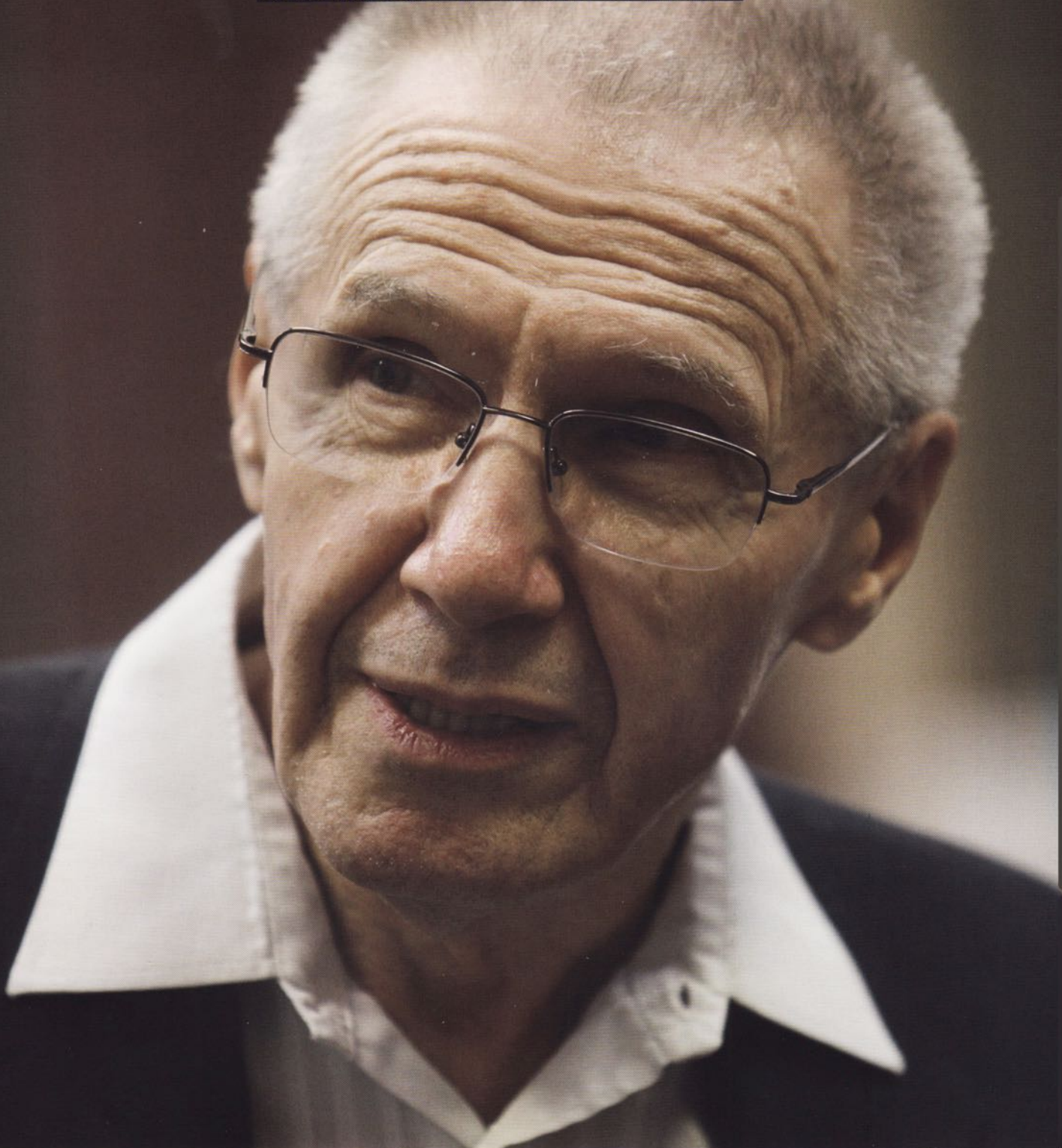


NEUE ZEITSCHRIFT FÜR
musik

2
März
April
2011

DAS MAGAZIN FÜR NEUE TÖNE



György Kurtág

■ Im Gespräch: Matthias Osterwold ■ Nachruf auf Rolf Julius ■ Alan Hovhaness zum 100. ■ Clara Maïda: Nanomusik ■ Trompeter Peter Evans ■ Gruppe Neue Musik «Hanns Eisler» ■ Neue Bücher | Tonträger | DVDs ■ www.musikderzeit.de

D € 9,50 | A € 9,80 | CH SFR 16,30
02
4 192127 309503

Pour une nanomusique

Clara Maïda

Article publié dans *Neue Zeitschrift für Musik. Das Magazin für neue Töne* (pages 60-63)

Mars-avril 2011. Universität der Künste, Berlin (DE)

Voir le texte original : page 10 du fichier PDF

Titre traduit pour la publication originale en allemand : **Für eine Nanomusik**

Trente-et-quatre lances enchevêtrées peuvent-elles composer un être ? Oui, un Meidosem.¹

Le Meidosem est cet être imaginé par Henri Michaux, composé d'un fragile et mouvant treillis de fils entrelacés, parcourus de spasmes et de tremblements électriques.

Il faut évidemment bien plus que trente-quatre enchevêtrements pour composer un être vivant, et tout particulièrement l'être humain... Mais c'est bien l'enchevêtrement de connexions de toutes sortes qui est à l'origine de tout organisme.

Au début du XXème siècle, trois inventions majeures modifient profondément le regard porté sur l'Humanité.

La psychanalyse opère une révolution des notions de sujet et de psychisme. En 1900, Freud publie *L'Interprétation des rêves* et y expose la théorie de l'inconscient, démontrant que l'on peut y accéder grâce aux rêves et à la technique de *l'association libre*. De nombreuses recherches psychanalytiques succèdent aux écrits de Freud, principalement avec l'école anglaise (Melanie Klein, Wilfred Bion, Donald Winnicott) et Lacan, dans la France de l'après-guerre, qui propose de nouveaux concepts, sous l'influence de la linguistique, du structuralisme et de la cybernétique.

