



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
di ACUSTICA

GRUPPO DI ACUSTICA MUSICALE

Programma e Atti della Conferenza Internazionale
"Acoustics and Recovery of Spaces for Music"

a cura di E. Carletti e D. Stanzial

Ferrara 27 - 28 ottobre 1993

Ridotto del Teatro Comunale



FERRARA
MUSICA



UNIVERSITA'
DI FERRARA



Università
di Padova

*in copertina: Sezione dell'aula delle lezioni del Fogg Art Museum presso
l'Università di Harvard dove W.C. Sabine, fondatore dell'Acustica
Architettonica, effettuò a partire dal 1895, le prime misure del tempo di
riverberazione del suono*

Presentazione

L'Acustica degli spazi per la musica ovvero l'acustica dei luoghi dove la musica è suonata ed ascoltata ma anche degli spazi per i quali la musica è pensata e trascritta, costituisce il tema conduttore di questo convegno.

La conferenza si articola in due fasi: la prima tratta argomenti di prevalente interesse scientifico o legati allo stato attuale della ricerca, mentre la seconda, affronta la complessa problematica del recupero degli spazi per la musica. In questa seconda fase, verranno esemplificate nuove metodiche per l'ottimizzazione acustica degli spazi musicali e sarà presentata una rassegna delle diverse tipologie di recupero relativamente ad interventi già realizzati o attualmente in fase di progetto. Nella serata del 27 ottobre, un concerto della Chamber Orchestra of Europe suggellerà l'unione delle due fasi con l'esposizione al pubblico, nelle sale del Ridotto del Teatro Comunale, dei poster presentati al convegno. Una tavola rotonda sul tema del riutilizzo degli spazi musicali concluderà l'incontro di studio. La conferenza, che vedrà riuniti specialisti di assoluto prestigio internazionale, ha carattere divulgativo e intende, perciò, attirare l'attenzione anche della più vasta platea che costituisce l'anello finale della catena del far musica: la platea degli *ascoltatori*. Soprattutto in Italia, è infatti particolarmente sentita l'esigenza del recupero di spazi per la musica così come la necessità di idearne e costruirne di nuovi. Il convegno è quindi un'occasione per sottolineare non solo le enormi potenzialità di studio offerte dall'attuale ricerca interdisciplinare ma anche la concretezza delle applicazioni pratiche cui essa può aspirare: le *tecnologie musicali*, il cui capitolo centrale riguarda proprio gli spazi per la musica, ne costituiscono un efficace esempio.

Comitato Scientifico

Edoardo Arslan
Angelo Farina
Mauro Meli
Roberto Pompoli
Giuseppe Rebecchini
Giuliano Schiffrer
Domenico Stanzial
Thomas Walker

Comitato Organizzatore

Eleonora Carletti
Patrizio Fausti
Francesco Pedrielli
Domenico Stanzial

Domenico Stanzial

*Coordinatore Nazionale del Gruppo di Acustica
Musicale dell'Associazione Italiana di Acustica*

Programma

Mercoledì, 27 ottobre 1993 *Mattino*

11.30 Apertura Segreteria e Registrazione

Mercoledì, 27 ottobre 1993 *Pomeriggio*

14.30 - 15.00 Benvenuto delle Autorità e Apertura dei Lavori

15.00 - 15.45 M.R. Schröder, *Number Theory, Music and Concert Halls: A Beautiful Friendship* (lezione magistrale)

15.45 - 16.05 E. Arslan, *Nuovi meccanismi per la percezione uditiva*

16.05 - 16.25 M. Stroppa, *La dimensione spaziale della musica*

16.25 - 16.45 R. Piano, *Gli spazi per la musica, dove funzionalismo moderno e tradizione si incontrano*

16.45 - 17.05 P. Fabbri, *Gli spazi per la musica nella Ferrara rinascimentale*

17.05 - 17.30 Coffee Break

17.30 - 17.50 D. Stanzial, *Analisi energetica del suono e tempo di riverberazione*

