\frac{50{,}18}{9} \simeq 5{,}6\ \sigma$.
Il est souvent considéré comme la plus petite différence perceptible de hauteur.. mais le "pouvoir séparateur" de l'oreille est extrêmement variable selon les individus. Nous admettrons cependant que quand deux notes sont distantes sur le tableau I de moins de 2,5 mm, elles sont suffisamment voisines pour être psychologiquement assimilées, ou du moins pour porter le même nom dans l'esprit d'un auditeur, quelle que soit la sensibilité de son oreille.

Ce tableau conduit par simple lecture à des constatations intéressantes.

<u>Comparaison des gammes chromatiques tempérées décimale et dodécaphonique.</u>

Toujours dans le cas où A et do représentent la même note, on constate que seules D et fa♯ représentent elles aussi dans les deux systèmes la même note, milieu de l'intervalle d'octave A-A ; cela tient à ce que 10 et 12 ont un seul diviseur commun autre que 1 : le nombre 2.

A♯ et do♯ diffèrent de moins d'un comma : elles peuvent être assimilées l'une à l'autre au sens que nous avons précisé : A♯ = do♯ + 5 σ

De même C et fa : C = fa − 5 σ
D♯ et sol : D♯ = sol + 5 σ
F et si : F = si − 5 σ

Les autres notes sont complètement différentes dans les deux échelles :

B est situé aux $\frac{2}{5}$ de l'intervalle ré - ré ♯

B♯ est situé aux $\frac{3}{5}$ de l'intervalle ré ♯ - mi

E est situé aux $\frac{2}{5}$ de l'intervalle sol ♯ - la

E♯ est situé aux $\frac{3}{5}$ de l'intervalle la - la ♯

Les deux gammes sont donc très nettement différentes, ce qui n'a rien d'étonnant puisqu'elles n'ont pas le même nombre de notes.

Comparaison de la gamme décimale et de la gamme dite "naturelle" issue des premiers harmoniques de la note initiale - ramenés bien entendu à l'octave convenable

(En réalité on peut se demander si cette gamme est tellement naturelle, sauf en ce qui concerne les premiers harmoniques : il faut en effet aller jusqu'au 21e harmonique de la note initiale pour obtenir une gamme chromatique de 11 sons formant d'ailleurs entre eux des intervalles fort différents les uns des autres).

On constate que B ne coincide pas avec ré de la gamme naturelle, ni B♯ avec ré ♯.

Par contre A♯ est voisine de do ♯, D♯ est voisine de sol, C très voisine de fa (plus que ne l'est le fa dodécaphonique).

A partir de E la gamme décimale est nettement plus proche de la gamme naturelle que la gamme dodécaphonique. Nous n'en déduirons d'ailleurs aucune supériorité de la 1ère, car il s'agit d'harmoniques d'ordre élevé (13-7-15).

Comparaison de la gamme décimale et de la gamme de Zarlin ou de la gamme de Pythagore

Le tableau I montre que la gamme décimale est beaucoup moins proche de la gamme de Zarlin ou de la gamme de Pythagore que ne l'est la gamme dodécaphonique.

M O D E S

La gamme chromatique décimale permet de constituer un grand nombre de modes selon la disposition des quints et des demi-quints. Entre autres ceux que nous appellerons, par analogie avec les modes correspondants du système dodécaphonique, majeur et mineur.

En représentant un quint par ⌒, un demi-quint par —, on aura par exemple les gammes suivantes :

A majeur : A⌒B⌒C—D⌒E⌒F—A

A mineur : A⌒B—C♭⌒D⌒E—F♭⌒A

mais on pourrait aussi en obtenir beaucoup d'autres en disposant les $\frac{1}{2}$ quints arbitrairement, en utilisant des intervalles d'1 quint et demi, en supprimant certains degrés (modes défectifs), etc.
Par exemple

A B—C♭ D E F A

A B—C♭ D—E♭ F♭ A

A B — D E F—A

A B C D♯ E♯ A (gamme par quints)

Toutes ces gammes peuvent évidemment être <u>transposées</u> :

Ex : <u>B majeur</u> B C D♯—E F A♯—B

<u>B mineur</u> B C—D E F—A B

(p. 5 bis)

En considérant le tableau qui suit, on notera que deux gammes majeures dont les toniques sont à distance de quarte augmentée ont la même armure. Elles ne diffèrent donc pas par leurs notes, mais seulement par la place et par la fonction de ces notes.

Par exemple : A majeur (tonique A, dominante D), et D majeur (tonique D, dominante A).