En cette même année 1900, après la redécouverte des travaux de Mendel sur les lois de l'hérédité, les connaissances génétiques se développent avec la mise en évidence des gènes localisés sur les chromosomes et de la molécule d'ADN ou avec l'étude des mutations. L'apport des physiciens et des biochimistes favorise l'émergence de la biologie moléculaire qui, en ce début de XXIème siècle, connaît un bouleversement extraordinaire. On sait que les gènes codent pour des protéines qui ont des fonctions spécifiques dans l'organisme. Ce matériel génétique est commun à tous les êtres vivants, de la bactérie à l'humanité. Le patrimoine génétique humain sera vraisemblablement intégralement décrypté pendant notre siècle.

¹ Michaux, Henri (1949), *La vie dans les plis*, Éditions Poésie/Gallimard, Paris, p. 118

Mais il faut se garder d'un « fétichisme du gène », car les généticiens eux-mêmes sont conscients de toutes les lacunes qui persistent. Nous savons que les gènes ne correspondent pas à des aptitudes précises mais agissent pour la plupart en interdépendance (il n'existe pas de gène de l'intelligence ou de la créativité artistique...).

Au début du XXème siècle, les recherches sur le cerveau se sont développées depuis déjà un demi-siècle. Après 1950, les connaissances sur l'organisation du système nerveux se précisent grâce au microscope électronique. On découvre l'activité électrique du cerveau et les transmissions chimiques entre les neurones.

L'encéphale présente un assemblage très complexe de dizaines de milliards de connexions neuronales enchevêtrées les unes aux autres et dans lesquelles se propagent des impulsions électriques et des signaux chimiques.

Malgré l'étude toujours plus approfondie des facultés cérébrales, on ne peut pas considérer que la pensée ou les affects d'un individu soient réductibles à l'assemblée de neurones entrant en activité. Il semble bien qu'aucune science ne soit à même de rendre compte de toute la complexité et la dimension subjective de l'être humain.

On a identifié les différentes ondes cérébrales qui apparaissent selon les changements d'états d'un individu (éveil, attention, repos, sommeil, rêve...). On sait que des perceptions ou des comportements correspondent également à la libération de certains neurotransmetteurs et à une activité plus particulièrement repérable dans des aires précises du cerveau (aires visuelle, auditive, motrice...). Toutefois, les phénomènes observés ne s'y concentrent pas exclusivement et un grand nombre de connexions neuronales et de transmissions de l'information se manifestent aussi dans l'ensemble du cortex. La plasticité neuronale a été démontrée grâce à l'étude de patients atteints de lésions cérébrales.

Mais ces informations ne nous apprennent rien sur la spécificité d'un sujet. Dans le rêve, par exemple, les ondes cérébrales mesurées par l'EEG² ne nous indiquent pas pourquoi certains signifiants s'assemblent selon telle ou telle configuration dans le contenu onirique. La psychanalyse tente de décrypter ce versant, se concentrant sur la dimension pulsionnelle de l'individu, et l'art apporte son éclairage dans cette entreprise en élaborant ses figures imaginaires.

Pourquoi utiliser des modèles dérivés de ces trois disciplines pour développer des processus musicaux ? Elles ont en commun de chercher à élucider les mécanismes corporels, soit dans une dimension anatomique et fonctionnelle et à un niveau microscopique (gènes, neurones), soit dans une dimension pulsionnelle, fantasmatique et imaginaire (le corps de désir).

² EEG : Electroencéphalogramme

La génétique (qui rend compte du matériau constitutif de tout être vivant), la neuropsychologie (qui étudie les structures et fonctions cérébrales) et la psychanalyse (plus soucieuse de la singularité de chaque individu, avec son vécu et son architecture psychique spécifiques) nous apportent donc des données complémentaires précieuses pour tenter de comprendre l'être humain.

De plus, sur un plan structural, si l'on délaisse temporairement le champ dans lequel ces trois disciplines s'inscrivent, chacune rend compte d'un système connectif, en réseau. On peut donc partir de cette constatation pour définir quelles caractéristiques on souhaitera développer dans des œuvres musicales : connectivité, circulation des flux sonores, mobilité formelle, pour n'en citer que quelques-unes.

Selon la Théorie des Systèmes (von Bertalanffy³, 1968) qui a convergé vers la cybernétique développée à la même époque, les systèmes sont partout et ont un caractère ouvert. Un système complexe est un ensemble composé d'un grand nombre d'entités en interaction dynamique, locale et simultanée, et il présente une grande variabilité d'états.

L'approche systémique et la cybernétique prennent en compte des systèmes complexes tellement divers qu'elles ne peuvent qu'être transdisciplinaires. Dans la deuxième moitié du XXème siècle, la révolution cybernétique entraîne tout un ensemble de modélisations au sein de différents domaines comme l'intelligence artificielle (notamment Internet), la psychologie, la psychanalyse, la sociologie, la neurophysiologie et la neurobiologie.

Cette définition d'un système dynamique et complexe peut s'appliquer à la fois aux phénomènes génétiques (chaînes de nucléotides qui forment des acides aminés puis des protéines et un ensemble de macromolécules constituant l'organisme), aux processus cérébraux (circulation de l'information entre les neurones au sein d'un réseau de connexions très dense et stratifié), ou psychiques et inconscients (liaison des signifiants au sein d'un réseau associatif) ainsi qu'à la musique (un ensemble d'unités minimales avec des rapport de hauteurs et de durées, dans l'espace et le temps). Il n'y a donc pas de contradiction à considérer la musique comme un ensemble de potentialités systémiques au même titre que les systèmes vivant, cérébral ou psychique. Comme ceux-ci, elle est constituée de graphes de signes évolutifs et de diagrammes de flux.

Sur le plan génétique, l'ADN, macromolécule élastique qui comporte deux brins (double hélice), est présent dans le noyau de toutes les cellules vivantes. Il stocke l'information génétique nécessaire au développement et au fonctionnement d'un organisme et il la transmet de génération en génération. Chaque brin est formé par la liaison des nucléotides qui sont des assemblages en trois parties dont

³ Bertalanffy (von), Ludwig (1993 ; 2012), *Théorie générale des systèmes*, Éditions Dunod (Bordas, 1973), Paris

une seule varie, la base azotée (quatre bases possibles) et qui se succèdent linéairement, s'appariant à leur complémentaire sur l'autre brin. Ils se groupent par trois (codons) avec des combinaisons différentes pour former des acides aminés, constituant ainsi un message codé pour la synthèse des protéines (par l'intermédiaire de l'ARNm). Par exemple, un enchaînement des nucléotides Guanine, Cytosine et Thymine (GCT) donnera l'acide aminé Alanine.