17.50 - 18.10 A. Farina, *Le tecniche di registrazione binaurale: un esempio di convoluzione tra musica e spazio*

18.10 - 18.45 H.A. Müller, *Room Acoustical Criteria and their Meaning* (lezione magistrale)

18.45 - 19.00 Discussione

Mercoledì, 27 ottobre 1993 *Sera*

20.30 The Chamber Orchestra of Europe, Musiche di L. van Beethoven e F. Mendelssohn. *Direttore I. Fischer*

(durante l'intervallo i Poster presentati alla Conferenza saranno esposti al pubblico del Concerto)

Giovedì, 28 ottobre 1993 *Mattino*

8.30 Apertura Segreteria

8.50 - 9.00 Presentazione Sessione Poster

9.00 - 9.30 Sessione Poster - 1^a parte: *Nuove metodiche per l'ottimizzazione acustica degli spazi musicali*

- MARS: *una workstation per l'analisi digitale dei segnali audio in tempo reale* (G. Di Giugno)

- *Un'ipotesi psicoacustica per la percezione spaziale del suono basata su parametri energetici* (F. Pedrielli)

- *InterActionMachine: un sistema per l'analisi e il movimento del suono nello spazio* (M. Traversa)

9.30 - 9.40 Discussione

9.40 - 10.50 Sessione Poster - 2^a Parte: *Rassegna delle diverse tipologie di intervento*

- *Correzione acustica di ex-chiese riadattate per utilizzo concertistico: un esempio di progettazione di interventi non Sabiniani con l'ausilio del calcolatore* (A. Cocchi)

- *Recupero di edifici monumentali come auditori: la chiesa di S. Agostino in Genova* (U. Magrini)

- *Metodologie progettuali per l'adattamento acustico di spazi di recupero alle audizioni musicali* (L. Rocco)

- *Correzione acustica del Palazzo De André di Ravenna* (P. Fausti)

- *L'acustica dell'anfiteatro romano "Arena di Verona"* (R. Pompoli)

- *The acoustical renovation of the Teatro Nacional de S. Carlos* (D.E. Commins)

- *Lo spettacolo lirico in un palazzo dello sport: bonifica acustica del Palasport di Pesaro* (M. Teoldi)

- *Alla ricerca del suono perduto: un Palasport, un Teatro, una Chiesa, una Fabbrica* (A. Traldi)

10.50 - 11.10 Discussione

11.10 - 11.30 Coffee Break

11.30 - 13.30 Tavola Rotonda sul riùso degli spazi per la Musica
moderatore: Mauro Meli

con interventi di:

A. Cavicchi, *critico musicale*

D.E. Commins, *tecnico acustico*

I. Fischer, *direttore d'orchestra*

G. Mariotti, *sovrintendente del Rossini Opera Festival*

H. Müller, *tecnico acustico*

A. Traldi, *architetto*

Indice delle Memorie

Parte I: Stato dell'arte dell'approccio interdisciplinare all'acustica degli spazi musicali

- M.R.Schroeder
Number Theory, Music and Concert Halls: A Beautiful Friendship pag. 3
- E.Arslan
Nuovi meccanismi per la percezione uditiva pag. 11
- ⇒ [■ M.Stroppa
La dimensione spaziale della musica pag. 20
- P.Fabbri
Spazio e musica nella Ferrara rinascimentale pag. 25
- D.Stanzial
Analisi energetica del suono e tempo di riverberazione pag. 29
- A.Farina
*An Example of Adding Spatial Impression to Recorded Music:
Signal Convolution with Binaural Impulse Responses* pag. 36
- H.A.Müller
Room Acoustical Criteria and their Meaning pag. 51

Parte II: Nuove metodiche per l'ottimizzazione acustica degli spazi musicali

- F.Armani, L.Bizzarri
MARS: A Workstation for Real Time Digital Audio Signal Processing pag. 61
- F.Pedrielli, D.Stanzial
*Un'ipotesi psicoacustica per la percezione spaziale
del suono basata su parametri energetici* pag. 68
- M. Traversa, S. De Stabile
InterActionMachine: un sistema per l'analisi e il movimento del suono nello spazio pag. 74

