

ARTIKULATION
de György LIGETI

Traduction en français d'un extrait de la notice de la Partition d'écoute de Rainer WEHNINGER d'après les éditions SCHOTT 6378

I-

A) “Artikulation”...

Artikulation est une composition électronique. Ligeti l'écrivit en janvier - février 1958 et sa réalisation sonore intervint en février-mars 1958, en coopération avec Gottfried Michael Koenig et (en partie) avec Cornelius Cardew, au studio de musique électronique de la West German Radio (W.D.R.) de Cologne. La version originale est composée pour quatre pistes, mais une version deux pistes existe également. “*Artikulation*” dure 3 minutes et 47 secondes. Sa création eut lieu le 25 mars 1958 à Cologne, dans la série des concerts de la W.D.R. : “Musik der Zeit”.

- ...et sa conception musicale

“En travaillant avec les sons électroniques au studio de Cologne, Ligeti ne se sentit pas l'envie d'organiser le matériau dans sa totalité selon les paramètres imaginables (et surtout, maîtrisables), comme c'est souvent le cas au début. Au contraire, il entendit une similitude entre les formes variées des sons et le langage et décida alors de composer une conversation imaginaire, une séquence de monologues, de dialogues, de disputes à plusieurs voix, dans lesquels les intonations caractéristiques ont une signification littérale.

La pièce s'appelle *Artikulation* dans le sens où un langage artificiel est articulé : question et réponse, voix aigües et graves, langages polyglotes et interruptions, débordements et humeurs, chuchotements et jacasseries”¹.

Ligeti lui-même dit à propos de cette idée “quasi à programme” : “J'ai certainement une aversion pour tout ce qui est démonstrativement à programme et illustratif. Mais ça ne veut pas dire que je suis contre la musique qui fait appel à de fortes associations d'idées ; au contraire les sons et la cohérence musicale ont toujours fait naître en moi des idées de consistance et de couleur, de forme visible et reconnaissable. Et inversement, je combine constamment couleur, forme, matière et concepts abstraits avec des idées musicales. Cela explique la présence de beaucoup d'éléments extra musicaux dans mes compositions.

Les “champs de son” et les masses qui flottent ensemble, s'alternent ou se pénètrent ; les filets suspendus qui pleurent et se nouent ; les matériaux humides, visqueux, spongieux, fibreux, secs, fragiles, granuleux et compacts ; les filaments, les courts ornements, les éclats et traces de toutes sortes ; les édifices imaginaires, labyrinthes, inscriptions, textes, dialogues, insectes, conditions, événements, fusion,

¹ Dibelius, U. *Moderne Musik 1945- 1965*, R. Ripper & Co. Verlag, München 1966.

transformation, catastrophe, déclin, disparition, sont autant d'éléments appartenant à cette musique "non pure" (1960).²

Dans une autre publication,³ Ligeti commente à partir de l'idée musicale d'*Artikulation* la liaison et la combinaison des sons "dans les conditions d'agrégation":

"J'ai d'abord choisi des éléments avec des groupes de caractéristiques différentes, et des éléments avec des organisations internes diverses. Une recherche de la perméabilité relative de ces caractères indiquait ce qui pouvait se mélanger et ce qui résistait au mélange. L'ordre sériel de telles caractéristiques de comportement a servi de base à la construction de la forme. Dans le détail du travail, j'ai essayé d'obtenir un contraste entre les types de matériaux et les modes de mixage, étant donné que le plan général était un graduel et irréversible progrès, depuis la disposition hétérogène du début, jusqu'à un complet mélange et une interpénétration des caractères contrastés, à la fin".

B). Comment "Artikulation" a été réalisée

Explication des termes techniques les plus importants

Pour plus de détails sur les matériaux sonores électroniques et les dispositifs techniques du studio de la W.D.R. en 1958, le lecteur est prié de consulter l'ouvrage "Score and instructions for realization" tiré de "Essay" de Gottfried Michæl Kœnig publié par Universal Edition à Vienne en 1960⁴.