Les phénomènes observés sont extrêmement dynamiques (interactions, transferts d'énergie, fixations, séparations, réassemblages...) et cette activité se situe à un niveau d'échelle minimal (échelle du nanomètre).

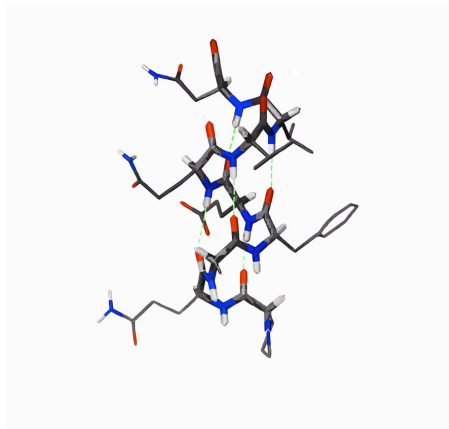


Figure 1⁴ (à gauche)
Structure d'une hélice α d'ADN.

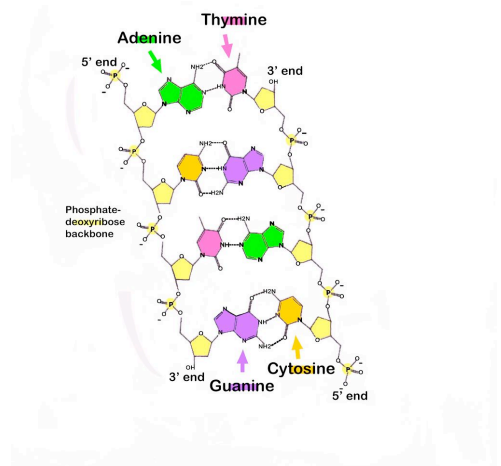


Figure 2⁵ (à droite)
Quatre nucléotides de l'ADN, enchaînés et appariés, l'Adénine (A) et la Thymine (T), la Guanine (G) et la Cytosine (C).

En prenant modèle sur ces mécanismes intracellulaires, on peut élaborer des « nucléotides sonores », composés soit d'une hauteur, si l'on considère le nucléotide génétique comme une entité en soi, soit de trois hauteurs si l'on adopte sa structure en trois parties. Les connexions entre ces éléments sonores peuvent reproduire les mêmes configurations que ces petites figures dessinées au niveau génétique. On peut construire, par exemple, des motifs proches de ceux des codons.

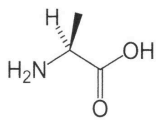
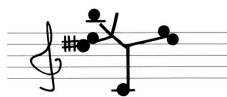
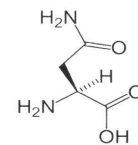


Figure 3⁶
Alanine (formule chimique). Quatre types de codons possibles : GCT, GCC, GCA ou GCG.

Figure 4⁷
Asparagine (formule chimique). Deux types de codons possibles : AAT ou AAC.



Figures 5 and 6
Deux exemples de modules de hauteurs (hors-temps) imitant des configurations d'acides aminés. Les lignes qui relient les hauteurs peuvent être des glissandi.



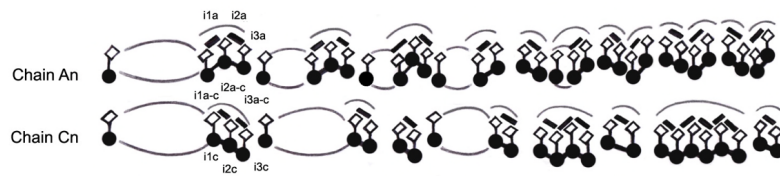
⁴ **Figure 2** - « Structure des protéines », *Wikipedia. The Free Encyclopedia*, accessible à la page suivante : https://fr.wikipedia.org/wiki/Structure_des_prot%C3%A9ines#/media/File:Alphahelix.png (accès sur Internet le 10 mars 2011)

⁵ **Figure 1** - « DNA », *Wikipédia. L'encyclopédie libre*, accessible à la page suivante : https://en.wikipedia.org/wiki/DNA#/media/File:DNA_chemical_structure.svg (accès sur Internet le 10 mars 2011)

⁶ **Figure 3** - Alanine (acide aminé), « Protéine », *Wikipedia. The Free Encyclopedia*, accessible à la page suivante : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%A9ine#/media/File:L-alanine-skeletal.png>

⁷ **Figure 4** - Asparagine (acide aminé), « Protéine », *Wikipedia. The Free Encyclopedia*, accessible à la page suivante : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%A9ine#/media/File:L-asparagine-2D-skeletal.png>

Figure 7 - Exemples de chaînes de « codons sonores »



En allant vers des niveaux d'élaboration musicale toujours plus sophistiqués, ces modules qui miment les configurations des acides aminés peuvent s'articuler les uns aux autres et créer, par leurs emboîtements successifs, des « molécules sonores ». Par des systèmes de pivots dans le champ des fréquences, ils voyagent dans toute l'étendue du spectre et construisent des assemblages de plus en plus complexes. Je développe actuellement un projet avec le Département de Bioinformatique de l'Université de Strasbourg. À partir de données chromosomiques très précises - sous-régions avec des fonctions différentes, probabilités d'apparition, ordre de succession et nombre de nucléotides par sous-région, motifs observables... -, on peut proposer une conversion en données acoustiques. En voici quelques-unes : la longueur de chaque sous-région peut correspondre à une fréquence (Hz) et l'ensemble des régions (de longueurs différentes) à un spectre sonore, le nombre de répétitions des bases à une durée (aaaaa = a5, ccc = c3), etc.