Parte III: Rassegna delle diverse tipologie di intervento

- A.Cocchi, A.Farina
*Correzione acustica di ex-chiese riadattate per utilizzo concertistico: un esempio
di progettazione di interventi non Sabini con l'ausilio del calcolatore* pag. 81
- P.Fausti, A.Cocchi, A.Farina
*Palazzo De André di Ravenna: un esempio di correzione acustica
effettuata mediante studio su modello in scala* pag. 97
- M.Cognini, A.Farina, R.Pompoli
L'acustica dell'anfiteatro romano "Arena di Verona" pag. 105
- D.E.Commins, C.Simmons
The acoustical renovation of the Teatro Nacional de S. Carlos pag. 119
- R.Bartolini, A.Magrini, U.Magrini
Recupero di edifici monumentali come auditori: la chiesa di S.Agostino in Genova pag. 129
- A.Traldi
Alla ricerca del suono perduto: un Palasport, un Teatro, una Chiesa, una Fabbrica pag. 137

LA DIMENSIONE SPAZIALE DELLA MUSICA

Stroppa Marco

IRCAM, 1 pl. Stravinski, 75004 Paris

SOMMARIO

Senza pretendere all'eshaustività, questo testo esamina il ruolo dello spazio nel contesto della musica contemporanea. Dopo un breve richiamo storico, l'impiego dello spazio è analizzato dal punto di vista applicativo, teorico e pratico. Questo permette infine di formulare alcuni bisogni musicali per la cui soluzione è necessaria una stretta collaborazione fra ricercatori, interpreti e compositori.

Lo spazio, con la sua aura ambigua e impalpabile: uno dei grandi "equivoci" della musica, e non soltanto al giorno d'oggi! Adulata dagli uni, disprezzata dagli altri, questa dimensione anomala è "penetrata" a più riprese nel repertorio passato e presente, con un successo talvolta esaltante, talaltra amaro. Come spiegare delle "performances" così contrastate? Soprattutto, come procedere al giorno d'oggi? Sin dove spingere la ricerca compositiva e provocare così il nostro immaginario?

Ma che si intende, noi, musicisti, con questo termine? Trattasi di una dimensione unica, o piuttosto di un insieme di dimensioni celate sotto un nome comune? Pur eliminando le varie utilizzazioni metaforiche (spazio di altezze, di timbri, spazio cartesiano a varie dimensioni, ecc.) per restare in un contesto puramente fisico, pur senza prendere in considerazione i parametri che caratterizzano l'acustica delle sale - cose che un compositore non è solito adoperare durante il suo lavoro - il campo semantico della parola "spazio" applicato alla musica rimane tuttavia estremamente vasto.

Una prima, importante distinzione dev'essere fatta fra le opere che utilizzano gli strumenti acustici e quelle che impiegano la catena elettroacustica, microfono, magnetofono, processori di segnale, amplificatore e altoparlanti.

Nel primo caso, il campo d'azione del compositore è assai limitato; in pratica, la sua scelta si riduce a "piazzare" gli strumenti, o dei gruppi strumentali, in certi punti della sala, laddove è possibile, al fine di evitare una diffusione esclusivamente frontale del suono. Ma ciò è sottomesso a innumerevoli costrizioni, poichè la struttura architettonica di una sala non può, di solito, essere facilmente modificata! Inoltre, ad ogni nuova sala bisogna riadattare tutto il dispositivo; eppoi, per simulare un movimento, è utopico immaginare che un musicista si muova durante il concerto, a meno che non si voglia includere una forte componente scenografica. Il compositore sarà dunque costretto a frammentare il materiale musicale tra diversi strumenti. Questa tecnica, però, non solo modifica la natura del materiale stesso, ma è spesso insoddisfacente.