Notre description de la manière dont fut réalisée *Artikulation* se limitera à mettre le doigt sur les étapes les plus significatives de "l'habileté pratique" du compositeur - une technique hautement raffinée de travail avec la bande magnétique. Entre le début et la fin des transformations (coupures, collage, assemblage, etc.), il y avait des manipulations sans fin qui, aujourd'hui peuvent être simplifiées, si ce n'est remplacées complètement, par les ordinateurs et les systèmes de stockage à cartes perforées.

La terminologie musicale, on l'a compris, a petit à petit empiété sur les champs des mathématiques et de la technologie. Le mot "paramètre", par exemple,

² Nordwall, Ove, *Ligeti Dokument*, PA Nordest & Söners forlag, Stockholm 1968.

³ Ligeti, György, *Metamorphosis of Musical Form*, in *die Reihe VII*, Theodore Presser Co., Brynn Mawr., Penn, 1965.

⁴ D'autres sources littéraires importantes sur la musique électronique doivent être mentionnées : *Electronic Music*, die Reihe I, Théodore Pressner Co., Brynn Mawr, Penn. 1958. Stockhausen, K. *Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik*, vol 1, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1963.

Eimert, H., *Einführung in die Electronische Musik* : (enregistrement, WER 60 006 m), studio-reihe neuer muik, Wergo-schallplatten GmbH, Baden-Baden.

s'emploie souvent comme un terme général pour les caractéristiques sonores telles que hauteurs, intensité, durée, timbre et position spatiale de la source sonore.

Les composants élémentaires de la musique électronique sont les sinus, les impulsions et les bruits. Ils sont produits par des générateurs.

Les sons sinusoïdaux -oscillations d'une seule harmonique- sont appelés les "atomes" de tout processus sonore. Quand ils sont employés en couches, ils produisent un mélange de sons, une *mixture* (aussi appelée son complexe) qui peut les faire varier acoustiquement depuis un son purement harmonique jusqu'à un son "bruiteux". Le nombre de sons de base et les intervalles entre-eux ont un effet direct sur le son produit, de telle sorte que l'interférence de la nature statique (et donc le bruit) s'accroît au fur et à mesure que les fréquences des partiels deviennent plus rapprochées. Les "mixtures" d'un ordre bien déterminé sont appelées spectre harmonique et subharmonique.

Spectre harmonique : une fréquence est multipliée par 2, 3, 4...n. Le son de départ peut être lui-même omis, il sera toujours présent par la différence entre les partiels. Une partie du spectre peut également être omis.

Exemple :

(20 Hz, 40, 60, 80,) 100, 120, 140, 160, 180, 200 Hz.

Spectre subharmonique : une fréquence est divisée par 2, 3, 4...n.

Exemple 1000 Hz, 500, 333, 250, 200, (166, 143, 125, 111, 100 Hz).

Ici encore, une partie de la chaîne peut être omise.

Les bruits et impulsions sont formés de toute l'étendue du spectre audible. Ils diffèrent du point de vue du temps : le bruit est stationnaire, "sans temps" ; l'impulsion -une extrêmement courte pointe d'énergie- met en marche un système résonant qui s'éteint plus ou moins rapidement.

Les impulsions et les bruits sont modifiés par le *filtrage*. Un bruit non filtré est aussi appelé "bruit blanc". Le procédé de filtrage permet de prélever dans la totalité du spectre une bande qui, suivant l'ambitus (octave, tierce, etc.) peut donner un son approchant du bruit ou de la note. Une fois que ces matériaux sonores sont stockés sur bande magnétique ils subissent d'autres traitements. Le changement de vitesse de la bande ne produit pas seulement un allongement ou une contraction dans le temps mais aussi une transposition dans un autre registre. Un changement continu de la vitesse produit un effet de *glissando*.

Avec la modulation en anneau, il est possible de combiner des signaux sonores simples ou des groupes de signaux avec d'autres et d'altérer ainsi leur son.