Mais les gènes codent pour des protéines responsables du développement et de la régulation des circuits neuronaux impliqués dans divers aspects du fonctionnement cérébral. Les neurones diffèrent des autres types de cellules. Ils expriment des gènes qui leur sont spécifiques. Mais ils sont bien plus nombreux que ceux-ci. Chaque neurone est connecté à des milliers d'autres neurones⁸. Le niveau d'organisation est donc beaucoup plus complexe. Les innervations sont multiples et des signaux se propagent le long des axones sous la forme d'ondes. Le codage interne de la machine cérébrale est à la fois un codage topologique des connexions (*graphes neuronaux*, pour Changeux⁹) et un codage d'impulsions électriques ou de signaux chimiques.

L'écriture musicale est proche de ces caractéristiques. Les processus sont à la fois particuliers (connexions entre des unités, figures dessinées par les densités diverses de groupement, champs de forces) et ondulatoires (tout comme les influx nerveux, les ondes sonores se propagent).

De plus, la disposition stratifiée du cortex cérébral (six couches superposées) permet des ramifications aussi bien sur un plan horizontal que vertical. Dans l'élaboration musicale, cette double

⁸ Voir le graphique, dernière page.

⁹ Changeux, Jean-Pierre (1983), *L'Homme neuronal*, Hachette Littératures, Coll. « Pluriel », Paris

dimension se manifeste dans les rapports qui s'établissent entre les diverses strates sonores et dans une temporalité.

Au-delà des batailles idéologiques entre la neuropsychologie et la psychanalyse, on remarque une structure *rhizomatique*¹⁰ commune au cerveau et au psychisme.

Sur le cortex sont projetés les organes sensoriels et tout le corps (récepteurs tactiles), et une représentation du monde s'organise en territoires. Certaines régions du corps y occupent d'ailleurs une surface disproportionnée (la main et la bouche, chez les humains). Il est donc évident que la fonction plus ou moins importante d'un organe conditionne l'ampleur de la projection. De plus, aucune expérience sensorielle n'est neutre. Le corps est à la fois un émetteur-récepteur de signaux biologiques et une surface sur laquelle les traces mnésiques s'impriment inconsciemment, d'autant plus profondément et durablement que leur coloration affective aura été intense (douleur, plaisir). Pendant l'enfance, les innervations des neurones se multiplient prodigieusement et les combinaisons de signifiants (fragments d'événements, de souvenirs) s'emboîtent et s'agglomèrent pour constituer l'architecture psychique singulière de l'individu¹¹.

Au carrefour de ces trois disciplines, on peut imaginer une nanomusique.

Articulation des nucléotides, des neurones ou des signifiants - Conglomérats des macromolécules, des objets mentaux ou des objets pulsionnels - Transferts d'énergie dans la cellule, influx nerveux ou parcours de la pulsion -, tous ces éléments dont les caractères structuraux sont si proches font converger l'écriture vers l'élaboration de nanoprocessus.

Ceux-ci s'exercent sur des unités élémentaires très mobiles et aux combinaisons variables. Toutes sortes de forces agissent sur ces particules et les emportent dans des mouvements irrépressibles. Leurs trajectoires courent le long de circuits dynamiques qui se remanient sans cesse. Des petits mobiles apparaissent, oscillent, s'accrochent les uns aux autres et créent des chaînes linéaires ou des coagulations compactes. Mais ces petites constructions sont défaites par la circulation des points qui voyagent et se condensent dans d'autres zones.

Atomes, molécules, le nanomonde nous fait découvrir des objets invisibles à l'œil nu et aux comportements essentiellement quantiques. Il nous entraîne vers une révolution scientifique conceptuelle. Historiquement, la fabrication d'objets relevait de l'agencement de grands agrégats de matière. Aujourd'hui, les nanotechnologies s'appuient sur un procédé inverse, allant du plus petit

¹⁰ Deleuze, Gilles et Guattari, Félix (1980), *Mille plateaux. Capitalisme et schizophrénie 2*, Éditions de Minuit, Coll. « Critique », Paris

¹¹ Pour plus de détails concernant les relations entre l'écriture musicale et les processus inconscients, voir l'article « ...ça écrit ça écrit ça écrit ça... » publié dans la revue *Filigranes* n°6 en 2007.

Maïda, Clara (2ème semestre 2007), « ...ça écrit ça écrit ça écrit ça... », *Filigranes* n°6, « Musique et inconscient », Delaplace, Joseph et Moll, Olga (éd.), Éditions Delatour, Paris

vers le plus grand. La musique semble tout particulièrement désignée pour exploiter ce renversement de perspective. Ses propriétés cinétiques et sa possibilité de quasi auto-engendrement proliférant offrent une manipulation des composants sonores à un niveau d'abstraction grandissant. Et quoi de plus abstrait et impalpable que l'inconscient psychique, mobilisé dans toute production artistique... ?

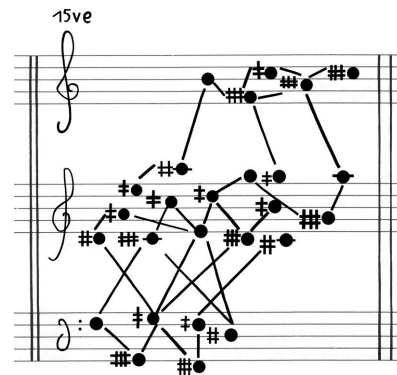
Figure 8 - Neurones, cellules pyramidales et étoilées, et couches du cortex



Graphique extrait de : Changeux, Jean-Pierre, *L'Homme neuronal*¹²

Figure 9 - Champ de fréquences et modules de hauteurs enchevêtrés

Mutatis mutandis pour douze cordes



Graphique de la conclusion

¹² Changeux, Jean-Pierre (1983), *L'Homme neuronal*, Hachette Littératures, Coll. « Pluriel », Paris

Figure 10 - Extrait de *Mutatis mutandis* pour douze cordes amplifiées

This musical score is for twelve amplified strings, organized into several systems. The first system includes staves V11, V12, V13, V14, and V15. The second system includes staves A1, A2, and A3. The third system includes staves Vlc1, Vlc2, and Vlc3. The fourth system includes the Cb (Cello Bass) staff. The score is heavily annotated with performance instructions and dynamic markings. Dynamic markings include *pp*, *mp*, and *p*. Performance instructions include *ASP*, *ECR*, *TALON*, *SALT*, *CRN*, *P*, *log12*, *log10*, *PONT*, *ASP [MULTO FL]*, and *ASP [MULTO FL] → PONT*. The score features complex rhythmic patterns, including sixteenth and thirty-second notes, and various articulations such as accents and slurs. The notation is dense and detailed, reflecting the complexity of the piece.