Se disporre varie sorgenti sonore nello spazio ha sedotto più di un compositore nel passato, nessuno è mai riuscito, però, ad andare oltre qualche effetto d'eco, più o meno grandiloquente, all'eccezione dei grandi veneziani che hanno meravigliosamente sfruttato le eccezionali, ma uniche caratteristiche architettoniche delle loro chiese.

Il nostro secolo, invece, è già più ricco di esempi, forse per un bisogno inconscio di "areare" un materiale musicale eccessivamente complesso e sovrabbondante, nel tentativo di renderlo più facilmente comprensibile, e l'esigenza di estendere i parametri della composizione tradizionale a

dei "contrappunti spaziali" autonomi. A titolo di esempio, citerò From the Steeples and the Mountains (1901) di C. Ives, Jakobsleiter (1917) di A. Schönberg, Gruppen (1955-57) e Carré (1960) di K. Stockhausen, Alleluyah II (1956-57) di L. Berio, Thirty Pieces for Five Orchestras (1981) di J. Cage, Tif'ereth (1978-85) di Nuñez, o ancora le velleità di trasgredire la "geometria dell'orchestra moderna" del giovane Boulez, e l'intuizione di Varèse di uno spazio acustico liberato, adatto ad accogliere un suono lui stesso liberato da ogni linguaggio storico. E la lista potrebbe essere molto più lunga.

È però l'invenzione della catena elettroacustica che ha letteralmente "sconvolto" l'esperienza musicale dello spazio, liberando il compositore dai limiti della sala da concerto e della disposizione dei musicisti. Per la prima volta, infatti, il punto di diffusione del suono si separa dalla sorgente meccanica. Ciò permette, ad esempio, la concentrazione di sorgenti in un sol punto, oppure, al contrario, la frammentazione di una sorgente in vari punti distinti. Infine, quando la catena elettroacustica è utilizzata per la diffusione di suoni registrati o sintetizzati, la sorgente naturale, così come lo strumentista, sono totalmente eliminati dal rito del concerto.

Ricorderò quattro esperienze significative, fra le tante che implicano l'uso della catena elettroacustica.

Innanzitutto, all'epoca dei pionieri, il lavoro di Stockhausen, da Gesang der Jünglinge, per cinque gruppi di altoparlanti disposti intorno al pubblico - in cui egli pretende "configurare la direzione e il movimento dei suoni nello spazio, aprendo così una dimensione nuova per la musica" - a Kontakte, dove un altoparlante posto su una tavola rotante a varie velocità gli permette di simulare dei movimenti ciclici e periodici.

Quindi, nello stesso periodo, presso il "Groupe de Recherche Musicale" di Radio France, l'esperienza della musica acusmatica, termine d'ispirazione pitagorica proposto da Schaeffer negli anni 60. Egli teorizza l'ascolto diretto del suono attraverso l'altoparlante, eliminando ogni possibile distrazione visiva dovuta alla presenza dell'interprete in scena. Arricchita sino al giorno d'oggi da innumerevoli contributi teorici, in particolare dall'approccio spettromorfologico di D. Smalley [1], la musica acusmatica gode ancora di ottima salute e ha dato origine a delle vere e proprie orchestre di altoparlanti, come l'Acousmonium.

Negli anni 70, le ricerche coordinate da J. Chowning all'Università di Stanford (California) mirano alla simulazione al computer del movimento del suono [2] in uno spazio virtuale. Ma la sua prima opera, Turenas (1972), per nastro generato dal computer, per dare il miglior risultato dal punto di vista acustico, richiede un'esecuzione all'aperto su quattro altoparlanti, così da eliminare ogni interferenza fra lo spazio simulato dal computer e quello imposto da un'eventuale sala da concerto. Un'esigenza difficilmente realizzabile!

Citerò, infine, le strutture di diffusione multi-altoparlante ad hoc, purtroppo così costose che poterono essere realizzate soltanto per eventi eccezionali, come le Esposizioni Universali (dal progetto di Le Corbusier e Xenakis a Bruxelles nel 1958, al padiglione dove Stockhausen fece eseguire le sue musiche a Osaka nel 1970). Meno costose, ma altrettanto uniche nel loro genere, anche la cupola sonora di L. Kupper e l'arca di R. Piano per il Prometeo di L. Nono.

