UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

CORSO DI LAUREA IN MUSICOLOGIA
DIPARTIMENTO DI MUSICOLOGIA E BENI CULTURALI

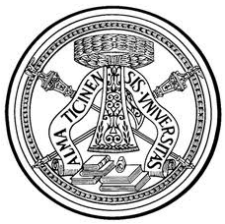
RISTRUTTURAZIONE SPETTRALE DI ARMONIE FUNZIONALI: L'EVOLUZIONE DELLA FORMA TELEOLOGICA IN KAIJA SAARIAHO

Relatore: Prof.ssa Ingrid Pustijanac
Correlatore: Prof. Gianmario Borio

Tesi di Laurea magistrale

Clara Foglia
Matricola n° 433791

Anno Accademico 2019-2020



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

CORSO DI LAUREA IN MUSICOLOGIA
DIPARTIMENTO DI MUSICOLOGIA E BENI CULTURALI

RISTRUTTURAZIONE SPETTRALE DI ARMONIE FUNZIONALI: L'EVOLUZIONE DELLA FORMA TELEOLOGICA IN KAIJA SAARIAHO

Relatore: Prof.ssa Ingrid Pustijanac
Correlatore: Prof. Gianmario Borio

Tesi di Laurea magistrale

Clara Foglia
Matricola n° 433791

Anno Accademico 2019-2020

Ringraziamenti

Questa ricerca, che ha voluto indagare un processo trasformativo, ha accompagnato ed ha permesso una mia personale evoluzione. Lo studio della musica è da sempre per me motivo di crescita e di riflessioni che vanno al di là della musica stessa: le energie che quest'arte dispiega nel suo fluire, che anch'io ho prodotto suonando e che adesso osservo nei limiti delle mie possibilità, mi lasciano intuire leggi più generali. L'intuizione, la scoperta, la crescita non procedono mai senza sostegno, ed io posso ritenermi ben fortunata per aver ricevuto quello delle persone che mi hanno guidato in questo percorso. Sono estremamente grata alla mia relatrice, la Professoressa Ingrid Pustijanac, per innumerevoli ragioni: per il corso di Storia e Forme dei Processi Compositivi III, grazie al quale ho potuto appassionarmi alle poetiche spettrali e scoprire la compositrice oggetto della mia tesi, Kaija Saariaho; per l'avermi spinto a partecipare a varie conferenze e quindi a mettermi in gioco, a vincere delle paure; per avermi sostenuta e guidata con le sue osservazioni e i suoi consigli in questi due anni ormai di ricerca e scrittura. Ringrazio di cuore il Professor Gianmario Borio che per primo mi ha indirizzato verso lo studio delle musiche del XXsecolo, per le sue parole sempre ispiratrici, per la fiducia che mi ha accordato dal famoso esame di Teorie Musicali II, per aver stimolato la mia voglia di conoscenza.

Ringrazio la Fondazione Paul Sacher che mi ha concesso la consultazione dei materiali inediti su cui si basa questo lavoro e ne ha autorizzato la riproduzione; la Dott.ssa Heidy Zimmermann, per i preziosi consigli elargiti durante i due soggiorni di studio a Basilea e per la comprensione e la gentilezza accordatami in quest'ultimo periodo, quando si è reso necessario disdire un ulteriore soggiorno; Marianne Diessner per la disponibilità nel procurarmi e nell'inviarmi il materiale d'archivio necessario a questo elaborato.

Ringrazio inoltre Jean-Baptiste Barrière per le sue parole di stima nei confronti della ricerca che ho presentato a Parigi e per il suo lavoro artistico e di ricerca che ho avuto modo di conoscere grazie agli studi compiuti per questo elaborato.

Sono riconoscente e ringrazio sentitamente Kaija Saariaho, per la sua musica, per i suoi scritti, per aver avuto la possibilità di conoscerla e parlare con lei, per il suo essersi mostrata vera e cordiale.

Ringrazio inoltre Gianluigi Mattietti, grazie al quale ho potuto incontrare per la prima volta Kaija Saariaho e Johanna Vahtola per avermi aiutato nelle traduzioni dal finlandese.

Grazie:
Al mio maestro, Mauro Tortorelli.
A tutti gli amici conosciuti a Cremona - Lorenzo, Gaia, Maral, Franco, Luca, Guido, laRobi, Eleonora, Baldrito, tutti i ragazzi del Galimathías Ensemble, Richy, Alessandra e Pintus, Alessandra Origani, Bomba, Gabriele e Ilaria, Monica.
E gli amici lontani - Claudia, Diamantina, Francesca, Valentino, Alessandra, Olga, Daniele, Monica, Sara, Sara, Carmine, Giulia e Bianca, Lucia, Maria Federica, Marcella, Martina e Gianpaolo.
A mio padre. A mia madre. A mia sorella. A tutta la mia famiglia e alla mia famiglia di Napoli.
A Diana.

Indice

Introduzione 9

I. Spettralismo: tecnologia, psicoacustica, sintassi 15

1.1 La poetica del suono complesso 15
1.2 Sintesi strumentale: il suono armonico 20
1.2.1 Alcune riflessioni sulla base di osservazioni psicoacustiche 27
1.3 Dall'armonico all'inarmonico 31
1.4 Modelli tecnologici di generazione armonica 40
1.4.1 La modulazione di frequenza 40
1.4.2 La modulazione ad anello 43
1.4.3 Il filtraggio spettrale e suoni strumentali complessi 50
1.5 I compositori spettrali all'IRCAM 56

II. *Verblendungen (1982-1984).* Le funzioni della texture 61

2.1 Verso una discretizzazione del continuum sonoro 61
2.2 L'ambiente CHANT/FORME (Esquisse) 65
2.3 L'asse suono-rumore: una ristrutturazione teorica del concetto di consonanza-dissonanza attraverso principi psicoacustici 73
2.3.2 Qualità e funzioni del timbro musicale (1985) 83
2.4 Analisi. *Verblendugen* (1982-1984) 99
2.4.1 «La forme est l'extériorisation du contenu intérieur» 99
2.4.2 Timbro e Armonia. L'asse suono-rumore e la struttura armonica 104
2.4.3 Le funzioni della texture: che cosa ci dicono gli schizzi? 118
2.5 Conclusioni 145

III. *Lichtbogen* (1985-1986). Verso una caratterizzazione delle funzioni armoniche 149

3.1 IANA 152
3.2. Possibilità di strutturazione linguistico-formale delle entità sonore attraverso IANA 159
3.3 Analisi degli schizzi. *Lichtbogen* (1985-1986) 164
3.3.1. Prima fase compositiva: stesura dello schizzo macroformale 164
3.3.2. Seconda fase compositiva: analisi dei suoni di violoncello 167
3.3.3. Terza fase compositiva. Posizionamento delle entità: creazione di progressioni armonico-timbriche 178
3.4 Da *nois3n* a *nois3n*. Alcune prove analitiche 183
3.4.1 Una proposta di riduzione 183
3.4.2 Il modello Parncutt 187
3.5 Conclusioni 193

IV. *Solar* (1993). Un esempio di gerarchia fluida 195

4.1 «Un terzo tipo di dissonanza» 195
4.2 MOSAIC (Modalys) 199
4.3 Il ruolo della memoria nella strutturazione della forma percepita. Familiarità e processi di raggruppamento 204
4.4 Analisi degli schizzi. *Solar* (1993) 211
4.4.1 La ricorrenza strutturale dell'accordo A 211
4.4.2 Una ridotta serie di accordi 222
4.3.3 Come si sviluppa una gerarchia fluida? 223
4.5 Conclusioni 228

Conclusioni 231

Bibliografia 233

Introduzione

La poetica spettrale del suono complesso, concepito come campo di energie in continuo movimento si concretizza attraverso la composizione di nuove forme, ovvero *forme in sviluppo o teolologiche*. Conforme alla realtà fisico-acustica del suono e a quella psicoacustica della percezione, l'evoluzione di queste forme si attua attraverso continue trasformazioni del materiale di partenza. E il materiale di partenza è lo spettro del suono. Grazie allo sviluppo e all'uso di nuovi programmi informatici per l'analisi e/o la generazione di suoni complessi, il suono può cogliersi nella percezione e nell'identificazione delle sue componenti frequenziali. Nel punto d'incontro tra l'acustica fisica e l'acustica fisiologica, lo spettro del suono diviene timbro e il timbro assurge a metafora della composizione. Nella prima metà degli anni Settanta i compositori spettrali immaginano e creano forme che si identificano con il divenire delle energie del materiale sonoro di cui si compongono: lo spettro armonico e quello inarmonico vengono tradotti in orchestra grazie alla tecnica della sintesi strumentale; la forma diventa processo. Dal '75 all'80 la modellizzazione formale si appropria di tecniche desunte da studi di musica elettronica. Dagli anni Ottanta, l'incontro con le nuove tecnologie informatiche e la partecipazione a gruppi di ricerca scientifico-musicali in primo luogo presso l'Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique, a Parigi, fanno avvertire una nuova necessità condivisa da tutti i compositori spettrali: quella di passare oltre l'esperienza di una continuità radicale e creare una sintassi musicale di ordine superiore che utilizzi gli spettri non più come modelli per ampie sezioni, ma come serbatoi di forze evolutive ovvero spettri come armonie/timbro.[1] È nella ricerca di soluzioni originali per l'organizzazione formale di questi nuovi materiali basati sul suono che s'inserisce la figura di Kaija Saariaho.

La compositrice finlandese frequenta gli Internationale Ferienkurse für Neue Musik a Darmstadt nel 1980 dove ha la possibilità di ascoltare per la prima volta la musica e le disquisizioni teoriche di Gérard Grisey e Tristan Murail, rimanendone estremamente

[1] Fineberg 2000, 98-99; Szendy 2002, 39.

affascinata.[2] Quando nel 1982 viene ammessa al corso di Computer technology all'IRCAM ha la possibilità di espandere e organizzare alcuni particolari concetti della poetica spettrale. I concetti di timbro, armonia, orchestrazione, forma vengono integrati nelle sue riflessioni teoriche e entrano a far parte della prassi compositiva di Kaija Saariaho, mediati attraverso la sua personale sensibilità artistica, l'esperienza che acquisisce lavorando con programmi di composizione assistita e di analisi/sintesi del suono sviluppati all'IRCAM, studi e ricerche di psicoacustica e psicologia cognitiva compiuti in collaborazione con il musicologo e scienziato psicoacustico Stephen McAdams. Da questo dinamismo di forze consegue un linguaggio musicale estremamente strutturato ma nello stesso tempo capace di reggere l'intuizione, la gestione e la progressiva discretizzazione dell'idea di continuum sonoro. La soluzione originale di cui Kaija Saariaho si serve per la gestione della forma è l'asse suono-rumore, un'astrazione teorica che le consente di ristabilire il concetto di consonanza-dissonanza da un punto di vista psicoacustico e di riabilitare le logiche fondamentali di gerarchia e funzione, direttamente ispirata dal sistema tonale.[3]
Attraverso l'esame degli scritti teorici della compositrice, di studi monografici a lei dedicati, della nutrita bibliografia analitico-scientifica, così come grazie allo studio degli schizzi conservati alla Fondazione Paul Sacher (Basilea) e sulla base di considerazioni teorico-analitiche che verranno sviluppate nel corso della trattazione di questo elaborato relativamente a tre composizioni – *Verblendungen* (1982-84), *Lichtbogen* (1986), *Solar* (1993) –, il proposito di questa ricerca è quello d'investigare il graduale sviluppo dei concetti succitati che sottendono alla strutturazione dei brani in esame e ad una più ampia volontà di ristrutturazione del linguaggio musicale della compositrice nel corso di circa dieci anni.

La ricerca ha comportato diverse fasi i cui risultati sono stati articolati nei quattro capitoli di cui si compone il lavoro. Nel primo capitolo si esamineranno alcuni particolari aspetti della poetica e delle tecniche compositive e di strutturazione formale utilizzati dalla prima generazione di compositori spettrali. Verranno inoltre introdotti alcuni principi di psicoacustica, di acustica musicale, di psicologia della Gestalt

[2] Nieminen 1994, 8-9; Moisala, 2009, 8-9; Howell, Hargreaves, Rofe 2011, 8; Roth 2013, 7.
[3] Pousset, Fineberg, Hyacinthe 2000, 82.

applicata ai processi percettivi e cognitivi del sistema uditivo umano. Nello specifico l'esame delle ricerche psicoacustiche svolte da studiosi come Bregman (1994), riprese e ampliate da McAdams e Touizrar (2019) e quelle di Terhardt (1978) (1982a) (1982b) (1984) (1987) (1991) sarà volto alla comprensione della musica spettrale e post-spettrale. L'esplorazione psicoacustica del fenomeno sonoro permette di rivelare specifiche caratteristiche qualitative del timbro applicato all'orchestrazione e consentirà di inserire la ricerca e la volontà di ristrutturazione linguistica di Kaija Saariaho in un più ampio contesto.

Nel secondo, nel terzo e nel quarto capitolo si entrerà nel vivo della ricerca sulla musica di Saariaho. La struttura dei tre capitoli è simile. In ognuno verranno prima esposte le funzionalità degli ambienti di programmazione assistita o dei software utilizzati dalla compositrice «per comprendere il processo che precede l'apparenza sonora e attraverso questo capire il risultato percettivo che ne deriva»[4]; verranno poi messi in risalto gli elementi del pensiero teorico di Kaija Saariaho, in particolare quelli maggiormente concernenti i due concetti di timbro e armonia in relazione alla gestione della forma – ambito che risulta particolarmente influenzato dalle ricerche nel campo della psicoacustica e della psicologia cognitiva compiute in collaborazione con il musicologo e scienziato psicoacustico Stephen McAdams, come precedentemente affermato –; infine verranno presentate le analisi dei singoli brani. In tutti e tre i capitoli si cercherà di cogliere il nesso associativo e sincretico compiuto da Kaija Saariaho nella strutturazione del suo linguaggio rispetto ai concetti di consonanza e di dissonanza come esposti dalle teorie psicoacustiche e quelli su cui si basa il sistema di organizzazione tonale. Le ricerche scientifiche sopracitate verranno fatte interagire con teorie musicologiche che hanno voluto ricercare condizioni di stabilità-instabilità all'interno del sistema tonale e/o in sistemi altri e che pure si basano su principi psicoacustici. A questo proposito, e in particolar modo nei capitoli secondo e terzo, sono state incluse le riflessioni sviluppate da Lerdahl (1987), (1991), Parncutt (1988), Parncutt, Strasburger (1994). Gli studi psicoacustici e quelli musicologici interagiranno anche per consentire la definizione dei concetti di gerarchia e funzione. Si cercherà inoltre di compiere un parallelismo fra i concetti di armonia funzionale

[4] Zattra 2010, 167.

esposti in Kirsch (1928) e quelli presentati in Saariaho, McAdams (1985), Saariaho (1987), Pressnitzer, McAdams (2000). Nella trattazione dei due concetti di gerarchia e funzione si è rivelato particolarmente efficace quello di immagine uditiva. La locuzione, coniata da McAdams (1984), e che identifica una rappresentazione psicologica di un'entità sonora che esibisce una coerenza interna nel suo comportamento acustico - metafora del timbro stesso[5], verrà usata quando ci si riferirà alle realtà uditive generate da fonti sonore. Quando si vorranno mettere in luce particolari fattori di costruzione armonica senza però riferirsi a realtà uditive si parlerà invece di entità armonico-timbriche o di entità sonore. Il concetto di immagine uditiva sarà approfondito in particolar modo nel secondo capitolo dove la disamina dell'articolo teorico *Qualitès et Fonctions du Timbre Musical* (1985), scritto a quattro mani da Kaija Saariaho e Stephen McAdams, permetterà di delineare i punti cardine che si struttureranno e si evolveranno nello sviluppo del linguaggio di Kaija Saariaho.

Il lavoro di analisi si è basato sullo studio di molti materiali inediti conservati nel Fondo Kaija Saariaho presso la Fondazione Paul Sacher di Basilea che comprendono schizzi musicali, appunti teorici, documenti testuali e fogli di analisi ottenibili con i programmi di composizione assistita e software di analisi, di cui alcuni sono stati riprodotti nel presente lavoro (in originale o come trascrizioni) con l'autorizzazione della Fondazione Paul Sacher.

Oltre alla ricerca presso la Fondazione Paul Sacher vi sono state alcune altre tappe importanti che mi hanno permesso di destreggiarmi nella complessità annunciata del percorso intrapreso. La partecipazione come uditrice al Convegno Musicologico *Timbre is a Many-Splendored Thing* tenutosi dal 4 al 7 luglio 2018, presso la McGill University (Montreal, Canada), mi ha consentito di ascoltare le riflessioni di Stephen McAdams, di Jean-Baptiste Barriére e di molti altri valenti studiosi, e di conoscere lo stato dell'arte rispetto agli studi sul timbro e sulla percezione. Quasi un anno dopo ho avuto la possibilità di incontrare di persona Kaija Saariaho e parlare con la compositrice riguardo alcuni aspetti della sua prassi compositiva. Vi è stata poi la partecipazione alla seconda edizione della Conferenza Internazionale *Spectralism*

[5] McAdams 1984, 11-13.

2019 tenutasi a Parigi dal 12 al 14 giugno 2019 durante il festival dell'IRCAM ManiFeste, nella quale ho presentato la struttura fondamentale della ricerca qui esposta e ho potuto confrontarmi con studiosi interessati al particolare linguaggio della compositrice e ai suoi processi compositivi come Wataru Miyakawa. La partecipazione come uditrice al corso di composizione, tenuto da Kaija Saariaho presso il Time for Music Festival – Viitasaari, Finlandia, dal 2 al 7 luglio 2019, mi ha permesso di cogliere ulteriori spunti d'indagine circa il suo processo creativo e compositivo. In ultimo, ho partecipato come uditrice alle conferenze tenute da Kaija Saariaho e Jean-Baptiste Barriére presso highSCORE New Music Festival and Master Classes il 10 e 11 agosto 2019 a Pavia.

I. Spettralismo: tecnologia, psicoacustica, sintassi

1.1 La poetica del suono complesso

Quando Hugues Dufourt, compositore e filosofo francese, conia il termine musica spettrale[6] lo fa contrapponendo le pratiche compositive ed estetiche del gruppo di compositori riunitosi intorno all'ensemble L'Itinèraire a quelle seriali. Alla composizione seriale che «tende a privileggiare l'intuizione del discontinuo e concepisce la musica come una sutura di spazi strutturali»[7], che, sottomettendosi ad un ordinamento fatto di norme costrittive, «rinuncia alla determinazione della parte per il tutto» e «manifesta una coerenza la cui logica interna sfugge alla comprensione immediata»[8], la musica spettrale contrappone «l'intuizione di una continuità dinamica»[9], un'arte in mutamento continuo in cui la forma si identifica con il futuro del suo materiale. Tra le numerose innovazioni che la musica spettrale ha introdotto sia sul piano poetico sia su quello della tecnica compositiva, il concetto di continuum ha quindi rappresentato un significativo distacco dalle pratiche precedenti. Dufourt si sofferma sulle proprietà di questo principio affermando:

> Il principio di continuità, organizzato nel flusso del divenire, ha posto sotto i nostri occhi la considerazione di un ordine specifico di relazioni complesse che una concezione atomistica, che rappresenta il continuum come una successione infinita di punti individuali, è condannata a mancare. Tra il continuo e il discreto, vi è una separazione assoluta. Il continuo non si divide in frammenti disgiunti, è essenzialmente connesso. È un ampiamento indefinito di prospettive. Dunque, la musica non ha altro scopo che approfondire l'intuizione del continuo che si manifesta nell'atto indiviso e progressivo del divenire. Il continuo non si lascia frammentare in punti separati, consiste in

[6] L'articolo *Musique Spectrale* (1979), scritto da H. Dufourt per la *Société Nationale de Radiodiffusion, Radio France/Société internationale de musique contemporaine*, SIMC è considerato il manifesto della musica spettrale. Nel presente elaborato si fa riferimento alla traduzione italiana in Dufourt (2007), 311-316.
[7] Dufourt 2007, 316.
[8] *Ibidem*.
[9] *Ivi*, 316.

> dimensioni, spazi connessi e intervalli annodati. L'intuizione primitiva della musica non ammette né il discreto, né l'ordine, né l'incatenamento né la decomposizione. I soli oggetti sono la transizione, il cambiamento regolare, la trasformazione irreversibile e le forme del fluire.[10] (Dufourt 2014, 451-452)

Il principio di continuità – che si tradurrà in forme musicali fluide, instabili, concepite come campi di forze che dipendono da leggi di trasformazione continua – si origina nell'analisi elettronica del suono complesso che disvela sé stesso e si mostra in quanto timbro. È il concetto di timbro, in quanto attributo sonoro multiparametrico che si crea nel punto d'incontro tra l'acustica fisica e l'acustica fisiologica, contemporaneamente dipendente da particolari caratteristiche evolutive dello spettro sonoro e da aspetti qualitativi della percezione umana, che permette ai compositori di intendere il suono come processo e trasferire la qualità del materiale di cui si compone la musica a quella della forma. Per lo spettralismo delle origini non vi è nessuna distinzione possibile tra contenuto e contenitore: la forma si identifica con il divenire delle energie che si propagano all'interno del materiale[11] e diviene un'articolazione in crescenza di movimenti di qualità e di masse.[12] Il concetto di timbro permette ai compositori spettrali di affondare le loro radici nell'idea di sostanza sonora di Debussy mentre quello di massa sonora si riallaccia all'espansione volumetrica della musica di Varèse che, nel 1936 così sogna e presagisce

> Quando nuovi strumenti mi permetteranno di scrivere musica così come la concepisco, il movimento delle masse sonore, dei piani che si spostano, sarà chiaramente percepito nel mio lavoro, prendendo il posto del contrappunto lineare. Quando queste masse sonore si scontrano, sembrano verificarsi fenomeni di penetrazione o repulsione. Alcune

[10] Tutte le traduzioni da libri o articoli di cui non è stata edita la versione in lingua italiana sono a mia cura. Si riporta in nota il testo originale. «Le principe de continuité, engagé dans le flux du devenir, appelait à nos yeux la considération d'un ordre spécifique de relations complexes qu'une conception atomistique qui se représente le continu comme une succession infinie de points individuels est condamnée à manquer. Entre le continu et le discret il y a une séparation absolue. Le continu ne se divise pas en fragments disjoints, il est essentiellement connexe. C'est un chevauchement indéfini de perspectives. Aussi la musique n'a-t-elle d'autre fonction que d'approfondir l'intuition du continu qui se donne dans l'acte indivis et progressif du devenir. Le continu ne se laisse pas fragmenter en un ensemble de points séparés, il ne consiste qu'en dimension, espaces connexes et intervalles emboîtés. L'intuition primitive de la musique n'admet ni le discret ni l'ordre ni l'enchaînement ni la décomposition. Ses seuls objets sont la transition, le changement régulier, la transformation irréversible et les formes de l'écoulement.»

[11] *Ivi*, 305.

[12] Dufourt 2014, 18.

> trasmutazioni che avvengono su certi piani sembreranno essere proiettate su altri piani, muovendosi a velocità e angolazioni diverse.[13] (Varèse, Wen-chung, 1966, 1)

Si ricollegano inoltre a György Ligeti, alle sue masse sonore statiche, alle reti micropolifoniche, all'idea di ramificazione, a Xenakis dal quale viene trasmigrata l'idea della struttura ad albero, a Stockhausen e al concetto di continuum sonoro tra la sinusoide pura e il rumore bianco. [14] Tutte queste tendenze si cristallizzano nella musica spettrale e vengono integrate grazie allo sviluppo che negli anni '70 ebbero le nuove tecnologie.

> Non mi è possibile concepire più a lungo i suoni come oggetti fissi e tra loro interscambiabili. Essi mi appaiono piuttosto come fasci di energia temporale indirizzata. Queste forze […] sono ininterrottamente in movimento e flusso, vivono come cellule, hanno una nascita e una morte e tendono prima di tutto a una trasformazione permanente della loro energia. Il suono immobile, fisso non esiste così come gli strati di roccia delle montagne non sono immobili. La definizione che meglio si addice al suono è proprio che esso passa. Non si lascia definire in un attimo isolato né in una successione di attimi ben definiti, isolati e che si rincorrono. Una migliore definizione del suono potrebbe essere formulata solo grazie alla conoscenza dell'energia che lo attraversa e che provoca il movimento dei mutamenti interni che determina tutti i suoi parametri. (Grisey 2000a, 26)

> I nuovi modelli di analisi [...] ci permettono [...] di viaggiare all'interno dei suoni e di osservare la loro struttura interna. Scopriamo così che un suono non è un'entità stabile e sempre identica a sé stessa, [...] ma che è essenzialmente variabile [...].[...] è più realistico, più conforme alla sua realtà fisica e a quella della percezione, considerarlo come un campo di forze, ciascuna avente la sua propria evoluzione.[15] (Murail 2005, 122)

Come affermato da Gérard Grisey e da Tristan Murail, è soprattutto grazie allo sviluppo delle nuove tecnologie che i compositori spettrali – osservando lo sviluppo

---

[13] «When new instruments will allow me to write music as I conceive it, taking the place of the linear counterpoint, the movement masses, of shifting planes, will be clearly perceived. When these sound-masses collide the phenomena of penetration or repulsion will seem to occur. Certain transmutations taking place on certain planes will seem to be projected onto other planes, moving at differ and at different angles.»

[14] Dufourt 2005, 32-33.

[15] «The new analytic tools [...] allow us [...] to journey to the interior of sounds, to observe their internal structures. In this way, we immediately discover that a sound is not a stable and self-identical entity [...] [sound] is essentially variable [...].[...] is more realistic, more in keeping with physical reality and perception, to consider a sound as a field of forces, each force pursuing is own particular evolution.»

interno di un suono e cogliendolo nell'identificazione delle sue caratteristiche frequenziali – possono immaginare delle forme a sviluppo continuo. Dall'analisi del suono vengono estratte le strutture armoniche e ritmiche che permettono alla forma di dispiegarsi ininterrottamente nel suo divenire: la struttura del suono assurge a modello formale.

Come si vedrà nel corso del primo capitolo, inizialmente la modellizzazione del suono e conseguentemente della forma – mimata in orchestra attraverso la tecnica della sintesi strumentale – si è basata su modelli matematici relativamente semplici. Poi, grazie allo sviluppo delle tecnologie digitali per l'analisi del suono, «il materiale del suono stesso è stato costantemente arricchito»[16] conquistando il concetto di inarmonico e di tutta una serie di tecniche per la generazione armonica desunte da quelle analogiche degli studi di registrazione. Dagli anni '80 in poi, uno stage presso l'Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique[17] permette l'integrazione di procedimenti informatici d'interpolazione/estrapolazione di frequenze fino all'ennesima parziale, di sintesi incrociata, «di suoni complessi, suoni intermedi, ibridi, suoni che possiedono nuove dimensioni»[18]. La veloce ed improvvisa espansione del mondo sonoro, pur accolta come indubbio arricchimento, spinge i compositori spettrali ad un ripensamento circa l'elaborazione formale:

> Le operazioni informatiche d'interpolazione, estrapolazione, di sintesi incrociata, di paradosso, presentano in effetti l'inconveniente di presentare delle strutture troppo pregnanti per la scrittura musicale. Si può certo far variare un timbro attraverso l'introduzione di un segnale non periodico, attraverso battimenti, attraverso modulazioni

[16] Murail 2005, 121.
[17] Nel 1969 il presidente francese George Pompidou affida a Pierre Boulez la responsabilità della sezione musicale del Centre National d'Art et de Culture George Pompidou. Nasce così l'IRCAM, acronimo di Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique. Dal 1976 l'IRCAM diviene un'associazione indipendente, legata da una convenzione al Centre George Pompidou e dotata di autonomia finanziaria. Fino al 1979 l'identità dell'IRCAM non è ancora ben definita né come istituto musicale improntato alla diffusione della musica contemporanea né come istituto di ricerca scientifica. Verso la fine del 1979, una riorganizzazione del Centro sancisce una linea più improntata alla ricerca e allo sviluppo delle nuove tecnologie musicali, agli studi di psicoacustica, all'acustica degli spazi. Cfr. Zattra 2011, 126-151.
[18] Murail 2005, 124.

> di ampiezza, attraverso altri procedimenti ancora, ma bisogna convenire che nessuno di questi è suscettibile d'essere portatore di forma in sé stesso.[19] (Dufourt 2014, 25)

Il concetto di processo, di continuum non basta più da solo a sostenere la natura estremamente mutevole degli elementi al quale è associato; la musica «della composizione del suono stesso»[20] necessita di una sintassi capace di tener conto sia delle caratteristiche fisiche del suono che dei principi percettivi legati a queste caratteristiche. Si fanno quindi più pregnanti le ricerche di acustica, psicoacustica e psicologia cognitiva, al fine di dare una rinnovata dimensione estetica alle nuove forme. Ed è «nella ricerca di soluzioni originali per l'organizzazione formale di questi nuovi materiali basati sul suono»[21] che s'inserisce la figura di Kaija Saariaho.
La compositrice, come si vedrà nei capitoli successivi, amplierà concetti, riflessioni e tecniche messe in campo dai fondatori del pensiero spettrale grazie alla sua personale sensibilità artistica, all'esperienza che acquisirà lavorando con programmi di composizione assistita e di analisi/sintesi del suono e a studi e ricerche di psicoacustica e di psicologia cognitiva condotti all'IRCAM in collaborazione con lo scienziato psicoacustico Stephen McAdams.

Per questi motivi, prima avanzare nel cuore di questa tesi, nel primo capitolo si esporranno quei concetti e quelle tecniche utilizzati dalla prima generazione di compositori spettrali dal 1973 al 1980 circa. Nel farlo verranno introdotti alcuni principi di psicoacustica, di acustica musicale, di psicologia della Gestalt applicata ai processi percettivi e cognitivi del sistema uditivo umano sia perché considerati utili alla comprensione della musica spettrale e post-spettrale, in quanto capaci di rivelare specifiche caratteristiche del fenomeno qualitativo del timbro applicato all'orchestrazione, sia perché grazie alla riflessione su questi principi e al loro utilizzo Kaija Saariaho potrà costruire e sviluppare il suo personale linguaggio musicale.

---

[19] «Les opérations informatiques d'interpolation, d'extrapolation, de synthèse croisée, de paradoxe, présentent en effet l'inconvénient de présenter des structures beaucoup trop prégnantes pour l'écriture musicale. On peut certes faire varier un timbre par l'introduction de signaux non périodiques, par battements, par la modulation d'amplitude, par l'autres procédés encore, mais il faut bien convenir qu'aucun d'eux n'est susceptible de supporter en lui-même une forme.»
[20] Dufourt 2007, 357.
[21] Pousset, Fineberg, Hyacinthe 2000, 67.

1.2 Sintesi strumentale: il suono armonico

> Noi prendiamo parte alla formazione di vari gruppi, forse non etichettabili, ma anche ad uno scambio assai ricco di frutti tra diversi compositori. Vorrei qui mostrare specificamente un modo collettivo di pensare alla musica, che si riunisce intorno all'ensemble l'Itinèraire, e che coinvolge compositori quali Tristan Murail, Hugues Dufourt, J.P.Ostendorf e me […] partiture quali *Mémoire/Erosion* di T. Murail, *L'Orage d'apres Giorgione* di H. Dufourt, *Solo per orchestra* di J.P. Ostendorf, partiture nelle quali la differenza è fin troppo evidente, ma che hanno la stessa attenzione nel mostrare l'elaborazione di un linguaggio che derivi dalla struttura interna del suono. Noi abbiamo tutti in comune la stessa diffidenza verso l'astrazione, la stessa attenzione verso la percezione immediata, la stessa ricerca per portare alla luce, in ultima analisi, la complessità interna nascosta, e spesso lo stesso materiale che si ricava con l'uso delle esperienze degli studi di elettronica e della ricerca acustica nella musica strumentale. (Grisey 2000a, 28)

> La pratica dell'elettronica in studio ci ha insegnato a cogliere le componenti del suono non come dati di fatto isolati, come aveva fatto la musica seriale con le sue determinazioni pure e le sue suddivisioni dei parametri, ma come un complesso di nessi dalle interazioni plurime e dalle molteplici reazioni proprio tra questi parametri. (Grisey 2000a, 25)

Risultato di una riflessione e di una pratica collettiva iniziata in seno all'ensemble L'Itinèraire, la musica spettrale emerge intorno al 1973 in parte come reazione all'astrazione della musica seriale, in parte come «tentativo d'elaborazione di un linguaggio a partire dalla struttura interna di un suono»[22]. Gli spettrogrammi, i sonogrammi, le registrazioni digitali, i processi elettronici di sintesi sonora, permettono ai compositori spettrali della prima generazione un ascolto microfonico del suono che può finalmente svelarsi loro come energia piuttosto che come numero, come un campo di forze essenzialmente variabili, ciascuna avente la sua propria evoluzione ma che si sollecitano e si condizionano reciprocamente. Dissezionato nelle sue parziali acustiche, lo spettro del suono viene usato come materiale musicale di base: la disposizione delle sue componenti frequenziali serve da modello alla

[22] Dufourt 2014, 24.

composizione e le tecniche di generazione sonora proprie degli studi di registrazione assurgono a principi sintattici di strutturazione formale.[23]

Che si tratti di un modello frequenziale astratto, di uno basato sull'analisi di suoni naturali o estrapolato da modelli matematici – come quello della serie armonica[24] –, in ognuno di questi casi il nuovo approccio al mondo sonoro fu possibile solo grazie alle tecniche analitiche derivate dall'applicazione del teorema di Fourier. Nel 1822, nel trattato *Théorie analytique de la chaleur*, il matematico francese Jean Baptiste Joseph Fourier dimostrò che qualsiasi forma d'onda periodica poteva essere scomposta nella somma di una serie di onde sinusoidali le cui frequenze sono multipli interi di una fondamentale con ampiezze e fasi diverse. In altre parole, tutte le forme d'onda periodiche possono essere trasformate in qualche tipo di serie armonica. Con l'avvento della sintesi analogica e poi di quella digitale, i risultati della trasformata di Fourier ebbero bisogno di essere implementati: non riuscivano a tener conto del processo di movimento interno al suono stesso. Per poterli applicare all'analisi spettrale d'un suono reale (sia concreto che strumentale) venne sviluppata la Trasformata Discreta di Fourier (DiscreteFourierTransform). La DFT consiste essenzialmente nel campionare posizioni temporali discrete di un qualsivoglia segnale audio troncando la serie dopo un certo numero di termini. Allo scopo di consentire una maggiore efficienza della DFT sui computer, la tecnica d'analisi venne ulteriormente implementata nella Trasformata Veloce di Fourier (FastFourierTransform). Per eseguire una FFT su un segnale audio, è necessario selezionare una finestra di suono. La risoluzione in frequenza e la risoluzione temporale estratte attraverso una FFT sono proporzionali all'ampiezza della finestra temporale selezionata: ad una finestra temporale ampia corrisponderà una maggiore risoluzione in frequenza e una minore risoluzione temporale. Per vedere i cambiamenti nel tempo all'interno di un suono, è necessaria una serie di FFT dinamica. I dispositivi come i phase vocoders o i sonogrammi, utilizzando questo tipo di trasformata, sono in grado di analizzare un suono grazie a

[23] Cfr. Murail 2005,78 e 121; Hasegawa 2009, 349; Dufourt 2014, 24 e 457 e 467-468.

[24] «In termini matematici, il procedimento che conduce alla serie delle armoniche è noto come analisi di Fourier […] Il teorema di Fourier afferma che *qualunque funzione periodica, finita, continua e dotata di derivata (generalmente continua), può essere rappresentata mediante una somma di funzioni sinusoidali pure, pesate da opportuni coefficienti, nei cui argomenti compaiono tutte le frequenze (le armoniche) multiple di una frequenza fondamentale* f_1*, caratterizzante la periodicità della funzione.*» Cit. Frova 1999, 102-103.

finestre sovrapposte che, avanzando nel tempo, creano una rappresentazione del suono in evoluzione.[25]

Il principio che è alla base della trasformata di Fourier e delle sue implementazioni è inversivo: se un suono può essere discretizzato grazie all'analisi delle sue componenti, combinando un gran numero di sinusoidi pure si otterrà un suono complesso. La tecnica informatica della sintesi additiva applica tale assioma per la costruzione di suoni di sintesi e viene a sua volta mimata dalla tecnica spettrale della sintesi strumentale. «Nella sintesi strumentale […] è lo strumento a esporre ciascuna componente del suono e, a differenza della sintesi elettronica, queste componenti sono così complesse da costituire già una micro-sintesi.»[26]

Nel 1973, con il brano *Dérives*, per grande orchestra, Gérard Grisey tenta il primo abbozzo di sintesi strumentale: nel corso degli ultimi cinque minuti della partitura, le componenti di un immaginario spettro di armonici di Mi_b vengono affidate ai vari strumenti dell'orchestra. Ma, come ha mostrato Féron (2011) e come afferma Grisey stesso in uno dei suoi più importanti testi teorici, *Strutturazione dei timbri nella musica strumentale* (2000d), nel caso di *Dérives* non si parla ancora di modello strumentale né di microintervalli. L'aggregato armonico di base (Figura 1) è costituito da dodici altezze temperate coerenti con quelle della scala cromatica, cosa che rifletterebbe «la volontà di considerare la struttura spettrale in modo cromatico piuttosto che trascrivere uno specifico modello spettrale»[27].

[25] Relativamente alle nozioni di matematica, acustica e all'evoluzione della trasformata di Fourier cfr. Righini 1980, 5-7 e 53; Pierce 1988, 54; Righini 1994, 26-30 e 46-48; Frova 1999, 102-105 e 483 e 489; Spagnolo 2001, 43-45 e 150-174; Cingolani, Spagnolo 2005, 33. Per un commento musicologico cfr. Fineberg 2000, 84 e 99-101.
[26] Grisey 2000d, 48.
[27] Féron 2011, 351.
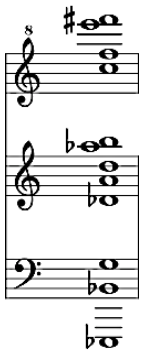


Fig. 1.
Dérives (1973). Aggregato armonico di base. (Grisey 2000d, 23)

È a partire dall'anno successivo, con il brano *Périodes* (1974)[28], che l'uso di dati acustici oggettivi inizia a farsi via via più preciso. Il brano è costruito sul modello di uno spettro armonico con fondamentale Mi_1 (41.2 Hz) fino alla ventunesima parziale dal quale vengono selezionate le prime undici parziali dispari più la seconda. (Figura 2)
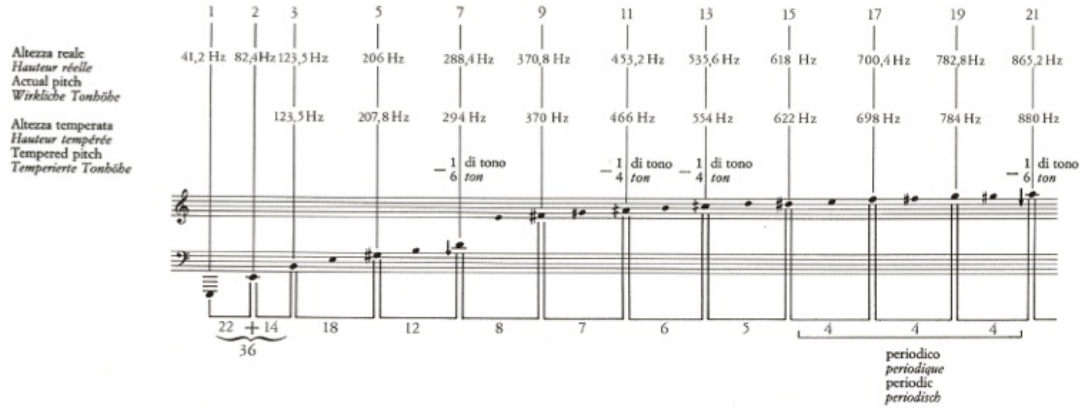


Fig. 2.
Gérard Grisey, *Périodes (1974)*. Note tecniche (© Ricordi Editore). Modello dello spettro armonico di Mi_1 fino alla ventunesima parziale.