De telles gammes peuvent sans doute être dites <u>réciproques</u>. (Nous avons admis que la dominante est la note située à distance de quarte augmentée de la tonique).

On verra également que les gammes de B mineur et de A majeur, par exemple, ont la même armure

Tonique Dominante Tonique

A majeur A B C — D E F — A

B mineur B C — D E F — A B

Tonique Dominante Tonique

De telles gammes peuvent être dites <u>relatives</u>.

En élevant d'un quint la tonique d'une gamme majeure donnée, on obtient la tonique de la gamme mineure relative.

TABLEAU DES GAMMES MAJEURES

	1 quint		1 quint		$\frac{1}{2}$ quint		1 quint		1 quint		$\frac{1}{2}$ quint		**Armure**
A		B		C	—	D		E		F	—	A	Rien à la clef
A#		B#		C#		D#		E#		F#		A#	6#
ou						(enharmoniques)							
Bb		Cb		D		Eb		Fb		A		Bb	4b
B		C		D#		E		F		A#		B	2#
Cb		D		E		Fb		A		B		Cb	2b
C		D#		E#		F		A#		B#		C	4#
						(enharmoniques)							
Db		Eb		Fb		Ab		Bb		Cb		Db	6b
D		E		F		A		B		C		D	Rien à la clef
D#		E#		F#		A#		B#		C#		D#	6#
ou						(enharmoniques)							
Eb		Fb		A		Bb		Cb		D		Eb	4b
E		F		A#		B		C		D#		E	2#
Fb		A		B		Cb		D		E		Fb	2b
ou						(enharmoniques)							
F		A#		B#		C		D#		E#		F	4#
Ab		Bb		Cb		Db		Eb		Fb		Ab	6b
Tonique						Dominante						Tonique	

(Les gammes de B#, C#, E# F#, qui comporteraient des doubles dièses à la clef, et qui sont respectivement enharmoniques de Cb, D, Fb, A, "sont inusitées".

REALISATION PRATIQUE DE MUSIQUE DECIMALE

Pour réaliser effectivement la gamme chromatique décaphonique, nous avons choisi parmi les différents procédés possibles - acoustique · électroniques - celui qui nous paraissait le plus pratique, en donnant une approximation très largement suffisante : nous avons appliqué la formule des cordes vibrantes à une corde donnée bien homogène, sous tension constante, dont on peut faire varier la longueur de la partie vibrante au moyen d'un chevalet. Dans ces conditions la longueur est inversement proportionnelle à la fréquence.

L étant la longueur d'une corde donnant "à vide" (c'est-à-dire quand elle vibre dans toute sa longueur) sous une tension déterminée la note A, par exemple, de fréquence N, la longueur ℓ à faire vibrer pour obtenir une autre note quelconque de fréquence n est donnée par la formule

$$\frac{\ell}{L} = \frac{N}{n} \Longrightarrow \ell = L \times \frac{N}{n}$$

ou, en passant aux logarithmes,

$$\log \ell = \log L + \log \frac{N}{n}$$

log $\frac{n}{N}$ ayant déjà été calculé (Tableau II, ligne 1), on écrira plutôt

$$\log \ell = \log L + \mathrm{colog}\ \frac{n}{N}$$

ce qui permet de calculer facilement ℓ.

Nous avons d'abord fait les calculs pour une corde assez longue (corde à vide de 1000 mm), de façon à avoir une bonne précision (Résultats tableau II, ligne 5). De petites difficultés matérielles de réalisation - certainement pas insurmontables - nous ayant embarrassé, nous nous sommes aperçu que la précision serait largement suffisante si nous prenions comme longueur de corde à vide celle d'un violon (327 mm dans le cas particulier du violon choisi) et si nous nous servions effectivement de ce violon pour étalonner notre gamme de référence. Il suffisait pour cela de multiplier les résultats calculés précédemment par 0,327 pour obtenir les longueurs ℓ' correspondant au violon :

$$\ell' = \ell \times 0{,}327 \qquad\qquad \log \ell' = \log \ell + \log 0{,}327$$

Le calcul des longueurs vibrantes étant fait (Tableau II, ligne 7, le complément de ces longueurs à 327 mm donne immédiatement les longueurs sillet-doigt correspondantes (Tableau II, ligne 8). Il suffit de représenter ces longueurs sur une feuille de papier et de la coller sur la touche : le violon est "gradué".

Comment l'accorder ? Etant donné le rôle important joué par la quarte augmentée dans le tempérament décimal, il nous a semblé "naturel" de l'accorder ainsi :

D - A - D - A (1)

---

(1) ..... mais d'autres solutions sont sans doute possibles.