Können 34 miteinander verknüpfte Schößlinge ein Lebewesen bilden? Ja, ein Meidosem.»¹ Das Meidosem ist so ein Lebewesen, das sich Henri Michaux ausgedacht hat und das aus einem zerbrechlichen, beweglichen Gewebe miteinander verflochtener Fäden besteht, die wiederholt von Krämpfen und elektrischen Zuckungen durchzogen werden. Wir brauchen offenbar mehr als 34 wirre Knäuel, um ein Lebewesen, insbesondere ein menschliches Wesen, zu erschaffen ... Aber jedem Organismus liegt tatsächlich ein Wirrwarr unterschiedlichster Verbindungen zugrunde.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts führten drei bedeutende Entdeckungen zu einer tiefgreifenden Wandlung unserer Betrachtungsweise des Menschen. Die Psychoanalyse revolutionierte die Vorstellung von Ich und Psyche. Im Jahr 1900 gab Sigmund Freud seine *Traumdeutung* heraus und entwickelte die Theorie des Unbewussten, mit der er bewies, dass man mit Hilfe von Träumen und der Technik der freien Assoziation Zugang dazu erhalten kann. Viele psychoanalytische Untersuchungen folgten den Schriften Freuds – hauptsächlich die englische Schule (Melanie Klein, Wilfried Bion, Donald Winnicott) und im Nachkriegsfrankreich Jacques Lacan, der unter dem Einfluss von Linguistik, Strukturalismus und Kybernetik neue Begriffe vorschlug.

Im selben Jahr erweiterte sich nach der Wiederentdeckung der Mendel'schen Gesetze der Vererbungslehre das genetische Wissen durch die Bestimmung von Genen auf den Chromosomen und des DNA-Moleküls bzw. durch die Untersuchung von Mutationen. Die Beiträge von Physikern und Biochemikern ebneten den Weg für die Entstehung der Molekularbiologie, die zu Beginn des 21. Jahrhunderts eine umwälzende Entwicklung erfuhr. Es ist bekannt, dass Gene Proteine kodieren, die bestimmte Funktionen im Organismus ausüben. Dieses genetische Material ist allen Lebewesen gemeinsam, vom Bakterium bis zum Menschen. Das menschliche Genom wird aller Wahrscheinlichkeit nach bis zum Ende dieses Jahrhunderts entschlüsselt sein.

**CLARA MAÏDA: «MUTATIS MUTANDIS»
FÜR 12 STREICHER, 2008, PARTITUR S. 49**

Aber wir müssen uns davor hüten, «das Gen zu fetischisieren», denn selbst Genforscher sind sich der noch vorhandenen Lücken bewusst. Wir wissen, dass Gene nicht bestimmten Fähigkeiten entsprechen, sondern hauptsächlich in gegenseitiger Abhängigkeit agieren (es gibt beispielsweise kein Gen für Intelligenz oder künstlerische Kreativität ...).

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts bestand die Hirnforschung schon seit einem halben Jahrhundert. Nach 1950 nahm das Wissen um den Aufbau des Nervensystems dank des Elektronenmikroskops Gestalt an. Die elektrische Aktivität des Gehirns und die chemischen Signalübertragungen zwischen

Nervenzellen (Neuronen) wurden entdeckt. Das Gehirn stellt eine sehr komplexe Ansammlung von mehr als zehn Milliarden miteinander vernetzter Neuronenverbindungen dar, in denen elektrische Impulse und chemische Signale übertragen werden.

Trotz der immer gründlicheren Erforschung geistiger Fähigkeiten dürfen wir nicht glauben, dass sich die Gedanken oder Emotionen eines Individuums auf die bloße Ansammlung aktiv werdender Neuronen zurückführen lassen. Tatsächlich scheint keine Wissenschaft in der Lage zu sein, die Komplexität und subjektive Dimension des Menschen zu erklären.

Die verschiedenen Gehirnwellen, die je

für eine nanomusik

VON CLARA MAÏDA

nach Änderung des Zustands (Wachen, Aufmerksamsein, Ruhen, Schlafen, Träumen ...) eines Individuums auftreten, wurden inzwischen identifiziert. Wir wissen, dass Wahrnehmung bzw. Verhalten auch in Beziehung zur Freisetzung bestimmter Neurotransmitter und zu einer in ganz bestimmten Bereichen des Gehirns (Seh-, Hör-, Bewegungszentrum) besonders gut sichtbaren Aktivität stehen. Allerdings konzentrieren sich die beobachteten Phänomene nicht ausschließlich darauf, und viele Neuronenverbindungen und Signalübertragungen finden sich auch im gesamten Cortex. Neuroplastizität des Gehirns wurde mit Hilfe von Studien an Patienten mit Hirnverletzungen nachgewiesen.

Aber diese Informationen sagen nichts über die Besonderheit einer Person aus. In Träumen beispielsweise geben die mit einem EEG² gemessenen Gehirnwellen keinen Aufschluss darüber, warum sich einige Bedeutungsträger in dieser oder jener Anordnung im Trauminhalt zusammenfinden. Die Psychoanalyse versucht, diesen Aspekt zu entschlüsseln, und konzentriert sich dabei auf den triebhaften Aspekt des Individuums, während die Kunst Licht in dieses Unterfangen bringt, indem sie die imaginären Bilder be- und verarbeitet.

GENETIK, NEUROPSYCHOLOGIE, PSYCHOANALYSE

Warum also Modelle verwenden, die aus diesen drei wissenschaftlichen Disziplinen abgeleitet wurden, um musikalische Prozesse zu entwickeln?

Ihnen ist gemeinsam, dass sie versuchen, in anatomischer und funktioneller Hinsicht und auf mikroskopischer Ebene (Gene, Neuronen) bzw. in triebhafter, phantasmatischer und imaginärer Hinsicht Licht auf körperliche Mechanismen zu werfen (der Wunschkörper).