Nella Figura 2, dall'alto in basso, è possibile osservare: la serie del numero delle parziali dello spettro di Mi_1 selezionate dal compositore; il valore delle relative

[28] *Périodes* (1974), secondo brano del ciclo *Les Espaces Acoustiques* (1974/85). Le caratteristiche inerenti ai processi compositivi e creativi che sono alla base della sua realizzazione ne fanno l'emblema dell'estetica spettrale. Per ulteriori approfondimenti cfr.: Lelong, Réby 2000; Baillet 2000; Féron 2010; Féron 2011.

frequenze; sul sistema, la serie delle altezze associate allo spettro armonico; la serie degli intervalli (calcolati per quarti di tono) fra due altezze consecutive.

Il campo armonico così ottenuto comprende dieci altezze differenti e richiede l'utilizzo di ¼ per l'undicesima e la tredicesima parziale e deviazioni di circa $^1/_6$ di tono per la settima e la ventunesima. Nelle annotazioni per l'esecutore viene inoltre precisato che, «per i passi che utilizzano la serie degli armonici di mi, cercare di avvicinarsi alla realtà acustica». In *Périodes*, quindi, viene messo da parte il temperamento equabile per focalizzarsi sulla struttura acustica di un suono armonico. Oltre a ciò, nel testo teorico succitato, viene specificato che «l'ultima pagina di questo pezzo propone, in guisa di apertura al pezzo seguente *Partiels,* uno spettro di armonici su un Mi fondamentale […] [in cui] la strumentazione e la distribuzione dei volumi e delle intensità suggeriscono uno spettro sintetico che non è altro che la proiezione in uno spazio dilatato e artificiale della struttura naturale del suono.»[29]

Il modello utilizzato per *Périodes* non sembra essere la trascrizione letterale di un suono specifico, quanto la traslazione di una delle caratteristiche essenziali di un suono musicale[30], ovvero l'armonicità; in *Partiels* (1975)[31] il modello frequenziale di riferimento sarà invece basato su quello di un suono reale, grazie all'analisi sonografica di un Mi_1 di trombone suonato in fortissimo. (Figura 3)

[29] Grisey (2000d), 48.

[30] Per dettagli cfr.: Féron 2010, 427- 441.

[31] *Partiels* (1975), terzo brano del ciclo *Les Espaces Acoustiques* (1974/85), anch'esso, con *Périodes*, simbolo dell'estetica spettrale. Le tecniche di analisi, i processi compositivi e quelli di strutturazione formale che sono alla base dei due brani sono stati ampiamente descritte e analizzate nei seguenti articoli e libri: Lelong, Réby 2000; Murail 1980; Rose 1996; Fineberg 2000; Cohen-Levinas 2004; Hasegawa 2009; Manfrin http://www.bandafilottrano.it/grisey.PDF ; Pustijanac 2017.

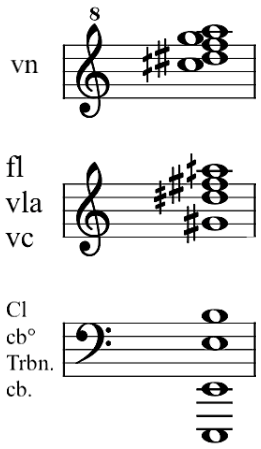


Fig. 3.
Périodes (1974). Spettro proveniente dall'analisi sonografica del trombone. (Grisey 2000d, 24)

All'inizio del brano viene presentata la macrosintesi spettrale: il trombone stesso suona un Mi_2, accompagnato da sforzati del contrabasso un'ottava sotto in fortissimo. Mentre il primo strumento svanisce, gli altri strumenti dell'ensemble entrano gradualmente dal basso verso l'alto, suonando altezze che combaciano con alcune parziali selezionate dall'analisi spettrale: Grisey sta formando la microsintesi dello spettro armonico di riferimento. Nell'orchestrazione del modello frequenziale vengono rispettate le frequenze giuste non temperate ma limitate ai quarti e agli ottavi di tono, la proporzionalità temporale relativa all'ingresso delle parziali e il loro livello dinamico. La terza e la quinta parziale vengono introdotte rispettivamente dal clarinetto e dal violoncello in forte, seguono le viole che aggiungono la settima (Re_7 abbassato di $^1/_{16}$) e la nona parziale in *mp* e il flauto piccolo che suona l'undicesima parziale (La_{11} alzato di ¼ di tono) in *mf*. «Da questo trattamento, ne consegue che, per la nostra percezione, le diverse fonti strumentali scompaiono a favore di un timbro sintetico totalmente inventato»[32]: l'orchestra viene 'risintetizzata' trasformandosi in un tipo di iperstrumento spettromorfologico[33] atto a produrre un suono complessivo del tutto nuovo ed inusitato, uno «spettro sintetico e non più un accordo»[34], risultante da una simultanea fusione di varie costituenti timbriche.[35]

[32] Cit. Grisey http://brahms.ircam.fr/works/work/8966/ (accesso: 21/06/20).
[33] Smalley 1996, 127.
[34] Grisey 2000b, 31.
[35] Touizrar, McAdams 2019, 6-8.

Lo scopo dichiarato di queste scelte compositive e d'orchestrazione è quello di creare un essere ibrido per la percezione dell'uditore, un'illusione nella quale l'individualità delle fonti sonore si stempera e simultaneamente si ricompone a favore di un evento sonoro unico che è più della somma delle sue componenti. È questo ciò che permette a Grisey di aggettivare la sua musica come *liminale*. Il termine, (dal latino *limen - mīnis*: soglia), che attiene al campo della psicoacustica, viene utilizzato nello scritto teorico *La musica: il divenire dei suoni* (1984) per definire la musica spettrale: una musica che «si sforza sia di identificare le soglie entro cui avvengono le interazioni psicoacustiche fra i parametri, sia di giocare con la loro ambiguità»[36]. Gli esempi di strutturazione che porta a favore del termine sono i seguenti:

> Gli strumenti tradizionali resistono naturalmente alla fusione. Prendete un ensemble strumentale eterogeneo, chiedetegli di suonare diversi accordi; è molto raro che l'individualità dei timbri scompaia a favore di un fenomeno unico. Per realizzare questa sintesi strumentale ho adoperato alcuni spettri naturali (armonici o inarmonici) i cui parziali sono realizzati da diversi strumenti, il che suppone una scrittura non temperata che utilizza i quarti e gli ottavi di tono. […] E qui interviene la nostra prima soglia. Infatti, nonostante le numerose prove e gli interpreti di riguardo, risulta evidente che sono pochi i musicisti in grado di eseguire con esattezza un ottavo di tono. Una rilevazione precisa delle frequenze ci stupirebbe. Eppure, se l'approssimazione è sufficiente, ciò significa che la nostra percezione fa il resto, integrando, aggiustando i parziali e l'effetto desiderato viene così ottenuto: percepiamo uno spettro sintetico e non più un accordo. […] Uno spettro così realizzato da un ensemble di strumenti forma una sorta di sintesi additiva che non ha nulla a che vedere con uno spettro strumentale […] [ma] si trova in una zona liminale […] [poiché] le componenti sono giustamente denominate, ma tendiamo ad integrarle in una percezione globale senza però riuscire a definirla. Si tratta della nostra seconda soglia. (Grisey 2000b, 31)

La citazione è chiaramente riferibile ai procedimenti d'orchestrazione messi in campo per la strutturazione di *Partiels*, dove è soprattutto l'uso di frequenze non temperate che concorre a creare ciò che in psicoacustica viene identificato come l'illusione uditiva di una fusione percettiva.

[36] Grisey 2000b, 29.

1.2.1 Alcune riflessioni sulla base di osservazioni psicoacustiche

L'espressione *fusione percettiva* viene utilizzata dagli psicoacustici Stephen McAdams e Moe Touizrar nell'articolo *Perceptual Facets of Orchestration in The Angel of Death by Roger Reynolds: Timbre and Auditory Grouping* (2019). In questo articolo vengono proposti diversi termini obiettivi, basati sulla psicologia della percezione del timbro e utilizzabili nell'analisi musicale, allo scopo di avviare una formalizzazione dei principi di orchestrazione sulla base di processi percettivi e cognitivi. Secondo recenti ricerche psicoacustiche, la percezione del timbro è radicata fondamentalmente nell'elaborazione delle proprietà fisiche dei segnali sonori in ingresso. Quando si ascolta musica orchestrale si ricevono molte informazioni uditive da un gran numero di fonti; il compito del sistema uditivo è quello di dare un senso a queste informazioni (input) analizzando e codificando il segnale in un insieme coerente e intelligibile di flussi uditivi. Alla base di un'esperienza di ascolto estetico vi sarebbero quindi dei processi di raggruppamento percettivo che organizzano i differenti timbri strumentali rispetto a scelte di orchestrazione. Vengono identificati tre processi di raggruppamento di base: simultaneo, sequenziale e segmentale; denominati collettivamente analisi della scena uditiva. Dall'analisi della scena uditiva risultano gli attributi percettivi degli eventi – timbro, altezza, dinamica, posizione spaziale – i flussi di eventi – contorno melodico, pattern ritmici – e i gruppi di eventi che formano i modelli musicali – motivi, frasi, temi.

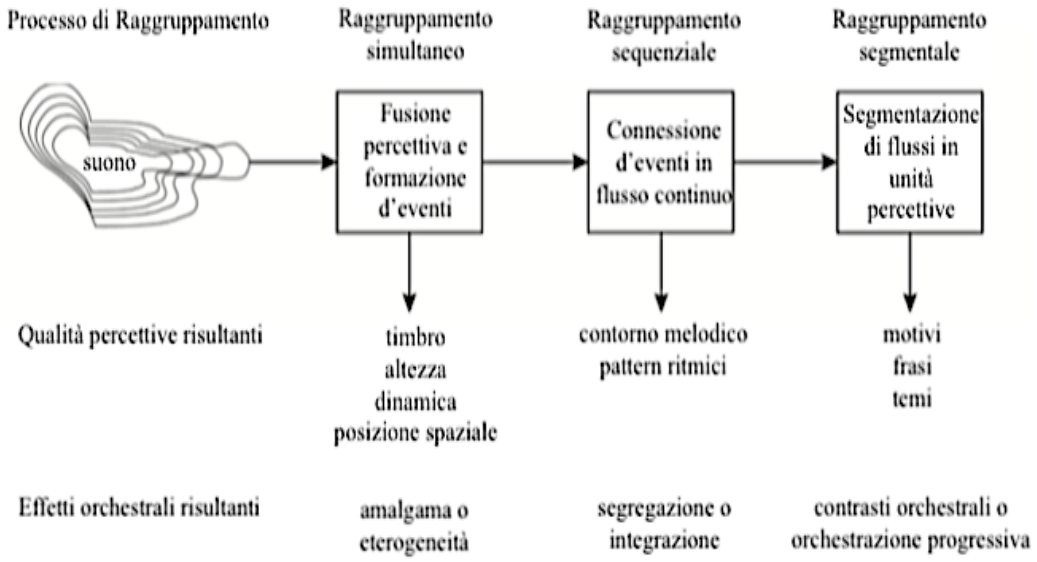


Fig. 4.
Schematizzazione dei processi di raggruppamento uditivo. (Touizrar, McAdams 2019, 9)

Come è possibile osservare nello schema di Figura 4, il fenomeno della fusione percettiva è una sottocategoria appartenente al processo del raggruppamento simultaneo e avviene all'interno del sistema uditivo umano quando i suoni emessi da più strumenti si combinano per dare l'illusione uditiva di un unico suono unitario proveniente da una singola fonte. Affinché questa illusione si verifichi devono essere soddisfatte particolari condizioni di fusione. In primo luogo, gli insiemi di note provenienti dalle singole fonti devono essere quasi simultanei, ovvero entro una finestra di circa 40 millisecondi. In secondo luogo, i suoni multipli di un evento fuso devono condividere una qualche forma di relazione armonica o di periodicità condivisa, poiché una maggiore disarmonicità e asincronia porterebbero a una minore fusione o addirittura a un completo sdoppiamento di flussi. Una volta soddisfatte queste condizioni qualsiasi cambiamento di intonazione o di dinamica deve progredire in parallelo al fine di mantenere un senso di unità, come affermato dal principio di raggruppamento gestaltistico del common fate[37].

[37] «Common Fate: […] If different parts of the spectrum change in the same way at the same time, they probably belong to the same environmental sound. […] Suppose it was found that two frequency components were changing synchronously by proportional amounts. This would seem to be very unlikely by chance. It is much more reasonable to assume that the two are parts of the same sound, that is, that they have arisen from the same physical disturbance in the environment. It is likely in our world that those frequency components that arise from a single acoustic source will go on and off at more or

Volendo osservare l'organizzazione verticale delle parziali dello spettro di Mi_1 di *Partiels* sulla base dei principi percettivi appena esposti, si dirà che viene soddisfatto – almeno in via teorica – il secondo criterio di fusione percettiva poiché la disposizione delle parziali mima all'interno del più ampio strumento orchestrale – in uno spazio armonico allargato – la struttura frequenziale interna al suono stesso, approssimata in maniera sufficiente grazie all'utilizzo di altezze non temperate. Il primo criterio, quello relativo alla quasi simultaneità nell'emissione dei singoli suoni, viene invece spesso disatteso: l'entrata temporale dei singoli suoni strumentali viene sì imitata approssimando i transienti d'attacco consecutivi delle singole parziali, ma il loro scaglionamento progressivo si prolunga nel tempo macrofonico della partitura. Quando, dopo una prima fase di costruzione dei cicli armonici (cfr. paragrafo 1.3), i suoni vengono sostenuti per un certo tempo, dovrebbe verificarsi nuovamente il processo di fusione percettiva[38] grazie al quale, per dirla con Grisey, tendiamo ad integrare le componenti in una percezione globale.

Dire percezione globale equivale a dire, in psicoacustica, percezione gestaltica. Tra le tante teorie che si basano sui principi estrapolati dalla psicologia della Gestalt[39] per spiegare i processi percettivi e cognitivi inerenti al sistema uditivo, ci sembra doveroso in questo capitolo introdurre alcuni principi relativi alle teorie dell'ingegnere e psicoacustico tedesco Ernst Terhardt. Non solo perché la loro validità è ampiamente riconosciuta in ambito scientifico-musicologico[40] ma anche perché su un suo particolare algoritmo è stato sviluppato il software di analisi IANA che, come si vedrà più avanti in dettaglio[41], sarà utilizzato da Kaija Saariaho per determinare ed estrarre le componenti spettrali salienti riscontrabili in suoni complessi strumentali.

---

less the same time, will glide up and down in frequency together, will swell and decline in intensity together, and so on.» Cit. Bregman 1994, 248-250.

[38] «fusion by way of sustained tones» Cit. Touizrar, McAdams 2019, 11.

[39] In questo capitolo e nei successivi non ci addentreremo in questioni relative agli sviluppi della psicologia della Gestalt, fatta eccezione ovviamente per quanto concerne le sue applicazioni in campo acustico, psicoacustico e musicale. Per eventuali approfondimenti generali si rimanda a: K. Koffka, 1935 (trad. it.: *Principi di psicologia della forma*, Bollati Boringhieri, 2006)

[40] Cfr. Pierce 1988; Parncutt 1988, 65-93; Barrière 1989; Krumhansl 1990; Thomson 1993; Parncutt, Strasburger 1994; Fineberg 2000; Pressnitzer, McAdams 2000; Lerdahl 2001; Väisälä 2002; Hasegawa 2009; Bergomi 2015; Gaona 2018.

[41] Cfr. 3.1; 3.2; 3.3.2.

Secondo la teoria psicoacustica dell'Altezza Virtuale (*Virtual Pitch*) di Ernst Terhardt, il processo cognitivo inerente al discernimento e alla discretizzazione di un evento sonoro è strutturato su più livelli di apprendimento correlati gerarchicamente. Quando un evento sonoro colpisce l'ascoltatore si verifica immediatamente, e mediante un processo decisionale innato, una prima elaborazione del segnale in entrata. In questa fase, il sistema uditivo periferico (l'organo del corti) si comporta come un analizzatore di spettro: discretizza l'informazione sonora in base alla disposizione spazio-temporale delle frequenze di cui si compone. Si sviluppa così il contorno uditivo primario, altrimenti detto *pattern di riconoscimento spettrale*. Nei segnali periodici, quali quelli del linguaggio parlato e quelli di toni armonici complessi, si verifica la disposizione di parziali identificata dalla trasformata di Fourier. È quindi altamente probabile che il sistema uditivo memorizzi quella specifica disposizione armonica e che sia capace di riconoscerla: quando si presenta un pattern armonico, si presume che venga percepito come un'entità unitaria anziché come un insieme di elementi correlati. Questa entità viene definita *altezza virtuale* ed emerge dall'acquisizione di un contorno uditivo secondario dipendente dalla forma del contorno uditivo primario. Poiché un'altezza musicale è normalmente composta da una serie di parziali armoniche, si presume che, al livello più basso della gerarchia cognitiva, venga considerata come una Gestalt, una "molecola" piuttosto che un "atomo" di musica; mentre, a livelli più alti di percezione cosciente, l'altezza verrà percepita come un'unità olistica.[42] Questo aspetto della teoria di Terhardt ci permette di comprendere quello che lo scienziato chiama il dualismo della percezione uditiva e di collegare tale processo psicoacustico a procedimenti compositivi caratterizzanti la prassi dei compositori spettrali della prima generazione e che verranno ripresi e ampliati da Kaija Saariaho. A questo proposito più avanti nel testo saranno trattati altri aspetti significativi della teoria.[43]

[42] Cfr. Terhardt 1978, 483-492; Terhardt 1984, 276-295; Terhardt 1987, 157-164; Terhardt 1991, 217-239.
[43] Cfr. 1.4.2.1; 4.3; 2.3; 3.1; 3.4.3; 4.3

1.3 Dall'armonico all'inarmonico

> La musica spettrale significa molto di più che modellare il suono utilizzando lo spettro armonico. Ha rappresentato la conquista dell'inarmonicità, della differenziazione del rumore, dell'interferenza tra le diverse categorie psicoacustiche, della micro modulazione e di tutti i fattori della dinamica del suono. La musica spettrale fa del tempo l'agente di costituzione di tutte le forme sonore. [...] La musica spettrale è lo spettro immerso nel tempo, è distorsione.[44] (Dufourt, in Hurel 2005, 32-33)

Hugues Dufourt, definendo in pochi enunciati i progressi compiuti dalla musica spettrale nel corso di circa venti anni, mette in luce una delle sue peculiarità più interessanti: la capacità di aver trovato nel movimento del suono stesso i motivi della sua organizzazione oppositiva nella forma. Le ragioni che hanno permesso a Gérard Grisey di parlare di musica differenziale[45], e che permetteranno a Kaija Saariaho di reintrodurre i concetti di consonanza e di dissonanza, si osservano all'interno del suono, nel suo andare dall'armonicità delle sue parziali più basse verso l'inarmonicità mentre si raggiungono le zone più alte dello spettro, verso il rumore.

Nel paragrafo precedente è stato illustrato il processo, detto di zoom percettivo, che permette a Grisey di modellare lo spettro armonico. Dalla proposta macrofonica del suono – il Mi_2 suonato dal trombone e dal contrabasso – si passa al microfonico tramite l'orchestrazione del modello frequenziale. La tecnica plasma tutta la prima sezione di *Partiels*: le prime sezioni iniziano con poche parziali, in microfonia, mimando l'analisi di un attacco di un suono di ottone. Poi, per rappresentare la fase di sustain vengono introdotte le parziali più alte. Durante il decadimento questa procedura si inverte e le parziali superiori decadono per prime mentre rimangono presenti solo quelle inferiori. Ma la prima sezione di *Partiels* offre ben più di questo: il suo sviluppo si basa sul problema fisico dell'alterazione del profilo armonico delle onde sonore, sulla loro progressiva distorsione, sulla conquista dell'inarmonico.

---

[44] «La musique spectrale signifie bien davantage que la modélisation du son au moyen du spectre harmonique. Elle a représenté la conquête de l'inharmonicité, de la différenciation du bruit, des interférences entre catégories psycho-acoustiques différentes, de la micro modulation ainsi que de tous les facteurs de la dynamique sonore. [...] La musique spectrale, c'est le spectre plongé dans le temps, c'est la distorsion.»

[45] Grisey 2000b, 29-30.

In *Partiels* Grisey riproduce, nel corso di undici ripetizioni, un processo interno al suono stesso: il suo continuo fluire verso il rumore, verso l'inarmonicità. Alla sonorità iniziale vengono progressivamente aggiunte alcune componenti inarmoniche e i singoli strumenti prima enfatizzano particolari zone formantiche[46] – approssimando con la loro entrata i transienti d'attacco delle singole parziali e allungandone l'estinzione – poi, attraverso un aumento del vibrato in determinati strumenti, accentuano rumoristicamente alcune bande di frequenze. Il processo di transizione dall'armonico all'inarmonico, che dal punto di vista macroformale «rappresenta un modo di tracciare percorsi continui da un evento sonoro all'altro»[47], converte un problema fisico acustico in uno specificatamente musicale.[48] Infatti, sebbene gli strumenti occidentali siano stati sviluppati per avere spettri molto vicini agli spettri armonici puri (in modo da sottolineare la chiarezza del suono e dell'altezza) il sistema fisico di produzione sonora non permette mai l'emissione di suoni totalmente armonici. In ogni suono vi è spesso una componente di rumore causata, ad esempio, dal respiro negli strumenti a fiato o dal raschiamento dell'arco sulla corda. Il rumore fa sì che la parte armonica dello spettro risulti spesso leggermente allungata o compressa. In altre parole, in ogni suono naturale, ovvero complesso, le parziali hanno tra loro e tra loro e la fondamentale un rapporto che solo approssimativamente può essere espresso come rapporto tra numeri interi, in realtà risultano avere dei rapporti leggermente maggiori o minori dei numeri previsti dalla teoria, contengono quindi un certo grado di inarmonicità[49] che varia al variare del tempo e aumenta mentre si raggiungono le parziali più distanti dalla fondamentale. Nel caso degli ottoni, ciò che ne definisce il riconoscimento sonoro non è un'invarianza, una regolarità nell'andamento delle sue armoniche costitutive ma al contrario un'instabilità, una

[46] Negli standard per la terminologia acustica, la Acoustical Society of America (1994) definisce formante come "Of a complex sound, a range of frequencies in which there is an absolute or relative maximum in the sound spectrum. Unit, hertz (HZ). NOTE-The frequency at the maximum is the formant frequency." - http://newt.phys.unsw.edu.au/jw/formant.html#references (accesso: 25/06/2020)
[47] Leroux 2010, 85.
[48] Dufourt 2014, 26.
[49] «[…] many musical sounds are inharmonic, e.g., the partials' frequencies are not exact multiples of the fundamental frequencies.» Cit. Risset 1978 http://articles.ircam.fr/textes/Risset78d/index.html#IId. (accesso: 25/06/2020) Per ulteriori approfondimenti circa le caratteristiche spettrali di suoni emessi da strumenti cfr.: Moore, Peters, Glasberg 1985; Pierce 1988, 182-197; Argenti, Nesi, Pantaleo 2009.

caratteristica irregolarità: «La firma di un suono di un ottone va ricercata dal lato dello squilibrio o della disarmonia.»[50].

Questo processo di trasformazione, che a livello infinitesimale è presente nel suono stesso ed è reso visibile dall'analisi del suo spettro, che a livello microformale è identificabile come il movimento da uno spettro armonico ad uno inarmonico e che, dal punto di vista macroformale, può essere riconosciuto come un passaggio progressivo dal suono al rumore (da ottenersi, ad esempio, attraverso fenomeni di accumulazione e densificazione del materiale sonoro) viene accolto e ampliato da Tristan Murail in *Mémoire/Erosion* (1975) [51] per corno solo e piccolo ensemble, mediante tecniche compositive che s'ispirano a quelle desunte dagli studi di registrazione.

> Il circuito a re-iniezione, la classica procedura di registrazione di musica su nastro dal vivo [...] coinvolge due registratori separati da una distanza calibrata con precisione; il nastro scorre dall'uno all'altro. Il primo registratore registra i segnali che riceve [...] il secondo legge il nastro dopo un ritardo, la cui lunghezza è determinata dalla distanza tra i registratori. Mentre il secondo registratore legge il nastro, invia il segnale al primo, dove si fonde con i nuovi segnali che arrivano simultaneamente. [...] La cosa interessante di questo processo è che il suono, copiato e, soprattutto, continuamente remixato con i nuovi segnali, viene progressivamente consumato, deteriorato, degradato, trasformato, distrutto. Il suono si fonde con il rumore bianco, e il processo si conclude con l'emergere di nuove frequenze, di ritmi autogenerati, di interferenze.[52] (Murail 2005, 124-125)

[50] Dufourt 2014, 83.

[51] *Mémoire/Erosion* (1975), altro brano emblematico della estetica spettrale, la cui importanza è riconosciuta dallo stesso autore nel suo più importante scritto teorico, *La révolution des sons complexes*, "Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik" XVIII (1980), 77-9, dove viene illustrato il principio formale a seguire nel testo. Per approfondimenti cfr. Szendy 2002; Murail 2005.

[52] «The re-injection loop, the classic procedure of setting music to tape live [...] involves two recorders separated by a precisely calibrated distance; the tape runs from one to the other. The first recorder tapes the signals it receives [...] the secondo reads the tape after a lag, the length of which is determined by the distance between the recorders. As the second recorder reads the tape, it send the signal back to the first, where it blends with the new signals that are simultaneously arriving. [...] The interest in the process is that the sound, recopied and, above all, continually remixed with new signals, is progressively worn down, degraded, transformed, destroyed. The sound merges with white noise, and the process ends with the emergence of new frequencies, of self-generated rhythms, of interferences.»

Il processo di trasformazione sonora che il compositore osserva nell'interazione fra due macchine viene tradotto nel suo correlativo acustico. Il Do_3, proposto inizialmente dal corno, viene inserito in un immaginario circuito a re-iniezione formato dell'ensemble strumentale che lo varia periodicamente e costantemente. Ad ogni ripetizione segue un processo di erosione che mentre distrugge le strutture originarie ne ricrea di nuove grazie all'utilizzo sistematico di tecniche strumentali estese, di multifonici e di microintervalli. Queste tecniche vengono utilizzate da Murail per esaltare la riproposizione in chiave strumentale del processo di spostamento di frequenza (frequency shifting). Lo spostamento di frequenza è un tipo di distorsione che consiste nell'aggiungere un valore di spostamento costante ed esponenziale a tutte le parziali di una relativa fondamentale in modo da alterarne le relazioni armoniche. Viene mutuato dai dispositivi analogici. Poiché il valore dello spostamento è esponenziale, l'effetto della distorsione diventa sempre meno significativo all'aumentare delle frequenze; in altre parole, la percentuale di distorsione diminuisce.[53] Nella Figura seguente (Figura 5) è possibile osservare la progressiva distorsione spettrale del Do centrale con relativo spostamento di frequenza: (a) gli archi rilevano il Do e muovono gradualmente l'archetto verso il ponticello proiettando le sue armoniche nell'ensemble; (b) (c) (d) il Do scivola leggermente verso il basso scendendo di un quarto di tono; (e) (f) lo scivolamento del Do produce un effetto di germinazione armonica; (g) (h) (i) mentre il Do scompare, scivolando verso il Si_b, le sue armoniche si rinforzano e creano col Si_b uno spettro distorto, tale distorsione viene ulteriormente amplificata dagli archi grazie al gesto dell'arco pressato; (j) il Si_b viene sostenuto e accompagnato da altre frequenze che suonano come sue parziali.

[53]Cfr.http://support.ircam.fr/docs/AudioSculpt/3.0/co/Tranpos.html; (accesso: 25/06/2020)
Clark 2003, cap.13 http://www.cim.mcgill.ca/~clark/nordmodularbook/nordmodularbook.pdf (accesso: 25/06/2020).
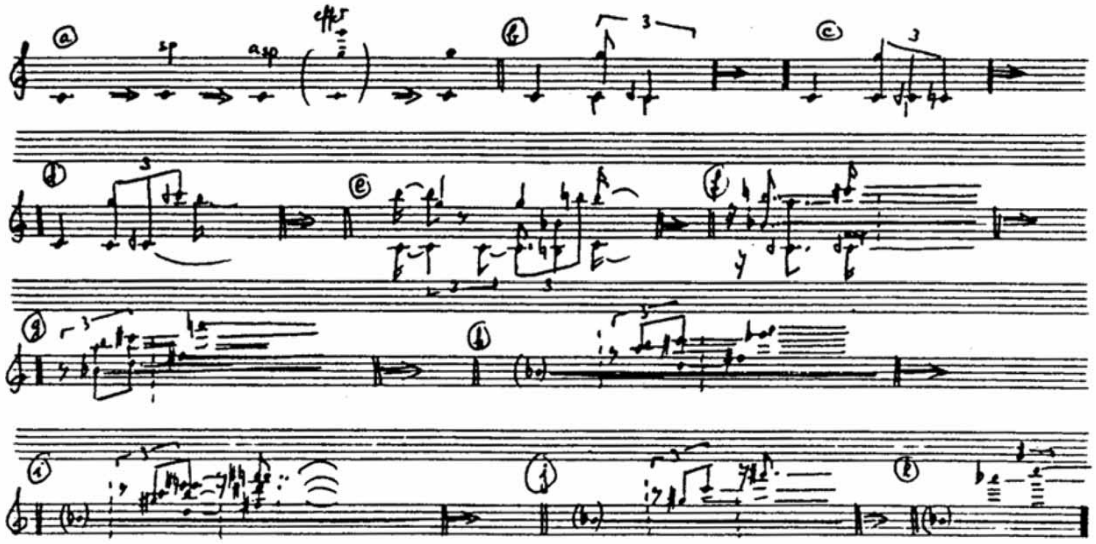


Fig. 5.
Organizzazione della struttura frequenziale dell'inizio di *Mémoire/Erosion*. Trasformazione del Do_3 attraverso processo di progressiva distorsione spettrale. (Murail 2005, 129.)

In questo caso l'integrazione di tecniche strumentali estese, aggiungendo nuove frequenze alla sonorità di base, collabora alla trasformazione degli aggregati da armonici a parzialmente inarmonici. In altri punti del brano Murail procederà da frammenti di spettro armonico ad altri totalmente inarmonici grazie all'uso di suoni multifonici ai fiati, combinati con gli archi al ponticello.

Si riscontra un altro aspetto essenziale in *Mémoire/Erosion*: l'imitazione orchestrata del circuito a re-iniezione incide su più livelli strutturali, anche ad un livello più superficiale, di figura, se si considerano i gesti di cui si compone come un «atomo percettivo, equivalente, forse, all' 'oggetto sonoro' di Pierre Schaeffer».[54] Formato nella sua prima apparizione dal gesto dello sforzato più quello del ribattuto ai fiati o il gettato degli archi (Figura 6), il circuito a re-iniezione può essere percepito come una totalità, un'entità coerente organizzata in una gestalt, come una forma[55]. Questo tipo di percezione è sorretta non solo dal fatto che i due gesti condividono elementi frequenziali fortemente correlati e che la loro prossimità temporale è tale da creare l'illusione uditiva che il secondo suono entri nel primo e lo completi – si noti che

[54] Murail 2005, 123.
[55] Chion 2009, 34.

entrambi gli elementi succitati assolvono al secondo fattore della legge di prossimità il quale, secondo la psicologia della gestalt, attiene alla formazione di raggruppamenti percettivi[56] – ma è soprattutto la forma dinamica complessiva che ci permette di percepire il 'circuito a re-iniezione' come una forma a sé e quindi di ordinarlo in una delle categorie stabilite dal compositore Helmut Lachenmann nel suo scritto teorico *Modelli sonori della nuova musica* (1966). In questo testo Lachenmann mette a disposizione dell'analista e dello studioso di teoria della composizione alcuni modelli sonori molto semplici e, in quanto tali, dotati di un'alta capacità astrattiva con lo scopo di offrire una panoramica controllata all'apparente infinità di esperienze empirico-acustiche. Nel caso in esame, l'oggetto sonoro 'circuito a re-iniezione' può essere inteso e discretizzato come un «suono impulsivo la cui estinzione consiste in una risonanza aggiunta artificialmente»[57]. La sua forma caratteristica consiste in un attacco ridotto ad un impulso seguito da un'estinzione naturale o artificiale. Il modello di suono impulsivo è un sotto modello della più ampia categoria del suono cadenza. La peculiarità di un suono cadenza è la capacità di essere percepito come processo, come divenire.

[56] Bregman 1994, 20.
[57] Lachenmann 2010, 37-38.

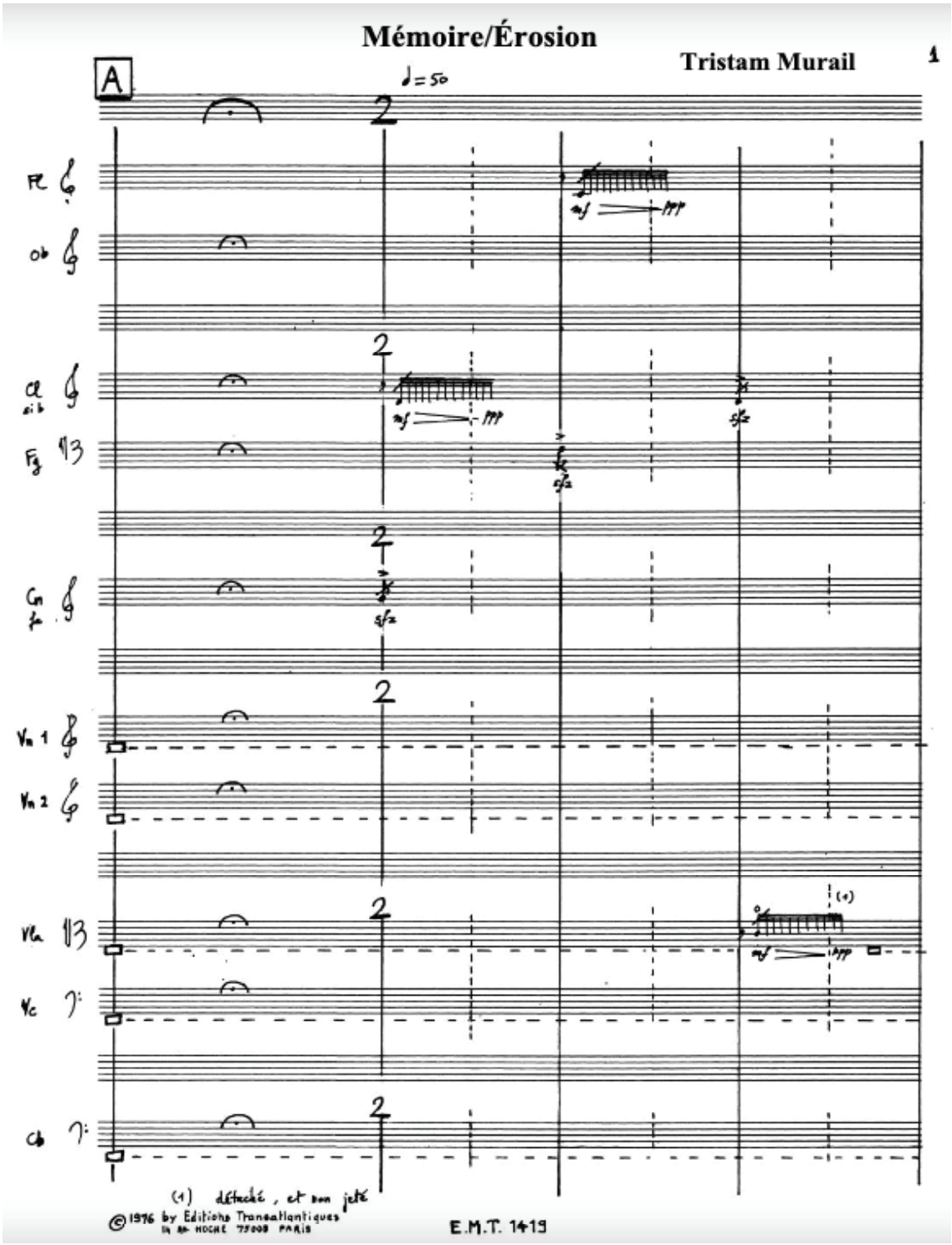


Fig. 6.
Tristan Murail, *Mémoire/Erosion*, bb. 1-4 (© Editions Transatlantiques); il suono del corno dà vita all'oggetto sonoro circuito a re-iniezione' - formato dal gesto sforzato più quello del ribattuto (fiati) o gettato (archi) - che si sposta nell'ensemble.

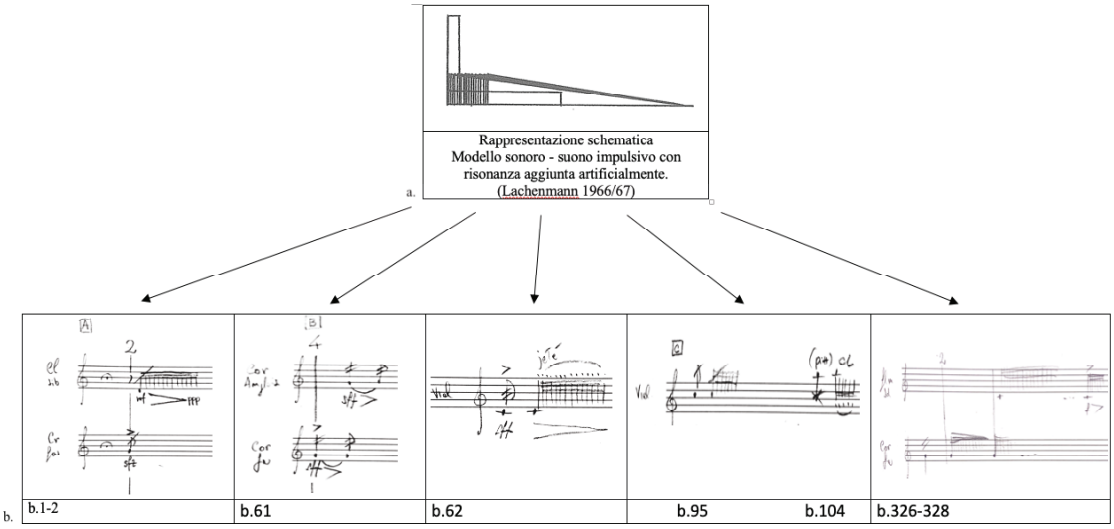


Fig. 7.
Schema grafico: ricomparsa oggetto sonoro circuito a re-iniezione'
a. Modello sonoro – suono impulsivo con risonanza aggiunta artificialmente; b. Comparsa del modello in alcuni punti di *Mémoire/Erosion.*

Lo schema grafico visibile nella Figura 7 propone una comparazione fra la rappresentazione grafica del modello sonoro 'suono impulsivo con risonanza aggiunta artificialmente' e alcune delle proposte leggermente modificate dell'oggetto 'circuito a re-iniezione'. Visibili in precisi punti della partitura, la loro successiva ripetizione progressivamente variata crea i caratteristici processi di trasformazione della sequenza temporale dell'opera. In questi punti, e nelle ripetizioni che non divergono troppo dal modello sonoro di riferimento, è altamente probabile che l'oggetto, poiché fortemente caratterizzato nella sua conformazione ritmico-dinamica, risulti particolarmente saliente a livello percettivo anche se presentato variato nelle sue caratteristiche macro e microfoniche. Le ricerche di McAdams e Pressnitzer (2000) illustrano a tal proposito che «quando viene percepito un nuovo stimolo, se [quest'ultimo] è abbastanza simile ad una potenziale rappresentazione già memorizzata, sarà classificato come membro della stessa famiglia»[58] ed è molto probabile che venga catalogato dal sistema percettivo del ricevente (dell'ascoltatore) come *stimolo* uditivo strutturalmente fondante poiché altamente riconoscibile e quindi facilmente memorizzabile[59]. Inoltre, poiché l'oggetto 'circuito a re-iniezione' viene proposto per un lungo periodo di tempo

[58] Saariaho, McAdams 1985, 56.
[59] «Ainsi, si un élément est facilement mémorisé, sa contribution potentielle à la forme est bien plus importante que celle d'un élément difficilement remémorable. La facilité de mémorisation doit donc être l'un des attributs essentiels d'un élément porteur de forme.» Cit. Saariaho, McAdams 1985, 56.

all'inizio del brano e poiché la stessa cosa avviene per le sue trasformazioni graduali, è presumibile che si attivi nel ricevente un processo mnemonico legato alla partecipazione: sembra che l'attenzione uditiva sia infatti predisposta a focalizzarsi su eventi che ci si aspetta si ripresentino sulla base di conoscenze culturali astratte dalle esperienze passate e che da questo processo psicologico derivi la nostra capacità di stabilire mentalmente sequenze di eventi. [60]

Lo stile di Murail adotta così la ripetizione per lunghi periodi dello stesso oggetto, che può essere sia un suono isolato che un gesto musicale più ampio che si trasforma gradualmente. Così facendo, non solo traduce in un ensemble strumentale un processo desunto dalle tecnologie di base presenti allora negli studi di registrazione, ma anticipa quei fenomeni di discretizzazione sintattica del materiale che saranno alla base a) della riflessione sullo sviluppo formale tra gli anni '80 e '90 e verranno affrontati più avanti in questo capitolo e che b), come vedremo nel secondo e terzo capitolo, incideranno profondamente sulla riflessione teorica e sui processi di strutturazione formale di Kaija Saariaho.[61] La riflessione sul ruolo della memoria nella percezione delle strutture musicali sarà, inoltre, di fondamentale importanza rispetto all'evoluzione dei suoi processi compositivi negli anni '90. Come si vedrà nel quarto capitolo, si tratta di una riflessione che la compositrice inizia a porre in essere già dal 1985 quando, nel testo teorico scritto in collaborazione con McAdams, afferma che «il concetto di trasformazione musicale si scontra con i limiti psicologici del riconoscimento di un originale nelle sue successive modifiche»[62].