Di fronte a tale panoplia di esempi, quali dimensioni può indagare un compositore oggi? Come gestire l'esperienza acquisita, adattarla alle nuove realtà sociali, economiche e politiche di questi ultimi anni?

Proclamare che è l'avvento della catena elettroacustica che ha permesso allo spazio di esprimere veramente le sue potenzialità non è certo una grande scoperta! Indipendentemente dagli evidenti vantaggi logistici - si può facilmente appendere un altoparlante al soffitto, quanto a un interprete ... l'affare è già più delicato! - è la possibilità di concepire degli spazi virtuali in movimento perpetuo che mi sembra particolarmente stimolante. Ma quali arcane potenze

potranno mai liberare questi spazi immaginari, sintetizzati grazie a dei processori di segnali e restituiti da un insieme di altoparlanti? E quali sono, infine, gli obiettivi musicali?

È un problema complesso, che necessita un'analisi su molteplici piani [3]. Innanzitutto, per qualunque musicista, esiste un legame imprescindibile fra lo spazio architettonico e le sorgenti sonore. Per lui la problematica è doppia: lo spazio da occupare e i suoi abitanti invisibili. Non è quindi possibile concepire un volume architettonico senza esaminare anche le caratteristiche e le esigenze delle sorgenti, strumenti tradizionali e, soprattutto, altoparlanti.

Fra le tante applicazioni correnti della catena elettroacustica, nel caso della diffusione attraverso altoparlanti di una sorgente sonora presente sulla scena o assente, presenterò schematicamente quattro categorie:

1. Equilibrio dinamico. È il caso della classica "amplificazione", attraverso la quale si cerca di riprodurre il più fedelmente possibile il suono di uno strumento, modificandone solo il "volume" quando è insufficiente. È una situazione molto frequente oggi, a causa del naturale squilibrio acustico fra gli strumenti che compongono l'ensemble di musica contemporanea (un violino solo, ad esempio, non potrà mai competere con una tromba; infatti, nell'orchestra tradizionale, il rapporto è di almeno quattro violini per una tromba!). Questo squilibrio si ritrova anche quando un piccolo ensemble suona in una sala sproporzionatamente grande, oppure nel caso di concerti per solista e ensemble o di pezzi che comprendono una componente elettroacustica associata agli strumenti tradizionali.

2. Effetto microscopio. Si tratta di far risaltare dei fenomeni che, a causa della loro debole intensità, rischiano di essere del tutto inudibili, come dei rumori di chiavi o il soffio di uno strumentista a fiato, o l'azione dell'archetto sulla cordiera di un arco, e così via.

3. Moltiplicazione. Il compositore frammenta una sorgente in parecchi punti disposti nello spazio e ne fa variare la quantità e la disposizione.

4. Spazializzazione. Il suono si muove seguendo diverse traiettorie all'interno di un percorso prestabilito. Il compositore può così sfruttare il rapporto dialettico fra un oggetto sonoro statico e la sua trasformazione in oggetto dinamico.

Ma se queste categorie applicative presentano ciò che è stato fatto, rimane da stabilire quali sono gli attributi pertinenti per un linguaggio compositivo dello spazio. Ne identificherò tre, naturalmente combinabili:

1) la localizzazione, ossia la percezione della posizione di una sorgente rispetto a due o più punti di riferimento fissi.

2) la profondità, che è la percezione della distanza, cioè dell'allontanamento della sorgente sonora rispetto all'ascoltatore situato in un volume di riferimento.