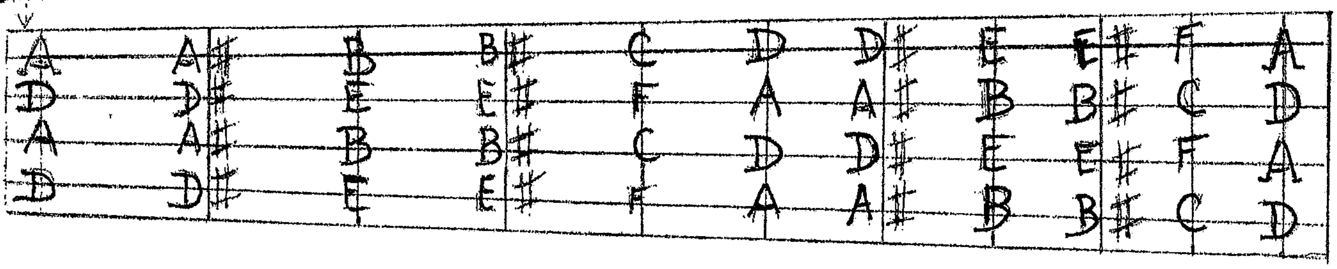
c'est-à-dire, si A a été choisi à l'unisson de do,

FA♯ - Do - Fa♯ - Do

Il est alors possible d'utiliser des cordes ordinaires de violon, qui seront seulement "trop basses" d'un demi-ton ou d'un ton, c'est-à-dire légèrement détendues (il suffira pour y remédier de choisir des cordes du calibre le plus élevé).

Touche de violon graduée (vraie grandeur)

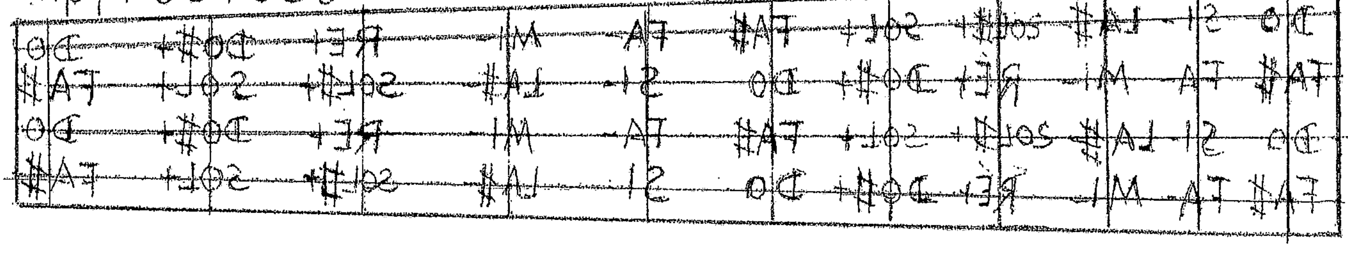
Sillet



Mais comment placer exactement les doigts aux endroits indiqués sur la touche ? Quand on joue du violon, il est impossible de regarder ses doigts. D'autre part on ne peut pas demander à un violoniste de substituer de nouveaux réflexes à ceux qu'il a patiemment et péniblement acquis au cours des années. Il est donc nécessaire de regarder ses doigts dans un miroir. (Ceci impose d'écrire sur la touche le nom des notes "à l'envers" de façon qu'elles soient lisibles à l'endroit dans le miroir. En réalité d'ailleurs - et provisoirement - nous avons remplacé le nom des notes du tempérament décimal par leurs équivalents approximatifs dans le système dodécaphonique, de façon à nous adapter au nouveau système : nous pouvons ainsi savoir à l'avance quel son se produira quand nous poserons le doigt à l'endroit indiqué.

Au lieu de D♯, par exemple, nous écrirons SOL +, ou plus exactement +JOƧ, pour que ce soit facilement lisible dans le miroir ; nous saurons alors que le son correspondant est un sol trop haut).

Touche graduée montrant l'écriture inversée des "notes approchées"



Cette nécessité de regarder ses doigts dans un miroir entraîne pour le violoniste de petites difficultés nullement insurmontables.