[60] Pressnitzer, McAdams 2000, 56.
[61] Cfr. 4.1; 4.3; 4.4.1.
[62] Saariaho, McAdams 1985, 59-60. Cfr.: 2.2.2

1.4 Modelli tecnologici di generazione armonica

1.4.1 La modulazione di frequenza

Tra il 1975 e il 1980, ulteriori modelli elettroacustici desunti da tecniche di registrazione forniscono semplici e potenti principi di generazione armonica ed entrano a far parte dello stile di Tristan Murail alimentandone l'evoluzione. Oltre a quello della re-iniezione, il compositore utilizza il principio dell'eco in *Territoires de l'oubli* (1976-1977), ma soprattutto integra particolari modelli dedotti dal funzionamento dei sintetizzatori analogici a controllo voltaico: la modulazione ad anello, in *Treize couleur du soleil couchant* (1978), *Ethers* (1978), *Les Courants de l'espace* (1979), e la modulazione di frequenza in *Gondwana* (1980).

Impiegato inizialmente nelle trasmissioni radio, l'algoritmo della modulazione di frequenza[63] venne sperimentato e applicato alle ricerche relative alla sintesi sonora da John Chowning nel 1967. L'applicazione dell'assioma permette la generazione di un segnale audio particolarmente ricco, detto spettro modulato in frequenza, attraverso l'interazione fra due componenti sinusoidali, una fissa detta portante (o *carrier*) e una mobile detta modulante (o *modulator*). Il movimento oscillatorio della modulante, regolato attraverso un indice di modulazione dinamico, fa sì che attorno alla frequenza portante vengano generate istantaneamente – attraverso moltiplicazione – delle bande di frequenza laterali e simmetriche. Queste bande laterali hanno il vantaggio di mostrare una grande varietà di flusso spettrale al variare dell'indice di modulazione. In altre parole, ad un indice di modulazione crescente corrispondono altrettante bande di frequenze laterali. L'armonicità o l'inarmonicità dello spettro generato dipendono dalle relazioni proporzionali di ampiezza che intercorrono fra le due componenti sinusoidali: se la proporzione si basa su numeri razionali allora lo spettro sarà armonico; risulterà inarmonico se generato da una proporzione fra numeri irrazionali.

[63] «The equation for a frequency-modulated wave of peak amplitude A where both the carrier and modulating waves are sinusoids is e = Asin $(\alpha t + I \sin \beta t)$ where e = the instantaneous amplitude of the modulated carrier; α = the carrier frequency in rad/s; β = the modulating frequency in rad/s; I = d/m = the modulation index, the ratio of the peak deviation to the modulating frequency.» Cit. Chowning 1973, 1. Inoltre, cfr.: Truax 1977, 39-45; Chowning, Bristow 1986.

L’esempio seguente (Figura 8) mostra uno spettro modulato in frequenza con portante (c) a 440 Hz e modulante (m) a 100 Hz; le bande di frequenza laterali seguono un indice crescente dinamico da 0 a 6.

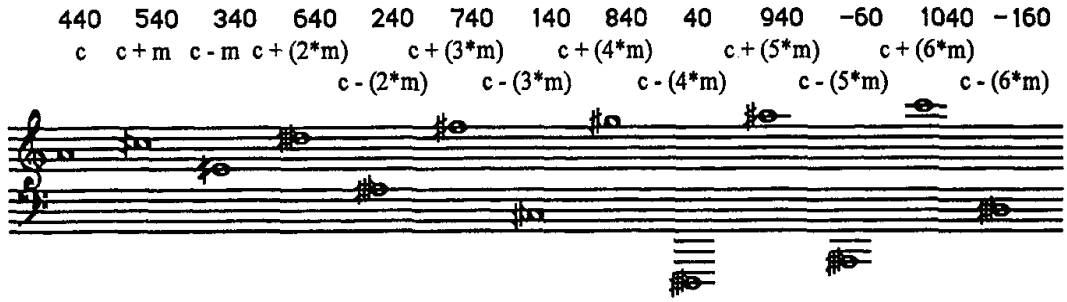


Fig. 8.
Esempio di spettro modulato in frequenza. Frequenza portante (c) a 440hz e modulante (m) a 100hz; indice di modulazione dinamico a 0 a 6. (Fineberg 2000, 96)

Lo spettro di Figura 8, composto dalla frequenza portante più dodici bande simmetriche laterali, risulterà armonico perché basato su un rapporto fra numeri razionali.

Le frequenze delle bande laterali vengono tradotte nell’orchestra grazie alla tecnica spettrale dei *suoni risultanti* o di combinazione; esposta da Gérard Grisey nel testo teorico *Strutturazione dei timbri nella musica strumentale*:

> […] Due suoni simultanei emettono, oltre le proprie frequenze, un insieme di suoni risultanti chiamati suoni di combinazione. Chiameremo suoni generatori le frequenze che generano i fenomeni, suoni addizionali la somma di queste frequenze generatrici e suoni differenziali la differenza di queste frequenze. (Grisey 2000d, 50)

In *Gondwana* (1980)[64], Tristan Murail applica la formula della modulazione di frequenza per calcolare le altezze che compongono i sei complessi accordali sui quali

[64] *Gondwana* (1980), brano altamente emblematico. Può essere considerato come una sorta di spartiacque tra la prassi del primo spettralismo e la sua evoluzione, grazie al fatto che in esso convivono elementi estetici e tecnici tipici degli anni 70 (poetica della continuità, superamento delle soglie, ecc.) ma anche processi che mostrano il desiderio di liberarsi da una linearità di progressione troppo grande.

si basa la prima sezione del brano. Per il primo accordo viene utilizzata una portante a 392.00 Hz, una modulante a 207.65 Hz e un indice di modulazione dinamico da 0 a 9. Il compositore ottiene in questo modo nove frequenze di somma e altrettanti frequenze di differenza. Le frequenze ottenute vengono traslate nelle altezze costitutive il primo aggregato sonoro, arrotondate al semitono (fanno eccezione quelle che coincidono quasi perfettamente con il quarto di tono). (Figura 9)

Summation formulae	Summation tones [Hz]	Difference formulae	Difference tones [Hz]
$f_{1,sum} = C + M$	599.65	$f_{1,difference} = \|C - M\|$	184.34
$f_{2,sum} = C + 2M$	807.30	$f_{2,difference} = \|C - 2M\|$	23.31
$f_{3,sum} = C + 3M$	1014.95	$f_{3,difference} = \|C - 3M\|$	230.96
$f_{4,sum} = C + 4M$	1222.60	$f_{4,difference} = \|C - 4M\|$	438.61
$f_{5,sum} = C + 5M$	1430.26	$f_{5,difference} = \|C - 5M\|$	646.27
$f_{6,sum} = C + 6M$	1637.91	$f_{6,difference} = \|C - 6M\|$	853.92
$f_{7,sum} = C + 7M$	1845.56	$f_{7,difference} = \|C - 7M\|$	1061.57
$f_{8,sum} = C + 8M$	2053.21	$f_{8,difference} = \|C - 8M\|$	1269.22
$f_{9,sum} = C + 9M$	2260.87	$f_{9,difference} = \|C - 9M\|$	1476.88
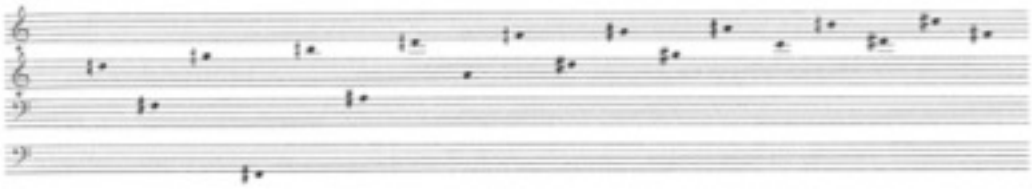


Fig. 9.
In alto: tabella delle frequenze con calcolo delle frequenze del primo accordo di *Gondwana*;
In basso: trasposizione delle frequenze nelle altezze (la disposizione arpeggiata riflette l'indice di modulazione). (Hirs 2009, 96.)

Confrontando la tabella contenente il calcolo delle frequenze con la loro risoluzione in altezze nella Figura 9, ci si aspetterebbe di trovare molte più altezze nei registri bassi del sistema che non in quelli alti come effettivamente avviene. Poiché i calcoli effettivi avevano prodotto note troppo basse per poter essere effettivamente suonate dall'ensemble a disposizione, Murail applica a quest'ultime un'ulteriore tecnica: quella del *foldover*. Le altezze considerate troppo gravi vengono riflesse nelle loro corrispettive acute. L'utilizzo di tale tecnica è sorretto dalla costatazione che nella costruzione di un suono sintetico modulato in frequenza, dal punto di vista sonico, una frequenza negativa è identica al suo valore assoluto, per cui la sottrazione si traduce in

Per analisi più dettagliate si rimanda a: Murail 1980; Anderson, Murail 1993; Szendy 2002; Murail 2005; Alla 2008 ; Hirs, Gilmore 2009.

frequenze ascendenti che mescolandosi con le componenti additive originali, rinforzano alcune regioni dello spettro. [65] Per il secondo, il terzo, il quarto e il quinto accordo, il calcolo delle frequenze viene attuato utilizzano fattori d'indice crescenti tali che *i*=9, *i*=10, *i*=8 e *i*=10 rispettivamente. La sequenza di accordi così derivata viene inoltre modificata dall'intersezione di accordi interpolati fra coppie contigue di accordi, costruiti selezionando note da accordi adiacenti. Anche Kaija Saariaho userà interpolare così le sue strutture accordali; lo si vedrà in particolarmodo grazie all'analisi di alcuni aggregati di *Lichtbogen* (1986). Inoltre, un procedimento molto simile verrà utilizzato in *Solar* (1993), questa volta per la costruzione di una serie di accordi.[66]

1.4.2 La modulazione ad anello

Sebbene i presupposti che animano i procedimenti relativi alla modulazione ad anello siano simili a quelli della modulazione di frequenza (vale a dire che in entrambe lo spettro generato risulta da un'interazione tra due componenti) vi è tra le due una differenza principale. Se possiamo definire il modello della modulazione di frequenza come gerarchico, poiché le due componenti frequenziali assolvono ad una funzione ben precisa e fissa all'interno del processo generativo, il tipo di modulazione ad anello presenta tutt'altre caratteristiche: non vi è più una frequenza portante ed una modulante che modifica la prima, ma entrambe le componenti si modulano l'un l'altra combinandosi sia per addizione che per sottrazione. Tale movimento rende disponibili tutte le combinazioni additive e sottrattive tra le parti che concorrono alla generazione armonica del suono risultante. Il dispositivo conosciuto come *ring modulator*, in uso negli studi di registrazione fin dalla metà del XX secolo e sopravvissuto praticamente inalterato ai progressi della tecnologia, applica questo tipo di modulazione non gerarchica fra due componenti. Dotato di due ingressi per altrettanti segnali audio separati, esegue una semplice operazione aritmetica sulle componenti di frequenza costituenti e presenta i risultati in un'unica uscita. I prodotti di questa modulazione

[65] Per ulteriori dettagli tecnico-acustici circa il fenomeno del foldover nella FM cfr.: Chowning 1986, 61-82.
[66] Cfr. 3.4.1.; 4.4.2.

sono noti come somma e differenza di toni in relazione all'interazione tra i segnali applicati. Se nei due ingressi vengono inserite rispettivamente una frequenza sinusoidale f_1 = 400 Hz e una frequenza f_2 = 300 Hz, il dispositivo produrrà un tono di somma $f_1 + f_2$ = 700 Hz, e un tono di differenza $f_1 - f_2$ = 100 Hz. Entrambi i segnali saranno presenti nel suono in uscita. Se entrambi o uno dei due suoni modulanti sono complessi, ogni componente sarà soggetto a modulazione. Ad esempio, un suono costituito da tre parziali a 300, 600 e 900 Hz, modulate con un altro suono a 75 Hz, produrrà uno spettro composto da toni di somma pari a 375, 675 e 975 Hz, e toni di differenza pari a 225, 525 e 825 Hz. Anche in questo tipo di modulazione l'armonicità o l'inarmonicità dello spettro risultante (e la conseguente capacità di passare da uno spettro armonico ad uno inarmonico) è relativa ai rapporti numerici che intercorrono fra le due componenti generatrici.[67]

Ancora una volta è Grisey che teorizza la riproposta orchestrale della modulazione ad anello. A tal proposito, in *Strutturazione dei timbri nella musica strumentale* :

> [...] I suoni di combinazione, così come gli armonici di un suono, sono generalmente non udibili immediatamente e individualmente. In alcuni casi però, non solo sono udibili ma scientemente utilizzati, ad esempio dai fabbricanti d'organo, dai liutai, dagli accordatori di campane o di pianoforti. Il caso dell'organo è ben noto: per evitare le enormi canne di 32 piedi, il suono corrispondente viene ricreato con due canne di 16 piedi e di 10 piedi 2/3. Le due frequenze così prodotte (armonici 2 e 3 del fondamentale) generano un suono differenziale percettibile, equivalente al suono prodotto da una canna di 32 piedi. […] infine, nei sintetizzatori analogici, un piccolo apparecchio ormai banale, il Modulatore ad Anello (Ring Modulator) modula una frequenza chiamata portante da un'altra frequenza chiamata modulante e produce la somma e la differenza di queste due frequenze. […] Ciò ci porta a considerare che, attorno a ciascun intervallo e a ciascun complesso di suoni, si trova un'aura di suoni differenti e addizionali la cui complessità dipende dalla ricchezza di armonici dei suoni generatori […] propongo di chiamare l'insieme dei suoni differenziali e addizionali prodotti sia all'interno dello spettro di un suono isolato che tra due suoni sentiti simultaneamente: l'ombra del suono. (Grisey 2000d, 50-51)

In quasi tutti i brani che formano il ciclo *Les Espaces Acoustiques* Grisey immagina e utilizza in determinate sezioni la tecnica dei suoni risultanti. Un caso emblematico è

[67] Manning 2004, 54-55.

tuttavia *Modulations* (1976)[68], in cui le sezioni dal numero 1 al numero 17 e dal numero 23 a 31, vengono entrambe strutturate grazie all'alternarsi di due piani armonici sorretti a loro volta da due tipi di aggregati sonori. Il primo aggregato è formato da suoni generatori, posto in primo piano grazie ad espedienti dinamici; il secondo, *l'ombra* del primo, è composto da suoni differenziali e addizionali generati dalla somma e dalla differenza delle altezze costitutive il primo aggregato. Ambedue le sezioni sono suddivisibili in 13 sottosezioni, in ognuna di queste agli aggregati composti da suoni generatori seguono quelli formati dai suoni generati. Il susseguirsi degli aggregati svela un processo di graduale evoluzione da uno stato sonoro inarmonico ad uno armonico. Grazie all'analisi condotta da Rose (1996), si nota che nella prima delle due sezioni (Figura 6) dall'utilizzo del modello tecnologico di riferimento scaturisce un ulteriore costrutto: lo spettro subarmonico.

[68] *Modulations* (1976), per trentatré strumenti; quarto brano del ciclo *Les Espaces Acoustiques* (1974/85). L'analisi che segue si basa sulle ricerche contenute in Rose 1996; Baillet 2000; Pustijanac 2016, 155-186; Pustijanac 2017, 102-114.
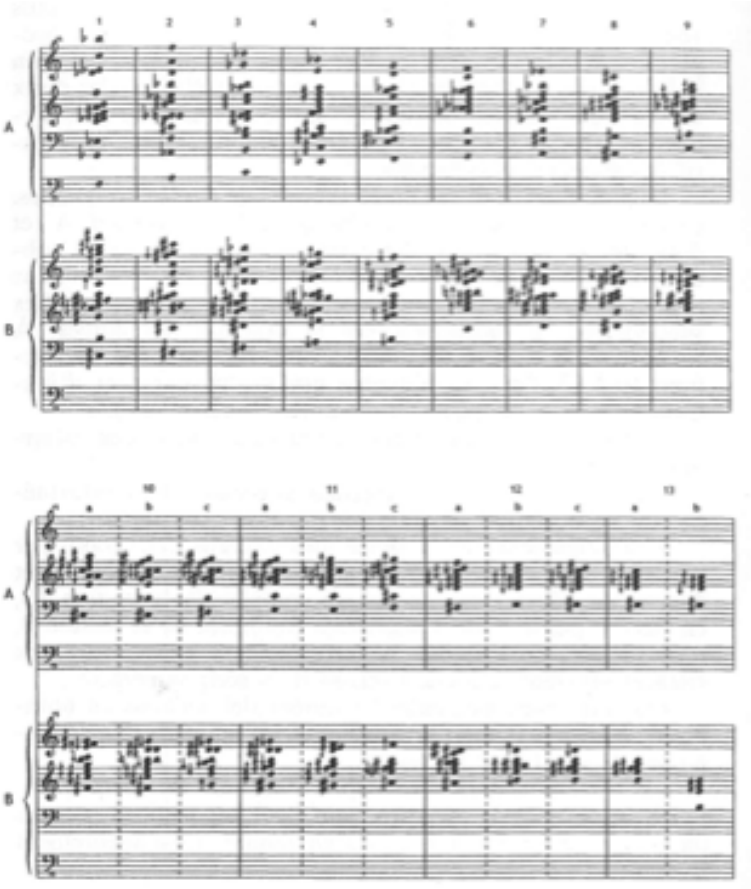


Fig. 10.
Riduzione della prima sezione di *Modulations*.
(Baillet 2000, 117.)

Concepito come artificiale e costruito da Grisey come *specchio* di uno spettro armonico, lo spettro di subarmonici è caratterizzato da intervalli ampi nel registro acuto che vanno via via restringendosi verso il grave. Nella Figura 10 è possibile visualizzare il processo di progressiva armonizzazione degli oggetti A (complesso generatore) e B (complesso generato). Entrambi convergono simmetricamente nel loro centro, tramite progressiva contrazione dell'ambitus. Si noti inoltre che le successioni delle altezze costitutive gli accordi del complesso A, che dall'acuto verso il grave seguono la successione dello spettro armonico di Fa, partono con intervalli ampi che vanno via via restringendosi fino a formare uno spettro sub-armonico, uno spettro invertito.

Lo spettro subarmonico, artificiale perché composto matematicamente per inversione rispetto allo spettro armonico corrispondente, viene usato per costruire anche l'ultima sezione di *Modulations*, dove

> i numeri da 44 a 54 della partitura contengono una serie di spettri orchestrati per fiati, archi, arpa e organo elettrico. A ciascuno degli spettri corrisponde uno specchio del medesimo spettro (sub-armonici). La comparsa e l'evoluzione degli inarmonici va di pari passo con uno scaglionamento dei transitori di attacco, una trasposizione verso il grave degli spettri "retti" e verso l'acuto degli spettri in inversione, e insieme un progressivo avvicinamento dei timbri. (Grisey 2000d, 49)

Entra così a far parte delle tecniche di scrittura spettrale[69], materializzato attraverso la concretezza della notazione e raffinato grazie ad un'astrazione simmetrico-matematica, un fenomeno che solo recentemente è risultato analizzabile da un punto di vista fisico-acustico.

Prima di presentare alcuni studi sul fenomeno della subarmonicità, aggiungiamo che anche Tristan Murail utilizza la tecnica della modulazione ad anello. Il compositore associa il modello tecnologico di riferimento a quello di suono complesso strumentale ottenuto grazie alla produzione di multifonici mediante ciò che potremmo definire un procedimento analogico; ovvero come procedimento logico secondo il quale, data la somiglianza di due cose per uno o più aspetti, si può supporre che esse siano simili anche per altri loro aspetti[70]. In *Ethers* (1978) il materiale armonico di base è estratto dalla modulazione fra due frequenze suonate al flauto, una suonata (un Si_{b4} 932 Hz) e l'altra cantata (un $Do_{\#3}$ 277 Hz), la prima frequenza sottratta e addizionata alla seconda fornisce un aggregato sonoro di quattro suoni calcolati con un'approssimazione all'ottavo di tono.

[69] Si ricorda che il modello di spettro sub-armonico regge tutta la prima parte del dittico *Anoubis et Nout* (1983-1990), per sassofono basso o baritono. http://brahms.ircam.fr/works/work/8947/ (accesso: 25/06/2020); inoltre, cfr. Taylor 2005.

[70] Si intende qui il termine analogico in quanto aggettivo di analogia, sia nella sua definizione filosofica sia nella definizione desunta dalla linguistica, rispetto all'influenza esercitata da una forma linguistica su un'altra con conseguente assimilazione.
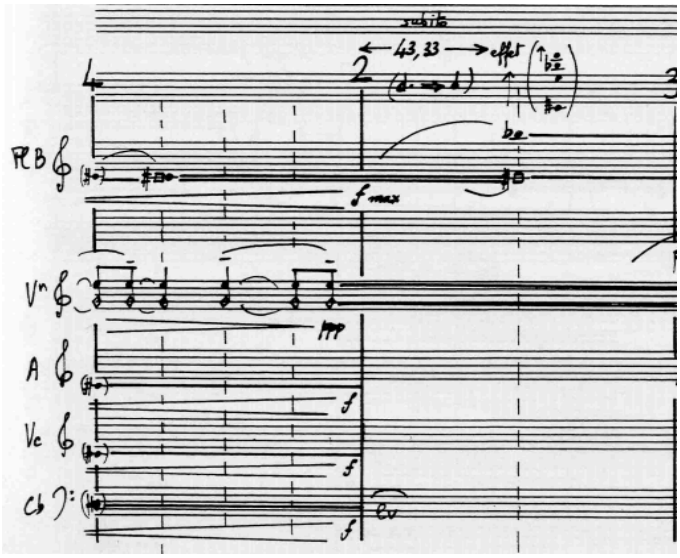


Fig. 11.
Tristan Murail, *Ethers*, bb. 26-27 (© Editions Transatlantiques). Sul rigo del flauto è possibile osservare i due suoni generatori; fra parentesi, in alto, l'aggregato formato da questi più la frequenza addizionale (Re_5 1209 Hz) e differenziale (Mi_4 655 Hz).

Come è possibile osservare nella Figura 11, l'entrata del suono complesso al flauto viene annunciata dagli archi che svelano man mano i suoni dell'aggregato di base, con l'aggiunta di altri due suoni estratti dal calcolo dei differenziali di secondo e terzo grado. Il processo continua per tutto il brano grazie al flauto che propone una serie di modelli armonici attraverso suoni di multifonici. Accolti dal quintetto e progressivamente deformati in nuove texture, forniranno il pretesto per nuovi modelli acustici del flauto.[71]

1.4.2.1 Frequenze subarmoniche e non-linearità dell'orecchio

Alcuni studi recenti hanno stabilito che il fenomeno della generazione di frequenze subarmoniche può risultare udibile solo in sistemi non lineari in risposta all'uso di metodi perturbativi nella transizione da un comportamento non caotico ad uno caotico. Determinati strumenti musicali possono essere condotti in un regime non lineare quando la pressione che permette l'inizio dello stato vibrazionale (esercitata dal

[71] Anderson, Murail 1993, 321; Alla 2008, 95-97.

soffiaggio, nel caso degli strumenti a fiato, o dall'aderenza e dall'innesco di scorrimento e dalla posizione dell'arco sulla corda negli strumenti ad arco) supera una certa soglia critica e porta alla generazione di onde trasversali e torsionali. Queste onde, sommandosi per riflessione, attivano un certo numero di frequenze più basse rispetto a quelle ottenibili attraverso l'esercizio di una forza convenzionale. Denominate in gergo tecnico Anomalous Low Frequencies (ALF), le subarmoniche udibili sono il risultato di oscillazioni forzate in uno stato transitorio e scompaiono non appena muta lo stato che ha innescato la loro generazione. Ne consegue che la subarmonicità è un fenomeno di soglia; vale a dire che dipende dal particolare valore della grandezza applicata, o applicabile, che discrimina tra la possibilità e l'impossibilità del verificarsi del fenomeno stesso.[72]

Data la non linearità del funzionamento dell'orecchio, il fenomeno della subarmonicità sembra interessare anche l'apparato uditivo durante una delle fasi inerenti ai processi percettivi e cognitivi e sembra che da tale fenomeno derivi quello dell'altezza residua. Torniamo quindi alla teoria di Terhardt. Nel paragrafo 1.2.2 abbiamo evidenziato il dualismo insito nella percezione uditiva definendo due modelli percettivi correlati: uno analitico, dal quale deriva il pattern di riconoscimento spettrale, e uno olistico identificato con l'Altezza Virtuale, che determina l'altezza percepita dei toni complessi. La prima parte del modello calcola le frequenze e valuta il mascheramento reciproco delle componenti sinusoidali pure di un tono complesso. Sulla base di queste informazioni, la seconda parte modella in una gestalt l'identificazione delle componenti armoniche. Ma come viene dedotta l'Altezza Virtuale Posto che in un sistema uditivo condizionato dall'esposizione ripetuta ai suoni complessi (in particolar modo quelli del parlato) vengano memorizzati in maniera del tutto spontanea dei pattern di riconoscimento, quando viene ripresentata una specifica disposizione di stimoli, il sistema ispezionerà ciascuna parziale posta nella regione di frequenza dominante (500 -1.500 Hz) chiedendosi "Quale armonica di quale fondamentale

[72] Per uno studio più esaustivo si rimanda alla seguente bibliografia che illustra alcuni interessanti esperimenti condotti sul comportamento di particolari strumenti a fiato e a corde: Rudnick 1983; Guettler 1994; Kimura 1999; Hanssen, Hindberg, Øigård, Birkelund, Hanssen 2006; Schoonderwaldt 2009.

potrebbe essere ". La risposta viene ottenuta usando il pattern di altezze spettrali precedentemente memorizzato come metro di valutazione. Verrà chiamato quindi pattern valutativo. Identico a quello da valutare ma invertito in direzione, il pattern valutativo si sposta orizzontalmente lungo il pattern spettrale valutato, e lo ispeziona attraverso una procedura detta *subharmonic matching*. A ciascuna componente sinusoidale udibile vengono assegnati un tot di componenti subarmonici. Gli incontri (*matches*) fra il maggior numero di subarmoniche rispetto a differenti componenti armonici sinusoidali suggerirà che quelle componenti sono armoniche dello stesso tono, il tono la cui fondamentale giace nel punto di coincidenza. In altre parole, più subarmoniche coincideranno con una particolare frequenza, più probabilità ci saranno che quella frequenza venga percepita come l'Altezza Virtuale del tono complesso. Sembra che il sistema uditivo utilizzi questa procedura sia per l'identificazione di un singolo tono complesso nel quale siano presenti tutte le armoniche, sia per quei toni che non presentano alcune parziali inferiori (nel cui caso si produce il tono risultante della fondamentale mancante), sia per valutare le varie possibili fondamentali che concorrono quando viene percepito un suono complesso inarmonico o un accordo.[73]
Poiché il principio uditivo su cui si basa la teoria dell'Altezza Virtuale è incorporato nell'algoritmo di uno dei programmi usati da Kaija Saariaho per l'analisi di suoni complessi strumentali, si ritiene che il concetto di spettro subarmonico enti a a far parte della tecnica compositiva della compositrice in maniera molto sottile: in qualità di metaprocesso[74] che permette la definizione di calcoli per l'estrazione di parametri musicali salienti a livello percettivo.

1.4.3 Il filtraggio spettrale e suoni strumentali complessi

Un'ulteriore tecnica di scrittura spettrale che si basa su un tipo di trattamento preso a prestito dalle tecniche della musica elettronica, è quella del filtraggio. Il filtraggio permette di sopprimere alcune zone formantiche di un qualsivoglia spettro derivato

[73] Cfr. Terhardt 1978; Terhardt, Stoll, Seewann 1982a; Terhardt, Stoll, Seewann 1982b; Terhardt 1984; Terhardt 1987; Parncutt 1988; Terhardt 1991.
[74] Con il termine metaprocesso si vuole intendere, mutuandone il significato da metalinguaggio, un processo formalmente definito che ha come scopo la definizione di altri processi artificiali.

dall'analisi di suono strumentale o concreto, o di generare zone formantiche filtrando vari tipi di rumore grazie all'azione di filtri selettivi o passa banda.[75] In *Modulations,* dal numero 31 al numero 44, Grisey utilizza simultaneamente quattro spettri armonici difettivi che costituiscono la base armonica di una grande polifonia spettrale e che progressivamente evolvono verso uno stato sempre più inarmonico. (Figura 12)
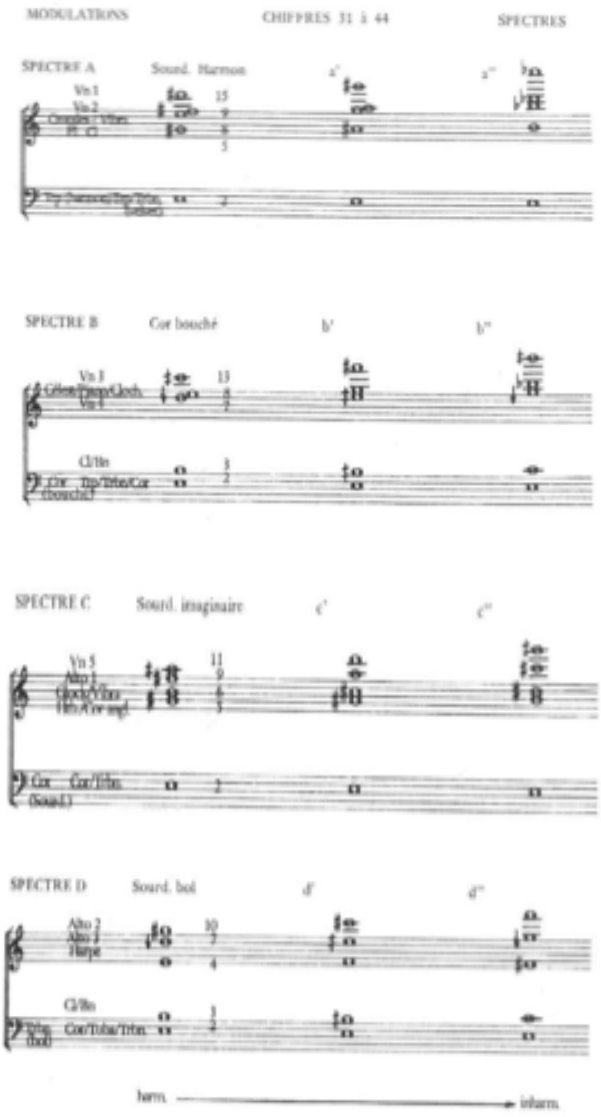


Fig. 12.
Riduzione della sezione da 31 a 44 di *Modulations*.
Gli spettri A, B, C, D evolvono dall'armonicità all'inarmonicità (Grisey 2000b, 39)

[75] Manning 2004, 50-54.

Il procedimento, in *Strutturazione di timbri nella musica strumentale*:

> Diverse sezioni di *Modulations* e di *Transitoires* presentano spettri filtrati secondo i dati sonografici di certe sordine. Nel sopprimere alcune zone armoniche e nel creare nuove zone formantiche, le sordine agiscono infatti sugli ottoni come filtri raddoppiati dall'equalizzatore. […]
>
> ***1.*** **Modulations, dal numero 31 al numero 44**
>
> All'origine di questi pochi minuti: quattro spettri provenienti dall'immagine sonografica degli ottoni che, muniti di varie sordine, suonano la stessa nota. Il formante e i filtri realizzati dalle sordine danno degli spettri più o meno stilizzati e limitati ad alcuni armonici […] (Grisey 2000b, 53-54)

Anche se il pretesto strutturante la sezione dal numero 31 al numero 44 di *Modulations* è indubbiamente tecnomorfo, ovvero lo stimolo compositivo scaturisce dall'astrazione di un'idea tecnologica applicata ad un contesto strumentale[76], il fatto che tre dei quattro spettri usati come base armonica derivino effettivamente dall'analisi di suoni "naturalmente" difettivi apre all'uso di ulteriori modelli generativi estratti da suoni e/o gesti strumentali complessi. Se nelle composizioni precedenti si è potuto osservare che l'integrazione di sordine, di multifonici e di gesti strumentali aveva assurto alla funzione di arricchire lo spettro enfatizzandone alcune caratteristiche e/o permettendo il passaggio da uno stato armonico ad uno inarmonico e viceversa. Inoltre, l'utilizzo di microintervalli aveva permesso l'illusione percettiva di una fusione verticale. Da questo momento in poi, a partire dalla succitata sezione di *Modulations,* e, successivamente in *Transitoires* (1980-81), gli spettri desunti dall'analisi di suoni inusitati o di gesti strumentali vengono associati ai quei fenomeni acustici dedotti da processi e algoritmi tecnologici e divengono essi stessi modelli di generazione armonica.

[76] «Tecnomorfismo, de acordo com a acepção de Peter Niklas Wilson (1989), refere-se à utilização metafórica de um processo tecnológico aplicado em um meio diverso ao qual este foi concebido; no caso, à muúsica composta para instrumentos tradicionais. Ou seja, a abstração de uma idéia tecnológica (come a manipulação de uma fita magnética, a análise de um espectro sonoro via computador etc.) aplicada à música tradicional instrumental ou vocal.» Cit. Catanzaro 2018-2019, 32.

In *Modulations,* gli spettri filtrati secondo le caratteristiche di tre sordine reali ed una immaginaria (Figura 8), progressivamente distorti, costituiscono la struttura armonica sulla quale

> si libera una polifonia di densità crescente che si trasforma poco a poco per coagulazione e omoritmia in una polifonia composta da blocchi sfocati e poi da blocchi precisi e infine in omofonia assoluta. (Grisey 2000b, 54.)

Elementi armonici di base molto simili a quelli di *Modulations* vengono ripresi in *Transitoires,* nella sezione dal numero 51 al numero 58. Qui viene presentato lo stesso principio di polifonia di gruppi strumentali percepito questa volta solo in omofonia. Nella sezione A dello stesso brano, dal numero 18 a 41, gli spettri utilizzati come base armonica derivano questa volta dalle analisi sonografiche di gesti strumentali, un Mi di contrabbasso suonato in quattro modi diversi: pizzicato in posizione ordinaria (pizz), posizione ordinaria dell'arco (ord), sul ponticello (sp) e infine il movimento dal ponticello verso la tastiera (asp). Dal numero 61 al numero 73, si realizza quella che il compositore definisce una «melodia spettrale, vale a dire […] un oggetto sonoro situato tra la melodia di timbri e la successione di accordi»[77]. Gli aggregati sonori che provengono dagli spettri usati nella sezione precedente, nella realtà della partitura mostrano ognuno fondamentali diverse ma, nel loro dispiegarsi dall'armonicità verso l'inarmonicità, presentano un elemento di coerenza timbrica – il «secondo armonico viene sempre affidato ai tromboni e ai corni con sordina e i legni realizzano strumentalmente gli spettri virtuali delle varie sordine»[78] – ed un elemento di coerenza più sottile, più etereo, che genera nuovamente quella una *zona liminale* situata fra la realtà della partitura e quella della percezione uditiva. Gli spettri utilizzati in questa sezione hanno infatti in comune «il fatto che le loro fondamentali appartengono ad un unico suono fondamentale fantasma, che non sentiamo, ma che regge l'evoluzione armonica dei cinque strati verso l'inarmonicità».[79]

[77] Grisey 1991, 53.
[78] *Ibidem.*
[79] Grisey 1991, 54

Anche il fenomeno che Grisey chiama 'suono fondamentale fantasma' si spiega con la Teoria di Terhardt.

Come avevamo anticipato nel paragrafo 1.4.2.1, la teoria dell'Altezza Virtuale tende a spiegare il rilevamento della fondamentale dell'accordo in termini psicoacustici, intendendo gli accordi musicali come composti da più toni armonici complessi simultanei le cui frequenze fondamentali sono in rapporto più o meno complesso. Ad esempio, quando si percepisce una triade maggiore composta dai toni Sol_5, Si_5, Re_6, le fondamentali dei toni costituenti saranno intese dal pattern di riconoscimento come la quarta, la quinta e la sesta armonica di un Sol_3 (inesistente) e si produrrà quindi un'altezza virtuale corrispondente al Sol_3. Questa altezza virtuale sarà relativamente debole poiché il pattern spettrale dell'accordo si discosta notevolmente da quello prodotto da un singolo tono armonico complesso. La fondamentale dell'accordo viene quindi definita altezza virtuale aggiuntiva.[80] La maggiore o minore stabilità percepita dell'altezza virtuale aggiuntiva dipende da molti fattori tra cui il più significativo sembra essere la disposizione delle altezze costitutive l'accordo. A tal proposito è stato compiuto il seguente esperimento. Sei diverse triadi musicali sono state suonate al pianoforte, registrate su nastro e analizzate utilizzando l'algoritmo di Terhardt. Le predizioni di altezze virtuali aggiuntive sono state ridotte alle sette altezze prominenti ed inoltre è stato calcolato l'equilibrio tra altezze spettrali e virtuali[81] mediante il calcolo del mascheramento e dello spostamento spettrale contenuto nell'algoritmo e impostando come soglia massima un Livello di Pressione Sonora (SPL) a 70dB. Le altezze così ottenute per ciascuno stimolo sono state poi tradotte nella corrispondente notazione letterale anglosassone, come è possibile osservare nella tabella di Figura 13, dove sono inoltre indicati i pesi percettivi di ogni altezza e il tipo di altezza (S = spettrale; V = virtuale).