Une valeur d'intensité est fixée pour chaque procédé sonore ainsi qu'une entrée "forte" ou "douce" du son. Une variation continue des valeurs d'intensité est

appelée “enveloppe”. La réverbération et la synchronisation (copie variée d’un son séparé d’un côté de la bande et de l’autre), sont des intentions plus avancées de formalisation de la musique électronique. Finalement, un appareil multipiste peut être utilisé pour fixer la disposition spatiale de la source sonore, de manière à ce que le son puisse “se tenir”, “sauter” ou flotter” dans l’espace.

La réalisation

Les recherches préliminaires expérimentales concernant la production de sons phonétiques artificiels, de voyelles et de consonnes, de syllabes, etc., par divers matériaux de base électroniques, trouvent leur origine dans les études détaillées en phonétique de Ligeti. Il portait un intérêt spécial à l’analyse des spectres acoustiques et à la proportion de bruit dans les sons ; aux procédés d’apparition et de transition dans les plosives, à la proportion de consonnes et de voyelles dans les langues parlées.

Avant et pendant son travail au studio de Cologne, Ligeti fit beaucoup de croquis, beaucoup sont reproduits ici.

Nous avons reproduit ces croquis seulement au titre de l’illustration et non de l’explication (ils ne peuvent y prétendre, la plupart des croquis sont en hongrois et ne peuvent être compris que dans le contexte général). Trois méthodes de composition ont été employées : une méthode expérimentale et empirique, une méthode presque aléatoire, et une méthode quasi sérielle.

Les expériences avec le matériel de studio ont conduit à la sélection de 42 matériaux de base (Fig. 1).

Ils incluent des sinus, des sons à spectres harmoniques et subharmoniques avec des formes de glissandi variés ; des bruits avec toutes les possibilités de filtrage notés “toussant”, “éternuant”, aboyant”, des impulsions “sèches” (non résonantes, non réverbérantes) et “humides” (résonantes et réverbérantes) : des réverbérations de spectres harmoniques, transformés en formes de glissandi ; des combinaisons variées de différents types de bruits et d’impulsions.

Ces matériaux ont été produits sur la base des plans définis, selon les caractéristiques requises par les concepts musicaux et ont été enregistrés sur bande. (Fig. 2)

Ces plans comprennent la hauteur, la durée, l’intensité, l’enveloppe et la structure composée de différents matériaux. En fig. 3 il y a les détails concernant le spectre harmonique, par exemple le spectre b (partie haute de la figure), où 8 sons

indépendants équidistants de 63 Hz, sont compris dans une échelle entre 440 Hz et 880 Hz

Le résultat fut un grand nombre de courtes plages de bande magnétique. Cette vaste collection put être répertoriée, gardée à portée de main et divisée en groupe de caractéristiques communes. Le compositeur partagea les morceaux de bande dans un système de boîtes, chaque boîte contenant un nombre de morceaux de bande ayant des caractéristiques sonores communes. Le système de boîte fut imaginé à partir de plans prédéterminés (sériels) (Fig. 4) et permit que la sélection des morceaux soit laissée au hasard.

Un tel procédé de composition peut être considéré comme une combinaison de méthodes sérielle et semi aléatoire.

Le système des boîtes comprenait les catégories suivantes :

A) combinaison de matériaux (voir plus bas)

B) distribution des hauteurs

C) rapports de durée

D) rapports d'intensité

Hauteur et durée suivent ensemble une échelle prédéterminée en détail. Globalement, les hauteurs étaient classées en registres aigu, medium et grave ainsi que la combinaison des trois, auxquels le système des boîtes référerait.

La longueur des fragments de bande suivait une "échelle de temps tempérée" (fig. 5). Les valeurs des séries ont été obtenues en multipliant de manière répétée avec le facteur 11/10 et en arrondissant au millimètre sur la bande. La fréquence avec laquelle les fragments ont été utilisés (la "distribution statistique") devait décroître au fur et à mesure que la longueur de la bande augmentait. Ainsi, il y avait pour une seule matière, 150 morceaux de bande de 1cm et 1 morceau de bande de 150cm (les appareils de studio fonctionnaient avec une vitesse de défilement de la bande équivalent à 76 cm = 1 seconde, c'est d'ailleurs toujours le cas). Cette relation de longueur de bande mesurée garantissait une distribution uniforme du matériaux en question.