	A	A#	B	B#	C	D	D#	E	E#	F	A (octave)
$\log \frac{n}{N}$	0,00000	0,030103	0,060206	0,090309	0,120412	0,150515	0,180618	0,210721	0,240824	0,270927	0,30103
Intervalle par rapport à A	1,0000	1,0715	1,1487	1,2311	1,3195	1,4142	1,5157	1,6245	1,7411	1,8660	2,0000
Différence de hauteur (en savarts)	0	30,1	60,2	90,3	120,4	150,5	180,6	210,7	240,8	270,9	301
log ℓ (corde à vide de 1000 mm)	3,0000	2,96897	2,93979	2,90969	2,87959	2,84948	2,81938	2,78928	2,75918	2,72907	2,69887
ℓ (en mm)	1000	933,0	870,5	812,2	757,8	707,1	659,7	615,5	574,3	535,9	500
log ℓ' = log ℓ + log 0,327 (corde à vide 327 mm)	2,51455	2,48445	2,45434	2,42424	2,39414	2,36403	2,33393	2,30383	2,27373	2,24362	2,21342
ℓ' (en mm)	327	305,1	284,7	265,6	247,8	231,2	215,7	201,3	187,8	175,2	163,5
Longueur sillet-doigt (violon) 327 − ℓ'	0	21,9	42,3	61,4	79,2	95,8	111,3	125,7	139,2	151,8	163,5
log ℓ'' = log ℓ + log 0,344 corde à vide de 344 mm	2,53656	2,50646	2,47635	2,44625	2,41615	2,38604	2,35594	2,92584	2,29574	2,26563	2,23543
ℓ'' (en mm)	344	321,0	299,5	279,4	260,7	243,3	227,0	211,8	197,6	184,4	172
Longueur sillet-doigt (viole ténor) 344 − ℓ''	0	23,0	44,5	64,6	83,3	100,7	117,0	132,2	146,4	159,6	172

TABLEAU II

VIOLE TENOR - Ayant adapté le violon au tempérament décimal nous avons éprouvé le besoin d'un instrument plus grave pouvant nous servir de basse. Rien n'aurait été plus facile que d'y adapter un violoncelle, mais comme nous ne possédons pas la technique de cet instrument nous avons dû nous rabattre sur un instrument utilisé jusqu'au XVIIIe siècle et accordé à l'octave basse du violon : la viole ténor ; nous l'avons constitué d'un alto ordinaire, accordé à l'octave basse du violon décaphonique précédemment décrit, soit

D - A - D - A (ou Fa♯, Do , Fa♯, Do), les trois cordes aigües étant constituées d'un do, d'un sol, et d'un ré d'alto (le sol et le ré étant légèrement détendus).

Quant à la corde D grave, nous avons dû la fabriquer spécialement selon les principes de nos cordes d' "altocello" : corde de boyau que nous avons filée d'un trait d'or de façon à la rendre très lourde (1).

Pour une viole ténor faite d'un petit alto ayant pour longueur de corde à vide 344 mm, les longueurs vibrantes sont données par

$\ell'' = \ell \times 0{,}344$ (2) $\qquad \log \ell'' = \log \ell + \log 0{,}344$

(Résultats tableau II, ligne 10), et les longueurs sillet-doigt correspondantes par 344 - ℓ'' (Tableau II, ligne 11).

CITHARE

A partir d'un violon gradué il nous a été facile d'accorder une cithare par unissons ou par octaves, du moins pour les cordes mélodiques.

Quant aux accords "tout préparés" ils posent des problèmes que nous n'avons pas résolus et qui tiennent au vaste problème de l'harmonie décaphonique (voir plus loin). Nous nous sommes contenté de mettre à la disposition du cithariste quelques accords consonants permettant de placer un accord sous la plupart des notes de la gamme chromatique. Mais nous l'avons fait d'une façon qui nous semble à nous-même bien arbitraire !

---

(1) - Voir à la suite de notre conférence sur les superpositions sonores au Festival du Son 1968 (Cahiers de la Revue du Son) l'appendice "Comment jouer du violoncelle sur un alto : l'altocello". Nous aurions pu adapter un altocello au tempérament décimal en l'accordant A-D-A-D (Do - Fa♯ Do - Fa♯), mais pour ce qui est du doigté il nous aurait fallu apprendre deux instruments nouveaux et un seul nous suffisait largement ; les doigtés du violon et de la viole ténor, par contre, sont identiques.