[80] Terhardt 1982a; Terhardt 1982b; Terhardt 1984.
[81] Ricordiamo che la teoria di Terhardt si basa sul dualismo della percezione. (cfr. par. 1.2.2)

Stimulus	Extracted musical pitches and weights					
$A_4C_5^{\#}E_5$	A_4	A_3	A_2	D_3	E_6	F_2
	1.41 *V*	1.09 *V*	0.59 *V*	0.52 *V*	0.35 *S*	0.28 *V*
$C_5^{\#}E_5A_5$	A_4	$C_4^{\#}$	$C_5^{\#}$	A_3	A_2	$F_3^{\#}$
	0.46 *V*	0.41 *V*	0.40 *V*	0.35 *V*	0.34 *V*	0.33 *V*
$E_5A_5C_6^{\#}$	A_3	E_5	A_4	E_4	A_5	E_3
	0.60 *V*	0.54 *V*	0.52 *V*	0.42 *V*	0.38 *S*	0.29 *V*
$A_4C_5E_5$	A_4	A_3	D_3	A_2	F_2	D_3
	1.06 *V*	0.79 *V*	0.47 *V*	0.43 *V*	0.30 *V*	0.26 *V*
$C_5E_5A_5$	A_4	A_3	F_3	C_4	C_3	E_5
	0.53 *V*	0.47 *V*	0.45 *V*	0.42 *V*	0.40 *V*	0.40 *V*
$E_5A_5C_6$	E_4	A_3	A_4	A_5	E_5	E_3
	0.54 *V*	0.54 *V*	0.52 *V*	0.38 *S*	0.38 *S*	0.33 *V*

Fig. 13.
Altezze estratte da triadi maggiori e minori in differenti inversioni, suonate al pianoforte.
Le altezze indicate corrispondono alla notazione anglosassone.
Ai piedi delle notazioni letterali: i numeri decimali indicano il livello di salienza percettiva; le altezze spettrali o virtuali sono indicate rispettivamente con S e V.
Sono indicate solo le sette altezze virtuali aggiuntive più prominenti. (Terhardt 1982b, 677.)

I primi tre stimoli, dall'alto in basso, sono rispettivamente la triade di La magg. allo stato fondamentale, in primo e in secondo rivolto. Di questi, i primi due producono un'altezza virtuale molto pronunciata che è identica alla nota dell'accordo più grave, La_4. Nel caso del primo accordo, le altezze La_3 e La_2 rappresentano l'altezza fondamentale che in questo caso risulta essere molto pronunciata; l'altezza Mi_6 è un'altezza spettrale, cioè la seconda armonica della nota dell'accordo Mi_5, mentre le altezze Re_3 e Fa_2 indicano che anche nel caso della triade maggiore più esserci una certa ambiguità percepita. Queste ultime altezze possono essere intese come altezze fondamentali aggiuntive. Il confronto dei pesi percettivi delle altezze prodotte dai tre accordi rivela una notevole dipendenza delle inversioni dall'accordo fondamentale. Il secondo gruppo di stimoli è costituito dalla triade di La min. più i primi due rivolti. Anche in questo caso si nota una distinta dipendenza delle inversioni rispetto all'accordo in stato fondamentale. Inoltre, le triadi minori risultano essere più ambigue in termini di altezze virtuali fondamentali e aggiuntive: si verificano, oltre alla fondamentale La, anche le altezze Re, Do e Fa che riflettono la flessibilità e ambiguità delle triadi minori.

Anche se gli esempi forniti si basano su accordi e disposizioni accordali tipici del sistema tonale, bisogna evidenziare che esperimenti di estrazione dell'altezza

fondamentale aggiuntiva sono stati compiuti su suoni di campane caratterizzati da spettri piuttosto inarmonici. Nello specifico, è stato analizzato lo spettro di una campana storica (Amorbach/Germania, fusa nel 1468, altezza 97 cm, diametro 118 cm) il cui tono musicale viene solitamente assegnato intorno al Fa_4. Dopo esser stata eccitata manualmente con il martello originale, il suono è stato registrato a circa due metri di distanza, dopo 500 millisecondi e anche in questo caso il livello di soglia del SPL è stato impostato arbitrariamente a 70 dB. Le frequenze estratte sono state 181, 330, 415, 693, 693, 1040, 1433, 1868, 2327, 2807, 3296, 3788 e 4283 Hz, corrispondenti ad uno spettro inarmonico compresso con fondamentale Fa_3 circa, di cui i picchi più salienti a livello percettivo sono 181 e 330 Hz.[82]

Sembra quindi plausibile che in una successione accordale, quale quella su cui si basa l'ultima sezione di *Transitoires,* che condivide il secondo armonico (La_b) ai tromboni e ai corni con sordina mentre i legni realizzano gli spettri virtuali delle varie sordine, si generi un suono fantasma che possa coincidere con un La_b situato approssimativamente intorno ai 29.135 Hz. Il passaggio dall'armonicità all'inarmonicità della sezione è inoltre sorretto dal fatto che via via che si raggiungono parti sempre più alte dello spettro di un'ipotetica fondamentale virtuale, per la quale le note dell'accordo potrebbero essere pensate come parziali armoniche, più l'accordo viene percepito come dissonante.[83]

1.5 I compositori spettrali all'IRCAM

Nel 1980 i compositori spettrali partecipano ad uno stage collettivo all'IRCAM, una sorta di sessione su misura a partire dalla quale hanno accesso a programmi informatici di composizione assistita (CAC; Computer Aided Composition) e a software di analisi/sintesi spettrale sviluppati in seno al settore della ricerca scientifica dell'Institut de Recherche. L'IRCAM, infatti, annovera fin dal 1975 studi sulla sintesi digitale, su

[82] Terhardt 1982b, 676-677.
[83] *PatchWork. Esquisse. Instruction Manual*, IRCAM, Centre Georges Pompidou, Paris 1996.

proprietà fisico-acustiche degli strumenti e della voce, studi psicoacustici e acustica degli spazi.[84]

Ogni fase del lavoro compositivo può ora avvalersi, soprattutto per quanto riguarda Tristan Murail, di una velocità e una capacità di calcolo che riducono enormemente il tempo dedicato alle fasi precompositive di costruzione di modelli spettrali; di programmi che consentono sia un'auscultazione immediata delle microcaratteristiche spettrali del suono analizzato sia la possibilità di spingersi verso un'esplorazione sempre più ampia e oggettiva di parti di uno spettro che adesso risulta più facilmente decomponibile o ricostruibile attraverso l'uso di procedimenti logaritmici lineari e non. Non è un caso che spettri costruiti sul modello della modulazione di frequenza, le cui predizioni risultano essere molto più difficili da calcolare rispetto al modello della modulazione ad anello, inizino ad essere usati proprio in quegli anni sia da Grisey (in *Transitoires*) che da Murail (in *Gondwana*). Inoltre, i compositori possono essere sostenuti da un'assistenza tecnica fondamentale che si esplica in una o più figure capaci d'interpretare le loro intuizioni artistiche e di tradurle in maniera operativa: gli ingegneri elettroacustici e/o informatici possono mostrare le capacità di una macchina o di un programma, possono trascrivere o interpretare le idee del compositore in processi, calcoli, suoni; mentre gli scienziati psicoacustici mettono a disposizione le loro ricerche sulla comprensibilità dell'evento sonoro e sui processi cognitivi, al fine di legare strettamente la produzione musicale alle caratteristiche della percezione uditiva.[85]

L'incontro con le nuove tecnologie informatiche e la partecipazione a gruppi di ricerca scientifico-musicali si concretizza in *Désintégration* (1982-1983)[86] di Tristan Murail, brano per 17 strumenti e nastro magnetico. Tutto il materiale del brano e il suo sistema di evoluzione sono determinati da analisi spettrali di suoni di pianoforte, archi, clarinetto, flauto e trombone effettuate grazie al processore 4X e al programma Syntad

[84] Zattra 2010, 132.
[85] Daubresse et al. 2000, 63-69; Szendy 2002, 33-38; Zattra 2010, 132-135.
[86] *Désintégration* (1981-1982) commissionato dall'IRCAM, presenta una nuova rapidità di flussi sonori e reminiscenze formali. È inoltre il primo brano in cui Murail esperisce la sovrapposizione fra suoni strumentali e suoni di sintesi nella ricerca non di opposizione ma di ambiguità fra le loro relazioni: l'allargamento della nozione di spettro all'insieme delle strutture frequenziali permette di calcolare in maniera identica i suoni di sintesi e le note degli strumenti, garantendo la sottigliezza del loro incontro. Per analisi dettagliate Cfr. Murail 1982, 24-34; Murail 1989; Szendy 2002; Hirs, Gilmore 2009.

che Murail stesso scrive sul computer centrale dell'IRCAM[87]. I modelli di questi suoni vengono frazionati utilizzando solo particolari regioni, filtrati, esplorati orizzontalmente, decomposti e ricostruiti artificialmente e servono sia per la scrittura della parte del nastro che per quella strumentale. (Figura 14)

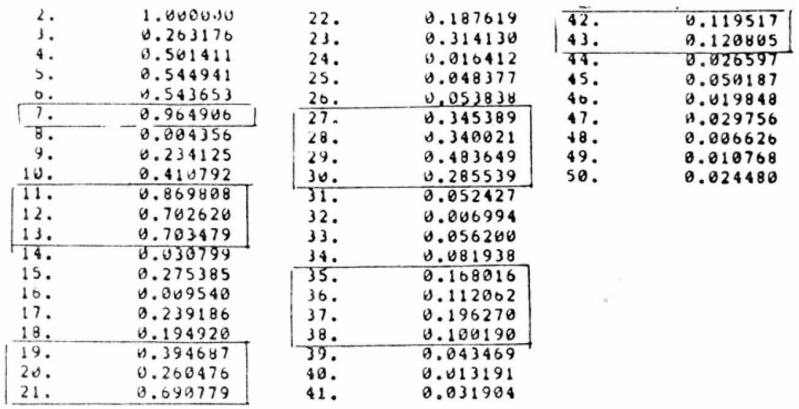


Fig. 14.
Esempio di un processo di filtraggio su un'analisi spettrale
della nota Do_1 suonata al pianoforte. (Murail 2005, 140)

La parte del nastro viene calcolata tramite sintesi additiva: il suono precedentemente analizzato viene descritto in ogni sua dimensione. La sintesi additiva permette di lavorare sullo spettro in maniera estremamente precisa e analitica e di avvicinare il processo di sintesi al processo compositivo a tal punto che la parte del nastro viene verosimilmente 'scritta'. La parte orchestrale beneficia in egual modo della potenza del computer per la definizione delle altezze e delle durate, e anche per il modellamento di determinate microforme. Il fatto che nastro e strumenti siano in rapporto di complementarietà (spesso il nastro esagera alcune caratteristiche degli strumenti, rifrangendo o disintegrando il loro timbro, oppure amplifica gli effetti orchestrali) porta alla necessità di "clic" di sincronizzazione che il direttore deve seguire per fare in modo che le parti risultino perfettamente sincrone. Senza addentrarsi nell'analisi di questo brano, ciò che voglio mettere in rilievo è il fatto che gli spettri analizzati grazie all'ausilio delle tecnologie informatiche risultano agli occhi

[87] Nel 1980 l'attività di ricerca scientifica all'IRCAM si sviluppa in tre direzioni principali, di cui la prima è quella relativa a ricerche sul trattamento del segnale con conseguente sviluppo del programma 4X e la seconda è quella relativa all'acustica, le cui indagini interessano l'acustica dei tubi, studio del pianoforte e relativi modelli fisici, inaugurazione di un progetto sull'ascolto binaurale relativo all'acustica delle sale. Cfr. Zattra 2010, 145.

del compositore molto più malleabili. I programmi di composizione assistita e i software di analisi/sintesi spettrale, consentendo una flessibilità di manipolazione del suono prima impensabile, fanno avvertire una nuova necessità condivisa da tutti i compositori spettrali: quella di passare oltre l'esperienza di una continuità radicale e creare una sintassi di ordine superiore che utilizzi gli spettri, e quindi i timbri degli strumenti astratti dalle loro costrizioni fisiche, come elementi strutturali nelle composizioni, assurgendo allo stesso livello d'importanza delle altezze o del ritmo.

> […] ci rendemmo conto di aver bisogno – come dire – d'una sintassi d'ordine superiore: gli elementi di continuità, i processi, ecc., dovevano essere elementi del discorso invece di confondersi con questo.[88] (Cit. Murail, in Szendy 2002, 39)

I compositori spettrali sentono l'esigenza di dotare la forma musicale di una sintassi appropriata definendo una scienza dell'armonia concepita non solo come elaborazione di sovrapposizioni di suoni, ma come scrittura di timbri, nella quale lo spettro armonico è solo uno dei costrutti particolari costituiti da spettri difettivi. Spettri inarmonici, spettri estratti da suoni rumorosi e/o dalle strutture formantiche della voce entrano a far parte del materiale armonico dei compositori. Non più modelli per ampie sezioni, ma serbatoi di forze evolutive: spettri come armonie/timbro.

[88] «[...], nous nous sommes rendu compe qu'il fallait avoir – comment dire – une syntaxe d'ordre supérieur: les éléments de continuité, les processus, etc., devant être des éléments du discours au lieu de se confondre avec lui.»

II. *Verblendungen (1982-1984)*. Le funzioni della texture

2.1 Verso una discretizzazione del continuum sonoro

> Che differenza c'è tra lo spettro di una nota associata ad un timbro e lo spettro di un accordo considerato come elemento di armonia? La risposta si trova sullo schermo del computer: a prima vista nessuna! Una semplice nota è un insieme di componenti spettrali, quindi un accordo; e un accordo è un insieme di parziali, quindi un timbro. La sintesi del suono permette l'organizzazione della nota stessa, introducendo l'armonia nel timbro, e a sua volta l'analisi del suono può introdurre il timbro come generatore di armonia.[89] (Pressnitzer, McAdams 2000, 39)

L'affermazione degli studiosi di psicoacustica Pressnitzer e McAdams sintetizza in maniera oltremodo precisa ciò che Hugues Dufourt, in *La musique spectrale. Une révolution épistemologique* (2014), definisce come il secondo principio della musica spettrale: l'armonia si tramuta in timbro.[90] O meglio, i due concetti, quello di timbro – attributo sonoro multiparametrico che si crea nel punto d'incontro tra l'acustica fisica e l'acustica fisiologica in quanto contemporaneamente dipendente da particolari caratteristiche evolutive dei materiali generatori e da aspetti qualitativi della percezione umana – e quello di armonia – quale sistema di funzioni e progressioni accordali che permette una gestione direzionata di qualsivoglia forma musicale occidentale – transitano l'uno nell'altro, si fondono, si ibridano a vicenda ed entrano concretamente a far parte di una prassi compositiva condivisa, solo grazie all'accesso ai nuovi strumenti digitali di analisi e manipolazione delle micro-caratteristiche sonore, attraverso l'utilizzo di tecnologie sviluppatesi grazie all'esplorazione fisico-

[89] «What difference is there between the spectrum of a note associated with a timbre and the spectraum of a chord considered as an element of harmony? The answer is to be found on the computer screen: at first sight, there isn't any! A simple note is a collection of spectral components, thus a chord; and a chord is a collection of partials, thus a timbre. Sound synthesis allows the organization of the note itself, introducing harmony into timbre, and reciprocally sound analysis can introduce timbre as a generator of harmony.»
[90] Dufourt 2014, 284.

acustica dei mezzi di produzione sonora e allo studio dei processi psicoacustici di percezione e cognizione.

Quando, dopo essere entrata in contatto con la poetica spettrale partecipando agli Internationale Ferienkurse für Neue Musik a Darmstadt del 1980, nel 1982 Kaija Saariaho viene ammessa ad una delle due sessioni di formazione dedicate ai compositori organizzate dall'IRCAM, il centro di ricerca stava già muovendosi verso una direzione estetica scientifico-musicale comune descritta: dotare le nuove forme musicali di una sintassi appropriata alla trasformazione continua attraverso l'utilizzo di CAC e software di analisi/sintesi spettrale. A comprova di ciò, nei *Rapport d'activité* del 1981, sintetizzato da Zattra L. in *Studiare la computer music. Definizioni, analisi, fonti.* (2010), leggiamo:

> I Rapport d'activité del 1981 dividono la ricerca in ricerca scientifica e musicale (Rapport d'activité de l'année 1981 1982). La prima sviluppa il progetto 4X e attraversa una fase di valutazione del processore finalizzata all'industrializzazione della macchina. […] Vengono sviluppati altri studi sul tempo reale, sull'acustica delle sale […]. È approfondito lo studio degli ottoni, in particolare gli effetti della sordina e l'esame dei suoni inarmonici, nonché dei fenomeni dovuti all'esecuzione delle singole corde raggruppate del pianoforte. Per la sintesi della voce, vengono studiate tecniche vocali estreme e l'analisi in tempo reale, viene sviluppato in FORTRAN il programma CHANT per la produzione di suoni sintetici su modello fisico della voce cantata; questo programma trova il suo completamento nel linguaggio di controllo FORMES, sviluppato dall'équipe di Xavier Rodet. Tutti questi lavori trovano applicazione nelle ricerche di compositori finalizzate alla produzione di brani […] (Zattra 2010, 146.)

E ancora:

> Oltre la ricerca scientifica, il Rapport d'activité del 1981 descrive anche la ricerca musicale. Il computer è inteso come aiuto, come macchina a disposizione del compositore, come generatore di suono e strumento musicale. […] Tristan Murail concepisce il computer come estensione dell'orchestra e studia la modulazione di frequenza e la distorsione non lineare. Tod Machover utilizza i risultati ottenuti in psicoacustica da Steve McAdams sugli spettri complessi e la fusione spettrale. York Höller si interessa alla transizione continua tra timbri. Tutte queste ricerche suggeriscono una direzione estetica comune confermata da questo passaggio: «tout ce travail sur le

> timbre comence à produire des résultats qui suggèrent quel es lois et les règles communes qui permettraient aux compositeurs d'utiliser les spectres comme un élément structurel dans la musique, du même niveau d'importance qua la hauteur ou le rythme, peuvent exister».
>
> Altri compositori lavorano, al contrario, nel campo della composizione automatica e della generazione di strutture musicali. Fred Lerdahl inizia le sue ricerche sulla teoria generativa della musica. (Zattra 2010, 147.)

L'IRCAM è forte di un'interazione continua fra ricerca scientifica e ricerca musicale. La prima, attraverso studi di fisica-acustica e psicoacustica, mira alla progettazione di software modellati sul materiale sonoro e che implicano tecniche di sintesi ed elaborazione del suono, con relative rappresentazioni acustiche e psicoacustiche, che influenzano la concettualizzazione del materiale stesso permettendo ai compositori e di esplorarne le caratteristiche e di organizzare l'articolazione del materiale nel tempo creando regole di relazione tra eventi o gruppi di eventi. La seconda ha il compito di definire le funzionalità insite nel materiale sonoro, nello spettro ovvero nel timbro, e di trovare soluzioni formali adatte alla sua gestione e coerenti con la realtà psicoacustica, sia attraverso analogie con i programmi adottati sia attraverso la pura arbitrarietà.[91] Un ambiente fertilissimo, quindi, in cui scienza ed arte sono in rapporto di stretta complementarietà; gli scienziati possono beneficiare della conoscenza formalizzata dei musicisti – una conoscenza più rapida, efficiente, intuitiva rispetto a quella scientifica che si basa su lunghe e meticolose osservazioni – e possono inoltre venir stimolati da problematiche artistico-musicali in continuo cambiamento ed evoluzione, e i musicisti possono trarre vantaggio dall'esplicita formulazione delle proprie conoscenze, rese accessibili in una forma nuova, operativa, purificata e arricchita, ed esser costantemente spronati da un discorso scientifico che suggerisce loro numerose e ricche metafore per la creatività artistica.[92]

Kaija Saariaho si colloca quindi all'interno di una dinamica collettiva e ne sottoscrive le direzioni estetico-operative volgendo le sue riflessioni teoriche verso i concetti di timbro e armonia e – attraverso l'uso di programmi e software di composizione

[91] Assayag, Rueda et al. 1999, 59-72; Pousset et al. 2000, 68; Zattra 2010, 132-133.
[92] Barrière 1989, 120.

assistita e grazie a studi e lavori di ricerca psicoacustica compiuti in collaborazione con Stephen McAdams – applica tali concetti alla gestione formale dei nuovi materiali. La volontà di fondere il due concetti è infatti per la compositrice strettamente legata alla necessità di creare e gestire in maniera coerente forme musicali dinamiche, forme in cui l'evoluzione dei parametri interni riesca a dar conto di un movimento globale da percepirsi come direzionato ma allo stesso tempo fluido.[93] Questo proposito formale porta la compositrice a considerare le possibilità di strutturazione offerte dal modello di organizzazione tonale – inteso come ordinamento di forze dialettico-oppositive – e a trasferirle nella creazione dell'*asse suono-rumore*: un'astrazione teorica in grado di ristabilire i concetti di consonanza-dissonanza, filtrati attraverso principi desunti dalla psicoacustica. Tramite la traduzione nel dominio del timbro delle funzioni formali di consonanza e dissonanza, la compositrice potrà gradualmente pervenire ad una discretizzazione variabile del continuum sonoro ristabilendo, di conseguenza, i più ampi concetti di funzione e gerarchia nella forma percepita.

Nel secondo capitolo si esporrà, quindi, solo la fase iniziale del graduale sviluppo del linguaggio formale di Kaija Saariaho che sottende la strutturazione e la successiva evoluzione dei concetti appena esposti. Lo si farà attraverso 1. la disamina delle funzionalità dell'ambiente di composizione assistita CHANT/FORMES, per mettere in luce come l'ambiente, definendo spazi sonori prima inesplorabili, permetta alla compositrice la formalizzazione delle sue idee; 2. la presentazione dell'asse suono-rumore e il conseguente approfondimento dell'articolo *Qualitès et Fonctions du Timbre Musical* (1985) [94] scritto in collaborazione con lo psicoacustico specializzato in percezione musicale Stephen McAdams, per definire l'orizzonte teorico 3. Analisi di *Verblendungen* (1982-1984). Il brano è stato scelto perché emblematico di questa

[93] «Par forme, j'entends précisément une définition de Vassily Kandinsky: La forme est l'extériorisation du contenu intérieur.» Cit. Saariaho 1987, 85.

[94] Esistono tre versioni dell'articolo: La prima, in inglese, *Timbre and harmony: Interpolations of timbral structure,* Contemporary Music Review (vol.2/I, 1987).; la seconda, in francese, presente in *Le Timbre, métaphore pour la composition* 1991, 412-453; la terza, sempre in francese, appare in *Kaija Saariaho. Le passage des frontières. Écrit sur la musique* 2013, 84-135. Quest'ultima versione restituisce le differenze fra le due versioni precedenti ponendo fra parentesi quadre la traduzione in francese di alcuni passaggi della versione inglese omessi nella seconda versione. Dalla prima versione in inglese vengono estratti due articoli redatti individualmente per un numero speciale della Contemporary Music Review diretto da Stephen McAdams (vol.2/I, 1987).

prima fase di strutturazione del linguaggio di Kaija Saariaho: composto con l'ausilio dell'ambiente di programmazione e sintetizzazione sonora CHANT/FORMES, è il primo lavoro per orchestra e nastro nel quale «il contrasto tra rumore e suono può essere un potente fattore di strutturazione»[95]. Inoltre, attraverso l'analisi degli schizzi, si potrà osservare un primo approccio al concetto di funzione e gerarchia.

2.2 L'ambiente CHANT/FORME (Esquisse)

L'ambiente di programmazione e sintetizzazione sonora CHANT/FORME viene sviluppato in seno alla ricerca scientifica dell'IRCAM, a partire dal 1981, con lo scopo di estrapolare nuovi modelli creativi per la formalizzazione e la concettualizzazione della musica attraverso la metodologia *syntesis-by-rule*. Questa tecnica si propone di replicare i mezzi fisici di produzione del suono associati agli strumenti acustici attraverso la definizione di norme basilari che permettono di stabilire 1. le caratteristiche fisiche degli strumenti 2. lo stato iniziale di tali caratteristiche 3. le condizioni di soglia dalle quali dipendono i possibili gradi di variazione delle caratteristiche sonore.[96]

L'ambiente si compone di due programmi correlati: CHANT, per la sintesi sonora concepita attorno ad un modello fisico di riferimento, e FORMES, una struttura di livello superiore per la gestione e l'organizzazione funzionale di modelli o di oggetti sonori creati con CHANT. Il modello fisico di riferimento per la produzione della sintesi con il programma CHANT è quello della voce:

> La scelta della voce come modello di produzione fu un imperativo dovuto alla sua ricchezza estrema. Grazie alla molteplicità delle sue produzioni e alla varietà di usi musicali e linguistici che ne derivano, la voce inspira ad un approccio più generale e fertile rispetto ad altri strumenti – a prescindere da quanto complessi. La necessità di rendere pienamente conto della complessità delle variazioni del modello vocale, e in particolar modo del modello di risonanza, ci ha spinto a raggiungere un livello di

[95] Saariaho, McAdams 1985, 73.
[96] Manning 2004, 388.

> generalità tale che ha permesso poi di orientarci verso modelli molto diversi.[97] (Rodet, Potard, Barrière 1984, 16-17)

L'estrema difficoltà di riproduzione algoritmica dell'emissione vocale, dovuta al fatto che il sistema fisico di produzione sonora è costituito da una serie di fenomeni successivi che interagiscono tra loro in maniera non-lineare, porta all'applicazione di una metodologia di *syntesis-by-rule* che implementa livelli di controllo complessi tali da poter essere costruiti in modo incrementale e, una volta generalizzati, trasferiti allo studio e alla modellizzazione di altri strumenti. Dallo studio del tratto e dell'emissione vocale emerge che l'onda sonora della voce viene prodotta da un flusso d'aria respirata dai polmoni nel tratto vocale, passando attraverso la laringe fino alle labbra e alle narici. In vari punti, l'onda viene disturbata da fonti sonore. La prima fonte di disturbo è costituita dalle corde vocali che modulando il flusso d'aria respirata producono i suoni vocali; la seconda dalla cavità buccale (labbra, palato, lingua, glottide), per la produzione di suoni aperiodici detti fricativi; la terza dalla chiusura della cavità buccale atta alla produzione di suoni detti plosivi. Queste fonti di disturbo funzionano come un insieme di risuonatori, filtrando alcune frequenze (tale funzione di filtraggio è detta funzione di trasferimento del tratto vocale). Durante la produzione di una frase, il tratto vocale cambia continuamente la sua forma e di conseguenza la sua funzione di trasferimento; ne consegue che ciascuna funzione può essere definita solo in un dato istante. Inoltre, ogni tipo di sorgente può agire in modo più o meno indipendente, per una durata e con caratteristiche che variano continuamente. La pronuncia di una frase è il prodotto finale di questo complesso insieme di azioni.

Il modello astratto del suono della voce viene quindi rappresentato come composto da una fonte di eccitazione (modellizzazione del flusso d'aria) caratterizzata da uno spettro di ampiezza e uno spettro piatto, costituito da varie armoniche di ampiezza uguale, e un filtro continuamente variabile per ciascun tipo di produzione sonora che

[97] «The choice of the voice as a model of production was imperative because of its extreme richness. By the wealth of its output and the variety of musical and linguistic use to which it give rise, the voice inspires a more general and fertile approach than the study of any other instrument – no matter how complex. It is the need to account fully for the complexity of the variations in the vocal model, and more particularly in the resonator, which obliges us to reach a level of generality that has also enable us to move toward quite different models.»

si desidera ottenere (modellizzazione del tratto vocale). La variabilità di questo filtro dipende dal fatto che è rappresentato come una sommatoria di celle parallele, contenti sinusoidi, i cui parametri possono essere controllati direttamente determinando per ognuna la frequenza di banda, l'inviluppo e la sua forma locale, l'ampiezza globale. Immettendo una serie d'impulsi, la risposta di ciascuna cella varierà rispetto al tempo di immissione degli impulsi stessi e produrrà un'unica funzione chiamata Funzione d'onda Formantica (FOF) che di solito corrisponde alla principale modalità di risonanza del sistema, ovvero picchi di energia temporalmente variabili all'interno dello spettro. (Figura 15)

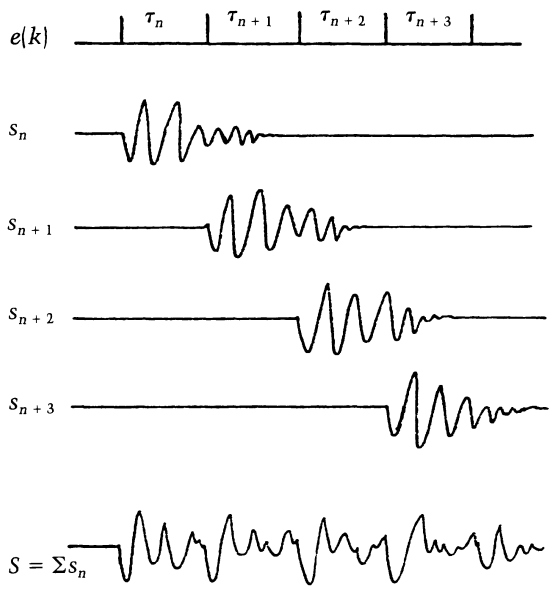


Fig. 15.
Costruzione della FOF (S =ΣSη) come somma di impulsi (Sη; Sη+1; Sη+2; ecc.)
spostati per un periodo di T. (Rodet, Potard, Barrière 1984, 19)

Le FOF possono essere anche generate come prodotto di una sinusoide a sviluppo esponenziale, con impulso non unitario. Per ogni FOF è possibile modificare la frequenza centrale, la larghezza di banda, l'ampiezza, la forma d'onda e la fase iniziale, ed è inoltre possibile immettere una funzione a variazione continua all'interno di ciascuna cella, così da generare parziali molto dense capaci di originare un suono molto ricco.

Gli interventi di modellizzazione sulle FOF permettono di definire una serie di valori di base per la generazione di modelli sonori: vengono sintetizzati archi, fiati, percussioni e altri strumenti. L'utente può scegliere se utilizzare la modalità di base, nella quale si limita a specificare gli algoritmi per la generazione dei modelli di default del sistema, oppure di controllare la sintesi definendo ciascun parametro sia attraverso un valore fisso, sia attraverso una funzione di tempo che permette di generare interpolazioni da un valore ad un altro o di creare strumenti ibridi immaginari. Il programma, infatti, consente inoltre di salvare sia il file originale, poniamo caso usato come modello, sia le sue successive modifiche che possono essere reinserite come input e modificate costantemente fino a raggiungere l'effetto desiderato. I timbri derivati dai modelli possono essere definiti intervenendo sulla frequenza centrale e l'ampiezza delle formanti dei modelli; agendo sulle variazioni casuali della fondamentale (grazie all'aggiunta di un piccolo valore di fluttuazione calcolato grazie all'analisi di suoni vocali assolutamente privi di vibrato); modificando il vibrato (ovvero l'oscillazione della frequenza fondamentale attorno ad una frequenza centrale percepita come altezza); gestendo il rapporto tra timbro e volume.[98]

> Nel progetto CHANT, dopo aver svolto il compito specifico di modellazione, abbiamo sentito l'esigenza di una struttura di livello superiore per gestire i modelli come oggetti o processi in una combinazione simbolica. […] FORMES fornisce un framework per manipolare e integrare modelli e regole come blocchi di base o oggetti funzionali […]. FORMES inizia dove CHANT finisce, nel tentativo di elaborare – con un unico insieme di strumenti – sia il problema della sintesi che quello della composizione; materiale sonoro e organizzazione musicale.[99] (Rodet, Potard, Barrière 1984, 29-30)

[98] Rodet, Potard, Barrière, 1984, 15-31. Oggi il programma CHANT è stato implementato in OM-Chant, una libreria per il controllo del sintetizzatore Chant, e in una patch dell'ambiente Max/MSP.

[99] «In the CHANT project, once the specific task of modeling was carried put, we then saw a need for a structure at the highest level to manage the models as objects or processes in a symbolic combination. [...] FORMES provide a framework to manipulate and integrate models and rules as basic building bloks or functional objects [...] FORMES starts where CHANT stops, in an attempt to process – with one set of tools – both synthesis and composition problems: sonic material and musical organization.»

FORMES è, quindi, un ambiente compositivo utilizzato per la definizione di processi formali attraverso il controllo e l'organizzazione funzionale dei modelli precedentemente creati con CHANT, sviluppato in Lisp[100].
Secondo la logica del programma, affinché un modello possa essere integrato nella forma in quanto oggetto deve essere partecipe di determinate caratteristiche:

- generalità (non deve mostrare un suono o una nota in particolare ma rappresentare un processo nella maniera più generale possibile, come un modello di crescendo o un attacco);
- universalità (deve riferirsi a concetti generali di acustica e psicoacustica);
- compatibilità (deve poter applicarsi a qualsiasi contesto creato dal compositore);
- semplicità del testo del programma (rispettare la poca complessità insita nei modelli di default);
- malleabilità (il compositore deve riuscire a muoversi con agilità nel modificare determinati aspetti del modello);
- modularità e costruzione gerarchica (ogni modello deve essere capace d'interagire con altri modelli, al fine di generare una struttura organizzata).

I modelli predisposti secondo tali principi possono essere organizzati in strutture musicali desiderate combinando nel tempo ordinamenti gerarchici, paralleli o sequenziali. Ad esempio, un ordinamento gerarchico implica un insieme di modelli organizzati in una relazione <processo-padre genera processo-figlio>. La relazione comprende l'aspetto temporale, vale a dire che la durata del processo-figlio sarà inclusa in quella del processo-padre. All'interno della relazione, i processi-figlio possono essere sequenziali, ovvero giustapposti nel tempo e non necessariamente sincronizzati ma comunicanti tra loro, oppure paralleli e, quindi, attivati contemporaneamente. La struttura può essere visualizzata sul monitor mediante un albero genealogico computazionale. (Figura 16)

[100]Il linguaggio Lisp (List Processor Language) è un linguaggio di programmazione per processare liste di dati introdotti sotto forma di linguaggio semplificato.

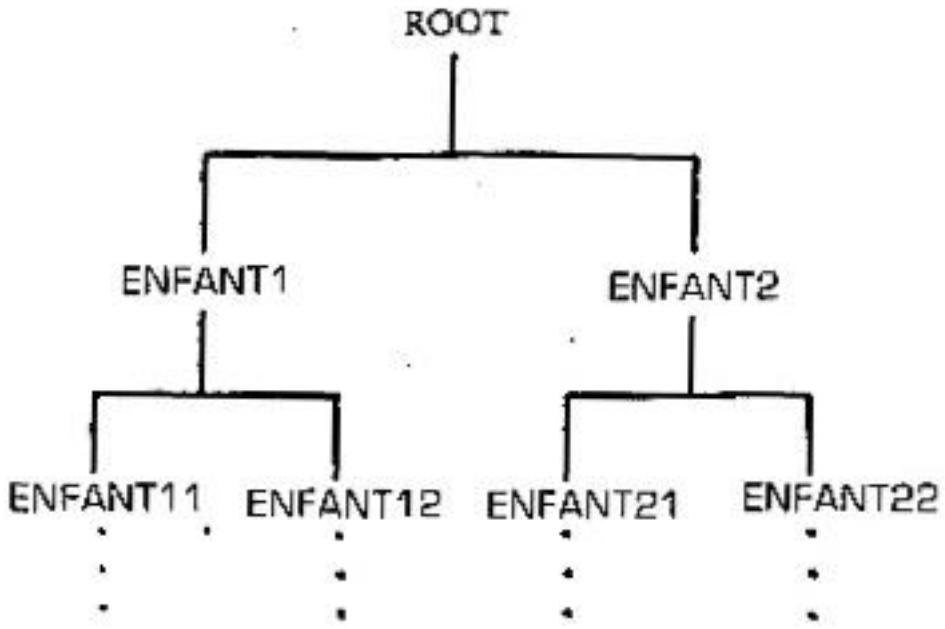


Fig. 16.
Albero genealogico computazionale.
ROOT: processo padre; ENFANT 1, ect.: processi figlio (Rodet X., Cointe P., 1985)

Come visibile nella Figura 16, l'albero genealogico computazionale si compone di una radice (ROOT = processo padre), il cui processo temporale equivale a quello di tutti i suoi processi-figlio (ENFANT 1, ENFANT 2, ecc.), e di processi-figlio che possono essere attivati rispetto a regole che ne determinano la successione temporale e il comportamento. Ne consegue un'organizzazione *top-down*, che consente cioè di costruire un processo globale per poi scendere in maniera graduale in tutti i suoi dettagli[101].

Nel 1986 FORMES viene adattato all'utilizzazione in tempo reale sul personal computer, con il nome di PréFORMES. Ulteriori ricerche espandono il programma e nel 1988 viene implementato in Esquisse, grazie ad un gruppo di ricerca interno all'IRCAM formato dai compositori Pierre-François Baisnée, Jean-Baptiste Barrière, Marc-André Dalbavie, Magnus Lindberg e Kaija Saariaho e dai membri del dipartimento scientifico Jacques Duthen e Yves Poterd. Dal 1990, Esquisse è confluito in PatchWork in quanto libreria di funzioni musicali per specifici bisogni compositivi.

[101] Rodet, Cointe, 1985.

Concepita e programmata da Jacques Duthen, Tristan Murail e Camilo Rueda, la libreria Esquisse si compone di due moduli: Intervals, contenente funzioni per la manipolazione tradizionale[102] del materiale musicale, e Freq. Harmony, attraverso il quale è possibile creare funzioni legate al movimento spettrale, ovvero generazione di spettri, elaborazioni e analisi spettrali. In ciascun modulo è presente una funzione per determinare il formato degli output sia sotto forma di liste che di accordi.

Le funzioni utilizzabili nel modulo Freq. Harmony sono le seguenti:

- Per la generazione di spettri:
  - harm-series: può generare serie armoniche e sub-armoniche partendo da qualsiasi fondamentale. Si possono determinare il numero delle parziali da generare;
  - nth-harmony: calcola ed identifica n parziali a partire da una fondamentale e viceversa;
  - freq-mod: calcola e genera le altezze che possono essere generate attraverso la modulazione di frequenza; l'output può includere o escludere le portanti;
  - Fm-ratio: calcola e genera le altezze che possono essere generate attraverso la modulazione di frequenza (La frequenza della portante viene modulata da una modulante la cui frequenza è uguale alla frequenza della portante moltiplicata per il rapporto.); l'output può includere o escludere le portanti;
  - ring-mod: calcola e genera una modulazione ad anello tra qualsiasi altezza contenuta in una lista per qualsiasi altezza contenuta in un'altra lista, producendo tutte le possibili combinazioni additive o sottrattive; l'output può includere o escludere le modulanti;
  - ring-harm: calcola e genera una modulazione ad anello fra due serie armoniche differenti; si possono determinare il numero delle parziali presenti in ciascuna serie; l'output può includere o escludere le fondamentali.
- Per elaborazioni spettrali:

[102] Per tradizionale intendiamo: diverse operazioni seriali, post-seriali e combinatorie, che possono essere eseguite su altezze, intervalli tradizionali (espressi in numero di semitoni) o su classi di altezze.

- fshift: simula lo spostamento di frequenza, spostando ciascuna frequenza di una serie armonica o di un accordo per il valore di una data frequenza altra;
- fshift-proc: simula uno spostamento di frequenza progressivo, determinando l'elemento di partenza, quello di arrivo e il numero di distorsioni da produrre fra i due;
- fdistor: distorce le frequenze in modo da spostare verso il basso (minout) la frequenza fondamentale e verso l'alto la frequenza più alta (maxout). le frequenze interne vengono ridimensionate in modo da preservare la loro posizione relativa;
- fdistor.proc: simula distorsioni intermedie progressive da prodursi tra un elemento inalterato e la distorsione finale.