Les fragments furent collés (fig. 4) jusqu'à l'épuisement des fragments (fig. 6) selon les plans mentionnés précédemment. Il en résulta dix longueurs de bandes durant de 11 à 43 secondes : les textes homogènes et hétérogènes.

Les matériaux furent présentés dans le but de produire un résultat proche de la parole. Des "sons", "syllabes", "mots", "phrases", "textes" et "langues" ont été créés en combinant les divers éléments (ces termes sont purement des analogies de sons, non une grammaire). La fig. 7 montre la construction en marches d'escalier de la composition.

Un matériau composé (“texte”) était homogène si les éléments distincts étaient capables de se mélanger sans pouvoir être distingués ; un matériau composé était hétérogène si les éléments distincts étaient inconciliables et donc repérables. Les dix types de textes suivants démontrèrent qu’ils étaient appropriés à l’emploi : Le texte 1 était composé de “toussant” ; le texte 2, de toussant et de divers bruits avec des enveloppes “comme des explosions”. Des sons sinus, avec des bruits ayant une largeur de bande de 20 Hz -linéaires et en forme de glissando- ainsi que des “aboyant” étaient proposés pour le texte 3 alors que le texte 4 consistait en des impulsions “sèches” et le texte 5 d’impulsions “humides”. Le texte 6 appelé “papier de verre” était fait de bruits. Le texte 7 était produit avec des impulsions, des bruits filtrés ou non filtrés, du papier de verre et d’autres matériaux. Le seul souci de la préparation du texte 8 était d’assembler des matériaux complètement hétérogènes. Le texte 9 était façonné avec du bruit, du “papier de verre”, du bruit réverbéré et des explosions de glissandi et le texte 10 incluait des spectres harmoniques et subharmoniques en forme linéaire ou en glissando.

A partir de ces textes, le compositeur coupa de simples “mots”, après avoir évalué leur fonction musicale ; mais il les travailla aussi tous en conglomérats denses par des mouvements synchrones, transposés ou rétrogradés. Ces conglomérats furent également coupés en “mots”.

Beaucoup de ces “mots” furent en plus altérés par des transpositions de mouvements rétrogradés, des synchronisations, des réverbérations et des modulations en anneau ; finalement, leur intensité fut modifiée et ils reçurent une enveloppe.

Ligeti traîta les fragments de bande en “mots” de la même manière qu’il avait traité les morceaux de bande en “sons” : il les arrangea dans un système de boîtes puis les colla ensemble selon les plans prévus, pour former des kilomètres de bandes dont les contenus sonores furent appelés “langues”.

Les plans incluaient :

A) des types de textes

B) des durées, selon la sensibilité verticale ou horizontale des “mots”

C) les registres (la position moyenne des hauteurs)

D) l’intensité

E) la modulation en anneau

Les longs “langage” furent coupés et aménagés en “phrases”. Beaucoup de ces “phrases” subirent encore des transformations ; elles furent coupées pour former des

passages “éclatés” et synchronisées pour former des moments tumultueux ; des séquences entières furent modifiées dans la modulation en anneau.

Tous les fragments de bande ont été de nouveau classés en groupe de caractéristiques et assignés à un système de boîtes dont les catégories répondaient au concept formel de l’œuvre. Les fragments furent distribués en quatre pistes et collés pour constituer “*Artikulation*” (fig. 8 et 9).

II- La partition d’écoute

Il n’y a pas besoin de partition de concert pour la musique électronique. L’interprétation est implicite dans l’acte de composition et avec lui, chaque performance de l’œuvre. Les signes numériques pour les appareils de studio sont tout ce qu’il y a d’utile, pour la réalisation technique de la pièce. Une telle “partition de réalisation” doit être assez illustrative et lisible dans le cas d’une musique électronique simple⁵. La présentation de pièces plus complexes, toutefois, ne peut remplir plusieurs fonctions à la fois ; aussi deux types séparés de notation sont essentiels, des instructions de techniques de travail et une notice pour lire et écouter une partition d’écoute.