Die Genetik (die das Baumaterial aller Lebewesen beisteuert), die Neuropsychologie (die den Aufbau und die Funktionen des Gehirns untersucht) und die Psychoanalyse (die sich mehr mit der Einzigartigkeit jedes

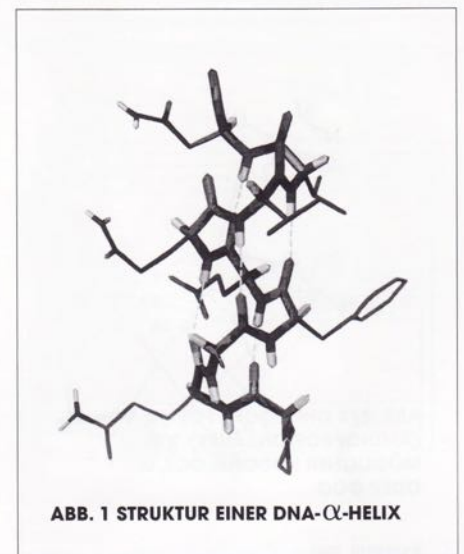
Individuums, mit dessen besonderen Erfahrungen und psychischer Struktur befasst) versorgen uns so mit wertvollen zusätzlichen Daten, mit deren Hilfe wir versuchen, den Menschen zu verstehen.

Außerdem – wenn wir vorübergehend das Gebiet verlassen, auf das sich diese drei wissenschaftlichen Disziplinen beziehen – ergibt jede von ihnen auf struktureller Ebene ein verbindendes, von einem Netzwerk eingerahmtes System. Wir können somit von dieser Beobachtung ausgehen, um festzulegen, welche Charakteristika wir in Musikwerken entwickeln möchten: Konnektivität, Verbreitung des Klangflusses, formale Mobilität, um nur einige zu nennen.

Nach der Systemtheorie (von Bertalanffy, 1968)³, die mit der Kybernetik konvergiert, die sich zur selben Zeit entwickelt hat, finden sich überall Systeme, die offener Natur sind. Ein komplexes System ist die Summe einer Vielzahl von Einzelphänomenen, die in dynamischer, lokaler und gleichzeitiger Wechselwirkung miteinander stehen, und verfügt über ein großes Spektrum an Zuständen. Die Systemlehre und die Kybernetik berücksichtigen so unterschiedliche komplexe Systeme, dass sie nur transdisziplinär sein können. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts führte die kybernetische Revolution zu einer ganzen Reihe konkreter Neuerungen auf unterschiedlichen Gebieten, wie der künstlichen Intelligenz (insbesondere das Internet), der Psychologie, Psychoanalyse, Soziologie, Neurophysiologie und Neurobiologie.

Diese Definition eines dynamischen, komplexen Systems kann gleichzeitig auf genetische Phänomene (Nukleotidketten, die zu Aminosäuren, dann Proteinen und Makromolekülgruppen führen, die den Organismus bilden), auf Prozesse im Gehirn (Verbreitung von Informationen zwischen Neuronen innerhalb eines sehr dichten, schichtförmigen Verbindungsnetzes) oder auf psychische und unbewusste Prozesse (Verbindung von Bedeutungsträgern innerhalb eines assoziativen Netzes) sowie auf Musik (ein Zusammenschluss kleiner Einheiten mit Bezug zu Tonhöhe und Dauer in

Zeit und Raum) angewendet werden. Es ist daher kein Widerspruch, Musik als eine Ansammlung systemischer Möglichkeiten anzusehen, genau wie lebende, zerebrale oder psychische Systeme. Wie diese besteht sie aus evolutionären Schaubildern und Flussdiagrammen.



Auf genetischer Ebene ist die DNA, ein elastisches Makromolekül, das aus zwei Strängen (Doppelhelix) besteht (Abb. 1), im Kern jeder lebenden Zelle zu finden. Sie speichert die genetischen Informationen, die für die Entwicklung und das Funktionieren eines Organismus notwendig sind, und gibt sie von Generation zu Generation weiter. Jeder Strang wird durch die Verbindung von Nukleotiden gebildet, die wiederum aus drei Teilen bestehen, von denen einer, die Stickstoffbase (vier mögliche Basen), variiert, und die eine lineare Abfolge bilden und mit der jeweils komplementären Base auf dem anderen Strang ein Basenpaar bilden. Sie ordnen sich zu Basentriplets (Kodons) in verschiedenen Kombinationen an, um Aminosäuren zu bilden und auf diese Weise eine kodierte Nachricht für die Proteinsynthese (über die mRNA) darzustellen. Zum Beispiel ergibt eine Kette aus den Nukleotiden Guanin, Cytosin und Thymin (GCT) die Aminosäure Alanin.

Die beobachteten Phänomene sind extrem dynamisch (Wechselwirkungen, Ener-

gietransfers, Bindungen, Abspaltungen, Wiederzusammensetzungen ...), und diese Aktivitäten finden auf kleinstem Raum (Nanometer-Skala) statt. Aufgrund des Musters dieser intrazellulären Mechanismen können wir «Klangnukleotide» entwickeln, die aus einer Tonhöhe bestehen, wenn wir das genetische Nukleotid als eigene Einheit betrachten, oder solche, die aus drei Tonhöhen bestehen, wenn wir dessen dreiteilige Struktur übernehmen (Abb. 2-5). Die Verbindungen zwischen diesen Klangelementen können die gleiche Gestalt annehmen wie die kleinen, auf der genetischen Ebene gezeichneten Darstellungen. Wir können beispielsweise musikalische Motive konstruieren, die den Kodons ähneln.

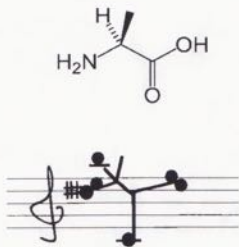


ABB. 2/3 CHEMISCHE FORMEL VON ALANIN (AMINOPROPIONSÄURE): VIER ARTEN MÖGLICHER KODONS: GCT, GCC, GCA ODER GCG

BEISPIEL EINES TONHÖHEN-MODULS (-TIME-OUT-), DAS DIE GESTALT VON AMINOSÄUREN NACHAHMT. DIE DIE TÖNE VERBINDENDEN LINIEN KÖNNEN GLISSANDI SEIN.

einem Klangspektrum und die Anzahl der Basenwiederholungen einer Tondauer (aaaaa = a5, ccc = c3) entsprechen ...