- Per l'analisi:
  - harm-dist: calcola i rapporti tra ogni nota di un accordo e la parziale più vicina di una serie armonica;
  - closest-harm: calcola i rapporti tra ogni parziale di una serie armonica e l'altezza più vicina di un accordo;
  - best-freq: identifica un'altezza posta alla distanza minima possibile fra tutte le note di un accordo, misurando la somma minima dei quadrati delle distanze di tutte le note. Questa nota può essere pensata come una sorta di "centro di gravità dell'accordo";
  - virt-fund: identifica la fondamentale per la quale le note di un accordo possono essere pensate come parziali armoniche. Più grave sarà la fondamentale, più dissonante l'accordo. [103]

Attraverso l'ambiente CHANT/FORMES (poi Esquisse) i compositori possono collegare direttamente lo stretto controllo di microvariazioni dei parametri interni al suono, attraverso la gestione oltremodo precisa delle variazioni temporali dei parametri di frequenza, ampiezza e larghezza di banda delle formanti o di filtri risonanti, e la macrostrutturazione della forma nella creazione di una rete

[103] *PatchWork. Esquisse. Instruction Manual*, IRCAM, Centre Georges Pompidou, Paris 1996, 18-30.

multidimensionale. L'ambiente informatico viene usato anche da Kaija Saariaho nello specifico per la costruzione della sintesi di innumerevoli brani tra cui *Vers le blanc* (1982) e *Jardin secret I* (1984-1985), per nastro, in brani misti come *Verblendugen* (1984-1985), per orchestra ed elettronica, *Lichtbogen* (1985-1986), per ensemble ed elettronica, per definire il parametro del ritmo, *Io* (1987), per ensemble, nastro ed elettronica e *Amers* (1992), Concerto per violoncello, ensemble ed elettronica.

2.3 L'asse suono-rumore: una ristrutturazione teorica del concetto di consonanza-dissonanza attraverso principi psicoacustici

Vers le blanc (1982) è il primo brano per nastro di Kaija Saariaho realizzato all'IRCAM con l'ausilio del programma CHANT.

> In questo brano ho cercato di costruire un insieme indissociabile associando in maniera radicale forma e contenuto. L'idea fondamentale di questo pezzo è il passaggio estremamente lento da un accordo verso un altro impiegando dei glissati talmente lenti che le variazioni di altezza diventano impercettibili all'orecchio. Questa idea mi è stata ispirata dall'informatica e solamente il computer poteva premetterne la realizzazione.[104] (Saariaho 1987, 98)

Il movimento continuo di un accordo a sei voci, che si trasforma ininterrottamente per quindici minuti prima di giungere allo stadio di riposo finale e che nella visione della compositrice rappresenta un coro irreale che canta senza prendere un singolo respiro, viene realizzato modificando gradualmente i valori di default reperibili all'interno di CHANT quali la quantità di modulazione casuale delle frequenze centrali delle formanti o delle larghezze di banda delle formanti, e i coefficienti per le frequenze

[104] «Dans cette œuvre, j'ai tenté de constituer un ensemble indissociable associant de manière radicale forme et contenu. L'idée fondamentale de cette pièce est le passage trés lent d'un accord vers une autre en employant des glissandi d'une lenteur telle que le variations de hauteur en deviennent imperceptibles à l'oreille. Cette idée m'a été inspirée par l'informatique, et l'ordinateur seul pouvait me permettre de la réaliser.»

centrali delle formanti o le ampiezze delle formanti controllati attraverso funzioni di tempo dal coefficiente variabile.
«Generalmente, con i parametri succitati, tutti disponibili nel programma CHANT, si possono aggiungere differenti tipi di rumore e ombreggiature al suono»[105]. L'aggiunta del rumore permette, in *Vers le blanc*, il passaggio da un suono identificabile, quello della voce umana all'inizio del brano estratta dai valori di default del sistema, ad uno disincarnato ed astratto e consente di regolare il grado di tensione in una forma essenzialmente continua nella quale il movimento interno del materiale coincide con il processo formale[106]: inizia a strutturarsi un tipo di linguaggio nel quale risulta fondamentale la dicotomia tra suono puro e rumore in una poetica della continuità.

Anche il lavoro di ricerca psicoacustica compiuto con Stephen McAdams risulta fondamentale e permette alla compositrice di iniziare a concepire un fenomeno, prima considerato secondario, come dotato di una funzione strutturante: il rumore assurge a fattore differenziale. A tal proposito, leggiamo in *Qualités et fonctions du timbre musical* (1985):

> Secondo noi, il contenuto frequenziale comporta due aspetti fondamentali: da una parte i segnali rumorosi, dall'altra i segnali «tonali» nei quali la composizione in frequenza può essere determinata e che si suddividono in suoni armonici e inarmonici. Le modalità che permettono la transizione dal suono armonico al rumore (grazie al passaggio attraverso suoni inarmonici via via più complessi) sono numerose, poiché i suoni inarmonici lasciano percepire delle altezze multiple o disperse; questi suoni diventano man mano più rugosi in base all'aumentare della densità dello spettro, al punto che l'udito perde la capacità di isolare le parziali o di percepire la periodicità e la pseudo-periodicità delle forme d'onda. Il contrasto tra rumore e suono può essere un potente fattore di strutturazione […].[107] (Saariaho, McAdams 1985, 73)

[105] Cit.: Saariaho 1984, 270.
[106] Per dettagli cfr. Saariaho 1983; Saariaho 1987; Saariaho 1993. Un'analisi approfondita riguardo i processi di sintesi alla base di *Vers le blanc* è stata compiuta da Landon Morrison nell'articolo *Encoding Post-Spectral Thought: Kaija Saariaho's Early Electronic Works at IRCAM, 1982-87*, in attesa di pubblicazione, presentato all'International Conference on Spectralisms, 2nd Edition, Paris, FR (June 12–14, 2019) e al meeting annuale della Society of Music Theory, Columbus, OH (November 7, 2019).
[107] «Selon nous, le contenu fréquentiel comporte deux volets principax: d'une part les signaux bruités, d'autre part les signaux tonaux dont la composition en fréquences peut être déterminée et qui se subdivisent en sons harmoniques et inharmoniques. Les voies qui mènent du son harmonique au bruit (en passant par des sons inharmoniques de plus en plus complexes) sont nombreuses, puisque les sons

Tale funzionalità strutturante si esplica nella creazione di uno strumento concettuale di gestione formale, l'*asse suono-rumore*, un'astrazione teorica che permette alla compositrice di lavorare sui gradi di tensione che si generano al passaggio da un suono puro ad un suono rumoroso e che può essere applicata a scale differenti.

> A mio avviso, l'asse suono-rumore sostituisce in un certo modo, nel loro significato astratto e non-tonale, le nozioni di consonanza e dissonanza: le trame rumorose o granulari sono simili a un materiale dissonante e le trame chiare e morbide a un materiale consonante. In termini fisici, il rumore corrisponde in sé stesso ad un certo sviluppo della dissonanza. E l'esperienza uditiva della risoluzione di una tensione armonica in un accordo di tonica (o più in generale, in una consonanza) è in effetti paragonabile all'udire un rumore che si genera attraverso un accumulo di tensione progressiva e che poi si trasforma nuovamente in suono.[108] (Saariaho 1984, 31)

Grazie all'*asse suono-rumore*, Kaija Saariaho si riappropria delle nozioni di consonanza e dissonanza riferendosi direttamente al modello d'organizzazione tonale delle altezze e intendendole come poli dialettico-oppositivi capaci di gestire il materiale sonoro nella produzione di tensioni direzionate ma filtrandole attraverso principi psicoacustici. La scienza psicoacustica, infatti, definisce la consonanza come l'assenza di battimenti fra parziali adiacenti. Secondo quanto espresso da Ernst Terhardt «la consonanza è il suono indisturbato e simultaneo di toni puri. L'elemento di disturbo che distrugge la consonanza è la rugosità»[109]. Mentre, in maniera inversamente proporzionale, la dissonanza

> è causata dall'udibilità di rapidi battimenti. Il correlato soggettivo dei battimenti è stato definito come rugosità, e sono state determinate le regioni di esistenza di rugosità fra

---

inharmoniques laissent percevoir des hauteurs multiples ou dispersées; ces sons deviennent de plus en plus rugueux à mesure qu'augmente la densité du spectre, au point que l'audition perd la capacité d'isoler les partiels ou de dégager les périodicités et pseudo-périodicités des formes d'onde. Le contraste entre bruit et son pur peut être un puissant facteur de structuration [...].»

[108] «À mon sens, l'axe son-bruit remplace d'une certaine manière, dans leur acception abstraite non-tonal, les notions de consonance et de dissonance : les texture bruitées ou granuleuses s'apparentent à un matériau dissonant, et les textures claires et douces à un matériau consonant. En termes physiques, le bruit corresponde déjà en soi à un certain développement de la dissonance. Et l'expérience auditive de la résolution d'une tension harmonique dans une accord de tonique (ou bien, plus généralement, dans une consonance) est en effet comparable à l'audition d'un bruit formé par l'accumulation progressive, puis à nouveau transformé en sons.»

[109] Terhardt 1974, 1062.

> coppie di parziali [larghezza di banda critica[110]] così come la distanza di frequenza che corrisponde alla massima rugosità in funzione della frequenza media. […] La dissonanza è fortemente correlata alla rugosità: nella maggior parte dei casi, la massima dissonanza è evocata da quelle coppie di toni puri che producono la massima rugosità; e, con una certa approssimazione, il limite superiore della regione di esistenza della dissonanza coincide con quello di ruvidità.[111] (Terhardt 1974, 1061)

Ne consegue che un certo tipo di consonanza, quella psicoacustica che identifica un attributo sensoriale determinatosi in relazione ad uno spettro evolutivo, è correlata all'assenza di ruvidità. Tale tipo di consonanza viene definita anche *consonanza sensoriale* e, secondo le teorie di Terdhardt che si basano e ampliano quelle già stabilite da Hermann von Helmholtz in *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik* (1863)[112], è uno dei due fattori che contribuiscono al grado e alla definizione della consonanza musicale in riferimento al sistema di organizzazione tonale. In *The Concept of Musical Consonance: A Link between Music and Psychoacoustic* (1984)[113], Terhardt si propone di provvedere ad una solida base scientifica per la valutazione della consonanza musicale, implementando l'approccio concettuale di Helmholtz grazie ad aspetti speculativi e fenomenologici peculiari della moderna psicoacustica. Il termine consonanza musicale viene assunto nella teoria di Terhardt in qualità di principio che regge la musica tonale e che permette di rilevare tipiche e sistematiche relazioni tonali a prescindere dalla

[110] Plomp, Levelt 1965.

[111] «[...] is caused by audible rapid beats. The subjective correlate of rapid beats has been defined as roughness, and the existence region of the roughness of tone pairs as well as the frequency distance which corresponds to maximal roughness as a function of mean frequency have been determined. [...] the dissonance is strongly correlated with roughness: (1) in most cases, maximal dissonance is evoked by those pure-tones pairs which produce maximal roughness. (2) to a certain approximation, the upper limit of the existence region of dissonance coincides with that of roughness. »

[112] «Wenn zwei musikalische Klänge neben einander erklingen, ergeben sich im Allgemeinen Störungen ihres Zusammenklingens durch die Schwebungen, welche ihre Partialtöne mit einander hervorbringen, so dass ein grösserer oder kleinerer Theil der Klangmasse in getrennte Tonstösse zerfällt und der Zusammenklang rauh wird. Wir nennen dies Verhältniss Dissananz. Es giebt aber qewisse bestimmte Verhältnisse zwischen den Schwingungszahlen, bei denen eine Ausnahme von dieser Regel eintritt, wo entweder gar keine Schwbungen sich bilden, oder diese Schwebungen so schwach in das Ohr fallen, dass sie keine unangenhme Störung des Zusammenklanges veranlassen; wir nennen diese Ausnahmsfälle Consonanzen.» Cit.: Helmholtz 1870, 305. Riguardo la ridefinizione della consonanza-dissonanza sensoriale e ai relativi studi psicoacustici Cfr. Plomp, Levelt 1965; Plomp 1966; Terhardt 1974; Terhardt 1976; Terhardt 1978; Risset 1978; Terhardt 1982a; Terhardt 1982b; Pierce 1988; Krumhansl 1990.

[113] Si tratta di una traduzione in inglese di un precedente articolo in tedesco, presentato dall'autore nella rivista *Acustica* 36, 121-137 (1976).

problematica relativa all'evoluzione culturale del fenomeno. Viene quindi osservato che vi sono due maniere per verificare tale principio, la prima è quella dell'analisi che attiene alla sfera tipicamente musicale, la seconda prevede l'utilizzo di metodi psicoacustici, ovvero una sistematica valutazione della consonanza attraverso test sonori. L'analisi della musica rivela che esistono specifiche relazioni di consonanza, rappresentate dagli intervalli di ottava, di quinta, di quarta, di terza maggiore e minore, che si basano anche su principi percettivi, tra cui:

- Affinità tonale: somiglianza psicoacustica che esiste tra altezze poste a un'ottava, una quinta e una quarta di distanza. Tale similarità si manifesta nel fatto che altezze distanti un'ottava sono considerate identiche in chroma[114].
- Compatibilità di accordi e segmenti melodici: si manifesta nell'invertibilità dell'accordo, nella possibilità di armonizzare una data melodia utilizzando vari tipi di accordi e di invertire più melodie appropriate su una data struttura armonica.
- Relazione fra le fondamentali: la funzione armonica degli accordi musicali (o di segmenti melodici) rappresentata dal concetto di basso fondamentale introdotto nella teoria musicale da Rameau nel 1722.

La verifica psicoacustica prevede l'uso di esperimenti in cui vengono presentate, ad un certo numero di ascoltatori, coppie di toni la cui distanza viene fatta variare sistematicamente da una presentazione all'altra tendendo fisso un tono e allontanando il secondo in modo tale che una sequenza possa comprendere vari gradi di armonicità e di inarmonicità. Agli ascoltatori viene chiesto di valutare il grado di consonanza. Vengono presentati i risultati di due esperimenti, il primo condotto attraverso l'uso di diadi di sinusoidi, il secondo che utilizza diadi di toni armonici complessi (Figura 17). Entrambi mostrano risultati in conflitto con la teoria tonale convenzionale.

[114] Secondo la terminologia psicoacustica la locuzione "identiche in chroma" identifica l'assunto che tutte le altezze poste ad un'ottava di distanza fanno parte della stessa classe di altezze.

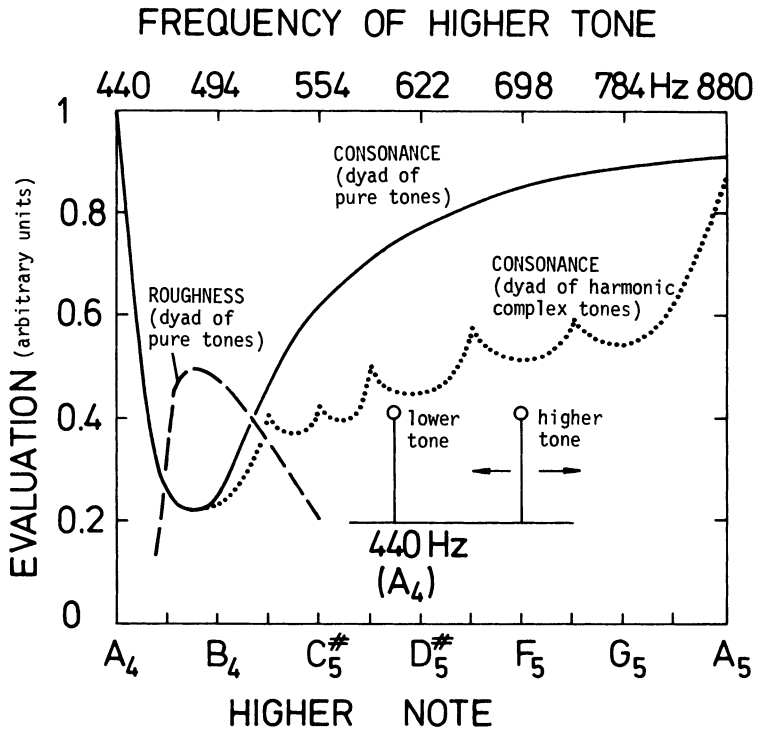


Fig. 17.
Valutazione del grado di consonanza-dissonanza fra una diade di sinusoidi (linea continua) e una diade di toni armonici complessi (linea tratteggiata) in funzione dell'intervallo di ampiezza. Una frequenza (o l'altezza) viene mantenuta fissa a 440 Hz (La_4), mentre l'altra viene spostata fino a raggiungere i 880 Hz (La_5). Gli intervalli valutati più dissonanti corrispondono ad una curvatura verso il basso delle due linee. (Terhardt 1984, 281)

Nella Figura 17, la linea curva continua rappresenta la valutazione media della consonanza fra diadi di sinusoidi che, come previsto dagli studi di Plomp e Levelt, dipende dall'intervallo frequenziale che viene a crearsi fra i due toni puri: la consonanza percepita si abbassa considerevolmente quando la distanza fra le due sinusoidi si trova all'interno della regione di banda critica[115]; cosa che, nel grafico, corrisponde ad un aumento della curvatura della linea verso il basso a una distanza di circa tre semitoni fra le due sinusoidi. La consonanza è valutata alta rispetto all'unisono e in una regione intervallare molto piccola o molto grande. Quando lo stesso esperimento viene effettuato in altre regioni frequenziali, l'ampiezza

[115] «La massima dissonanza tonale è prodotta da intervalli che sottendono il 25% della larghezza di banda critica e viene raggiunta la massima consonanza tonale per intervalli di ampiezza del 100% della larghezza di banda critica.» Cit.: Plomp, Levelt 1965, 555.

dell'intervallo varia dipendentemente dal registro di frequenza, ovvero la larghezza di banda critica si restringe in base al registro di frequenza (Figura 18).

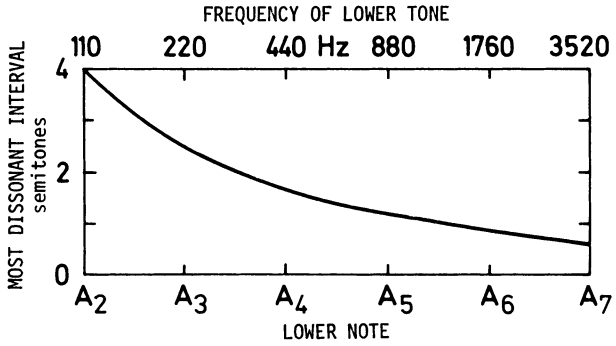


Fig. 18.
Riduzione della larghezza di banda critica in base al registro di frequenza. La curva discendente indica un restringimento della larghezza di banda critica nelle regioni frequenziali più gravi, ne consegue un più altro grado di dissonanza sensoriale. (Terhardt 1984, 282)

Tale valutazione non tiene quindi conto delle teorie musicali tonali che invece prevedono un aumento della consonanza ad una distanza rispettivamente di sette, cinque, quattro e tre semitoni. La linea tratteggiata nella Figura 17 mostra, invece, la valutazione della consonanza media tra diadi di toni armonici complessi, esibisce un andamento molto simile a quello della linea retta, ma presenta dei picchi di consonanza più o meno pronunciati fra coppie di toni armonici complessi. Tali picchi sono corrispondenti ai massimi di consonanza relativi alla teoria musicale convenzionale, anche se si palesano delle discrepanze: ad esempio, la valutazione della consonanza relativa alla distanza di una settima maggiore sembra essere significativamente più alta di quella relativa ad una distanza di quarta. Le osservazioni sulla consonanza musicale proposte da Terhardt risultano dunque contrastanti, ma vengono conciliate accettandole come dati di fatto: da un lato vi è un aspetto della consonanza musicale, riferita al sistema tonale, che attiene a regole specifiche e dipendenti da cognizione e percezione musicale che determinano la musica nel suo divenire, in altre parole l'armonia, dall'altro vi è la consonanza sensoriale che domina nella valutazione della consonanza di accordi isolati ed è pertinente alle caratteristiche sensoriali di ruvidità e nitidezza che dipendono da fluttuazioni di ampiezza e da presenza di energia spettrale nella parte delle alte frequenze dello spettro. Dominando tali caratteristiche, la

consonanza sensoriale influirà particolarmente sulla nitidezza timbrica. Nella volontà di definizione di un linguaggio che si basi sul timbro come forza strutturante, sembra, quindi, del tutto logico il riferimento di Kaija Saariaho ad un tipo di consonanza che influenza particolarmente quella dimensione. Traslato in una dimensione strumentale, l'asse suono-rumore permette alla compositrice di posizionare ogni gesto strumentale, ogni timbro in uno spazio sonoro che si qualifica nel suo divenire mediante il riconoscimento di qualità sensoriali insite nei gesti o nei suoni stessi:

> Il rumore è onnipresente in musica e si manifesta attraverso i suoni meccanici più tenui prodotti da qualsiasi strumento (ad esempio il rumore delle chiavi in uno strumento a fiato) o attraverso lo sfregamento leggero dell'arco sulla corda. Suono e rumore appaiono anche mescolati; il soffio del flautista genera un suono rumoroso, una sonorità leggera, fragile e dalla grana molto fine. I suoni «puri» corrispondono sia a parametri fisici (ad esempio una sinusoide) che a parametri culturali (la voce allenata di un cantante lirico). Questi suoni chiari e brillanti possono essere comparati ai pigmenti di colore puro tipici nelle arti visive. […] possono riempire lo spazio come il colore sulla tela. Il colore puro può essere lavorato e controllato aggiungendo il bianco o il grigio, l'equivalente musicale del bianco è il silenzio, quello del grigio è il rumore. L'aggiunta di rumore indebolisce la purezza del suono, ma nel diminuire la sua brillantezza massima, il suono si dirige allo stesso tempo sia verso un angolo «lontano», sia verso un altro aspetto di prossimità, l'angolo «rumore» o verso entrambe le direzioni.[116] (Saariaho 1984, 31-32)

Lo strumento concettuale che va a formarsi nella mente della compositrice è quindi caratterizzato da componenti gestuali estremamente fluide che partecipano sia di caratteristiche fisiche che di caratteristiche culturali. È uno strumento ibrido, sintetico, mutevole perché costituito da sfumature, e tali sue caratteristiche verranno prima di tutto usate per gestire le superfici tessiturali dei brani misti, come vedremo grazie

[116] «Le bruit est omniprésent en musique et se manifeste dès la plus ténue des sonorités mécaniques que produit tout instrument (celles des clés d'un instrument à vent, par exemple) ou dès le plus léger crissement de l'archet sur la corde. Sons et bruits apparaissent également mêlés; le souffle du flûtiste génère un son bruité, une sonorité légère, fragile et au grain très fin. Les sons purs répondent à la fois de données physiques (à l'exemple d'une sinusoïde) et de données culturelles (la voix travaillée d'un chanteur lyrique). Ces sons clairs ou brillants peuvent être comparés aux pigment purs des arts visuels. [...] peut remplir l'espace à la manière d'un pigment réel sur une toile. La couleur pure est dès lors façonnée et contrôlée par adjonction de blanc ou de gris, l'équivalent musical du blanc étant le silence, celui du gris le bruit. L'addition de bruit affaiblit la pureté du son, mais en délaissant sa brillance maximale, le son se dirige en même temps soit vers l'angle lointain, soit vers l'autre aspect de proximité, l'angle bruit, ou dans les deux directions à la fois.»

all'analisi di *Verblendugen* (1984-1985), andranno poi ad informare anche i complessi accordali di *Lichtbogen* (1985-1986), influendo in maniera più determinante sullo sviluppo armonico-timbrico del brano.

Tornando alla teoria della consonanza musicale stabilita da Terhardt, la spiegazione psicoacustica dell'armonia tonale viene fornita dal concetto di fondamentale virtuale.[117] Si è già parlato nel capito precedente di particolari aspetti della teoria dell'Altezza Virtuale e di come questa spieghi il rilevamento della fondamentale dell'accordo in termini psicoacustici, intendendo gli accordi musicali come composti da più toni armonici complessi simultanei le cui frequenze fondamentali sono in rapporto più o meno complesso. Si è inoltre illustrato il processo di percezione gestaltica che permette l'estrazione delle fondamentali virtuali degli accordi in relazione alla disposizione delle altezze costitutive. Si aggiunge che questo processo «avviene con molta probabilità come parte della percezione del linguaggio, poiché il linguaggio è il segnale uditivo più ricco di significato.»[118] Il proposito di questo processo di apprendimento è quello di permettere al sistema uditivo di estrarre altezze virtuali da qualsiasi tono e ciò che viene acquisito è una sorta di sottoprodotto dovuto al senso degli intervalli armonici (ottava, quinta, ecc.) contenuti nei suoni del parlato. Gli intervalli di altezze armoniche vengono quindi definiti in quanto parametri acquisiti da un sistema e particolari relazioni armoniche vengono considerate non come un prodotto culturale che si evolve in parallelo con l'evoluzione della musica ma come un fenomeno basato su dati psicoacustici che accompagna la percezione di segnali complessi. Nel caso di Kaija Saariaho, il riferimento al sistema armonico del modello tonale, in questa prima fase di sviluppo del suo linguaggio compositivo, non sembra essere particolarmente normativo, anzi assume un «ruolo intermedio tra il concreto e l'astratto»[119] essendo sia di ordine descrittivo, poiché mira ad una semplificazione delle componenti del discorso musicale per rappresentare schematicamente il processo di tensione/distensione armonica, sia di ordine

[117] Cfr. 1.4.2.1; 1.4.3.
[118] Cit.: Terhardt 1984, 288.
[119] Cit.: Dufourt 2014, 63.

instaurativo, poiché serve come referenza, come prototipo per l'elaborazione e la gestione di idee e forme musicali.[120]

> Nell'approfondire la problematica della forma, la mia attenzione è stata naturalmente attirata sul senso della dinamica e del riposo. Tra i modelli organizzativi conosciuti nel campo delle altezze, il sistema tonale è, secondo la mia esperienza personale, quello più efficace nell' utilizzare l'armonia per costruire e padroneggiare forme musicali dinamiche […]. Sarà difficile trovare una concezione così dinamica della forma in altri tipi di approcci. Tuttavia, dal mio punto di vista l'utilizzazione delle funzioni tonali in quanto tali è da escludere. Esse appartengono definitivamente al passato. È per questo motivo che il sistema tonale è per me unicamente un modello potenziale per generare delle tensioni a partire dalle altezze.[121] (Saariaho 1987, 85)

A mio avviso, anche in questo caso il riferimento al modello tonale, per quanto astratto, potrebbe derivare dall'utilizzo dell'ambiente informatico di cui sopra, soprattutto perché FORMES consente l'organizzazione temporale di modelli timbrici in strutture gerarchiche, parallele o sequenziali, e la sua rappresentazione permette quindi una logica compositiva equivalente a quella delle altezze ma che si genera da elementi nuovi. Inoltre, il modello di simulazione previsto dall'ambiente CHANT/FORMES permette un processo di progressiva astrazione su modelli stabiliti tale da consentire, al compositore che ne fa uso, un'elaborazione autonoma del proprio linguaggio: «lo scopo della simulazione non è l'oggetto simulato in sé, ma la sua rappresentazione, il suo modello - il modello come generatore di conoscenza dell'oggetto in questione. Il ruolo ultimo di un modello comprende l'adattamento da parte di una mente creativa e l'evoluzione verso altri modelli, una coniugazione resa possibile attraverso l'emergere di una grammatica che è incoraggiata dalla metodologia della simulazione.»[122] È tutta via innegabile che, nel dominio della simulazione, il modello di riferimento negli anni

[120] Szendy 2002, 59-62.
[121] «En approfondissant la problématique de la forme, mon attention s'est trouvée naturellement attirée par la signification de la dynamique et du repos. Parmi, le modèles d'organisation connus dans le champ des hauteurs, le système tonal constitue, selon mon expérience personnelle, le moyen le plus efficace pour construire et maîtriser des formes musicales dynamiques à partir de l'harmonie [...]. il serait difficile de trouver une conception tout aussi dynamique de la forme dans d'autre approches. Toutefois, de mon point de vue, l'utilisation des fonctions tonales en tant que telles est à exclure. Elles relèvent définitivement du passé. C'est pourquoi le système tonal me paraît être uniquement un modèle potentiel pour engendrer des tensions à partir des hauteurs.»
[122] Barrière 1989, 119.

’80 è quello della sintesi vocale e che le ricerche psicoacustiche compiute da Kaija Saariaho in collaborazione con McAdams prendono le mosse proprio dallo studio della voce umana attraverso CHANT, con lo scopo di definire principi percettivi e cognitivi capaci di trasportare il concetto di funzione armonica nel più ampio e mobile concetto di timbro.

2.3.2 Qualità e funzioni del timbro musicale (1985)

Nell’articolo *Qualitès et Fonctions du Timbre Musical* (1985) firmato, come abbiamo visto da Saariaho e McAdams, vengono delineati quasi tutti i punti cardine alla base della ricerca della compositrice.
Gli autori descrivono gli aspetti musicali e psicologici che afferiscono alla ricerca di elementi portatori di forma in musica, di modo da poter comprendere come trasferire tali elementi nel concetto di timbro e renderlo fattore strutturante. Lo studio procede poi indagando la funzione del timbro come elemento musicale della parola poetica attraverso l’analisi della produzione, della decodifica e della percezione dei fonemi. L’ausilio dell’ambiente CHANT/FORMES permette infine di trasferire alcune specificità riscontrate nei fonemi nel contesto dell’informatica musicale. Sebbene gli esempi di strutturazione e/o trasformazione di entità sonore sono tutti riferibili al brano per nastro *Jardin Secret I* (1984-1985), riteniamo necessario esporli in questa sede poiché tali procedimenti influenzeranno in larga parte il lavoro compositivo dei brani misti di cui ci occuperemo in dettaglio.
Nel primo paragrafo vengono esposti sei criteri per valutare la percepibilità di una forma musicale, ognuno di loro attiene alla psicologia delle strutture acustiche e tiene conto di fattori psicologici inerenti ai processi di apprendimento. Di questi, il secondo, il terzo e parte del quinto, fanno riferimento a «relazioni di ordine funzionale».

> Le categorie della percezione sono organizzate in modo tale da generare delle relazioni di ordine funzionale. Si tratta di un carattere sintattico delle proprietà delle entità musicali, tratto dominante delle altezze nella musica modale e tonale. Così, in una scala maggiore, le relazioni funzionali tra il settimo grado e la tonica sono totalmente differenti tra quelle

che esistono tra il settimo e il sesto grado. Queste relazioni non sono ovviamente del tutto indipendenti dal contesto, ma hanno delle tendenze proprie - abbastanza forti, e legate alla loro posizione nel sistema - che sono difficili da ignorare quando si ascolta musica non tonale, almeno per l'ascoltatore occidentale. Questi ordinamenti prendono diverse forme: gerarchiche nella musica tonale, sequenziali nella musica dodecafonica. Il tipo di ordine adottato impone spesso severi vincoli alle forme musicali che possono essere prodotte con successo in un dato sistema. Gli schemi di classificazione e i loro ordinamenti devono, di conseguenza, applicarsi alle esigenze della teoria della percezione, altrimenti perderanno la loro intellegibilità e non potranno contribuire all'apprezzamento della forma musicale. Uno dei grandi problemi della musica dei nostri tempi, a prescindere dalla perdita di un linguaggio comune al mondo occidentale, è quello di inventare delle funzionalità pertinenti sul piano psicologico, che permettano di generare un numero crescente di parametri significativi per la composizione.[123] (Saariaho, McAdams 1985, 57-58)

E nel terzo fattore psicologico:

Le differenze di natura e di forza tra le relazioni funzionali permettono l'esistenza di fasi di tensione e distensione. Nella musica tonale, ad esempio, la relazione tra la tonica e la dominante è un po' più forte rispetto a quella fra la mediana e la dominante, questo secondo intervallo è in effetti meno importante, in termini di struttura, rispetto al primo. La funzione e l'intensità delle relazioni esistenti tra le entità possono essere descritte in maniera soddisfacente (somiglianza/differenza, consonanza/dissonanza, dominazione/subordinazione ecc.). È importante che la natura del rapporto sia

[123] «Les catégories de la perception sont organisées de façon à entretenir des relations d'ordre fonctionnel. Il s'agit là du caractère syntaxique des propriétés des entités musicales, trait dominant des hauteurs dans les musiques modales et tonales. Ainsi, danse la gamme majeure, la relation fonctionnelle entre le septième degré et la tonique est très différente de celle qui existe entre le septième et le sixième degrés. Ces relations ne soit évidemment pas totalement indépendantes du contexte, mais elles ont des tendances propres – assez fortes, et liées à leur position dans le système – dont il est difficile de ne pas tenir compte dans l'écoute de la musique non tonale, du moins pour l'auditeur occidental. Cet ordonnancement prend diverses formes : hiérarchique dans la musique tonale, séquentielle dans la musique dodécaphonique. Le type d'ordre adopté impose souvent de sévères contraintes aux formes musicales que l'on peut produire avec succès dans un tel système. Les schémas de classification et leur ordonnancement doivent, en conséquence, se plier aux exigences de la psychologie de la perception, suis peine de perdre leur lisibilité pour l'auditeur et de ne pas contribuer à l'appréciation de la forme musicale. L'un des grands problèmes musicaux de notre temps, outre la perte d'un langage musical commun au monde occidental, est d'inventer des fonctionnalités pertinentes sur le plan psychologique, qui permettent de gérer le nombre croissant de paramètres musicaux significatifs pour la composition.»

> relativamente indipendente dal contesto dell'opera, pur essendo, tuttavia, strettamente legata al contesto del sistema organizzativo.[124] (Saariaho, McAdams 1985, 58)

E ancora, nel quinto:

> Per poter contribuire alla forma musicale, le categorie, le relazioni funzionali e l'ordinamento di un sistema di classificazione devono riflettere le strutture mentali esistenti e quelle del mondo circostante, per poter essere acquisite dall'uditore.[125] (Saariaho, McAdams 1985, 59)

Come risulta anche dalle citazioni riportate, il riferimento al modello del sistema tonale non può non prescindere dal suo regime di articolazione, dal suo procedimento costruttivo inteso come sistema di funzioni armoniche: l'esigenza è quella di pervenire ad un'organizzazione logica equivalente in ogni punto a quella delle altezze e, attraverso le teorie psicoacustiche, fornire all'ascoltatore punti di riferimento naturalmente comprensibili. Anche in questo caso, il rimando ad una certa funzionalità dell'armonia dev'essere inteso come paradigmatico e non dogmatico; non si tratta di stabilire funzioni armoniche precise ed inequivocabili, quanto di esplorare un'idea di gerarchia che risulti fluida, flessibile ma allo stesso tempo capace di rivelare all'ascoltatore una chiara vettorializzazione del discorso musicale nella generazione di sensazioni di tensione e risoluzione. Quello che qui sembra interessante non è tanto il fatto che Kaija Saariaho descriva la relazione esistente fra una tonica e una dominante o fra una mediana e una dominante, quanto che queste relazioni siano intese come forze dinamiche, come variazioni di tensione relative al contesto. Il concetto di relazioni armoniche al quale la compositrice si riferisce è un nesso astratto che si identifica nello scorrere di un processo e prescinde dall'osservazione dell'accordo

[124] «Le différences de nature et de force entre les relations fonctionnelles permettent l'existence da phases de tension et de détente. Dans la musique tonale, par exemple, la relation de la tonique à la dominante est beaucoup plus forte que celle de la médiante à la dominante, ce dernier intervalle étant en effet beaucoup moins important, en termes de structure, que le premier. Le fonction et l'intensité des relations existant entre les entités peuvent être décrites de bien des façons (similitude/dissemblance, consonance/dissonance, domination/subordination, etc.). Il importe que la nature des relations soit relativement indépendante du contexte de l'œuvre, tout en étant, cependant, étroitement liée au contexte du système d'organisation.»

[125] «Pour être en mesure de contribuer à la forme musicale, les catégories, les relations fonctionnelles et l'ordonnancement d'un système de classification doivent soit refléter les structures mentale existantes et celles du monde environnant, soit pouvoir être acquises par l'auditeur.»

isolato, staccato dal contesto. In questo senso si ricollega alla teoria funzionale dell'armonia intesa in senso tonale, teoria che tende a portarsi al di là dell'evento sonoro così come si manifesta, ad interpretare quello che sta dietro a ciò che appare in un istante determinato, a cogliere il significato e il ruolo che l'evento ricopre rispetto agli altri che lo precedono e lo seguono, dunque la funzione che esso esplica nel contesto in cui è immerso.[126] La definizione che Ernst Kirsch dà della struttura della teoria funzionale, nel periodo di inquadramento storico della natura dell'armonia funzionale, sembra essere particolarmente in linea con le considerazioni della compositrice:

> La struttura della teoria funzionale deve, se vuole essere coerente, scaturire da un principio fondamentale che deve essere tenuto fermo in ogni fase del suo perfezionamento. Tale principio afferma che: le armonie vengono rappresentate come una serie di concatenamenti astratti e non come formazioni accordali isolate (Kirsch 1928, 58)

Il modo in cui si dispongono i concatenamenti astratti risulta dal concetto di funzione armonica che la logica tonale fa derivare da quello di funzione matematica. Con funzione matematica s'intende il rapporto fra due grandezze, una posta in quanto "variabile dipendente" e l'altra come "variabile indipendente". Tale rapporto viene rappresentato dalla formula

$$y = f(x)$$

Dove *y* è la variabile dipendente e *x* la variabile indipendente. Trasponendo tale idea alle funzioni armoniche si ottiene

$$hy = f(hx)$$

Dove *h* indentifica l'armonia, il che implica che tutte le armonie vengono intese come variabili dipendenti in relazione ad un'armonia intesa come variabile indipendente, ossia che deve esserci la possibilità di interpretare ogni armonia in rapporto ad un centro tonale.[127] Anche se, come vedremo, Kaija Saariaho, giungerà ad un modello di schema organizzativo molto simile a quello esposto da Kirsch, in nessuno dei sei criteri che definiscono gli elementi portatori di forma c'è un chiaro riferimento ad un centro

[126] Azzaroni 1991, 19.
[127] Kirsch 1928, 58.

tonale che si espliciti in quanto variabile indipendente. Il concetto che porterà poi alla costruzione di una entità sonora intesa come centro tonale (in quanto forza strutturante verso la quale convergono e dipartono tutte le altre armonie)[128] è quello di «rappresentazione mentale d'un concetto o un modello (motivo) originale, dove certe proprietà strutturali vengono conservate e percepite in quanto tali nel corso della trasformazione.»[129]. Si tratta di una o più entità musicali costruite in modo da conservare caratteristiche di coerenza tali da poter essere facilmente memorizzate dall'ascoltatore e che permettano alla struttura musicale di evolversi attraverso trasformazioni interne alle entità stesse, contrasti fra queste entità o grazie a variazioni di rapporti che si stabiliscono tra entità musicali così caratterizzate.
A tal proposito, nel primo dei sei criteri atti a qualificare la percepibilità di una forma musicale, si legge:

> Gli elementi portatori di forma sono differenziati in categorie percettive discrete. O vengono limitati artificialmente in categorie distinte come nel caso delle altezze musicali, o, come nel caso dei fonemi del linguaggio, è lo stesso sistema uditivo che divide in categorie un parametro acustico continuo. L'accumulazione della forma musicale nella memoria, nel corso del tempo, è per entrambe una delle caratteristiche principali. Quindi, se un elemento è facilmente memorizzabile, il suo contributo potenziale alla forma è molto maggiore di quello di un elemento difficile da ricordare. La facilità di memorizzazione deve quindi essere uno degli attributi essenziali di un elemento portatore di forma. […] Se una dimensione divisa in categorie può contribuire all'elaborazione di una struttura, delle variazioni continue in questa dimensione possono permettere, all'interno della struttura, delle trasformazioni espressive di categorie ideali […]. Si tratta di classificare dei punti su una dimensione unica (o su più dimensioni correlate), atti a caratterizzare le proprietà delle entità musicali, affinché la struttura musicale possa costruirsi sui contrasti di queste entità.[130] (Saariaho, McAdams 1985, 56)

[128] Cfr. cap. IV.
[129] Saariaho, McAdams 1985, 60.
[130] «Les éléments porteurs de forme sont différenciés en catégories perceptives discrètes. Soit ils sont artificiellement limités à des catégories distinctes telles que les hauteurs musicales, soit, comme c'est le cas pour les phonèmes dans la parole, le système auditif lui-même divise en catégories un paramètre acoustique continu. L'accumulation de la forme musicale dans la mémoire, au fil du temps, est par ailleurs une de ses caractéristiques principales. Ainsi, si un élément est facilement mémorisé, sa contribution à la forme est bien plus importante que celle d'un élément difficilement remémorable. La facilité de mémorisation doit donc être l'un des attributs essentiels d'un élément porteur de forme. [...] Si une dimension divisée en catégories peut contribuer à l'élaboration d'une structure, des variations

E ancora, nel sesto:

> Le relazioni tra categorie devono poter mantenere un certo grado d'invarianza tra le differenti classi di trasformazioni. Se degli insiemi composti da una serie di dimensioni non vengono riconosciuti come somiglianti dopo essere stati sottoposti a variazioni, allora quelle dimensioni non possono contribuire in modo significativo alla forma musicale. La variazione e la trasformazione sono processi universali in musica. Il concetto di trasformazione musicale si scontra con i limiti psicologici del riconoscimento di un originale nelle sue successive modifiche. Gli insiemi di altezze, per esempio, supportano la trasposizione (traslazione nella scala logaritmica delle frequenze che conserva gli intervalli e il contorno), il cambiamento di tonalità (trasformazione che conserva il contorno e le classi d'intervalli), l'espansione e la contrazione (fattore moltiplicativo che conserva il contorno perendo le informazioni intervallari), ecc. senza che venga messa in dubbio la relazione con il motivo originale. Sul piano psicologico, ciò implica una rappresentazione mentale d'un concetto o un modello (motivo) originale, dove certe proprietà strutturali vengono conservate e percepite in quanto tali nel corso della trasformazione. L'esplorazione di questo dominio potrà rivelare un vasto territorio di sostituzioni funzionali al processo di variazione così comune nella musica del mondo. Tuttavia, questo implica una limitazione delle trasformazioni possibili nell'immenso campo che comporta le dimensioni qualitative delle entità musicali, così come una limitazione delle possibilità di strutturazione coerente e significativa del materiale musicale oggetto di questa trasformazione.[131] (Saariaho, McAdams 1985, 59-60)

---

continues dans cette dimension peuvent, elles permettre des transformations expressives des catégories idéales [...]. Le fait de lasser des points sur une dimension unique (ou sur plusieurs dimensions corrélées) aide également à caractériser les propriétés des entités musicales, car la structure musicale se construit sur les contrastes entre ces entités.»