Préparation des diagrammes

A la base de la réalisation de la partition d’écoute, des mesures techniques ont été relevées incluant des diagrammes d’intensité et du spectres des fréquences.

L’appareil d’analyse incluait un magnétophone, un analyseur Brüel & Kjaer 1/3 d’octave type 2112, un filtre tiers d’octave type 1612, un scripteur d’intensité de la même compagnie, et un amplificateur avec haut parleur. La source audio était monophonique (19 cm/s). L’appareillage était branché comme indiqué dans la fig. 10.

⁵ Cf Stockhausen, K., *Electronische Studie II*, in *Text zu eigenen Werken, zur Kunst anderer, Aktuelles*, vol. 2, Verlag M. DuMont Schauberg, Köln 1964.
Cf également à E. Karkoschka, *Das Schriftbild der neuen Musik*, H. Moeck, Celle 1966.

fig. 10

- | | |
|--------------|------------------------------------|
| 1) Magnéto | 4) Relevé de niveau |
| 2) Analyseur | 5) Amplificateur avec haut-parleur |
| 3) Filtre | |

Le filtre $1/3$ d'octave n'était pas utilisé pour la courbe d'intensité ; la bande passante était donc linéaire, c'est-à-dire que la totalité du spectre atteignait le relevé de niveau de manière uniforme et non filtré.

En gros, les mesures suivantes ont été adoptées : potentiomètres "Db range" à 50 Db. ; vitesse d'écriture 100mm/s ; vitesse du papier 10mm/sec. La valeur effective du signal était mesurée. Le dessin a été fait par un stylet de saphir sur du papier ciré avec une échelle en Db.

Le diagramme résultant, réduit à l'échelle $1/3$, apparaît dans les pages 40-43. Les valeurs de crêtes de chaque déviation du graphe sont des mesures de l'intensité relative de chacun des sons. La courbe est capable de montrer bien plus clairement la densité horizontale que l'intensité. Cela permet d'appréhender d'un seul coup d'œil l'articulation formelle de toute la pièce, des passages denses ou maigres, compressés ou éclatés.

Avec l'appareillage décrit ci-dessus, on a pu produire simplement par un moyen détourné un diagramme des fréquences. Il a fallu diviser toute l'étendue des fréquences en dix étendues partielles d'une octave chacune. Un diagramme d'intensité a été fait pour chaque zone, mais les valeurs d'amplitude de la courbe étaient d'une importance secondaire ici. Les endroits où chaque inflexion se place étaient pour mon propos d'un intérêt majeur. La production d'un son ou la fréquence spectrale d'un son provoquait une déviation du graphe d'intensité uniquement quand celui-ci se produisait dans la région que le filtre d'octave contrôlait. Sur la base de ce fait, j'ai pu construire le diagramme de fréquence.

Toutes les courbes d'intensité étaient placées de manière synchrones, les unes au dessus des autres. Il était possible ainsi de comparer les graphes de niveaux sonore dans les étendues d'octaves séparées à chaque point de l'axe du temps. Pour relever les informations résultantes, un système de coordonnées a été nécessaire en divisant l'axe vertical en dix sections de manière analogue à la disposition mentionnée ci-dessus. Chaque section correspondait à une octave et était assignée à une courbe d'intensité de l'octave filtrée. Le système de division du temps de l'axe horizontal était maintenu. Chacune des multiples déviations des dix diagrammes

d'intensité a pu ainsi être entrée dans le système de coordonnées en appliquant des colorations grises à la zone en question.

Le résultat est le spectre de fréquences (p40-43). Il permet déjà que les premières conclusions à propos des matériaux électroniques utilisés puissent être dessinées : un son sinusoïdal par exemple, faisant réagir le graphe uniquement dans une étendue d'octave, alors que le bruit blanc réagissait dans toutes les zones simultanément.