Aber Gene kodieren Proteine, die für die Entwicklung und Steuerung der an verschiedenen Aspekten der Hirnfunktionen beteiligten neuronalen Schaltkreise verantwortlich sind. Neuronen unterscheiden sich von anderen Zellarten. Sie exprimieren für sie spezifische Gene. Aber sie sind in weit aus größerer Zahl vorhanden als diese. Jedes Neuron ist mit Tausenden anderer Neuronen verbunden (vgl. Abb. 7). Der Grad der Anordnung ist daher viel komplexer. Vernetzungen von Neuronen sind vielfach vorhanden, und Signale pflanzen sich in Wellenform entlang der Axonen⁴ fort. Bei der

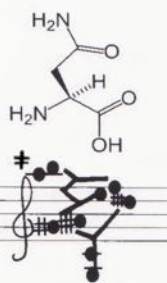


ABB. 4/5 CHEMISCHE FORMEL VON ASPARAGIN (ALPHA-AMINOBERNSTEINSÄUREMONAMID): ZWEI ARTEN MÖGLICHER KODONS: AAT ODER AAC

BEISPIEL EINES TONHÖHEN-MODULS (-TIME-OUT-), DAS DIE GESTALT VON AMINOSÄUREN NACHAHMT. DIE DIE TÖNE VERBINDENDEN LINIEN KÖNNEN GLISSANDI SEIN.

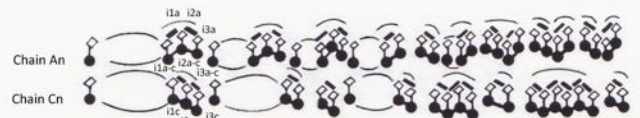


ABB. 6 BEISPIELE FÜR KETTEN VON «KLANGKODONS»

Diese Bausteine, die sich in Richtung immer anspruchsvollerer Ebenen musikalischer Ausarbeitung entwickeln und die Gestalt von Aminosäuren nachahmen, können sich gliederartig verbinden und «Klangmoleküle» bilden, wenn sie ineinander greifen (Abb. 6). Mit Pivot-Systemen auf dem Gebiet der Frequenzen bewegen sie sich durch das gesamte Spektrum und bilden immer komplexere Strukturen. Ich bin gerade dabei, ein Projekt mit dem Fachbereich Bioinformatik der Universität Strassburg zu entwickeln. Wir planen die Umwandlung sehr präziser Chromosomendaten – Subregionen mit verschiedenen Funktionen, Wahrscheinlichkeit des Auftretens, Abfolge und Anzahl der Nukleotide pro Subregion, beobachtete Motive ... – in akustische Daten. Hier sind einige von ihnen: Die Länge jeder Subregion kann einer Frequenz (Hz), die kollektiven Regionen (mit unterschiedlichen Längen)

internen Kodierung des Zerebralapparats handelt es sich sowohl um die topologische Kodierung der Verknüpfungen («Neuroendiagramme», bei J. P. Changeux⁵) als auch um das Kodieren elektrischer Impulse und chemischer Signale.

Das Komponieren von Musik kommt diesen Merkmalen sehr nahe. Die Prozesse sind spezifisch (Relationen zwischen den Einheiten, die durch die verschiedenen Anordnungsrichtungen entstandenen Figuren, Kraftfelder) und wellenförmig (Schallwellen pflanzen sich wie Nervenreize fort).

Außerdem erlaubt die schichtförmige Anordnung im zerebralen Kortex (sechs übereinander liegende Schichten) Verästelungen sowohl auf horizontaler als auch auf vertikaler Ebene. Bei der musikalischen Ausarbeitung zeigt sich diese doppelte Dimension in den Relationen, die zwischen den verschiedenen Klangschichten entste-

hen, und in der Zeitbedingtheit (Abb. 8 und NB Seite 60).

Neben den ideologischen Kämpfen zwischen der Neuropsychologie und der Psychoanalyse beobachten wir eine «rhizomatische»⁶ Struktur, die dem Gehirn und der Psyche gemeinsam ist.

Die Sinnesorgane und der gesamte Körper werden auf den Kortex projiziert (taktile Rezeptoren), und die Darstellung der Welt erfolgt durch Anordnung in Regionen. Überdies nehmen einige Körperregionen eine unproportionierte Fläche ein (beim Menschen die Hand und der Mund). Es ist daher nahe liegend, dass die mehr oder weniger wichtige Funktion eines Organs den Umfang der Projektion beeinflusst. Außerdem ist keine

Sinneserfahrung neutral. Der Körper ist sowohl Sender-Empfänger von biologischen Signalen als auch eine Fläche, auf der sich unbewusst Gedächtnisspuren umso tiefer und nachhaltiger einprägen, je intensiver ihre affektive Färbung gewesen ist (wie bei Schmerz, Freude). In der Kindheit erhöht sich die Anzahl der Neuronenverbindungen sehr stark, und die Kombinationen von Bedeutungsträgern (Ereignis-, Erinnerungsfragmente) verbinden sich und ballen sich zusammen, um die einzigartige psychische Architektur des Individuums zu bilden.⁷

An der Stelle, an der sich diese drei Disziplinen kreuzen, können wir uns eine Nanomusik vorstellen. Die Artikulation von Nukleotiden, Neuronen bzw. Bedeutungsträgern, Zusammenballungen von Molekülen, mentalen Objekten oder Triebobjekten, Energietransfers in der Zelle, Nervenreize oder der Weg des Triebs – all diese Elemente,