3) l'immagine, legata alla natura della sorgente sonora, al modo con cui viene diffuso il suono attorno ad essa. È la dimensione più recente e, forse, la più interessante; essa implica il controllo dinamico dell'irradiazione del suono nello spazio e può assumere tutti i valori posti fra tre punti di riferimento percettivi: una sorgente puntuale (il suono viene da un punto preciso dello spazio), una superficie (il suono viene da una certa direzione, ma non più da un punto preciso), infine una sorgente diffusa (il senso di direzionalità è perso del tutto). Un'ulteriore distinzione caratterizza le sorgenti puntuali, in funzione delle loro caratteristiche fisiche: sorgenti mono-direzionali (come il trombone), multi-direzionali discrete (per esempio, il clarinetto), e multi-direzionali diffuse (uno strumento ad arco). Che questo esista già naturalmente negli strumenti tradizionali è un dato di fatto; ben più arduo è invece riprodurre gli stessi concetti percettivi con un altoparlante, o, piuttosto, un insieme di altoparlanti [4].

Una volta che l'organizzazione dello spazio è musicalmente definita, il compositore deve ancora adattarla, in pratica, ad una sala da concerto vera e propria. Tre tappe sono necessarie:

1. appropriazione: l'esame delle caratteristiche architettoniche e acustiche della sala, comprese la logistica del pubblico e le varie misure di sicurezza. Quando tutto ciò è analizzato, il margine di azione è spesso, purtroppo, estremamente limitato!

2. occupazione: il disporre gli altoparlanti e gli interpreti, compresa l'analisi delle varie funzioni degli altoparlanti (amplificazione, resa dell'immagine sonora, correzione dell'acustica, ecc).

3. utilizzazione: è il ruolo dell'esecutore al mixer durante il concerto, la cui importanza musicale è troppo spesso trascurata.

In questo panorama, ricco, ma non sufficiente, il ruolo del compositore è doppio: immaginare una scrittura che integri lo spazio agli altri parametri della tradizione compositiva, ch  non si tratta di reinventare tutta la musica, ma, al contrario, di arricchire le esperienze acquisite introducendo delle nuove dimensioni.   una sfida musicale ancora aperta [5], sia dal punto di vista teorico che da quello pratico. Non sarebbe utopico aspirare a comporre lo spazio ad immagine e somiglianza del pezzo che si sta scrivendo, un nuovo Bayreuth virtuale! L'utopia non   forse il fondamento dell'arte?

L'altro ruolo   quello di esprimere delle esigenze indirizzate al corpo dei ricercatori, nella speranza che le impossibilit  tecnologiche o teoriche di oggi divengano domani delle realt  musicalmente utilizzabili. Per limiti di spazio, terminer  riassumendone alcune, sulla base di ci  che ho gi  presentato.

Un pi  efficace controllo attivo dell'acustica di una sala mi sembra il punto di partenza imprescindibile. Un'unica sala, relativamente grande, che possa accogliere un solista, come un ensemble o una piccola orchestra, con o senza elettronica, con la stessa efficacia acustica, oltre all'interesse intrinseco per il compositore, permette anche al direttore artistico una grande libert  di programmazione. Idealmente, ogni estetica compositiva richiederebbe la propria acustica ad hoc! Ma perch  quest'ipotesi diventi una realt  utilizzabile,   necessario che il compositore "impari" ad interiorizzare i parametri dell'acustica delle sale come lo fa con le altezze o il ritmo, e che l'interfaccia con il sistema di controllo della sala permetta direttamente una tale espressione. Delle ricerche in questo campo sono gi  in corso, in particolare nel gruppo di acustica delle sale dell'IRCAM di Parigi [6]. Si pu  giungere persino ad una sala dove l'acustica non sia la stessa dappertutto, ad esempio pi  "chiara" sulla scena e pi  "calda" attorno pubblico.