[131] «Les relations entre catégories doivent pouvoir maintenir un certain degré d'invariance entre les différentes classes de transformations. Si des patterns composés au sein d'un ensemble de dimensions ne sont pas reconnus comme semblables après qu'ils ont été soumis à des variations, ces dimensions ne peuvent dès lors contribuer fortement à la forme musicale. Variation et transformation sont des processus universels en musique. Le concept de transformation musicale se heurte aux limites psychologiques de la reconnaissance d'un original dans ses modifications successives. Les patterns de hauteurs, par exemple, supportent la transposition (translation dans l'échelle logarithmique des fréquences qui conserve les intervalles et le contour), le changement de tonalité (transformation qui conserve le contour e les classes d'intervalles), l'expansion et la contraction (facteur multiplicatif qui conserve le contour tout en perdant les informations intervalliques) etc. sans que soit remise en cause la relation avec le motif original. Sur le plan psychologique, cela implique une représentation mentale du concept ou modèle (motif) original, où certaines propriétés structurelles sont conservées et perçues en tant que telles au cours des transformations. L'exploration de ce domaine pourrait révéler un vaste territoire de substituts fonctionnels aux processus de variations si communs dans les musiques du monde. Toutefois, cela impliquerait une limitation des transformations possibles dans l'immense champ que composent les dimensions qualitatives des entités musicales, ainsi qu'une limitation des possibilités de structuration cohérente et significative du matériau musical objet de ces transformation.»

Come si nota, la nozione di entità coerente non preclude ma anzi incorpora quella di trasformazione, di variazione. La compenetrazione del concetto di identità e variazione, che è già insita dalla natura multidimensionale del timbro, permette di concepire la costruzione di entità musicali che possano partecipare delle caratteristiche evolutive del timbro stesso. Tali entità vengono definite immagini uditive.

La locuzione immagine uditiva, coniata da Stephen McAdams in *Spectral fusion, spectral parsing and the formation of auditory images* (1984), identifica una rappresentazione psicologica di un'entità sonora che esibisce una coerenza interna nel suo comportamento acustico. Secondo ricerche psicoacustiche, il sistema uditivo partecipa alla formazione di immagini evocate da fenomeni acustici provenienti dal mondo circostante, distinguendo differenti fonti sonore e decidendo quali elementi sono correlati o provengono dalla stessa fonte e quali da fonti diverse. Nell'identificazione della fonte sonora la nozione di coerenza è necessaria poiché ogni evento sonoro ha uno spettro complesso che, evolvendosi nel tempo, comporta sia porzioni di rumore che porzioni periodiche o quasi periodiche. Ad esempio, il parlato umano è una combinazione di fonti sonore rumorose e periodiche tutte integrate in un unico flusso sonoro portatore di significato. Il sistema uditivo umano procede, quindi, alla formazione di rappresentazioni mentali, ovvero immagini uditive, attraverso processi attentivi che permettono di correlare tra loro gli attributi percettivi, distribuiti nel tempo e nello spazio frequenziale, desunti dal corpo sonoro in entrata. Alcuni corpi sonori hanno attributi percettivi unitari ed inequivocabili riguardo al numero di componenti spettrali di cui sono composti e tendono a formare immagini fortemente fuse, altri comportano attributi dispersi o equivoci, come ad esempio una costellazione di altezze che evoca il suono di una campana, e possono generare nel sistema uditivo immagini chimeriche.[132] Trasportare questa nozione nella sfera compositiva equivale alla volontà di creare entità stratificate in cui diverse proprietà, ovvero diversi parametri, agiscano all'interno delle entità stesse secondo logiche che ricalchino quelle della coerenza uditiva. I parametri di tali entità dovranno esser quindi strutturati gerarchicamente, poiché non tutti i parametri sono determinanti a livello strutturale,

[132] McAdams 1984, 11-13.

ma in maniera sufficientemente ambigua affinché un cambio di gerarchia fra parametri strutturali possa direzionare la forma dell'immagine uditiva nel suo divenire; in altre parole, una qualsiasi immagine uditiva dev'essere intesa come metafora compositiva del timbro stesso. Va da sé che la creazione di una rete di relazioni funzionali fra entità così concepite dovrà esser capace di mantenere l'ambiguità insita nei materiali, al fine di dirigere il focus attentivo dell'ascoltatore grazie a trasformazioni in grado di mantenere un certo grado d'invarianza fra entità e di creare differenti livelli di tensione. Nel 1987, nell'articolo *Timbre and harmony: Interpolations of timbral structure*, Kaija Saariaho espliciterà che il modello di riferimento per una simile organizzazione è quello della modulazione, riferendosi al sistema tonale:

> Sono attualmente impegnata in un progetto di ricerca con Stephen McAdams, il cui scopo è quello di delimitare alcuni confini del timbro e dell'armonia e di affrontare l'uso del timbro al posto dell'armonia. Uno dei nostri obiettivi più importanti è la scoperta di un modello di organizzazione gerarchica del timbro, qualcosa di simile all'ambiguo modello di modulazione nella musica tonale: come può un accordo o una tonalità assumere improvvisamente una nuova funzione e quindi generare relazioni totalmente diverse basate su fattori identici e precedentemente noti?[133] (Saariaho 1987, 132)

Nell'articolo del '85 il riferimento a un tipo di organizzazione in cui il significato logico di un' entità cambia in base alla posizione che questa occupa all'interno di un sistema, pur mantenendo l'entità stessa determinati attributi percettivo-strutturali, viene fatto derivare, tramite analogie, dallo studio delle caratteristiche di particolari fonemi in riferimento alla parola poetica. L'utilizzo del modello vocale riferito ad un contesto poetico sembra particolarmente adatto alla comprensione strutturale del timbro a causa del fatto che nell'arte poetica «il poeta manifesta una uguale sensibilità alle sonorità e alle forme semantiche»[134]. È, però, significativo un appunto ritrovato nel quaderno di schizzi 1, conservato alla Paul Sacher Stiftung, che si riferisce

[133] «Je suis actuellement impliquée dans un projet de recherche avec Stephen McAdams, projet dont le but est de délimiter certaines frontières du timbre et de l'harmonie et d'aborder l'emploi du timbre en lieu et place de l'harmonie. L'un des objectifs qui nous tient le plus à cœur est la découverte d'un modèle d'organisation hiérarchique du timbre, quelque chose d'analogue au modèle ambigu que constitue la modulation dans la musique tonale : en quoi un accord ou une hauteur peuvent-ils soudain revêtir une fonction nouvelle et ainsi générer des relations totalement différentes à partir de facteurs identiques et préalablement connus ?»

[134] Saariaho, McAdams 1984, 61.

inequivocabilmente al concetto di modulazione proprio del sistema tonale. Il Quaderno di schizzi 1 risulta essere scritto negli stessi anni in cui Kaija Saariaho lavora alla stesura dell'articolo in questione: la prima annotazione risale al 12.11.1984, l'ultima al 05.07.1985. Scritto su entrambi i lati - con appunti in lingua francese, inglese e finlandese - sul lato dritto si legge una sorta di intitolazione «LISP /KSaariaho /Formes /4x», il verso è intitolato «Project». Su una delle pagine del verso, datata 13.04.1985, leggiamo il seguente appunto scritto in lingua inglese:

> Timbres hierarchia
>
> Note for david about hierarchy. Wohen [sic] he said that in hierarchy there is no ambiguity: I think that one of the strong elements of tonal system is the possibility to ambiguity by modulations and expandend [sic] chromatism, the possibility to re interpretation a certain chord and thus create different levels of tensions. (Saariaho, Skizzenbuch 1 12.11.1984 – 05.07.1985, Paul Sacher Stiftung)

La riflessione sul modello vocale e quella sul sistema di articolazione formale della musica tonale convivono, quindi, nel processo creativo di Kaija Saariaho e, connettendosi, si ibridano nella creazione di un linguaggio di timbri che sarà sempre più organizzato all'insegna di una ristrutturazione spettrale di armonie funzionali. Tornando all'articolo del '85, è nell'arte poetica che la Saariaho e McAdams scorgono la forma nella quale il timbro ricopre un ruolo più importante rispetto a quello occupato dallo stesso all'interno del sistema tonale, dove la sua organizzazione è per lo più subordinata alla struttura delle altezze o del ritmo; a tal proposito alcuni elementi sonori portatori di forma nella parola poetica vengono esaminati e comparati ad elementi del discorso armonico grazie alle loro particolari caratteristiche timbriche. Le vocali (timbri creati dalla risonanza del condotto vocale) vengono paragonate ai colori evolutivi nello spettro di un timbro musicale e, rispetto al loro ordinamento all'interno della parola o della frase, possono assumere determinate caratteristiche funzionali: quelle che fanno parte delle parole che costituiscono le rime, avranno una funzione strutturale maggiore rispetto a quelle che formano sineresi, dieresi o sinalefe e che possono essere intese come note di passaggio o progressioni armoniche fra punti più stabili ed assumere la funzione musicale di tensione/distensione. Le consonanti (generalmente emesse da rapide variazioni di risonanza del condotto vocale e spesso

accompagnate da rumori prodotti dai movimenti degli organi dell'apparato fonatorio) vengono associate ai fenomeni timbrico-musicali di attacco e di estinzione o a diversi suoni di transizione e possono essere considerate come dei perni complessi tra diversi stati di una vocale, capaci di modificare leggermente la natura della vocale a cui sono associate o di produrre bruschi cambiamenti nel flusso acustico. Questi due elementi vengono considerati più significativi rispetto al ritmo d'accentuazione – che pure influisce sulla percezione della musicalità del verso ma che deriva da caratteristiche inerenti a vocali e consonanti o da un loro allungamento all'interno del discorso – e dell'altezza d'intonazione, che ha valore più espressivo che strutturale. Dopo aver circoscritto in questo modo gli elementi portatori di forma, si passa alla classificazione dei fonemi, «classe astratta di suoni elementari che si rassomigliano in maniera sufficiente tra loro e che differiscono sufficientemente da altre classi per poter essere percepiti e identificati»[135]. Il sistema uditivo umano è, infatti, in grado di raggruppare tutte le forme della vocale /a/ indipendentemente dalla variazione d'accento e di distinguere tali forme da quelle di altri gruppi vocalici; le diverse forme della vocale /a/ potranno simboleggiare delle variazioni espressive interne ad uno stesso gruppo di timbri. Ciascun gruppo di fonemi può essere classificato, quindi, in relazione alle invarianti interne al gruppo e interpretato in maniera funzionale in base alle caratteristiche fisiche percepite rispetto ad un modello di articolazione/produzione; ovvero, i gruppi vocalici o consonantici verranno ordinati – in base al grado di apertura della cavità buccale oppure rispetto alla posizione o al movimento della lingua ecc. – nella creazione di uno spazio di vocali (Figura 19).

[135] Saariaho, McAdams 1984, 64.

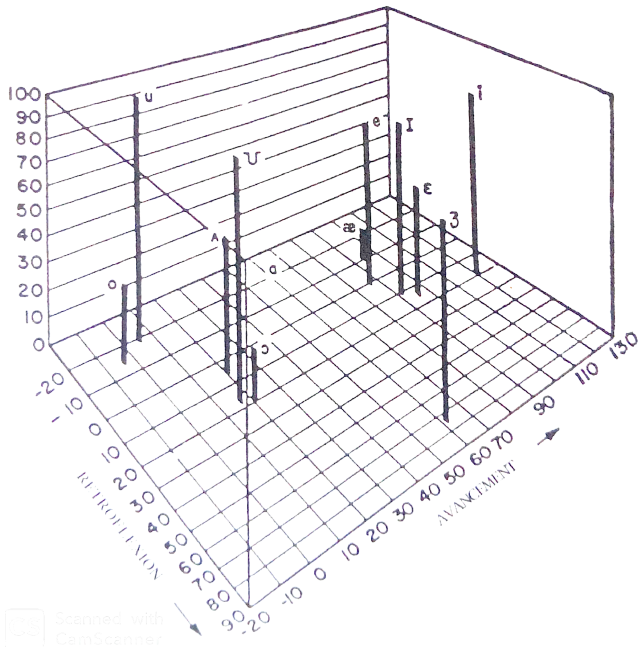


Fig. 19.
Rappresentazione grafica della struttura di somiglianza tra 12 vocali americane. Sull'asse z (altezza) è possibile visualizzare l'apertura della cavità buccale; sull'asse x (avanzamento) la prossimità o la distanza della lingua dalla cavità buccale; sull'asse y (retroflessione) la piegatura e la ripiegatura della lingua verso la cavità buccale. (Saariaho, McAdams 1984, 67)

Realizzato secondo gli stessi principi utilizzati da Grey (1977) e Wessel (1979) nella creazione di uno spazio di timbri, il modello di spazio di vocali americane[136] (Figura 19) presentato da Saariaho e McAdams permette di visualizzare le dimensioni considerate caratterizzanti per la classificazione delle vocali – apertura della cavità bucale, posizione della lingua, retroflessione della lingua – e, attraverso queste, consente di strutturare uno spazio in cui le distanze cognitive tra fonemi possono, in via teorica, essere utilizzate per un'organizzazione formale fruttuosa di assemblaggi degli stessi, così che «le regole e i vincoli degli assemblaggi fonetici potranno costituire un livello d'organizzazione preliminare a una sintassi di timbri»[137]. Tali classificazioni possono però mutare al variare del contesto, rispetto cioè alla funzione di co-articolazione che si verifica al passaggio da una consonante alla vocale che la segue quando i fonemi vengono raggruppati in sillabe: «il valore di un fonema risiede

[136] Il modello grafico viene ripreso dall'articolo di S. Singh e D. R. Woods, *Perceptual Structure of 12 American English Vowels*, in «Journal of the Acoustical Society of America», 1971,1864.
[137] *Ibidem*.

nella sua funzionalità specifica in rapporto agli altri»[138]. Di conseguenza, il senso musicale di un timbro potrà svilupparsi attraverso «la costruzione di una miriade di relazioni e di referenze tra gli elementi del materiale sonoro elaborato in una rete autoreferenziale»[139] e stabilendo un'analogia efficace con i suoni e i modelli derivati dallo studio delle vocali, in considerazione del fatto che anche la percezione del timbro dipende in parte dalla decodifica del comportamento fisico della fonte sonora. Gli aspetti principali da considerare e studiare per la caratterizzazione delle entità timbriche (o immagini uditive) vengono identificati, quindi, nella forma spettrale e nel contenuto frequenziale poiché i due concetti corrispondono a quelli di struttura di risonanza e di fonte di eccitazione per diversi tipi di fonti sonore fisiche.

L'ambiente CHANT-FORMES permette di definire il primo aspetto, offrendo un catalogo di fonemi e delle procedure che consentono di visualizzare le qualità identificative di tali fonemi secondo le nozioni di brillantezza spettrale o di avanzamento, compattezza, nasalità ecc. e di elaborare delle transizioni tra fonemi portanti attraverso fonemi di transizione. I percorsi di transizione tra un fonema portante e l'altro suppongono la presenza di elementi di articolazione, al fine di marcare la transizione e favorire l'introduzione di elementi relativi al fonema d'arrivo. Solitamente, in natura o nei modelli di default dell'ambiente compositivo, i fonemi di transizione si distinguono in base alle loro caratteristiche temporali; modificando tali caratteristiche, dilatando il tempo, le transizioni perdono la loro identità di fonemi e assurgono a nuove forme di timbri.

Alcuni aspetti riguardanti la disamina del contenuto frequenziale sono stati esposti nel paragrafo precedente: l'identificazione di due caratteristiche correlate e interne al contenuto frequenziale, i segnali tonali e quelli rumorosi, che permette la creazione di uno strumento concettuale di gestione formale, l'*asse suono-rumore.*[140] In questa sede ci riserviamo, quindi, di illustrare i processi di caratterizzazione del contenuto frequenziale di entità inarmoniche utilizzate dalla compositrice nei primi anni '80; a

[138] *Ibidem*, 69.
[139] *Ibidem*.
[140] Cfr. 2.3.

partire dagli anni ‘85-86 tali processi verranno sostituiti da altri grazie all’uso del software di analisi IANA.

Nei primi anni del decennio, la compositrice utilizza un sistema di sintesi sviluppato sul computer 4x dell’IRCAM che permette di elaborare le entità sonore attraverso un metodo empirico, ovvero senza riferirsi ad un modello preesistente e aggiungendo progressivamente parziali ad un suono già di per sé complesso. Le realtà sonore così costruite sono suscettibili di essere trasportante su vari registri o verso altre dinamiche senza perdere la loro identità percettiva. Il concetto di fonema portante viene in questo modo esteso anche a realtà sonore che rappresentano già in sé stesse dei fenomeni di transizione, com’è udibile, oltre che nell’emissione di consonanti fricative o occlusive, nei suoni strumentali in cui le fasi rumorose o inarmoniche si verificano transitoriamente nella prima fase di eccitazione di una corda o di una colonna d’aria. Così come mostrato dallo studio del modello linguistico riferito alla parola poetica, anche nel caso di entità timbriche, dopo una prima fase di analisi e/o elaborazione, si passa alla creazione di famiglie di suoni attraverso la classificazione dei materiali, la formalizzazione di tali materiali mediante movimenti direzionati, le trasformazioni e le interazioni tra poli strutturali. L’elaborazione di questa seconda fase, che si propone di associare il controllo del timbro a quello dell’armonia, risulta alquanto ostica soprattutto a causa di problemi legati ai meccanismi della percezione uditiva riscontrati nella messa in atto di ogni passaggio. Per quanto concerne la classificazione delle entità in base alle qualità di forme spettrali e di contenuti frequenziali, le difficoltà vengono ravvisate in particolar modo in oggetti ibridi[141](per quanto riguarda la forma spettrale) e in suoni inarmonici (per quel che attiene ai contenuti frequenziali):

> La classificazione delle qualità legate alla forma spettrale può basarsi sull’intuizione, soprattutto per quanto riguarda i suoni vicini alla voce. Questa capacità di discernere s’interrompe quando i suoni cambiano il loro carattere abituale e si allontanano da quelli della voce e da suoni familiari. […] il problema dell’equilibrio fra familiarità e ambiguità è molto delicato. La stessa cosa si riscontra nella classificazione delle qualità legate al contenuto frequenziale, in particolare a quello dei suoni inarmonici […] Con questo tipo di materiale, certi criteri degli elementi portatori di forma sono più difficili da stabilire:

[141] A tal proposito, cfr. Vandenheede, Harvey, 1985.

> [come] la valutazione della forza delle relazioni – eccettuato se si considera la distanza cognitiva tra membri della stessa famiglia di suoni su una traiettoria di modulazione accettabile – così come la valutazione delle relazioni esistenti tra proprietà nate dalla combinazione di membri di queste famiglie.[142] (Saariaho, McAdams 1985, 76-77)

Anche il secondo punto, che prende le mosse da una volontà di elaborazione di una forma musicale che si accompagni all'impressione di un movimento orientato, direzionato, che si strutturi attraverso la messa in evidenza di traiettorie di prolungamento cognitivo e gradi di contrasto fra entità timbriche, risulta di difficile gestione e pieno d'interrogativi. Posto che il sistema di strutturazione al quale la compositrice fa riferimento è uno di tipo gerarchico, in quanto «le organizzazioni di tipo gerarchico offrono delle prospettive di strutturazione musicale più ricche»[143], e che per la creazione di un movimento orientato risulta indispensabile rifarsi ad una nozione di intervallo di timbri[144] che risulti analoga a quella di intervallo melodico, in cui «la forza del movimento dipende tanto dalla direzione dell'intervallo che dalla sua ampiezza»[145]; ancora una volta la problematica maggiore viene riscontrata nella messa a sistema di entità inarmoniche. Per poter illustrare le problematiche relative al posizionamento di entità inarmoniche all'interno di un sistema di riferimento, bisogna prima considerare ciò che implica la nozione di intervallo di timbri e in che modo tale nozione riesca ad integrare le funzioni del timbro e quelle dell'armonia. La compositrice stessa lo spiega in maniera chiara alcuni anni dopo, in *Timbre et Harmonie* (1987):

---

[142] «La classification des qualités liée a la forme spectrale peut reposer davantage sur l'intuition, surtout pour les sons proches de la voix. Cette capacité de discernement s'estompe à mesure que les sons gangent un caractère inhabituel e qu'ils s'éloignent de la voix et de sons familiers. [...] [le] problème entre familiarité et ambiguïté des sons est délicat. Il en va de même pour la classification des qualités liées au contenu fréquentiel, en particulier celles des sons inhamoniques [...] Avec ce type de matériaux, certains critères des éléments porteurs de forme semblent plus difficiles à établir : l'évaluation de la force des relations – excepté si l'on considère la distance cognitive entre des membres de différentes familles de sons sur un trajet de modulation acceptable –, ainsi que l'évaluation des relations existant entre des propriétés nées de la combinaition des membres de ces familles.»

[143] Saariaho, McAdams 1984, 76. Gli autori dell'articolo fanno riferimento alle ricerche che in quegli anni si stavano compiendo all'Ircam riguardanti appunto possibilità di strutturazione gerarchica del timbro: quelle di Lerdhal (1987), (1991); e Assayag (1985), (1985).

[144] *Ibidem*, 77. La nozione di intervallo di timbri, una sorta di vettore multidimensionale, è stata introdotta da Wessel (1979); gli autori fanno specifico riferimento a tali ricerche.

[145] *Ibidem*, 77.

> Per definire la concezione tradizionale delle rispettive funzioni di timbro e armonia, dirò che la funzione del timbro è considerata come verticale e quella dell'armonia come orizzontale. L'armonia è la base d'un movimento di progressione, mentre il timbro costituisce una materia guidata da questo movimento. All'inverso, quando s'impiega il timbro per generare una forma musicale, quest'ultimo prende il posto di elemento progressivo occupato in principio dall'armonia. Possiamo dire che queste due dimensioni si trovano confuse l'una nell'altra poiché il timbro diventa costituivo della forma e l'armonia si limita a condizionare la sonorità generale.[146] (Saariaho 1987, 86-88)

La nozione di intervallo di timbri implica quindi una dimensione sonora che si percepisca sia come verticale, ovvero come qualità emergente di un'immagine sonora che risulti coerente in sé stessa e fusa nelle sue parti costitutive, sia come orizzontale, dalla quale riesca ad emergere un senso di direzione. Se per le entità costruite su suoni armonici è più facile stabilire dei gradi di fusione e scissione operando, se ad esempio si vuole ottenere una fusione percettiva, su ciascuna formante attraverso una comune (o strettamente correlata) modulazione di ampiezza globale (fluttuazione di ampiezza delle frequenze basse e inviluppo di ampiezza), una comune (o strettamente correlata) modulazione di frequenza che mantenga la proporzionalità frequenziale tra i componenti (periodico: vibrato; aperiodico: tremolo; o inflessioni di altezza lente: portamento), una complessa sommatoria di modulazione di frequenza e di ampiezza che definisca l'inviluppo spettrale, impiegando strutture di risonanza stabili (come le formanti delle vocali) e una comune spazializzazione[147]; la struttura frequenziale di suoni inarmonici risulta da un lato troppo dispersa (nei rumori tenui) e quindi difficile da integrare in una fusione percettiva, dall'altro troppo densa (nei rumori forti) e quindi quasi impossibile da scindere nelle sue costituenti. Questi aspetti limitano quindi il movimento tra timbro e armonia nei materiali inarmonici. Vengono però sperimentati vari tipi di trasformazioni suscettibili di produrre sensazioni di progressione fra entità e interazioni tra poli costituiti da entità sia armoniche che inarmoniche, tra queste: la

[146] «Pour définir la conception traditionnelle des fonctions respective du timbre et de l'harmonie, je dirais que la fonction du timbre est considérée comme verticale et celle de l'harmonie comme horizontale. L'harmonie est la base d'un mouvement de progression, tandis que le timbre constitue une matière guidée par ce mouvement. En revanche, lorsqu'on emploie le timbre pour engendrer une forme musicale, celui-ci prend la position d'élément progressif qu'occupait l'harmonie. On peut aussi dire que ces deux dimensions se trouvent confondues l'une dans l'autre lorsque le timbre devient un constituant de la forme et que l'harmonie se limite à conditionner la sonorité générale.»
[147] McAdams 1984, 308.

definizione di scale nelle quali gli intervalli sono accordati specificatamente in funzione di famiglie di suoni inarmonici; la deformazione graduale di strutture frequenziali o di formanti attraverso l'espansione o la contrazione delle loro relazioni frequenziali; la deformazione degli inviluppi spettrali che, applicata alla durata produce un cambiamento nella qualità emergente del colore spettrale, così da stabilire relazioni tra il materiale originale e quello trasformato; una tecnica di allungamento di frequenze che prevede la generazione di microintervalli fra la frequenza di partenza e quella di arrivo dando vita ad una sorta di micropolifonia. Per quanto riguarda il dominio specifico di suoni inarmonici i risultati più interessanti vengono ravvisati in due tipi di trasformazioni: su suoni molto densi vengono sovrapposti suoni con parziali più distanziate, variando l'ampiezza delle parziali di questi ultimi si genera l'impressione di una entità in cui si crea una certa luminosità melodica su uno spazio di strutture frequenziali più dense; il secondo tipo di trasformazione prevede invece delle compressioni progressive della larghezza di banda delle formanti, di modo tale che queste possano comportarsi, una volta sovrapposte, come parziali e generare vari effetti di rugosità in presenza di una sensazione di altezza più o meno definita. Come vedremo attraverso l'analisi di *Verblendugen* (1984-1985), molte di queste tecniche influenzeranno anche la scrittura strumentale. In *Lichtbogen* (1985-1986), invece, assisteremo ad una più netta definizione delle entità inarmoniche, grazie al software di analisi IANA che consentirà alla compositrice di sviluppare il suo linguaggio armonico a partire dall'analisi strutturale di suoni strumentali complessi.

2.4 Analisi. *Verblendugen* (1982-1984)[148]

2.4.1 «La forme est l'extériorisation du contenu intérieur»

Verblendugen (1982-1984), è il primo grande lavoro per orchestra e nastro di Kaija Saariaho. L'idea iniziale del brano è, a detta della compositrice stessa, una «forma globale impossibile»[149] che parte dal suo massimo apogeo e gradualmente svanisce fino alla fine.

> Volevo […] comprendere in che modo la creazione musicale poteva essere influenzata da un pensiero fondato sulla nozione di transizione e i sistemi multidimensionali […]. Quali forme possono trarne giovamento? Quali cose divengono totalmente impossibili in un quadro del genere? E ancora: quali sono le differenze rispetto alle possibilità che offrirebbe un sistema gerarchico evoluto? A mio avviso i sistemi [informatici] su cui mi appoggio mi offrono la possibilità di costruire delle forme tensoriali e delle strutture multi-livellari. È anche per questo motivo che ho voluto realizzare un brano che utilizzasse al massimo una rete multidimensionale per generare la forma. Questo è stato il punto di partenza di Verblendungen (1982-1984) per orchestra e nastro.[150] (Saariaho 1987, 100)

Lo schizzo grafico, due pennellate (Figura 20), ci permette di cogliere l'essenza macroformale in maniera subitanea, intendendola come un'unica immagine uditiva, la cui morfologia si dispiega in un processo globale di attacco-decadimento.

---

[148] *Verblendungen* (1982-1984), brano centrale nella produzione di Kaija Saariaho, nel quale vengono esposti per la prima volta procedimenti compositivi sviluppati all'IRCAM nel contesto della musica mista. Scritto dopo la lettura del libro *Auto-da-fé* di Elias Canetti, nella traduzione tedesca *Die Blendung*. Cfr. Saariaho 1984; Saariaho, McAdams 1985; Saariaho 1987. Il brano è stato analizzato nelle seguenti dissertazioni: Stones 2000; O' Callagan, Eigenfeldt 2010; Dean 2015; Mason 2019.

[149] Saariaho 1987, 100.

[150] «Je voulais [...] comprendre en quoi la création musicale pouvait être influencée par une pensée fondée sur la notion de transition et le système multidimensionnel [...]. Certaines formes se trouvent-elle ainsi favorisées ? certaines choses deviennent-elles totalement impossibles danse ce cadre ? ou encore : quelles sont les différences par rapport aux possibilités qu'offre un système hiérarchique évolué ? À mon sens, le système sur lequel je me fonde offre la possibilité de construire des formes tensorielles et des structures à niveaux multiples. C'est en quelque sorte pour prouver que j'ai souhaité réaliser une œuvre utilisant au maximum le réseau multidimensionnel pour engendrer la forme. Tel fut le point de départ de *Verblendungen* (1982-1984) pour orchestre et bande.»



Fig. 20.
Verblendungen (1982-1984). Schizzo grafico. (Saariaho 1982, 37)

Anche se immaginata dalla compositrice come una «forma globale impossibile», l'idea del brano è assolutamente generale e in quanto tale partecipa di almeno una delle caratteristiche che, secondo la logica dell'ambiente FORMES, deve avere un modello per essere integrato nella forma. Poiché, in questo caso, il modello è la forma generale stessa, è molto plausibile pensarlo come la radice dell'albero genealogico computazionale: il <processo-padre> la cui evoluzione temporale equivale a quella di tutti i processi che contiene. Il dispiegarsi della forma nel tempo è reso possibile dal calcolo di curve evolutive specifiche per ciascun parametro.

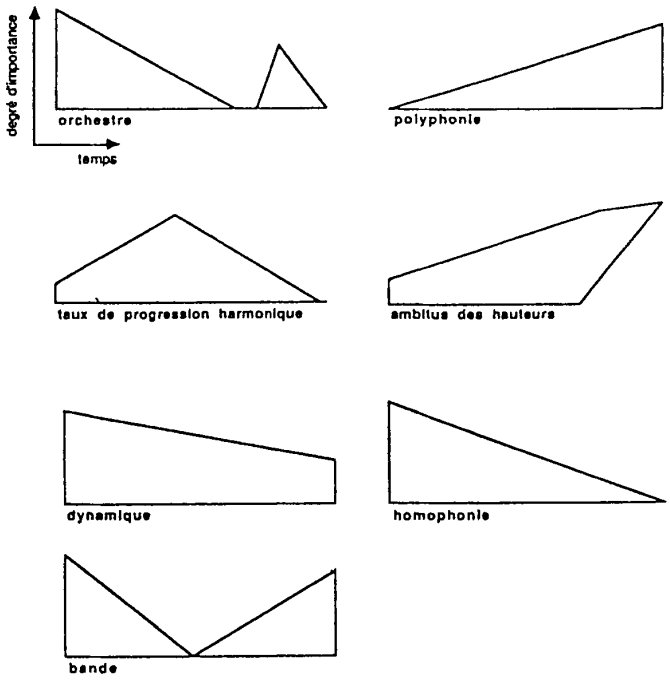


Fig. 21.
Rappresentazione grafica delle curve evolutive per ciascun parametro compositivo di *Verblendungen*; per ciascuna curva il tempo è rappresentato sull'asse delle ascisse e il grado d'importanza su quello delle ordinate. (Saariaho 1987, 101)

I parametri scelti, visibili nelle rappresentazioni grafiche delle loro curve evolutive, a Figura 21, sono: orchestra, polifonia, tasso di progressione armonica, ambitus delle altezze, dinamica, omofonia e nastro. Ognuno di loro descrive una curva specifica che è in relazione con tutte le altre, ad esempio la curva descritta per il parametro omofonia risulta inversamente proporzionale a quella descritta dalla curva polifonia, o ancora la curva della parte del nastro rappresenta l'importanza proporzionale del nastro in rapporto alla parte orchestrale. Poiché l'evoluzione temporale di ciascun parametro e la loro interazione rappresenta «il punto culminante dell'intera opera»[151] questi possono essere intesi come <processi-figlio> contenuti nel <processo-padre>. L'evoluzione di ciascun parametro viene controllata grazie ad un programma concepito ed elaborato specificatamente da Xavier Rodet per Kaija Saariaho a partire dall'ambiente Formes, originariamente installato sul computer VAX II/780 dell'Ircam e che può essere associato al programma CHANT. Il programma *traskaija*[152]si basa su

[151] Saariaho 1987, 100.
[152] Le informazioni contenute in questo elaborato riguardanti il programma transkaija sono frutto di una convergenza tra lo studio dei testi teorici di Kaija Saariaho e l'analisi del fondo Kaija Saariaho

due nozioni principali: quella di interpolazione progressiva tra due punti dati e quella di transizioni improvvise tra differenti caratteristiche musicali. Ciascun parametro viene inserito nel programma sotto forma di liste di valori; a ciascuna lista viene associata una funzione temporale che permette di determinare l'evoluzione e lo sviluppo globale del parametro stesso tra punti di partenza e di arrivo producendo interpolazioni tra i due punti. La compositrice può decidere se generare interpolazioni semplici, mantenendo fisso il grado di cambiamento fra i punti all'interno della lista, oppure circolari, realizzando un'interpolazione in cui ciascun valore cambia ad ogni ripetizione. (Figura 22)

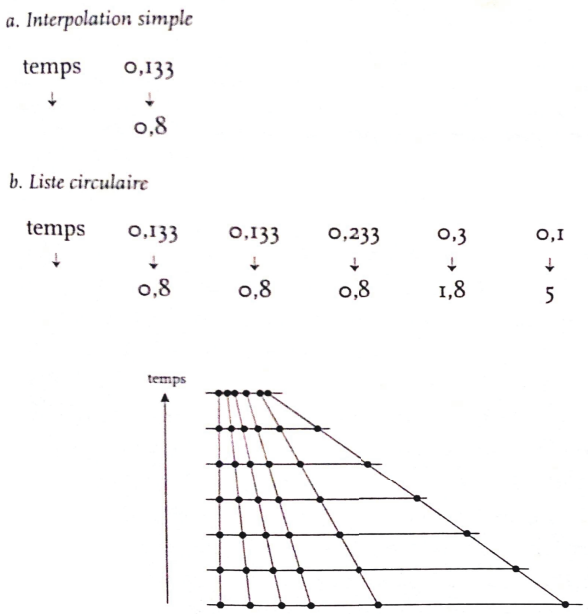


Fig. 22.
Rappresentazione schematica dei due tipi d'interpolazione:
a. interpolazione semplice tra due valori; b. interpolazione circolare, ogni valore si muove progressivamente verso il valore d'arrivo. (Saariaho 1987, 107)

conservato alla Paul Sacher Stiftung – Basilea. In nessuno dei testi teorici di riferimento è specificato il nome del programma; ne ho dedotto l'utilizzo in *Verblendungen* grazie alla disamina del documento testuale sul brano *Io (1986-1987)*. Nella *Présentation générale de l'œuvre* redatta dalla compositrice stessa e dall'assistente musicale Jan Vandernheede, si legge: «L'altro programma importante è "transkaija" utilizzato dalla compositrice fin dal 1984 e che utilizza in molti suoi pezzi precedenti. L'idea centrale è la nozione di interpolazione. Si inseriscono nel programma differenti pattern, delle liste di associazione di elementi di pattern successivi e delle curve di evoluzione fra questi parametri. I pattern possono essere applicati a parametri differenti e possono avere delle lunghezze differenti. Le liste di associazione degli elementi di pattern successivi determinano quale elemento di un pattern evolve verso quale elemento del pattern successivo» [traduzione mia, testo originale in francese]. Oggi il programma transkaija è stato adattato all'utilizzo su personal computer come funzione dell'ambiente Esquisse.

Poniamo caso che una o più liste di valori rappresentino pattern ritmici. Il programma effettuerà una transizione da uno schema ritmico ad un altro, ripetendo schemi intermedi prodotti dall'interpolazione dei due schemi iniziali e finali, e seguendo un percorso temporale definito dall'utente. I pattern di inizio e fine vengono riprodotti senza alterazioni. Parallelamente a questa interpolazione ritmica, è possibile interpolare nella stessa transizione, e secondo un'altra curva di interpolazione, schemi di un'altra dimensione musicale (ampiezze, altezze, ecc.). Questi schemi non sono necessariamente della stessa lunghezza degli schemi ritmici. (Figura 23)

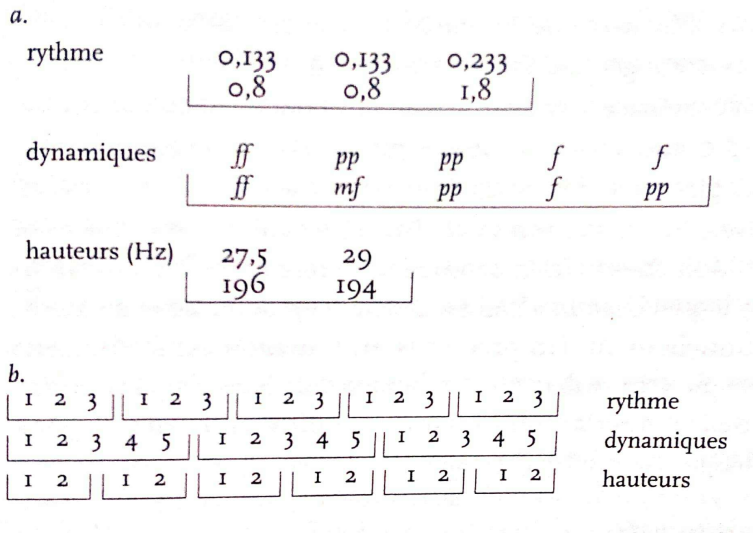


Fig. 23.
Rappresentazione schematica di interpolazioni fra liste circolari.
a. Esempi di liste circolari per tre parametri differenti; b. poiché il numero degli elementi in ciascuna lista è differente, i cicli di cambiamento tra i differenti parametri non saranno sincronizzati. (Saariaho 1987, 108)

In questo modo, lo spazio continuo tra i valori iniziali e finali viene suddiviso in intervalli corrispondenti a valori arbitrari. Applicando liste circolari a ciascun parametro e facendo interagire i parametri tra loro nell'elaborazione della forma, Kaija Saariaho si assicura la creazione di una rete multidimensionale nella quale ciascun parametro è strettamente controllato e si modifica continuamente: un processo in mutazione costante nel quale, come in *Désintégration* (1982-1983) di Murail, tutto il materiale viene desunto dall'analisi, dalla manipolazione e trasformazione di suoni strumentali concreti, uno sforzato e un pizzicato di violino (Figura 24).