Cela arrivait rarement toutefois, qu'un son individuel produise une variation dans une seule zone d'octave. Les variations arrivent habituellement dans plusieurs zones mais avec des valeurs d'amplitude différentes. J'ai essayé de la prendre en compte de la manière suivante : la zone d'octave dans laquelle la variation prenait la valeur de crête la plus forte était colorée en noire ; il en était ainsi pour toutes les zones dans lesquelles la différence entre l'amplitude de variation et la plus haute valeur n'était pas supérieure à 10 Db. Le spectre du bruit blanc, par exemple, est complètement noirci, puisque les partiels apparaissent avec une force égale sur tout le spectre. Ainsi la couleur noire ne montre pas la valeur absolue de la variation la plus forte, mais le rapport d'intensité entre les zones séparées d'octave. Le filtre d'octave a permis le calcul des zones de fréquence suivantes :

22 - 45 Hz, 45 - 90, -180, -350, -700, - 1400, - 2800, - 5600, - 11 200, - 22 400 Hz.

Développement de la partition d'écoute

Les diagrammes d'intensité et de fréquence nous parlent d'intensité, de hauteur et de registre ainsi que du moment où les sons interviennent. Mais ils ne nous permettent aucune déduction sur la nature du son électronique. La courbe d'intensité pourrait être aisément celle d'une œuvre non électronique et le spectre ne pourrait se distinguer que très difficilement de celui d'une musique traditionnelle. Il était donc nécessaire de développer une image de l'apparence acoustique du matériau sonore qui pourrait permettre des conclusions purement visuelles sur le matériau utilisé et pourrait faire naître une idée du son en observant la base de la forme graphique seule. Les symboles graphiques et les couleurs semblaient être la bonne solution. Sans savoir comment la pièce avait été réalisée, la notation s'est effectuée à l'écoute de la bande (une partie étant écoutée à demi vitesse : les séquences rapides). Les symboles colorés ont seulement au départ été utilisés par association d'idée. Par ce biais, un premier croquis a été fait, il ne convenait toutefois pas à cause de la profusion des différents

symboles. Une réduction à seulement quelques symboles était alors nécessaire. De nombreux contrôles et transformations de notations suivirent. J'arrivai à un résultat ultime, un système cohérent de symboles graphiques de couleurs variées. Elles se trouvent expliquées en détails dans les remarques suivantes.

Si l'on considère théoriquement un son sinusoïdal, comme un cas limite de bruit à largeur de bande de filtre extrêmement étroite, alors les impulsions et les bruits sont les deux éléments de base de la musique électronique.

Ainsi j'ai choisi deux formes de base pour tous les symboles : le point pour l'impulsion et le "peigne" pour le bruit. Les impulsions et les bruits diffèrent par leur structure de temps. L'évolution linéaire "hors temps" du bruit peut s'exprimer par le peigne. L'enveloppe percussive de l'impulsion par le point. A partir des bruits blancs, quatre types au moins de bruits peuvent être filtrés :

- du bruit rèche (aigu, medium, grave)
- filtré par octave
- filtré par tierce
- filtré sur une bande de 20 Hz

Plus la bande est étroite, plus le registre (et même la hauteur) peut être clairement relevé. Le sinus est considéré comme la suite logique de ces séries de filtrage avec une bande théorique de 0 Hz.

J'ai illustré cette différenciation entre les sons par la couleur. Le bruit blanc, le plus dense et le plus étendu des matériaux, est noir, et les dents du peigne sont remplies. Le noir (non rempli), le rouge pâle, le rouge brillant et l'orange pour les autres types de bruits, et le jaune pour les sinus. Plus la hauteur est clairement définie, plus la couleur est brillante et pure.

La même couleur peut être employée pour les impulsions et les filtrages variés. Ainsi, les impulsions non filtrées apparaissent comme des points noirs. Les impulsions à bandes serrées demandent une différenciation colorée car leur caractère dépend beaucoup de leur hauteur :

- le rouge foncé représente, par association d'idée, l'agression des impulsions graves
- le bleu foncé, le caractère métallique "ruisselant" et "clapotant" de l'impulsion aiguë.
- le violet, comme mélange de rouge et de bleu, symbolise l'impulsion de hauteur medium, dans laquelle les caractères des impulsions graves et aiguës sont réunis.