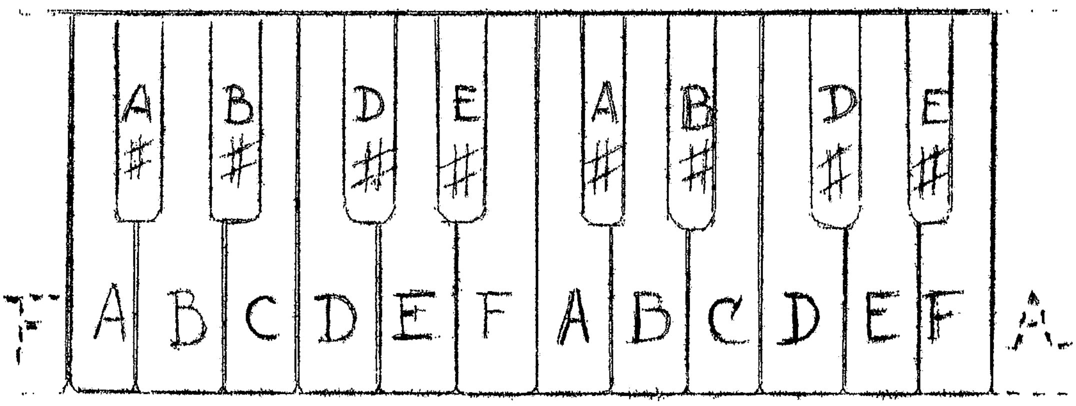
(2) - D'une façon générale, pour graduer un instrument à cordes quelconque, il suffit de multiplier les longueurs du tableau II, ligne 5, par le nombre qui mesure, <u>en mètres</u>, la longueur de la corde à vide (distance sillet-chevalet) mesurée à 1 mm près. On obtient ainsi les longueurs vibrantes en mm, il est facile d'en déduire les distances sillet-doigt.

PIANO

A partir d'une cithare décaphonique rien de plus facile, théoriquement, que d'accorder un piano ou un clavecin par unissons ou par octaves. Dans la pratique, plusieurs problèmes délicats se sont posés. Les uns viennent du clavier, les autres de la tension des cordes.

Le clavier logique du tempérament décimal, celui qui permettrait de jouer la gamme majeure de A sur les touches blanches, serait le suivant

CLAVIER "DÉCIMAL"



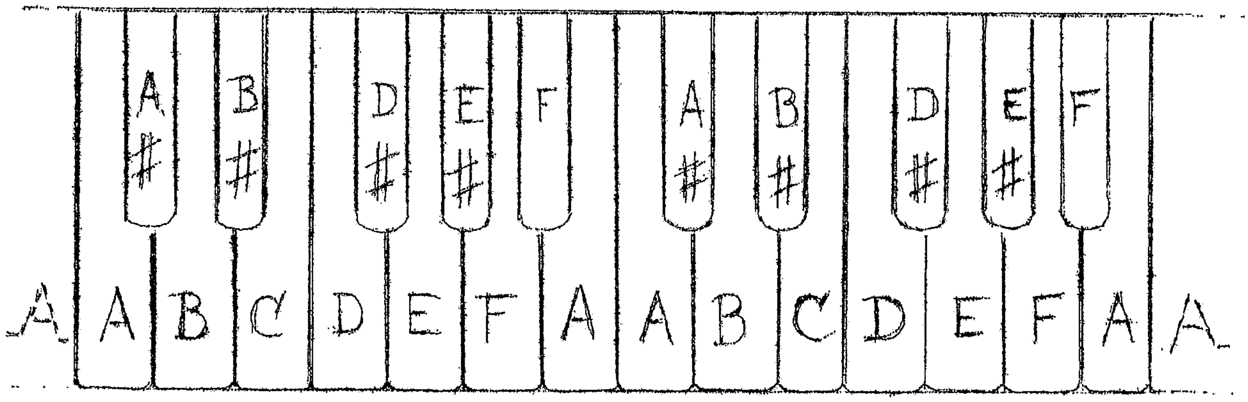
Or sur un piano les touches ne sont nullement interchangeables. Il faudrait donc faire fabriquer des touches spéciales ; c'est certainement possible, mais nous n'en sommes pas encore là ...

D'autre part dans le tempérament décimal, l'octave comporte deux touches de moins que dans le système dodécaphonique ; si donc on accorde le A à l'unisson de do_3, médium du piano, les notes monteront trop vite vers la droite et baisseront trop vite vers la gauche. Les cordes seront beaucoup trop tendues vers l'aigu, elles risqueront de se casser et se désaccorderont rapidement. A gauche au contraire elles seront trop peu tendues et sonneront mal. Enfin le sommier sera déséquilibré : tension beaucoup trop forte à droite, beaucoup trop faible à gauche.

Il serait théoriquement facile de remédier à ces dangers en changeant le calibre des cordes de façon à obtenir partout une tension normale : solution coûteuse, demandant de nombreux tâtonnements et le concours d'un spécialiste fabricant de pianos.