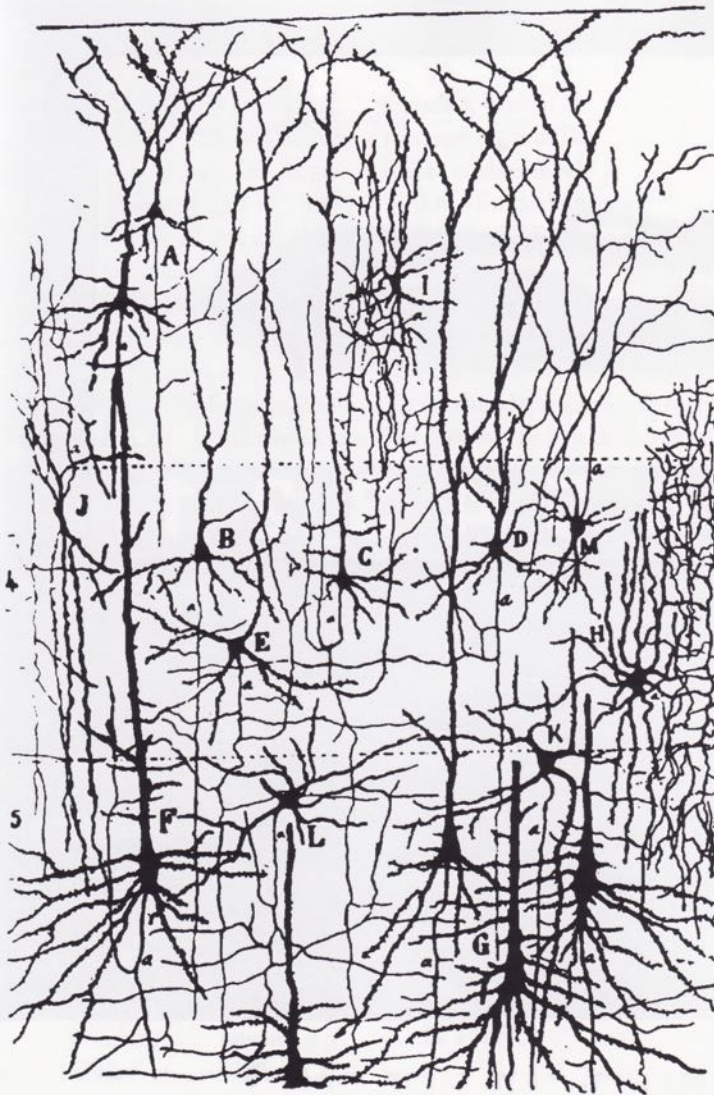


ABB. 7 NEURONEN, PYRAMIDENZELLEN, STERNZELLEN UND SCHICHTEN DES CORTEX

deren strukturelle Merkmale sich stark ähneln, sorgen dafür, dass die Komposition auf die Entwicklung von Nanoprozessen zulauft. Letztere werden auf sehr bewegliche elementare Einheiten mit variierenden Verknüpfungen angewendet. Alle Arten von Kräften wirken auf diese Partikel ein und fegen sie in unkontrollierbaren Bewegungen hinweg. Ihre Bahnen verlaufen entlang dynamischer Kreisläufe, die sich unaufhörlich umgestalten. Kleine Mobiles erscheinen, schwingen hin und her, halten aneinander fest und schaffen so lineare Ketten oder kompakte Koagulate.⁸ Aber diese kleinen Strukturen werden durch die Zirkulation von Punkten, die sich bewegen und in anderen Bereichen zusammenballen, rückgängig gemacht.

Atome, Moleküle – die Nanowelt lässt uns Objekte, im Wesentlichen mit Quantenverhalten, entdecken, die für das bloße Auge

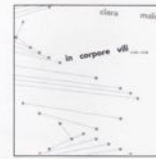
unsichtbar sind. Das führt uns zu einer konzeptionellen wissenschaftlichen Revolution. Historisch gesehen handelte es sich bei der Herstellung von Objekten um das Anordnen großer Mengen von Materie. Heute basiert die Nanotechnologie auf der entgegengesetzten Methode – vom Kleinsten zum Größten. Die Musik scheint besonders dafür bestimmt zu sein, sich diesen Perspektivwechsel zunutze zu machen. Ihre kinetischen Eigenschaften und ihre Fähigkeit, gewissermaßen Selbsterzeugung zu verbreiten, sorgen für die Manipulation der Klangbestandteile auf einer zunehmend höheren Abstraktionsebene.

Und was ist abstrakter und weniger greifbar als das psychische Unbewusste, das in jeder künstlerischen Produktion mobilisiert wird ...?

Aus dem Englischen von Esther Dubielzig.

■ INFO

CD-Einspielung



■ *Mutatis mutandis*. Ensemble Resonanz, auf: Clara Maïda: *in corpore viii*. DAAD/edition rz, ed. RZ 10017 CD

Clara Maïda ist bei den diesjährigen Donaueschinger Musiktagen (14. bis 16. Oktober 2011) mit einem Vokalwerk vertreten, das die Neuen Vokalsolisten Stuttgart uraufführen werden.

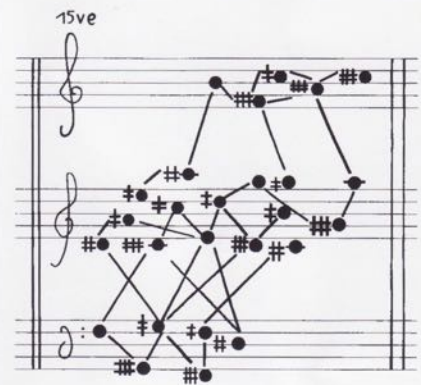


ABB. 8 FREQUENZFELD/VERKNÜPFTE BAUSTEINE – «MUTATIS MUTANDIS», SCHLUSS

¹ Henri Michaux: *La vie dans les plis*, Paris 1949, S. 118.

² Elektroenzephalogramm.

³ Ludwig von Bertalanffy: *General System Theory. Foundations. A Reader* (mit Jones R. W. und Rapoport A.), New York.

⁴ Das Axon ist der lange, faserartige Fortsatz einer Nervenzelle, der elektrische Nervenimpulse vom Zellkörper wegleitet.

⁵ Jean-Pierre Changeux: *L'Homme neuronal*, Paris 1983.

⁶ Gilles Deleuze / Félix Guattari: *Mille plateaux*, Paris 1980.

⁷ Für weitere Einzelheiten zu den Relationen zwischen Musikkomposition und psychischem Unbewussten siehe Clara Maïda: «... it writes it writes it writes it ...», in: *Filigranes* n°6, journal of musicology (Paris 2007).

⁸ Koagulation = Blutgerinnung.