Un'altra area di ricerca consiste nel perfezionare la qualit  dell'irradiazione del suono dell'altoparlante, per dare a questo trasduttore anonimo una migliore "immagine" acustica, non soltanto quando deve amplificare uno strumento tradizionale, ma soprattutto nella diffusione di suoni di sintesi. Non   difficile pervenire a un concetto di sorgente unica cui corrispondano un certo numero di canali audio e di processori di segnale indipendenti. Ma questo significa che un "ensemble" di qualche decina di sorgenti richieder  qualche centinaio di canali audio, oltre al trattamento del segnale correlato.   una cifra spaventosa, non tanto perch  non sia possibile tecnologicamente, quanto per il costo proibitivo che un tale dispositivo implicherebbe. D'altronde, una semplificazione del numero di canali reali, bench  plausibile, non si pu  fare senza una migliore comprensione dei meccanismi percettivi nel caso fenomeni complessi.

Un'interessante ipotesi, pur se ancora a uno stadio preliminare,   quella dello "spazializzatore" sviluppato in collaborazione fra l'IRCAM e Espaces Nouveaux [6]. Si tratta di un processore che simula in tempo reale l'effetto percettivo dell'acustica delle sale. Utilizzando un approccio ispirato alla "realt  virtuale", lo "spazializzatore" mira a promuovere la qualit  acustica allo stato di un parametro musicalmente controllabile. Inoltre, dopo che il compositore ha verificato le sue ipotesi in studio, in un ambiente virtuale, lo "spazializzatore" dovrebbe fornirgli una soluzione pragmatica adattata a una diffusione in sala da concerto.

Se tutte queste ricerche arricchiscono potenzialmente i parametri a disposizione del compositore, se l'acustica musicale si dimostra essere uno dei campi dove l'interazione fra ricerca scientifica e produzione musicale pu  divenire ancor pi  intensa e feconda, resta da trovare un punto di contatto concreto, dove l'interazione fra il musicista e lo scienziato possa

esprimersi efficacemente a lungo termine. Teoricamente, la soluzione esiste, nel settore dell'informatica che si occupa dell'interfaccia uomo-macchina. È all'interfaccia, infatti, che il compositore comunicherà le sue esigenze, per verificare le sue idee e formulare delle ipotesi. Demone silente, ma indispensabile, la ricerca di un'interfaccia ergonomica ed espressiva fra i risultati della ricerca e i bisogni della produzione è a tutt'oggi a uno stadio ancora molto primitivo, almeno nel mondo della musica contemporanea, e, soprattutto, troppo trascurata come progetto indipendente. Eppure, è proprio ciò che potrebbe materialmente realizzare questa coordinazione tanto reclamata, spesso possibile, eppure raramente concretizzata. Le idee esistono, l'esperienza non manca, l'interesse di scienziati e musicisti è dimostrato, il desiderio di una collaborazione non è difficile da scoprire. Rimarrebbe da inventare uno "spazio" - questa volta inteso in senso più ... politico che architettonico! - per trasformare queste ipotesi in un progetto concreto.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- [1] Smalley D., *Spectro-morphology and Structuring Processes*, in *The Language of Electroacoustic Music*, S. Emerson ed., Macmillan Press, 1986
- [2] Chowning J., *Simulazione di Sorgenti Sonore in Movimento*, in *La Musica Elettronica*, a cura di H. Pousseur, Ed. Feltrinelli, 1976
- [3] Stroppa M., *Die musikalische Beherrschung des Raumes*, motif, *Musik in Gesellschaft anderer Künste*, 4/5, 10-1991, Verlag Constructiv, Berlin (traduzione tedesca di R. Kimmig)
- [4] Caussé R., Bresciani J.F., Warusfel O., *Radiation of Musical Instruments and Control of Reproduction with Loudspeakers*, Proceedings of International Symposium on Musical Acoustics, Tokyo; 1992.
- [5] Stroppa M., *Raum und Figure*, motif, *Musik in Gesellschaft anderer Künste*, 2-1992, Verlag Constructiv, Berlin (traduzione tedesca di R. Kimmig)
- [6] Jullien J.P., Eckhard K., Marin M., Warusfel O., Bloch G., Jot J-M., *Spatializer: A Perceptual Approach*, Preprint AES n.º 3465 (B1-5), 1993. Disponibile solo presso gli autori all'IRCAM.