Au lieu de faire construire le clavier qui serait logique pour le tempérament décimal, il serait assurément plus simple de supprimer les touches superflues, inutiles (celles qui jouent si♭ et si ♮ sur un piano ordinaire), ou de les rendre muettes. Nous avons préféré utiliser les deux touches supplémentaires pour leur faire produire une note identique à celle qui est donnée par une touche voisine :

CLAVIER ADAPTÉ



Sur ce clavier la gamme de A majeur se jouera sur les touches blanches en "sautant" lors du 2e passage de pouce la 1ère des deux touches A.

Ce clavier de fortune possède une particularité intéressante. On sait que sur un piano ordinaire la rapidité des notes répétées est limitée par l'inertie des transmissions mécaniques, quelle que soit la technique de l'exécutant. Sur notre clavier adapté, par contre, n'importe qui peut faire par simple trille des A ou des F répétés d'une rapidité et d'une durée à faire pâlir d'envie le plus grand virtuose et nous n'avons pas manqué de nous servir de ce subterfuge involontaire.

Il reste encore une difficulté : si on s'arrange pour que la note A soit produite par la touche qui donne habituellement le do, toutes les autres touches donneront des notes plus élevées qu'habituellement. La touche si ♮ , par exemple, donnera un A, c'est-à-dire un do. Elle risquera de casser et de se désaccorder, le sommier sera surtendu. Nous avons donc été amené à accorder le piano d'après la cithare de façon que ce soit A♯ qui donne le do, ce qui nous a obligé ensuite à descendre d'un demi-quint la cithare, et aussi, chose plus grave, le violon et la viole ténor. (Dans un but de simplification nous avons cependant continué à assimiler la note A à la <u>note</u> do puisqu'elle est donnée par la <u>touche</u> do).

Le piano une fois accordé, nous avons enregistré une gamme chromatique et nous l'avons vérifiée au Laboratoire d'Acoustique au moyen d'un analyseur de sons électronique. L'appareil donne des mesures en fonction de la gamme tempérée (base la_3 = 440 Hz) prise pour étalon. On relève l'écart en savarts de la note mesurée avec la note correspondante de la gamme étalon.

A l'étonnement général, cette mesure a montré que le piano était accordé avec une grande précision, du moins pour 9 notes sur 10. En effet 9 notes présentaient avec la gamme théorique un écart égal ou inférieur à 2 savarts, soit $\frac{1}{3}$ de comma. (S'agissait-il de heureux hasards ?) La 10e note, par contre, présentait une erreur de 8 savarts soit 1,4 comma.

Une gamme chromatique décimale enregistrée au moyen du même appareil fonctionnant comme synthétiseur de sons a permis l'accord facile de plusieurs instruments, en particulier celui d'un clavecin par M. Serge CORDIER, qui a réalisé sur cet instrument des improvisations particulièrement réussies.

HARMONIE DECIMALE

Nous aurions aimé composer un abrégé d'harmonie décimale, mais nous nous en sentons tout à fait incapable : c'est trop tôt. Nous nous contenterons de quelques remarques.

L'accord le plus voisin de l'accord parfait majeur do mi sol de la gamme naturelle est A B♯ D♯ ; B♯ est un mi diminué de 6,6 ¢ , c'est-à-dire nettement bas, D♯ est un sol augmenté de 4,5 ¢ , c'est-à-dire trop haut. Il s'agit donc d'un accord parfait légèrement ... imparfait, avec cette circonstance aggravante que la tierce et la quinte sont fausses en sens contraires (1). Dans ces conditions nous ne savons pas si l'accord A B♯ D♯ (ou A C♮ E♭) et ses renversements doivent être considérés comme consonants ou comme dissonants (cela comporte une part de convention) et nous ne savons pas non plus quelles seraient leurs résolutions.

Quant à l'accord parfait mineur, il n'en existe aucun équivalent, même approché, dans le système décimal, mi étant très éloigné à la fois de B et de B♯ . L'accord A B D♯ et ses renversements paraissent nettement dissonants.

La dénomination et la qualification des intervalles posent des problèmes que nous n'avons pas encore résolus. L'intervalle A - C, par exemple, qui est plus voisin de la quarte naturelle que la quarte dodécaphonique, doit-il être appelé <u>tierce</u>, ce qui risque d'entraîner une confusion avec la tierce dodécaphonique, ou <u>quarte</u>, ce qui serait illogique ? Après réflexion nous l'appellerons <u>tierce</u> (en précisant tierce décimale quand ce sera nécessaire). Mais tierce majeure, mineure ou juste ? Il semble qu'on puisse ici l'appeler <u>juste</u>, A - C♭ s'appelant <u>tierce diminuée</u>. Quant à l'intervalle A - D, identique à l'intervalle dodécaphonique de quarte augmentée ou de quinte diminuée, nous proposons pour lui le nom de <u>diabolus</u> (la quarte augmentée était, on le sait, considérée au moyen âge comme l'intervalle interdit par excellence, le <u>diabolus in musica</u>). Nous proposons même d'appeler cet intervalle diabolus <u>juste</u>, et de le considérer comme consonant, au risque d'être taxé de satanisme (risque que nous courons d'un coeur d'autant plus léger qu'à notre époque on ne brûle plus les gens pour si peu (2).