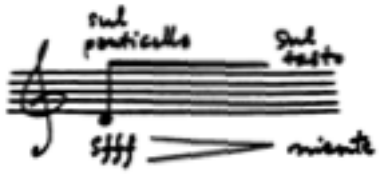


Fig. 24.
Esempio di uno dei due suoni: Sforzato sul ponticello.
L'arco si muove verso il tasto con dinamica decrescente sfff > al niente (Saariaho 1983, 270)

Da questi due gesti sonori vengono infatti estrapolate non solo le frequenze usate per la scrittura del nastro[153] e le altezze che interessano la parte orchestrale – cosa da cui deriva l'omogeneità timbrica dell'intero brano - ma anche i valori per gestire i parametri del ritmo e della dinamica, determinando in questo modo un'assoluta coerenza macro-formale.

2.4.2 Timbro e Armonia. L'asse suono-rumore e la struttura armonica

Come affermato da Kaija Saariaho, «i principali elementi di questo brano sono il timbro e l'armonia»[154], gestiti, in questa prima fase di strutturazione del linguaggio, attraverso lo strumento teorico-formale *l'asse suono-rumore.* L'astrazione teorica viene utilizzata per la gestione del timbro a livello della macroforma del brano e si esplicita attraverso l'interazione oppositiva fra la parte del nastro e quella dell'orchestra.

> Dal punto di vista del timbro, l'evoluzione globale è limpida: la parte del nastro fa in modo che si possa ascoltare inizialmente un materiale rumoroso e ritmato, prima di dissolversi verso una luminosità quasi-orchestrale costruita a partire da suoni del violino. L'evoluzione globale della parte orchestrale è inversa: i suoni strumentali prendono una

[153] La parte del nastro viene realizzata grazie all'ausilio degli strumenti del GRM. (Saariaho 2013, 272)
[154] Saariaho 1987, 102.

> tessitura via via più rumorosa fino a perdersi completamente nel quasi-orchestrale del nastro magnetico.[155] (Saariaho 1987, 102)

Nell'articolo *Gesture transformation through electronics in the music of Kaija Saariaho* (2010) i compositori e ricercatori O'Callaghan e Eigenfeldt hanno dimostrato come la parte del nastro influenzi l'evoluzione della forma complessiva di *Verblendungen* (1982-1984) attraverso l'interazione tra parametri acustici ed elettroacustici. La definizione e la scelta dei parametri viene operata facendo interagire i dati presenti in partitura con l'ascolto e l'osservazione spettrografica. La dinamica, l'attività (intesa come identificazione di tipi di texture più o meno attivi), l'ampiezza spettrale e il movimento tra suono e rumore vengono identificati come parametri principali. Sembra particolarmente interessante la metodologia di analisi scelta per definire l'utilizzo dell'asse suono-rumore nei gesti strumentali, attribuendo un valore numerico approssimativo a ciascuna variabile gestuale presente nel brano.

	Flute Family		Other Winds		Brass Family		Percussion		Piano		String Family	
Tone	Flute Harmonics	-2	Harmonics	-2	Low Register	-1	Bowed	-2	Timp. Mallet tone field	-1	Harmonics	-2
^	High Register	-1	Low Register	-1	Mutes	-1	Soft Mallets	-1	Pedal	-1	Sul Tasto	-1
|	Senza Vib	-1	Senza Vib	-1	Senza Vib	-1	Marimba	0	Una Corda	-1	Flautando	-1
|	Norm	0	Norm	0	Norm	0	Vibraphone	0	High Register	-1	Mutes	-1
|	Molto Vib	1	Molto Vib	1	Molto Vib	1	Glockenspiel	0	Norm	0	At the tip	-1
|	Trills	1	Trills	1	Trills	1	Crotales	0	Trills	1	Upbow	-1
|	Ostinati	1	Ostinati	1	Ostinati	1	Xylophone	0	Ostinati	1	Senza Vib	-1
|	Flutter tonguing	3	High Register	1	High Register	1	Hard Mallets	1	Low Register	1	Norm	0
|	Low Register	3	Multiphonics	2	Multiphonics	2	Tubular Bells	2	Pizz. on strings	2	Molto Vib	1
|	Instrumentaion: Alto Flute	4	Flutter Tonguing	3	Flutter Tonguing	3	Gongs	2	Strum Strings	4	Trills	1
|	Bass Flute	5					Toms	4			Ostinati	1
|	Breathing Phonemes 'voice'	6					Bass Drum	4			Change bows quickly	1
|	vowel phonemes	0					Field Drums	4			Tremolos	2
|	'm' 'n' phonemes	0					Snare -snares off	4			Tremolo as dense as possible	3
|	'r' 'l' 'b' 'r' phonemes	1					Snare -snares on	5			Metal Practice Mute	2
|	'h' 's' 'sh' 'ch' 'f' 'v' 'z' phonemes	2					Cymbals	6			Pizzicato	1
|	t' 'k' phonemes	2					Guiro	6			Snap Pizz	5
|							Ratchet	6			Col legno battuto	5
|							Maracas	6			Sul Ponticello	3
|							Sandpaper Blocks	7			est. Sul Pont.	5
|											Downbow	1
|											At the frog	1
|											Bow pressure - scratch	6
V											Col legno tratto	6
Noise											mute string - produce noise	6

Fig. 25.
Tabella. Valori numerici per ciascuna variabile gestuale nelle famiglie strumentali.
(O'Callagan, Eigenfeldt, 2010, 5)

[155] «Du point de vue du timbre, l'évolution globale est limpide : la partie de la bande fait tout d'abord entendre un matériau bruité et rythmisé, puis se termine sur la luminosité d'un quasi-orchestre construit à partir de sons de violon. L'évolution globale de la partie orchestrale est inverse : les sons instrumentaux revêtent une texture de plus en plus bruitée jusqu'à se perdre complètement dans la quasi-orchestre de la bande magnétique.»

Posto che le varie tecniche di esecuzione, la strumentazione utilizzata e il registro frequenziale influiscono su determinate caratteristiche spettrali, a ciascuna famiglia strumentale (asse orizzontale, Figura 25) vengono abbinati particolari gesti sonori organizzati verticalmente rispetto al loro effetto approssimativo sulle caratteristiche spettrali. A ciascun gesto viene attribuito un valore approssimativo negativo - se i gesti influiscono su una maggiore purezza spettrale –, neutro (0) – se la tecnica utilizzata non comporta alcuna variazione rispetto alla normale emissione sonora oppure se la strumentazione (vedi colonna percussioni) è limitata all'accordatura tradizionale e quindi dà «vita a passaggi chiari e consonanti»[156] – oppure positivo – se le tecniche o la strumentazione addensano lo spettro producendo varie gradazioni di rumore. Come è possibile osservare, alcuni valori si ripetono e nessuno di loro può essere preciso, poiché il valore di un gesto sonoro dipende dall'interpretazione delle istruzioni in partitura da parte degli esecutori. Il valore attribuito di ciascun gesto andrà poi a confluire nella determinazione del livello di rumore orchestrale generale (noise level).

	1b	1e	2b	2m	2e
Bar #	1	1	2	3	5
Dynamic	ffff	ffff	ffff	f	fff
Noise level	43	38	43	38	39
Noise level tape (out of 10)	10	10	10	10	10
Tape Dynamic	fffff	fffff	fffff	fffff	fffff
Frequency map	E1-F#4	E1-F#4	E1-F#4	E1-F#4	E1-F#4
Motion	/	/	/	/	/
Type of motion	/	/	/	/	/
Activity	1	1	1	1	1
Dynamic (orchestra)	9	9	9	6	8
Noise level (orchestra)	4.3	3.8	4.3	3.8	3.9
Dynamic (tape)	10	10	10	10	10
Noise level (tape)	10	10	10	10	10
Highest Pitch	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Lowest Pitch	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

Fig. 26.
Foglio di calcolo per l'inserimento dei dati. (O'Callagan, Eigenfeldt, 2010, 8)

[156] Saariaho 1987, 118.

Nella Figura 26 è possibile osservate un foglio di calcolo per l'inserimento dei dati raccolti. Sull'asse verticale sono visibili i parametri identificati come significativi. Dall'alto in basso:

- Il tempo, per numero di battute.
- La dinamica complessiva.
- Il livello di rumore orchestrale, ottenuto sommando il valore numerico estrapolato dalla tabella dei gesti sonori (Figura 22) al numero degli strumenti impiegati nel punto di riferimento scelto. Questo secondo valore tiene conto della forza dinamica naturale degli strumenti impiegati, ad esempio ad una tromba può essere attribuito il valore 4 e a quattro violini il valore 1 e così via. Il valore di somma viene correlato con evidenze spettrografiche.
- Il livello del rumore del nastro, ottenuto attraverso analisi uditiva, confronto con immagini spettrografiche, indicazioni in partitura.
- Dinamica del nastro, ottenuto convertendo le indicazioni in partitura in valori numerici da 1= ppp a 10 = ffff.
- Mappa delle frequenze, registro globale.
- Movimento, non registrato
- Tipo di movimento, non registrato
- Attività, calcolato attraverso la sommatoria del gesto sonoro attivo all'interno del punto di riferimento. Ad esempio, il valore 1, visibile in tabella, viene inserito perché all'inizio del brano tutti gli strumenti suonano note tenute e senza vibrato; ad ogni nuovo gesto introdotto verrà aggiunto un valore fino ad arrivare ad un valore massimo di 6. Il più soggettivo di tutti i parametri a detta degli analisti stessi.

Sull'asse orizzontale sono indicati i punti di rilevamento dei dati scelti in base a cellule micro-morfologiche di attacco-decadimento. Il valore numerico indica la posizione della cellula, ad esempio 1 indica la prima cellula micro-morfologica; le lettere /b/ /m/ /e/ indicano rispettivamente la fase di attacco, di sustain e di decadimento. Gli studiosi fanno coincidere i punti di rilevamento con attacchi percussivi quasi sempre generati da uno strumento a percussione, dotato di naturale decadimento, al quale gli altri strumenti aggiungono differenti e variabili porzioni di sustain e decadimento generale.

La raccolta dei dati e la loro interazione permette la costruzione di grafici globali.[157] In questa sede, sembra particolarmente interessante mostrare il grafico di comparazione fra i livelli di rumore orchestra-nastro (Figura 27).

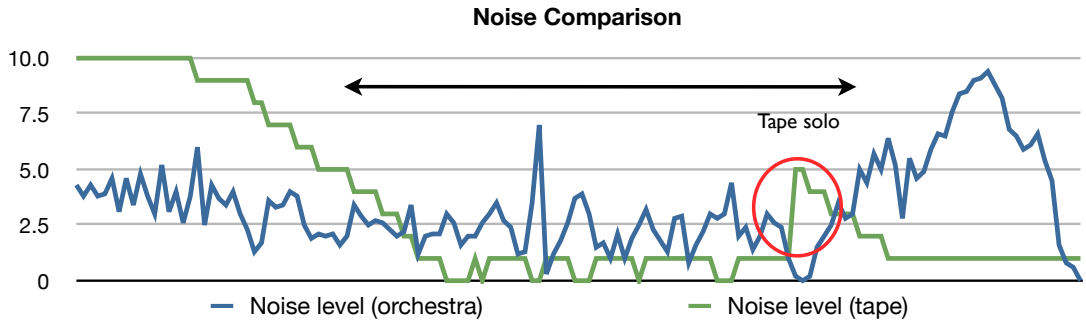


Fig. 27.
Grafico globale per la comparazione dei livelli di rumore Orchestra-Nastro
(O'Callagan, Eigenfeldt, 2010, 14)

Com'è possibile osservare, l'impulso generale della parte a nastro è quello di passare dal rumore puro al suono puro, mentre quello dell'orchestra è esattamente opposto, si passa dal suono al rumore. Il confronto dei valori di rumore tra nastro e orchestra rende evidente la tendenza oppositiva delle due entità gestita attraverso l'asse suono-rumore.

La gestione dell'armonia risulta invece più complessa. Come anticipato nel paragrafo precedente, dall'analisi dei due suoni-gesto del violino vengono estratte le frequenze usate per la scrittura del nastro e le altezze che interessano la parte orchestrale[158].

[157]In O'Callagan, Eigenfeldt (2010) vengono proposti quattro grafici globali: il primo, Orchestral Data, mostra i parametri attività, dinamica e livello di rumore orchstrale; il secondo, Tape Data, la dinamica e il livello di rumore del nastro; il terzo Spectral Width – Orchestra, andamento ascendente dell'ambitus delle altezze globale; il quarto, Noise Comparison, la comparazione tra i livelli di rumore dell'orchestra e del nastro. In questo elaborato discuterò solo il terzo e il quarto grafico. Inoltre, i risultati delle analisi vengono comparati con le curve evolutive (Saariaho 1987, 101) che rappresentano l'evoluzione dell'orchestra, dell'ambitus delle altezze, della dinamica e del nastro. Per approfondimenti si rimanda all'articolo in questione.

[158] In Stones (2000) si afferma che, dall'analisi sonografica, le frequenze del nastro sembrano interessare la serie armonica con fondamentale Mi_1. Per questo motivo, la prima proposta dell'accordo viene comparata con la risoluzione accordale di una serie armonica con fondamentale Mi_1. Sebbene molte altezze non combacino, fatta eccezione per la fondamentale e le due altezze più acute Re_3 e Sol_{b3}, rispettivamente la settima e la nona parziale della frequenza fondamentale, si ritiene che tali connessioni dovrebbero favorire la fusione percettiva tra nastro e orchestra, di conseguenza una più pregnante fusione tra i concetti di timbro e di armonia. Cfr., 27.

Per quel che concerne la parte orchestrale, le altezze vengono verticalizzate in un accordo di base contenente tutti gli intervalli. (Figura 28)



Fig. 28.
Verblendungen (1982-1984). Accordo di base (Saariaho 1987, 102)

A partire da questo accordo l'armonia si dispiega in differenti direzioni – attraverso scivolamenti o salti spesso ripresi da movimenti alternati – in modo tale da spostare in maniera progressiva e verticale la posizione degli intervalli costitutivi l'accordo di base. Il rinnovamento continuo della struttura armonica è oggetto di minutaggio: prima di cominciare il lavoro di composizione propriamente detto Kaija Saariaho definisce la durata esatta di ciascuna transizione da uno stato dell'accordo di base all'altro. (Figura 26)
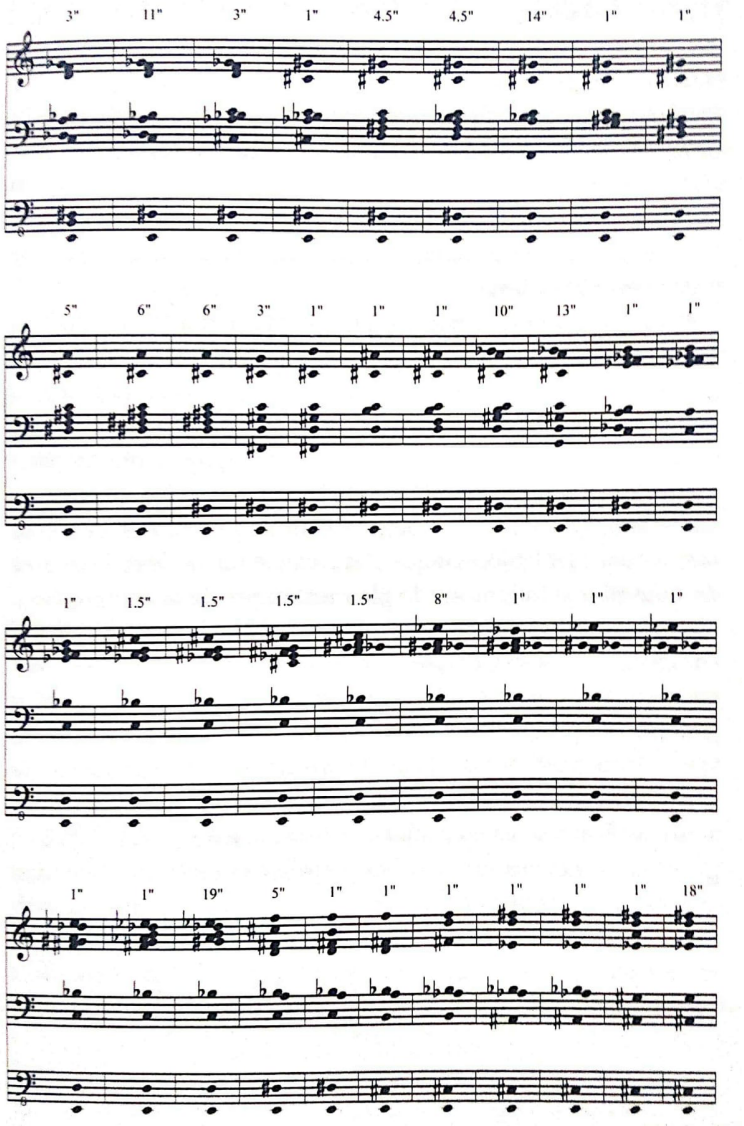


Fig. 29.
Verblendungen (1982-1984). Esempio del principio di evoluzione armonica: in alto, su ogni stato dell'accordo di base, viene indicata la velocità di progressione armonica. (Saariaho 1987, 105)

L'armonia, quindi, non cambia improvvisamente ma si evolve in una serie di accordi che partecipano in senso attivo al divenire della forma, strutturandola dall'interno. Com'è possibile osservare nella Figura 29, la prima apparizione dell'accordo di base occupa un ambitus abbastanza ristretto che, nel dispiegarsi della forma nel tempo, si espande gradualmente verso regioni più acute. (Figura 30)

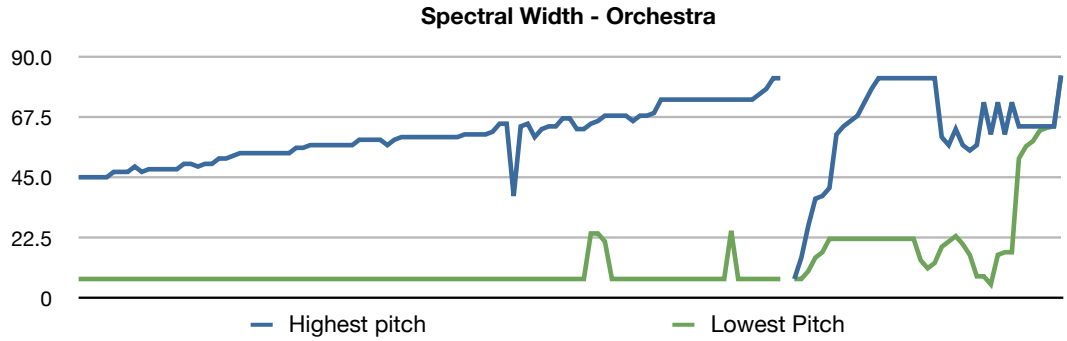


Fig. 30.
Grafico globale dell' andamento ascendente dell'ambitus delle altezze
(O'Callagan, Eigenfeldt, 2010, 11)

Al fine di rispettare l'estensione graduale dell'ambitus globale, e il suo movimento superficiale unidirezionale ascendente, viene utilizzata la tecnica del foldover. Come è già stato illustrato nel capitolo 1, Murail aveva già utilizzato questa tecnica allo scopo di riflettere altezze simili in regioni frequenziali differenti; in *Gondwana* (1980) la tecnica viene adoperata per traslare nelle loro corrispettive acute alcune altezze considerate troppo gravi.[159] Quella adoperata dalla Saariaho è uguale e inversa: le altezze che minacciano di passare i limiti definiti dalla curva dell'ambitus globale vengono spostate in regioni frequenziali più gravi. (Figura 31)
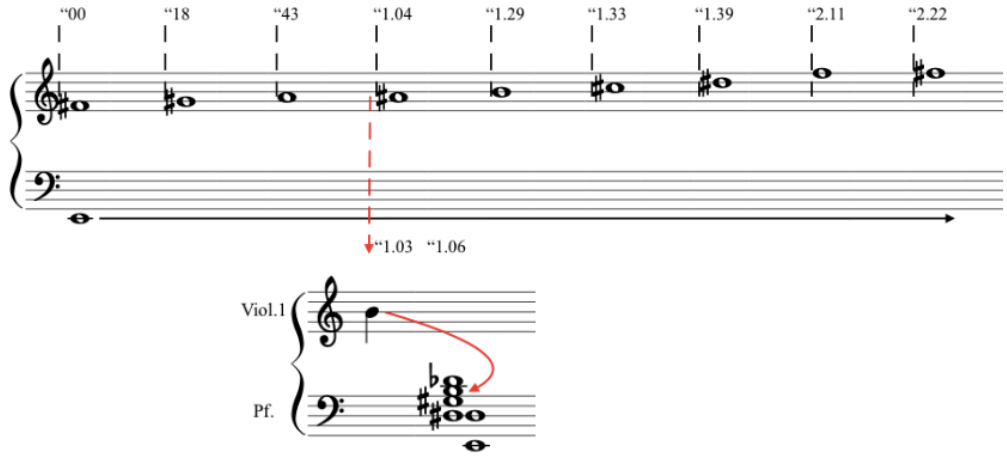


Fig. 31.
Primo sistema: riduzione dell'ambitus globale. Secondo sistema: a min. 1.03 il Si_4 al violino minaccia di passare il limite imposto dall'andamento ascendente globale, viene spostato un'ottava sotto, al pianoforte.

[159] Cfr. 1.4.1

La rappresentazione schematica visibile nella Figura 31 permette di visualizzare tale procedimento compositivo. Sul primo sistema sono visibili le altezze che delimitano l'ambitus globale del brano dal suo inizio fino alla lettera F: una progressione scalare ascendente. Sul secondo sistema, una trascrizione della parte del primo violino e del pianoforte, mostra la tecnica del foldover: al min. 1.03 il Si_4 del violino rischiava di anticipare l'andamento ascendente definito dall'ambitus; viene prontamente spostato un'ottava sotto, al pianoforte, e il movimento complessivo delle voci orchestrali può continuare come previsto dalla curva evolutiva.

Un ulteriore procedimento armonico formale viene esposto dalla compositrice stessa nell'articolo *Timbre et Harmonie* (1987):

> L'armonia si dispiega successivamente in direzioni differenti di modo che in ciascun momento un intervallo differente dell'accordo di base va ad occupare l'insieme della struttura verticale. Quando l'accordo non contiene più che un solo intervallo, l'armonia si disfa nuovamente per ritrovare l'accordo di base. In questo sistema, un accordo familiare assume quasi una sorta di funzione di consonanza.[160] (Saariaho 1987, 102-103)

Per quanto l'evidenza di questo ulteriore processo, che rimanda inequivocabilmente ad una certa funzionalità dell'armonia tonale, si riscontri nello scritto teorico di cui sopra e in un foglio di appunti del Quaderno di schizzi 1 (Figura 32), datato 19/06 [1985]; non vi è però alcuna indicazione riguardo effettivi posizionamenti degli accordi originali – identificati nel documento con le sigle VB 1+2[161], VB1b, VB1c, VB 1d – all'interno della partitura. Risulta quindi assolutamente problematico identificare sia l'accordo di base e definirlo in quanto variabile indipendente sia il processo di propagazione verticale degli intervalli costitutivi descritto dalla compositrice nella pagina del quaderno.

---

[160] «L'harmonie se déplace successivement dans différentes directions de telle sorte qu'à chaque moment un intervalle différentes de l'accord de base finit par occuper l'ensemble de la sctructure verticale. Une fois parvenue à son terme, c'est-à-dire lorsque l'accord ne comporte plus qu'un seul intervalle, l'harmonie se défait à nouveau pour retrouver l'accord de base. Dans ce système l'accord familier assume d'une certain manière la fonction de consonance.»

[161] originariamente era stato indicato come ch a – si ipotizza che la sigla ch possa simboleggiare la parola inglese *chord*, identificando l'accordo di base come "accordo a". In un secondo momento, presumibilmente subito dopo, la sigla viene sostituita da VB 1 + 2; ancora visibile.

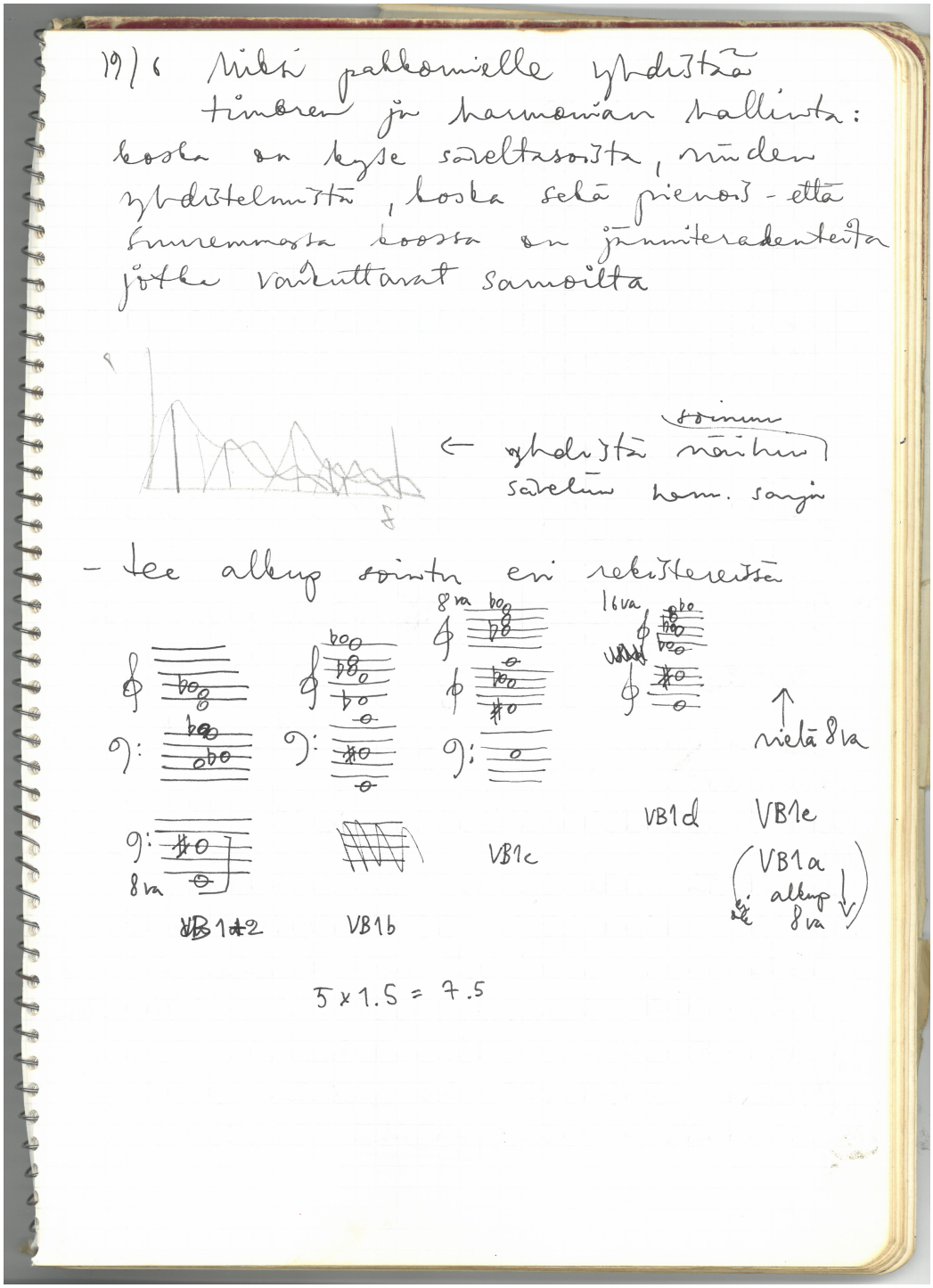


Fig. 32.
Pagina dal quaderno di schizzi 1 – Paul Sacher Stiftung (Basilea) Fondo Kaija Saariaho.
Traduzione annotazioni testuali in finlandese. In alto: *Perché c'è il pensiero fisso di combinare la gestione del timbro e delle armonie: perché la questione riguarda le altezze, e le loro combinazioni, perché ci sono combinazioni di tensioni che sembrano essere le stesse, sia a livello piccolo che a livello grande.* Al fianco di quella che sembra essere la stilizzazione di uno spettrogramma, sulla destra: *Combinare sequenza armonica a queste note di accordi*. Sopra la sequenza di accordi: *Creare accordi originali in diversi registri*. [a cura di Johanna Vahtola]

La problematica relativa al rilevamento della propagazione verticale degli intervalli è stata riscontrata anche dallo studioso americano Stones. La sua analisi degli spostamenti intervallari, effettuata dopo aver compiuto una riduzione della parte orchestrale fino alla modifica dell'accordo di base numero 86 (Battuta 100, i primi '5 del brano circa), dimostra che seppure siano visibili delle aree accordali interessate da intervalli specifici ricorrenti, nessun accordo sembra essere composto da un solo tipo d'intervallo.[162] Inoltre il tasso di progressione armonica presenta un aumento di velocità di variazione al procedere del brano[163], cosa che complica ulteriormente la riconoscibilità del processo che sopravvive in uno stato vestigiale. La medesima difficoltà si riscontra nell'identificazione della trasposizione su diversi registri dell'accordo di base. Tale difficoltà è dovuta a molteplici ragioni, tutte correlate le une alle altre, che hanno bisogno di essere indagate e dissipate nella mente dell'analista affinché si possa scorgere l'effettivo utilizzo, all'interno della partitura, di poli di strutturazione costituiti dalla trasposizione dell'accordo di base. Il primo problema da dissolvere è, a mio avviso, concettuale: bisogna sempre tener presente che anche se la compositrice parla di accordo non si riferisce mai ad una realtà musicale statica e limitata nel tempo ma sempre ad un'entità coerente che incorpora in sé stessa il concetto di trasformazione, un oggetto flessibile che si deforma verticalmente attraverso la contrazione o l'espansione dei suoi intervalli costitutivi e che gradualmente si espande nel tempo. A questo aspetto già di per sé complesso, si aggiunga il fatto che, al fine favorire un'espansione orizzontale interna di un'entità siffatta e affinché l'oggetto risulti sempre fluido, la compositrice spesso si serve di sottili strati tessiturali sovrapposti (Figura 33), gestendo in questo modo l'espandersi nel tempo di determinati intervalli. Ne consegue uno spazio armonico allargato in cui le diverse altezze costitutive la stessa entità possono essere inserite nel tempo in maniera sequenziale, attraverso movimenti polifonico-tessiturali, anche a prescindere dal loro ordinamento registrico di base (cfr. tecnica del foldover). Altre volte, e lo vedremo in dettaglio più

[162] Stones 2000, 29-32. https://issuu.com/alancstones/docs/a.stones-the-analysis-of-electroaco_7b768cacfdc051 (accesso 28/06/2020).
[163] Cfr. *Ibidem*, 32-35 e Fig.19.

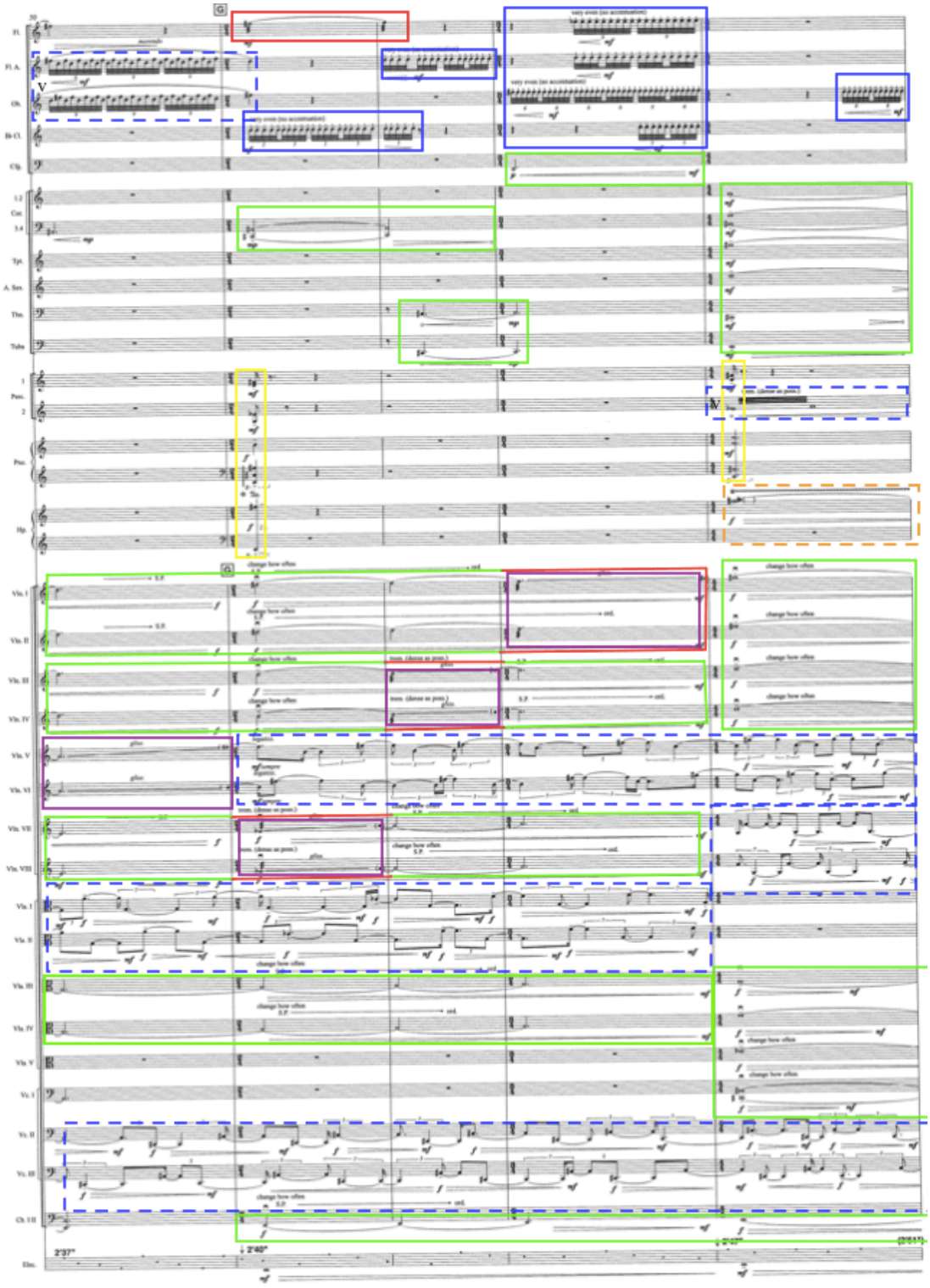


Fig. 33.
Kaija Saariaho, *Verblendungen* (1982-1985), bb.50-54 (© Edition Wilhelm Hansen). Ben nove strati tessiturali [evidenziati in colori e con tratti della linea diversi] si sovrappongono ed interagiscono in appena 14".

avanti, può accadere che due entità vengano sovrapposte e che ognuna venga gestita autonomamente rispetto alla durata o al modello evolutivo stabilito per ciascuna dalla compositrice. O, ancora, può avvenire che due entità giustapposte si ibridino l'un l'altra attraverso altezze comuni e scivolamenti. Spesse volte questi aspetti di messa in opera delle entità armoniche vengono effettuati in maniera del tutto intuitiva. Come afferma la compositrice stessa «è l'orecchio che determina in ultimo la natura di ciascun accordo»[164]: l'intuizione le permette di rimodellare gli oggetti allo scopo di ottenere un risultato armonico assolutamente omogeneo in cui differenti strutture difficilmente verranno percepite come separate.

Tenendo ben salde queste premesse e considerando che le annotazioni musicali presenti sul Quaderno di schizzi 1 rappresentano solo un'astrazione del processo di organizzazione musicale, tra l'altro molto probabilmente successiva all'effettiva composizione del brano, riteniamo di riconoscere la prima trasposizione dell'accordo di base, nel foglio di appunti siglato VB1b, in partitura, dalla lettera E alla lettera J.