Les spectres harmoniques et subharmoniques ont un phénomène sonore qui leur est bien propre. Quoique composés de sons sinusoïdaux, leur apparence acoustique est très différente de celle des sinus, en particulier quand les partiels sont si près les uns des autres que le ton tend à être un bruit. Cette qualité ne serait pas exprimée correctement par des mélanges de jaunes (symbole du sinus). Toutefois l'utilisation de vert brillant et sombre, de marron et de noir rend possible la description de ces sons

harmoniques et subharmoniques en 6 graduations suivant le degré de bruit. De manière analogue on utilisera pour le bruit pur, du vert brillant et pour les sons proches du bruit, du vert foncé, du marron, et finalement du noir pour les spectres de plus en plus proches du bruit. Le peigne pourra être utilisé ici comme un symbole graphique mais en forme brisée. La discontinuité montre que le spectre est fait de sons partiels, alors que les peignes pleins symbolisent les fréquences ininterrompues dans le bruit.

Les spectres très proches du bruit ne peuvent être distingués du bruit rugueux que très difficilement. En utilisant les mêmes couleurs, ce fait peut être aussi pris en compte de manière optique.

En principe, la taille, la surface du symbole correspondrait à l'intensité du signal isolé en se fondant, premièrement sur la sensation subjective de l'auditeur et secondairement seulement sur les valeurs de crêtes du diagramme d'intensité, car les mesures linéaires des valeurs de crêtes divergent des caractéristiques physiologiques de l'oreille (voir la courbe de Fletcher-Munson). Un son grave, par exemple, est entendu sensiblement à une intensité plus faible que sa variation sur le diagramme d'intensité ou il indique qu'il se trouve.

Pour représenter les changements d'intensité dans les transformations longues des sons, il était nécessaire de trouver un procédé de variation continue des symboles sans affecter leurs formes extérieures, les peignes correspondaient à cette idée : leurs dents pouvaient se grossir ou se rétrécir selon l'évolution de leur intensité, de leur enveloppe, ou des extensions verticales de la totalité du symbole représentant la hauteur ou l'ambitus.

Le bruit blanc demande un traitement différent, car son symbole n'a pas de dent. Puisqu'il contient tout le spectre il n'est pas nécessaire pas de montrer une hauteur et la coordonnée verticale peut alors servir à représenter l'enveloppe.

Le cas de sinus et du "20 Hz" est similaire. Dans les deux cas, la présence d'une hauteur définie est clairement marquée par la couleur (système 5 et 6) qui rend possible l'illustration de l'enveloppe par l'épaississement ou le rétrécissement de la bande étroite.

Le pont du peigne dans le symbole du bruit et des sons spectraux additionné à la représentation du matériau sonore a le sens suivant : quand le pont est au début du

symbole (à gauche), cela signifie une attaque raide du son ; quand il se trouve à la fin (à droite), il signifie que le son est coupé abruptement. Pour les bruits et les spectres, la durée du son est représentée par la longueur des dents. Les résonances plus ou moins longues des impulsions sont exprimées par un point finissant sur la ligne. Avec ces symboles colorés le matériau, l'intensité et l'enveloppe peuvent être montrés.

Le point de départ des variations des graphes de niveau indique exactement quand le son arrive. les valeurs d'amplitude sont quand à elles non repérables.

Le système de coordonnées du diagramme des fréquences a été retenu pour la partition d'écoute : vertical = hauteur, horizontal = division du temps. Une seconde équivaut à 2,7 cm sur la partition.

Certains détails de la partition nécessitent encore quelques explications.

Le symbole pour le bruit blanc (à 42'' ou à 52 / 53'') aurait dû logiquement prendre toute l'étendue verticale du spectre. Toutefois cela aurait été au détriment d'une représentation claire de l'enveloppe et la table des symboles aurait suggéré un poids qui n'aurait pas correspondu à l'impression acoustique. Le bruit blanc apparaît donc exclusivement dans le tiers supérieur du spectre, son étendue verticale étant réduite.