On devine par les indications précédentes que l'harmonie du tempérament décimal est absolument différente de l'harmonie traditionnelle, ou en tout cas qu'elle en exigerait une difficile transposition. Mais les merveilleux harmonistes qu'étaient les polyphonistes de la Renaissance n'avaient jamais "appris l'harmonie", l'harmonie n'étant pas constituée comme science de leur temps. Ils ne faisaient que du contrepoint, et les premiers traités d'harmonie ont été écrits assez longtemps après la mort de Haydn et de Mozart pour codifier leur écriture. On ne s'étonnera donc pas que nous ne nous sentions pas en mesure, après un rapide contact avec la musique décimale, d'énoncer les lois de son harmonie.

---

(1) - La tierce et la quinte de l'accord parfait majeur dodécaphonique, quoique fausses elles aussi en sens contraires, sont beaucoup plus proches de celles de l'accord parfait majeur "naturel".

(2) - ..... on les brûle à vrai dire pour bien moins encore.

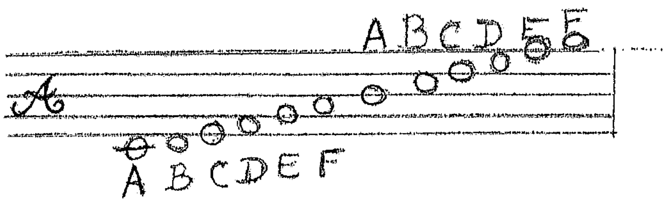
Jusqu'ici nous n'avons fait dans ce système que de la musique contrapunctique, en superposant des parties improvisées sur différents instruments par la méthode des superpositions sonores : duoplay, multiplay, méthode mixte (1). Le contrepoint décimal "marche", sans aucun doute.

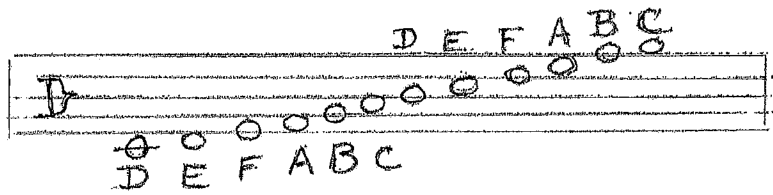
NOTATION

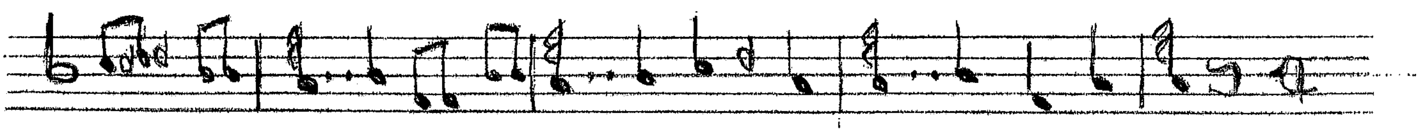
Il nous est arrivé aussi d'écrire quelques thèmes comme supports des superpositions improvisées, ce qui nous a posé le problème de la notation.

Nous avons hésité entre la portée à 3 lignes et la portée à 5 lignes ... qui possède l'avantage de pouvoir utiliser le papier à musique traditionnel. La ligne centrale porterait une clef de D ou une clef de A, selon les cas.

L'écriture du violon présente une particularité curieuse : comme il est impossible de regarder la touche dans le miroir et en même temps de lire la musique sur le pupitre, il est nécessaire d'écrire la musique à l'envers, afin de la lire à l'endroit dans le miroir (2).







---

(1) - Voir notre conférence du Festival du Son 1968 indiquée précédemment.

(2) - Mademoiselle Castellengo, du Laboratoire d'acoustique de la Faculté des Sciences de Paris, nous a excellemment suggéré d'écrire la musique sur du papier transparent, et de le retourner sur le pupitre ; monsieur Ernst Gehrke, non moins astucieusement, d'écrire sur du papier à musique ordinaire, de placer un deuxième miroir près du pupitre et de lire par double réflexion en regardant la touche par simple réflexion.