Le point noir représente une impulsion non filtrée qui pourrait en toute logique apparaître à n'importe quel endroit de l'axe vertical. Pour l'oreille toutefois, la quantité de fréquences graves domine, c'est pour cela que ce symbole a été placé dans le tiers inférieur.

Quand deux (ou plus) sons successifs de hauteur définie (souvent des impulsions filtrées), arrivent dans un intervalle particulièrement petit, l'intervalle est quand même montré dans la partition pour faire apparaître de manière plus importante le degré de "plasticité" du son.

La nécessité d'une lisibilité optimale dans la partition d'écoute implique non seulement l'exacte représentation de tous les détails techniques possibles, mais aussi le développement systématique des symboles visuels.

En deux endroits de l'œuvre (53-55'' et 108-119'') des sons extrêmement graves, que je n'ai pu remarquer que par un mouvement de la membrane du haut-parleur, ne pouvais donc être dessinés en référence à aucun matériau défini. Ces sons, indéfinissables et sans corps, je les ai montrés évidés, comme des points "dénoyautés".

Dans plusieurs sons bruités (142-143''), une succession de chevauchements de sons simples était clairement perceptible comme une structure interne, j'ai exprimé cela par des ruptures dans les dents du peigne.

En deux endroits (69-70'', et 196-198'') les ruptures signifient une lente et continuelle extinction de l'événement sonore.

Les passages denses de l'œuvre (158-163'' et 178-197'') ne pouvaient se réduire acoustiquement à de simples événements sonores. Ils ont donc été distingués pour

l'œil, par des masses denses et continues dont les couleurs et les formes en peigne inclinent à suggérer des spectres harmoniques et subharmoniques, qui sont les composants de base de ces agrégats sonores. La structure en vague illustre les fluctuations "indifférentes" de la masse sonore. Au point 164 / 170", une masse de cette sorte se transforme en une trame d'arrière plan de caractère bruité, symbolisée par un écran de lignes grises.

La réverbération demandait une méthode spécifique de notation. Cette réverbération a quatre fonctions principales :

- 1) en suggérant une distance et un espace large, elle écarte l'auditeur de ce qu'il perçoit (elle gomme l'événement sonore).
- 2) Elle produit une résonance, une prolongation du son.
- 3) Elle peut agglomérer des sons simples en groupes.
- 4) Elle peut colorier la surface des sons en rapport avec le caractère spécifique du matériau.

L'illustration graphique de la réverbération sera représentée par des surfaces continues de gris clair : leur contour permet ainsi d'inclure les symboles et le gris suggère un ton uniforme.

Artikulation est conçue pour quatre pistes magnétiques.

La disposition spatiale prévoit des sources gauche et droite, avant et arrière. Il est impossible d'inclure le paramètre "espace" avec toutes les autres informations dans une partition bidimensionnelle.

La dimension spatiale est donc donnée à part, par des petits cercles au-dessus de la partition. Ils sont divisés en quatre parties.

Piste IV : gauche

Piste I : avant

Piste III : arrière

Piste II : droite

Si une piste ne contient qu'un son, celui-ci est montré en coloriant la partie correspondante. Le segment redevient vide quand la piste se libère. Les symboles renvoient toujours à la situation de la partition juste en dessous. Ils s'appliquent généralement à plusieurs symboles graphiques, dans ce cas, le cercle est coloré en gris neutre. S'ils renvoient à un seul son, c'est la couleur du symbole graphique qui est prise. On ne trouve un nouveau symbole que quand la disposition spatiale change. Ce

symbole est ainsi valable jusqu'à l'apparition d'un nouveau symbole. Très peu de lecteurs sont suffisamment équipés pour reproduire les quatre pistes sonores d'*Artikulation*, mais la version stéréophonique nous donne néanmoins une idée de la version originale : les pistes I et II sont entendues à droite, les pistes III et IV à gauche.