CONCLUSION

Nous sommes mal placé pour juger des résultats obtenus. Nous nous étions d'abord proposé de construire un système théorique, par pur divertissement intellectuel. Mais dès que nous avons pu passer à la pratique nous avons trouvé à ce tempérament décimal un intérêt auquel nous ne nous attendions vraiment pas.

Les auditeurs déclarent en général cette musique "étrange" - elle leur rappelle certaines musiques exotiques - mais chose curieuse ils ne la trouvent pas fausse : ils perçoivent sans doute instinctivement qu'il s'agit d'un système cohérent.

En regardant à la fois dans un grand miroir la touche graduée de notre violon et la musique manuscrite que nous étions en train de jouer, nous n'avons pu nous empêcher de songer au monde bizarre évoqué par Lewis Carroll dans son livre célèbre "La traversée du miroir", monde voisin du nôtre mais fantastique, où la petite Alice vit comme dans un rêve des aventures extraordinaires, souvent marquées d'angoisse. Dans ce monde de la musique décimale, nous nous sentions un peu "de l'autre côté du miroir", c'est-à-dire dans un univers parallèle au nôtre mais différent, et comme complémentaire de notre univers dodécaphonique habituel. Il s'agit certes là d'une image qui nous est venue à l'esprit, et non d'un caractère de cette musique, puisque elle n'exige aucun miroir quand on joue par exemple du piano. Mais cette image convient assez bien, nous semble-t-il, à son climat étrange, onirique, et à l'impression qu'elle donne de tension ou parfois d'anxiété.

Nous ne nous attendons pas à ce qu'un grand nombre de musiciens s'appliquent à vaincre les difficultés que nous avons exposées, pour un plaisir qui leur paraîtra peut-être à l'avance problèmatique. Mais parmi les instruments électroniques qui naîtront dans les années à venir, il y aura peut-être des instruments "à sons fixes" qui pourront s'accorder facilement dans un tempérament quelconque avant l'exécution d'une oeuvre (1) ou même dans le courant d'un morceau, ce qui provoquerait des changements de couleur, des "modulations de tempérament". Alors peut-être le système tempéré décimal prendra-t-il dans la musique la place non négligeable qui nous semble devoir être la sienne, pour peu qu'un moderne Jean-Sébastien Bach écrive à sa gloire un nouveau chef d'oeuvre "bien tempéré".

L'idée de diviser l'octave en dix intervalles égaux aura sans doute semblé à plus d'un extravagante ou au moins farfelue. Nous voudrions pour finir dire quelques mots de ce qui nous y a amené.

---

(1) - Le "Cantor" du Laboratoire d'Acoustique est le premier en date de ces instruments.

Un magistrat de Brest, M. Raymond Prince, nous avait aimablement dédicacé un opuscule pataphysique intitulé "Wladimir Wrzclwbrznski et la musique exponentielle", satire très réussie et fort plaisante d'un certain type de musique moderne à prétention mathématique :

"La fonction $y = e^{x}$ détermine une gamme de six notes, laquelle, au moyen de valeurs croissantes et égales de x, se meut entre les valeurs de y comprises entre 1 et 2".

Wrzclwbrznski croit ainsi découvrir "une gamme nouvelle non jouable sur les instruments traditionnels", alors que, comme il est facile de le montrer, il s'agit de la "gamme par tons" telle qu'on peut la jouer sur un piano dodécaphonique "bien tempéré" !

En examinant ce qu'il fallait faire pour obtenir des notes qui soient effectivement "non jouables sur les instruments traditionnels", nous avons reconnu immédiatement qu'il suffisait de diviser l'octave, non pas en six, mais en cinq intervalles égaux. C'est seulement ensuite que nous est venue l'idée de diviser chacun de ces intervalles en deux, afin d'obtenir un nouveau tempérament permettant des combinaisons plus riches et plus variées.

Dans une pièce célèbre de Jules Romains, s'érige au milieu d'une place publique une statue représentant une femme enceinte. Elle glorifie l'Erreur scientifique, grosse de la Vérité et du Progrès : c'est en effet une erreur scientifique qui a fait naître au centre d'un désert d'Amérique la ville de Donogoo-Tonka.

Nous permettra-t-on de même, en rendant hommage à M. Raymond Prince et à sa musique exponentielle, de célébrer ici la vertu exploratrice du Khanulâr, capable, en vagabondant hors des sentiers battus, de découvrir dans la forêt enchantée des sons une réserve encore vierge où la Musique déc..phonique telle une Belle au bois dormant, attend depuis le commencement des temps le compositeur génial qui viendra l'éveiller ?

Luc ETIENNE.