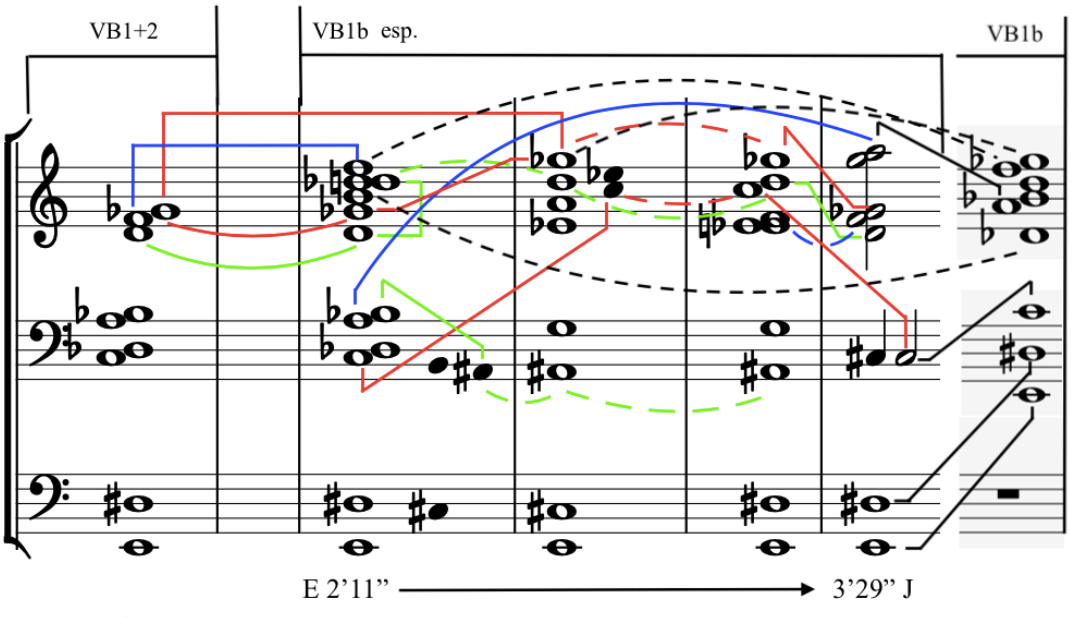


Fig. 34.
Analisi. Riduzione comparativa: VB1+2; variazione ed espansione di VB1b; VB1b

Come mostrato nella riduzione che ho effettuato nelle battute da 41 (E) a 69 (J) e riportato nella Figura 34, la messa in atto dell'entità VB1b rende evidente un processo

[164] Saariaho 1987, 103.

di variazione continua e di espansione interno alla struttura stessa: nella sua prima esposizione, molte altezze sono poste nei registri interessati da VB1+2, fatta eccezione per le quattro altezze più acute che invece combaciano con la disposizione registrica di VB1b – escludendo il Re_{b5} e intendendolo un'ottavizzazione del Re_{b4} di VB1b; il Sol_{b6} e il La_5 vengono inseriti in un secondo momento, mentre l'entità viene svuotata, filtrata, nel registro medio-basso tramite spostamenti di ottava (Si_{b3} → $La_{\#2}$; Do_3 → Do_5) e compressa in quello basso grazie allo scivolamento del $Re_{\#1}$ al $Do_{\#1}$ e vengono inserite due note estranee all'entità di base (Sol_3; Mi_{b4} – Mi_{b5}). Prima della fine del processo, identificata dal ritorno degli intervalli superiori nel registro caratteristico di VB1+2, si assiste ad un'ulteriore modifica della posizione registrica delle altezze nel registro acuto e ad un ripristino dell'intervallo di 7M[165] nel registro basso. Poiché questo processo interessa un lasso di tempo molto esteso (1'18" circa) e poiché, come abbiamo visto, la sua gestione comporta movimenti polifonico-tessiturali considerevoli, e poiché entrambi gli aspetti ne limitano il riconoscimento e la memorizzazione, possiamo effettivamente considerare l'espansione di VB1b un polo di strutturazione Può, un'entità armonica ibrida, composita, che crea un'immagine uditiva chimerica, essere intesa come presupposto per una ristrutturazione spettrale dell'armonia funzionale, come una variabile indipendente Credo che, in questa fase di strutturazione del linguaggio di Kaija Saariaho, non sia ancora possibile intendere alcuna armonia in quanto variabile indipendente, poiché ognuna è sottoposta a continue trasformazioni e «il concetto di trasformazione musicale si scontra con i limiti psicologici del riconoscimento di un originale nelle sue successive modifiche»[166]. D'altra parte, è pur vero che «se una dimensione divisa in categorie può contribuire all'elaborazione di una struttura, delle variazioni continue in questa dimensione possono permettere, all'interno della struttura, delle trasformazioni espressive di categorie ideali»[167] e che possiamo intendere l'accordo di base e gli accordi a lui familiari come archetipi di una strutturazione sintattica armonico-timbrica funzionale

[165] Nell'elaborato, gli intervalli tra altezze sono siglati seguendo la nomenclatura usata da Parncutt (1988).
[166] Saariaho, McAdams 1985, 59.
[167] *Ibidem*, 56.

che, come vedremo, verrà sempre più caratterizzata da una progressiva definizione della coerenza interna delle entità sonore.

2.4.3 Le funzioni della texture: che cosa ci dicono gli schizzi?

Più volte nel paragrafo precedente abbiamo parlato di movimenti testurali in riferimento alla gestione dell'armonia; quella utilizzata è, a detta della compositrice stessa, una «soluzione armonica polisemantica»[168], può avere cioè diversi significati e diverse interpretazioni a seconda del modo in cui è associata ad altri parametri. Dufourt ha definito la nozione di texture come quell'aspetto tecnico che permette un'integrazione tra grammatica e materiale, intendendo che una delle sue caratteristiche più evidenti è quella di compensare attraverso la scrittura orchestrale una coesione problematica di timbri strumentali: la testura, sovrapponendosi alla struttura armonica, la organizza in spazi di timbri i quali, a seconda del loro grado di fusione, creano rapporti di movimento articolati con lo sfondo armonico.[169] Identificare i movimenti testurali in quanto figure di timbri mutevoli e la struttura armonica in quanto sfondo ci riporta prontamente nel campo della psicoacustica e alla maniera in cui il sistema uditivo recepisce e organizza gli attributi di un'oggetto sonoro in entrata: la gestione testurale si identifica con l'organizzazione gerarchica di flussi uditivi[170] compiuta attraverso processi di fusione o segregazione. Possiamo quindi intendere la texture come il punto d'incontro fra la fisicità di timbri orchestrali costruiti e manipolati nel loro divenire formale e le regole di organizzazione inerenti alla percezione uditiva, e analizzare le sue funzioni avvalendoci all'occorrenza della terminologia e dei significati adottati da Bergman (1994) e ripresi da Touizrar e McAdams (2019). Grazie allo studio degli schizzi preparatori di *Verblendungen*, conservati alla Fondazione Paul Sacher (Basilea), si è potuto constatare che l'elaborazione specifica dell'integrazione funzionale fra l'armonia e timbro si materializza, nella scrittura orchestrale, in strati di texture cangianti. È attraverso sottili superfici interconnesse e stratificate, messe in luce da scelte di orchestrazione, che

[168] Saariaho 1987, 102.
[169] *Ibidem*, 142-144.
[170] Bregman 1994, 490.

Kaija Saariaho gestisce il processo armonico-timbrico nell'evoluzione temporale della forma. L'impiego di vari tipi di texture e di manipolazioni e trasformazioni testurali per il controllo della densità globale della massa sonora, atto tecnico tipico dello spettralismo delle origini, in *Verblendungen* viene associato, come affermato in precedenza, all'asse suono-rumore e, di conseguenza, alla gestione della consonanza-dissonanza convertita in quella di tensione-rilassamento. La forma allora diviene «il divenire della texture»[171], vale a dire che i cambiamenti tessiturali, organizzando lo spazio sonoro, assumono funzionalità relative allo sviluppo formale percepito.

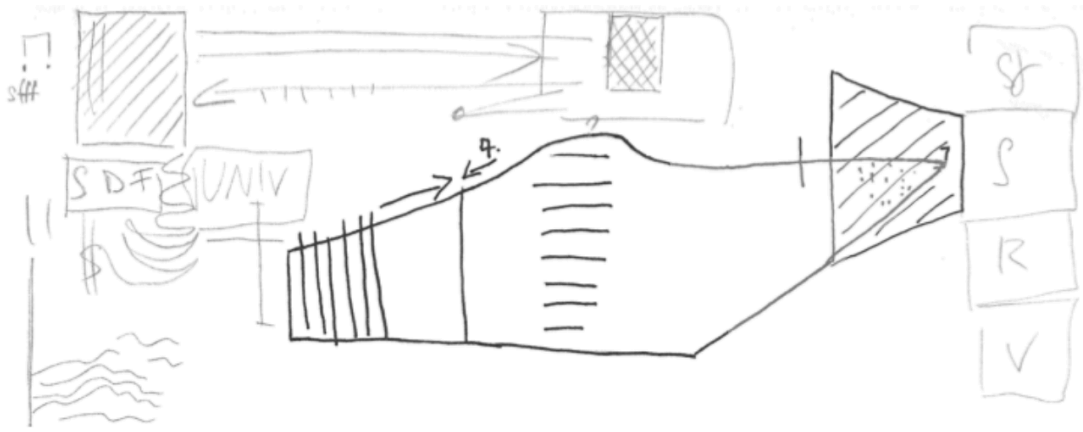


Fig. 35.
Verblendungen (1982-1984). In evidenza, risoluzione quasi geometrica della macroforma.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho
Trascrizione parziale da foglio staccato di appunti.[172]

Nella Figura 35 è possibile visualizzare la trascrizione parziale di uno dei numerosi fogli di schizzi relativi a *Verblendungen*, conservati presso la Fondazione Paul Sacher. Il disegno al centro, tracciato a mano dalla compositrice, rappresenta una risoluzione quasi geometrica dello schizzo grafico delle due pennellate (Figura 20) e ha permesso

[171] Dufourt 2014, 343.
[172] Contenuto nel primo fascicolo del faldone [1/3], il foglio, presenta varie annotazioni di natura grafica e testuale. In trascrizione è stata presentata solo la parte superiore. Nello schizzo originale, più in basso rispetto alla figura presentata, vi sono dei riferimenti testuali che sembrano riferirsi a varie suddivisioni del brano [identificate con le lettere A,B, C, D, E su una linea orizzontale frazionata da piccole linee verticali.]. Un quadrato, dal quale si dipanano delle linee simili a frecce, sembra riferirsi alla schematizzazione della prima o della seconda parte del nastro. Ancora più in basso due riferimenti a libri di acustica e matematica [probabilmente] e un'ulteriore schematizzazione del processo globale con suddivisione lineare.

di ipotizzare una prima macro suddivisione formale della parte orchestrale basata su ampi movimenti tessiturali.

Sono visibili tre grandi macrosezioni: ad una prima sezione, caratterizzata al suo interno da linee verticali, ne segue una seconda, contraddistinta da linee orizzontali, ed una terza, sulla quale s'innesta il secondo solo del nastro. Il primo solo di nastro, che non è rappresentato all'interno della risoluzione geometrica della macroforma, è invece visibile in alto a sinistra, schematizzato in una figura rettangolare più grande collegata attraverso frecce ad una più piccola (ulteriore schematizzazione del secondo solo di nastro). La prima sezione è relativamente statica, le linee verticali al suo interno simboleggiano i "tutti" orchestrali che riguardano determinate evoluzioni armoniche dell'accordo di base a partire dall'inizio del brano e che proseguono per tutta la prima sezione – che in partitura terminerà a b. 69 (J, min. 3'29")[173], in coincidenza con la dissoluzione della modifica dell'accordo di base VB1b che abbiamo identificato in precedenza. Nella seconda sezione, le linee orizzontali raffigurano le fini tessiture polifoniche che gestiscono la trasformazione del campo armonico globale e che permettono un'evoluzione più dinamica della forma; in partitura terminerà a b. 155 (min. 7'36") con il primo solo di nastro (b.155, durata 49"). È visibile infine l'ultima sezione, di forma ascendente e che si innesta nel secondo solo di nastro – in partitura, da b. 156 alla fine (Y, 8'25" → 13'25") i glissati degli archi si dissolveranno nella parte del nastro.

Prima di specificare i dettagli relativi alla costruzione e all'evoluzione delle singole macrosezioni, bisogna evidenziare che le prime due macrosezioni sono strettamente correlate, soprattutto a causa legame sincronico che entrambe intrattengono con la parte del nastro. Si legge a tal proposito dalle note in partitura:

> Fino a battuta 155 (a pagina 33) il direttore d'orchestra dovrà seguire esattamente il tempo semiminima=60, perché la parte dell'orchestra e quella del nastro sono sincronizzate, ovvero strettamente coordinate. Da battuta 155 in poi le parti sono più indipendenti, e il direttore d'orchestra sarà libero di fare leggeri cambiamenti di tempo.[174] (IV)

[173] Qui e per tutto il paragrafo si fa riferimento al minutaggio come visibile in partitura.

[174] «Until bar 155 (on page 33) the conductor should follow exactly the tempo semiminima=60, because the orchestra and tape parts are synchronised, i.e. strictly coordinated. From bar 155 onwards the parts are more indipendent, and the conductor is free to make slight tempo changes.»

Inoltre, i confini fra i procedimenti testurali della prima e della seconda sezione «si situano alla frontiera della fusione e della segregazione»[175], influenzano cioè i processi di raggruppamento uditivo attraverso il dispiegarsi di continue e lente modulazioni testurali tramite le quali la compositrice permette il passaggio tra le due sezioni di modo tale che si colleghino l'una all'altra, si completino e formino una totalità coerente e in continua evoluzione.

I processi di sviluppo formale della prima macrosezione mostrano vari tipi di coerenza interna, ovvero di continuità gestuale e tessiturale. Il più evidente è quello che attiene alla diminuzione dinamica progressiva nei punti interessati dal "tutti" orchestrale. In questi punti si verifica il fenomeno della fusione percettiva[176], grazie alla simultaneità nell'emissione dei singoli suoni degli strumenti che rimane immutata. Ciò che muta e che permette l'evolversi della forma da uno stato denso ad uno più fluido è la dinamica e il numero di strumenti coinvolti nel gesto. Poiché la simultaneità dell'attacco non muta e poiché il cambiamento dinamico procede in parallelo, la fusione percettiva viene mantenuta per tutta la prima sezione. Per analizzare e rendere visibile questo fenomeno ho scelto una risoluzione grafica (Figura 36) che, grazie della sua praticità, consente di esprimere più dimensioni simultanee.

[175] Dufourt 2014, 343.
[176] Cfr. 1.2.1.

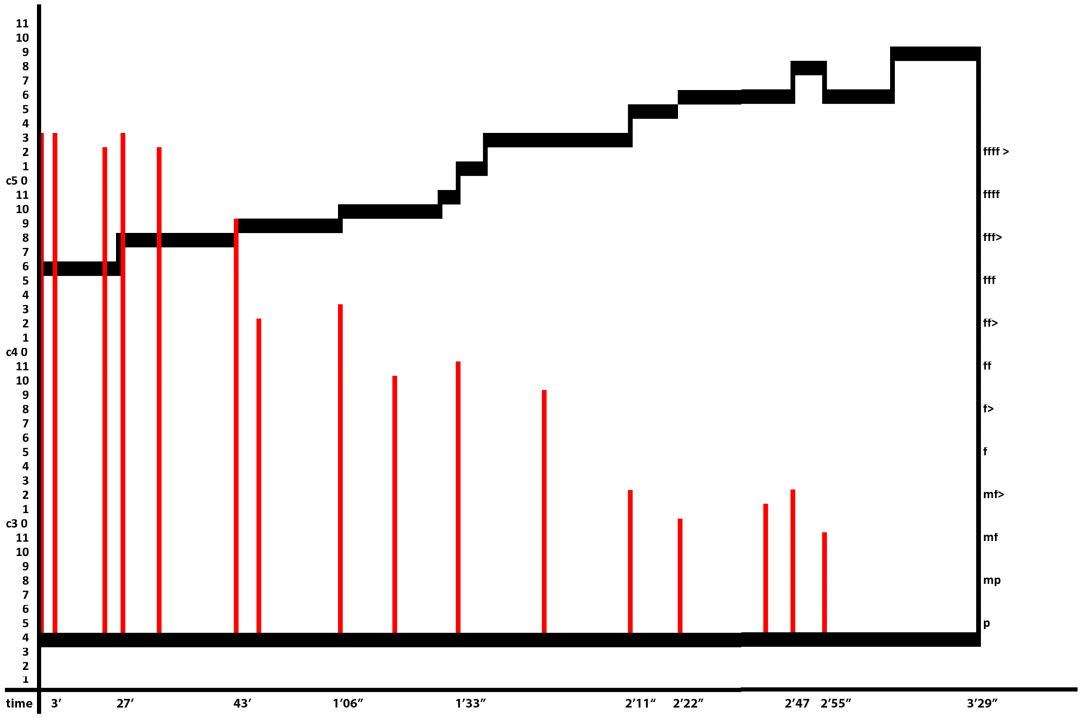


Fig. 36.
Verblendungen (1982-1984). Prima macro sezione.
Al movimento ascendente dell'ambitus globale si contrappone la decrescita dinamica del "tutti" orchestrale (linee rosse verticali). Sull'asse delle x sono segnai alcuni punti temporali; su quello delle y, a sinistra la altezze (è stata operata una riduzione del registro basso per motivi di praticità), a destra le dinamiche.

Il grafico di Figura 36 mostra il movimento ascendente dell'ambitus globale e la diminuzione dinamica dei "tutti" orchestrali attraverso linee rosse verticali. Per calcolare i picchi d'intensità si è deciso di utilizzare un procedimento molto simile a quello esposto in O'Callagan, Eigenfeldt (2010): ad ogni dinamica è stato assegnato un valore crescente da 1 a 12 che ha permesso di ordinare in modo scalare le dinamiche utilizzate in tutta la prima sezione come segue: *p=1; mp=2; mf=3 …; ffff+sfz=12*. Il valore di ogni singola dinamica è stato moltiplicato per il numero dei partecipanti alla dinamica stessa e sono stati sommati tra loro i valori risultanti di ogni dinamica contemporanea; il risultato complessivo ottenuto è stato infine diviso per il numero totale degli effettivi partecipanti ai "tutti" orchestrali. Ad esempio, il valore del primo e del secondo "tutti" è stato calcolato attraverso la seguente formula: *(12x20+10x6):26=11,5*. Anche se questo procedimento di calcolo non tiene conto del differente peso percettivo, e quindi della differente qualità emergente, che si verifica, poniamo caso, quando la stessa dinamica si riscontra contemporaneamente nella

sezione dei corni e in quella dei violini, si ritiene che riesca in ogni caso a dare l'idea della qualità dinamica emergente e della sua progressiva decrescita. Inoltre, i calcoli dimostrano che questa sorta di grande diminuendo è dovuto soprattutto ad una graduale dissolvenza dell'energia spettrale nella sezione degli ottoni. L'importanza strutturale attribuita al gruppo degli ottoni nel processo di risintetizzazione orchestrale, in questa prima macrosezione, è comprovata dallo studio degli schizzi.

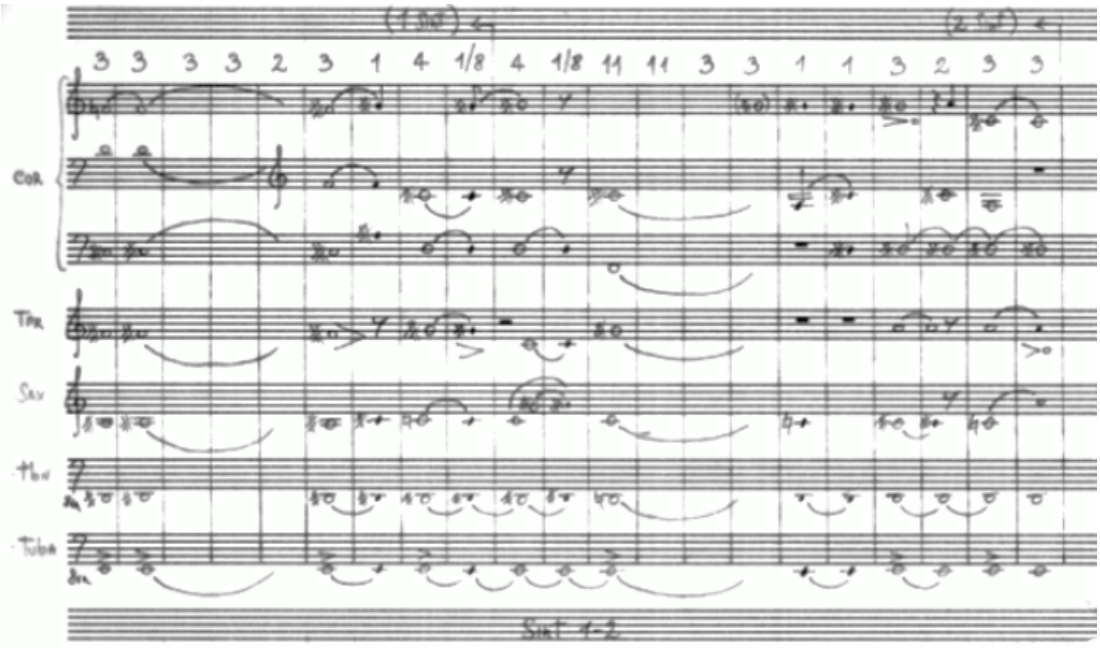


Fig. 37.
Verblendungen (1982-1984). Trascrizione di abbozzo continuativo sez. ottoni .
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho.
Trascrizione da un foglio a 20 pentagrammi.[177]

La trascrizione da un abbozzo continuativo, contenuto nel primo fascicolo del faldone [1/3], in Figura 37 mostra l'accordo di base e le sue modifiche iniziali – che in partitura corrispondono alle battute da 1 a 21 (da Grave ma furioso a B) – orchestrato attraverso

[177] Contenuto nel primo fascicolo del faldone [1/3], il foglio che presenta annotazioni solo su un lato, contiene due sistemi formati da sette pentagrammi ciascuno, nei quali sono riportate le parti degli ottoni. Sopra il primo rigo la compositrice segna il metro di ciascuna battuta con numeri arabi. Il primo pentagramma dall'alto è lasciato in bianco; i pentagrammi 2,3,4, contengono i corni, il 5 la tromba, il 6 sax, 7 trombone 8va, 8 tuba 8va.Nello schizzo originale, alla battuta con metro $^{1}/_{8}$, la compositrice passa al secondo sistema in basso, mentre nella trascrizione questo contenuto è stato trascritto senza interruzione in un unico sistema continuativo.

la sola sezione degli ottoni. Confrontando l'abbozzo con la prima stesura manoscritta della partitura (fascicolo [2/3]) è possibile notare dei segni rossi a matita che evidenziano come le parti degli ottoni vengano raddoppiate da tutta l'orchestra. Una procedura simile viene riproposta in altri due punti della partitura, ovvero a battuta 22 B (1'06'') - dove un cerchio a matita rossa evidenzia le parti di tromba, sassofono, trombone e tuba, e delle linee collegano questo gruppo con raddoppi al flauto, flauto alto e oboe – e a battuta 54 (2'47'') – nuovamente cerchio a matita rossa che delimita la famiglia degli ottoni. A partire da questi punti sono evidenti ampie trasformazioni tessiturali interne alla macrosezione, che permettono un'ulteriore suddivisione della stessa.

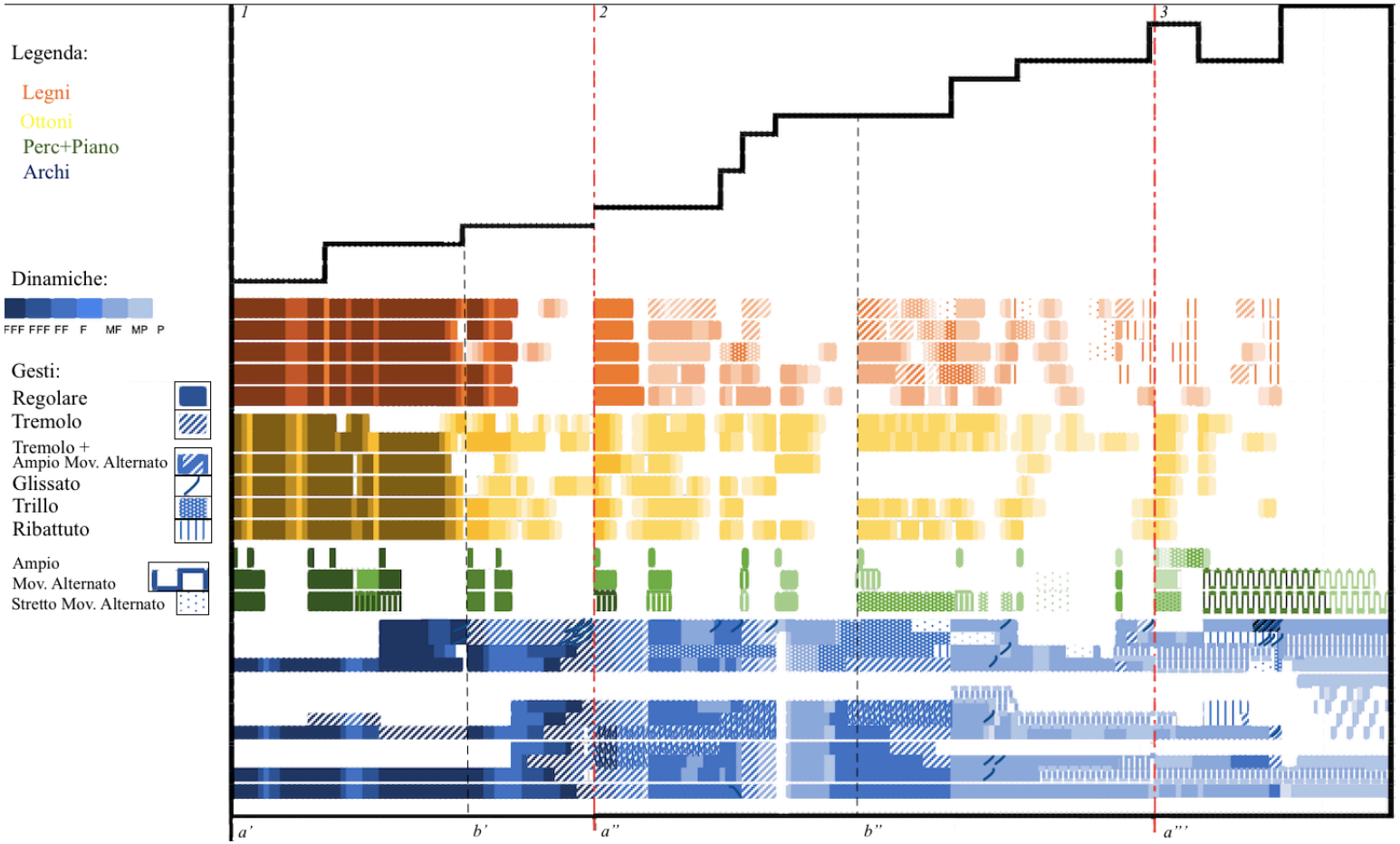


Fig. 38.
Verblendungen (1982-1984). Prima macrosezione.
Suddivisioni: *1*; *2*; *3*. Ognuna ulteriormente suddivisa in: /*a*/ attacco; /*b*/ decadenza.
Il grafico esprime: 1. ambitus globale ascendente; 2. famiglie strumentali identificate da differenti colori; 3. decrescendo dinamico attraverso gradazione di colori; 4. Gesti (identificativi delle tessiture)

Il grafico di Figura 38 permette di evidenziare la diminuzione complessiva della dinamica lineare attraverso gradazioni di colore (che identificano ogni famiglia strumentale) e la progressiva introduzione di gesti strumentali. Grazie all'interazione di questi due parametri la compositrice controlla e organizza l'evolversi della forma da stati variabili di densità/stabilità – gestiti principalmente attraverso l'interazione tra il mantenimento del gesto regolare e la dinamica decrescente nella famiglia degli ottoni - ad altri sempre più instabili, favoriti dall'emergenza di tessiture armonico-polifoniche nelle altre famiglie strumentali. Le linee tratteggiate rosse suddividono la prima macrosezione in tre sottosezioni; l'attacco di ognuna è evidenziato dal primo piano degli ottoni con dinamica complessiva decrescente tale che *1= ffff+sfz*; *2= ff*; *3= mf*. Le prime due sottosezioni sono ulteriormente divisibili considerando che, in entrambe, ad una prima fase di attacco sostenuto (*a'*) o mediamente sostenuto (*a''*) segue una seconda fase di decadimento (*b'*) o di filtraggio (*b''*).

In *a'* si osserva che tutte le famiglie condividono gli stessi mutamenti dinamici e lo stesso movimento tessiturale, sostenendo l'emersione e il mantenimento del fenomeno della fusione percettiva. Si noti però l'affiorare di un ulteriore fenomeno, quello della risonanza timbrica[178]: i rapidi movimenti dinamici sfalsati fra le famiglie strumentali permettono ai suoni delle singole famiglie di immergersi e riemergere dal suono complessivo creando una fluttuazione dinamica che forma uno sfondo articolato e mobile.

In *b'* si assiste ad una diminuzione dinamica nel gruppo degli ottoni, uno svuotamento in quello dei legni, e un'aumentazione dinamico-gestuale nella famiglia degli archi. Il gesto del tremolo in crescendo, introdotto dalle viole (*a'*) e poi esteso con un procedimento canonico a tutti gli archi, assume in questo caso due funzioni rispetto agli eventi che lo precedono e che lo seguono: la prima funzione è quella di evidenziare questa famiglia strumentale rispetto agli eventi concomitanti, la seconda funzione è quella di trasferire nuovamente l'energia sonora al gruppo degli ottoni e dei legni conducendo alla seconda suddivisione; l'introduzione del glissato (violini III e IV) rafforza la funzione di trasferimento. Considerando che il movimento fra le suddivisioni è estremamente fluido, che i movimenti tessiturali in *b'* si articolano

[178] Touizrar, McAdams 2019, 7-9.

nell'arco di 0'58" secondi e che possono essere intesi come un collegamento fra *a'* e *a''*, il fenomeno descritto può essere percepito come un *rigonfiamento incrociato di timbri*[179]. Questo effetto permette di sostituire un timbro con un altro usando una dinamica a dissolvenza incrociata fra gruppi di strumenti: la famiglia degli archi, che passa da un *ff* ad un *ffff*, emerge dall'evento fuso degli ottoni, con dinamica decrescente da *f* a *mp morendo*, creando un rapido flusso timbrico che dà all'evento una qualità dinamica; gli archi vengono poi subitamente riassorbiti nell'attacco fuso di *a''*.

La seconda sottosezione è caratterizzata da trasformazioni tessiturali più evidenti che avvengono in modo diacronico e gradualmente permettono una serie annidata di raggruppamenti sequenziali[180]: combinazioni multistratificate di flussi uditivi. Mentre alcuni membri di ciascuna famiglia strumentale mantengono un gesto e un andamento regolare, integrandosi con il gruppo dei corni e condividendone in parte aspetti dinamici, iniziano a delinearsi imitazioni gestuali, che convergono in ostinati simultanei, tra il gruppo degli archi e quello dei legni. È soprattutto grazie all'utilizzo di ostinati che la compositrice può favorire un rafforzamento progressivo dell'organizzazione sequenziale, poiché la ripetizione ha l'effetto di unificare percettivamente la sequenza gestuale e permette a membri di differenti famiglie di essere assorbiti in flussi di timbri orizzontali.[181] Se in *a"* l'effetto di stratificazione[182] timbrica, pur coincidendo con la progressiva decrescita dinamica degli ottoni, viene mascherato dalla preponderanza sonora del gruppo strumentale di riferimento, in *b"* si assiste ad una più netta segregazione[183] tra gli strati dovuta sia al fatto che il gruppo formato da percussioni, pianoforte e arpa viene incluso nel flusso ostinato/imitativo

[179] Touizrar, McAdams 2019, 12.
[180] *Ibidem*, 17.
[181] Bergman 1994, 514-515.
[182] «La stratificazione, come la segregazione, coinvolge due o più strati di gruppi differenziati percettivamente. […] I singoli strati stratificati possono avere diversi strumenti che non sono fusi, ma che si raggruppano per contrasto con i materiali suonati in altri strati, comprese le differenze timbriche. Uno strato può contenere una sola voce, due o più voci uguali in contrappunto, oppure due o più strumenti che, pur non mescolandosi tra loro, creano una texture integrata. In secondo luogo, a differenza dell'uguaglianza relativa degli strati che caratterizza la segregazione, i flussi stratificati non hanno la stessa importanza. Queste differenze si riflettono nella percezione di occupare il primo piano, il secondo piano o lo sfondo di una scena uditiva.» Cit.: Touizrar, McAdams 2019, 15.
[183] «La segregazione timbrica coinvolge due o più voci chiaramente distinte, la cui importanza percettiva nella scena uditiva è considerata quasi equivalente. Le voci in questo caso sono segregate percettivamente in parte da differenze udibili in termini di timbro o da differenze di registro o dinamiche, che hanno anche cambiamenti timbrici concomitanti.» Cit.: Touizrar, McAdams 2019, 14.

sia all'implementazione di un processo di filtraggio nel gruppo degli ottoni, che già aveva iniziato a delinearsi in *a"*, precisamente a min. 1'16". A partire da questo punto, che consideriamo una zona di collegamento tra *a"* e *b"*, il procedimento di filtraggio degli ottoni (Figura 39) permette l'emersione in primo piano di un frammento melodico ai corni sostenuto dalle *risonanze timbriche*[184] degli archi e dei legni.
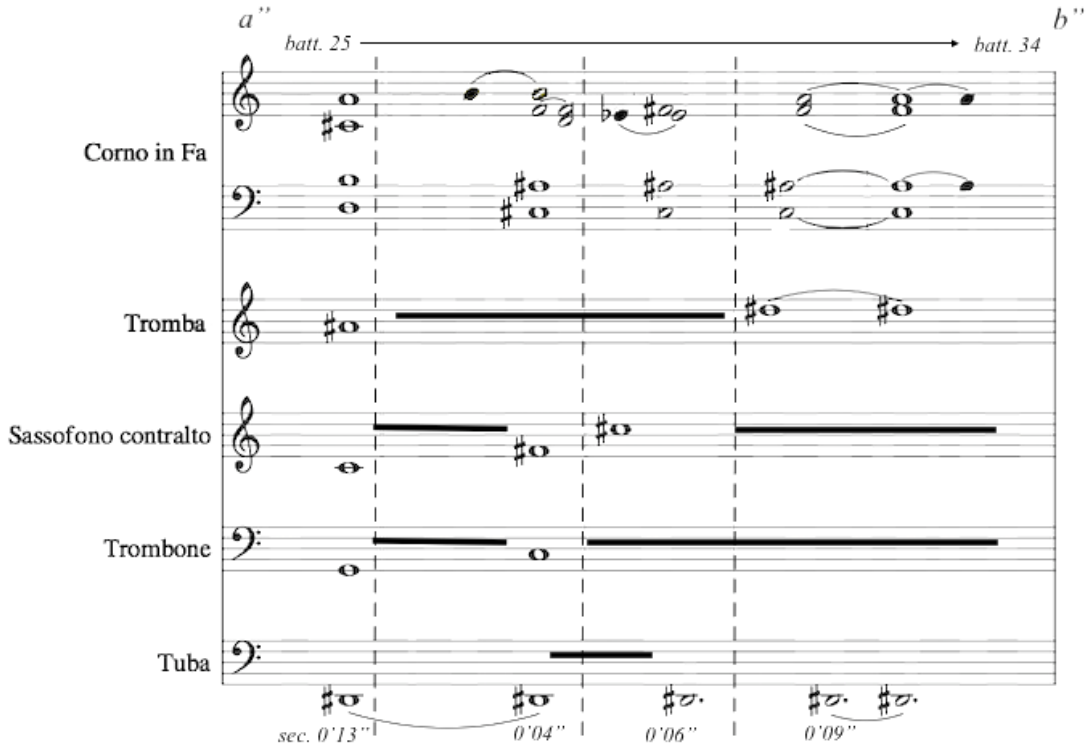


Fig. 39.
Verblendungen. bb. 25-34 (zona di collegamento *a"* → *b"*) Riduzione: le parti degli ottoni vengono progressivamente filtrate (linea nera continua) permettendo l'emergere del frammento melodico ai corni.

La breve melodia, che si dispiega per non più di 0'32" secondi, è altamente riconoscibile per l'ascoltatore occidentale poiché le sue relazioni intervallari (sia orizzontali che verticali) riflettono potenziali referenze tonali attorno ad un'armonia di ReM/m: la diade Si-Fa (4Au) che risolve su Re-Fa (3m) può essere intesa e percepita come un VI-I di Re min. (vedi Figura 33: 0'04"). L'espansione orizzontale a 0'06"

[184] La risonanza timbrica, simile alla *Klangfarbenmelodie*, viene usata per estendere ed illuminare le altezze presentate da uno strumento (o, come in questo caso, da un gruppo di strumenti) usando timbri sostenuti di altri strumenti. Nel caso della risonanza timbrica delle identità timbriche alternate realizzano il prolungamento e la colorazione dell'altezza o delle altezze in primo piano. Cfr. Touizrar, McAdams 2019, 13.

mantiene l'intervallo di 3m tra il Mi_b e il $Fa_\#$ e sposta l'attenzione armonica verso la tonalità di ReM; l'intervallo Fa-La (3M) che segue sembra riportare la melodia verso la tonalità relativa minore. Presumibilmente questa interpretazione risulterà un po' azzardata, ma è pur vero che alcune altezze costitutive la melodia verranno riproposte, come vedremo, in cellule micro-melodiche – posizionate in maniera quasi puntillistica nello spazio orchestrale, sottoposte a continua variazione a livello di articolazione ritmica e ma abbastanza statiche per quanto riguarda le relazioni intervallari interne – all'inizio della seconda macrosezione; orchestrati ai fiati, agli ottoni e al vibrafono. Seppur l'ipotesi di referenze tonali dovesse risultare fallace, sembra comunque plausibile considerare il frammento melodico dei corni come un'anticipazione di atteggiamenti tessiturali che caratterizzeranno la seconda macrosezione.
Tornando alla disamina della gestione tessiturale della prima macrosezione, si noti in particolare: 1. un'ulteriore zona di collegamento evidenziata dall'ostinato su l'ampio movimento alternato delle viole che, espandendosi agli archi e al pianoforte, connette *b"* con la suddivisione *3* e prosegue fino alla fine del macro processo; 2. la ripresa funzionale, in stretto, del gesto tremolo più glissato (in partitura ai violini I e II, alle viole e al violoncello I, bb. 60-61) che, come nel passaggio da *a'* → b', trasferisce l'energia sonora accumulata in precedenza al gruppo degli ottoni.
Le trasformazioni tessiturali evidenziate, legate al progressivo dispiegamento dei campi armonici, permettono a Kaija Saariaho direzionare la forma percepita della prima macrosezione gestendola attraverso cambiamenti di qualità orchestrali simultanei e/o sequenziali, che acquistano valori funzionali di transizione progressiva da stati densi e stabili della massa sonora ad altri sempre più instabili, che caratterizzeranno la seconda macrosezione.

Nel primo fascicolo del faldone [1/3] sono conservati, tra i numerosi schizzi e appunti, due bifogli pentagrammati, uno con annotazioni relative ad una sezione di collegamento fra la prima e la seconda macrosezione e uno con schizzi riguardanti caratteristiche di gestione del campo armonico tipiche della seconda macrosezione.

Il *bifoglio 8Vb*[185] scritto solo fronte, presenta appunti relativi all'orchestrazione e alla gestione tessiturale della sezione di collegamento, in partitura da bb. 69 a 83 (J 3'29" → 4'08" L). Nello schizzo si notano tre aggregati verticali e alcuni appunti riguardanti i movimenti lineari che interessano le altezze estratte dai primi due aggregati. Nella trascrizione parziale (Figura 40), gli aggregati sono stati circoscritti da rettangoli colorati e denominati *1_cms2*, *2_cms2*, *3_cms2*[186]. I movimenti lineari relativi ai due aggregati sono evidenziati da frecce.

Accanto a ciascun'altezza dell'aggregato *1_cms2*, la compositrice annota le sue scelte d'orchestrazione che, ancora una volta, riguardano la sezione degli ottoni con l'aggiunta del clarinetto in si_b; più in basso, evidenziati da frecce rosse, gli intervalli costitutivi l'accordo vengono posti in successione lineare e per ciascuna altezza vengono indicate le sigle degli strumenti che muoveranno l'accordo nelle sue voci interne. Anche se gli schizzi riflettono l'idea che l'aggregato conservi una relazione predominante con la sezione degli ottoni, molto simile a quella esposta e mantenuta nel corso della prima macrosezione, per la prima volta dall'inizio del brano l'attacco dell'accordo (b.69) è riservato a tutti gli altri strumenti dell'orchestra. Gli ottoni entrano dopo una pausa di un ottavo con dinamica $\circ <mp>_{morendo}$, mentre al clarinetto in si_b viene riservata la dinamica *mf* condivisa dalla sezione degli archi, in battere in concomitanza con il gruppo percussioni, pianoforte, arpa. Bisogna inoltre aggiungere che il movimento intervallare degli archi s'innesta sulla tessitura in ostinato che era già stata anticipata nella seconda suddivisione della prima macrosezione. Oltre a ciò, nelle parti dei fiati e nel gruppo percussioni, pianoforte, arpa inizia a delinearsi una tessitura puntillistica - con effetti di risonanza timbrica tra lo xilofono in movimento alternato e i due flauti – dalla quale emergeranno, come detto in precedenza e come indagheremo in dettaglio a breve, cellule micro-melodiche. L'orchestrazione e le tessiture concomitanti e sequenziali riservate all'accordo *1_cms2* denotano per tanto la sua funzione di collegamento.

[185] La denominazione arbitraria identifica la posizione del bifoglio all'interno del fascicolo 1 del faldone [1/3].

[186] La denominazione è arbitraria. I numeri *1, 2, 3* identificano quella che sarà la successione in partitura di ciascun aggregato; la sigla *_cms2* è l'acronimo di collegamento macrosezione 2.

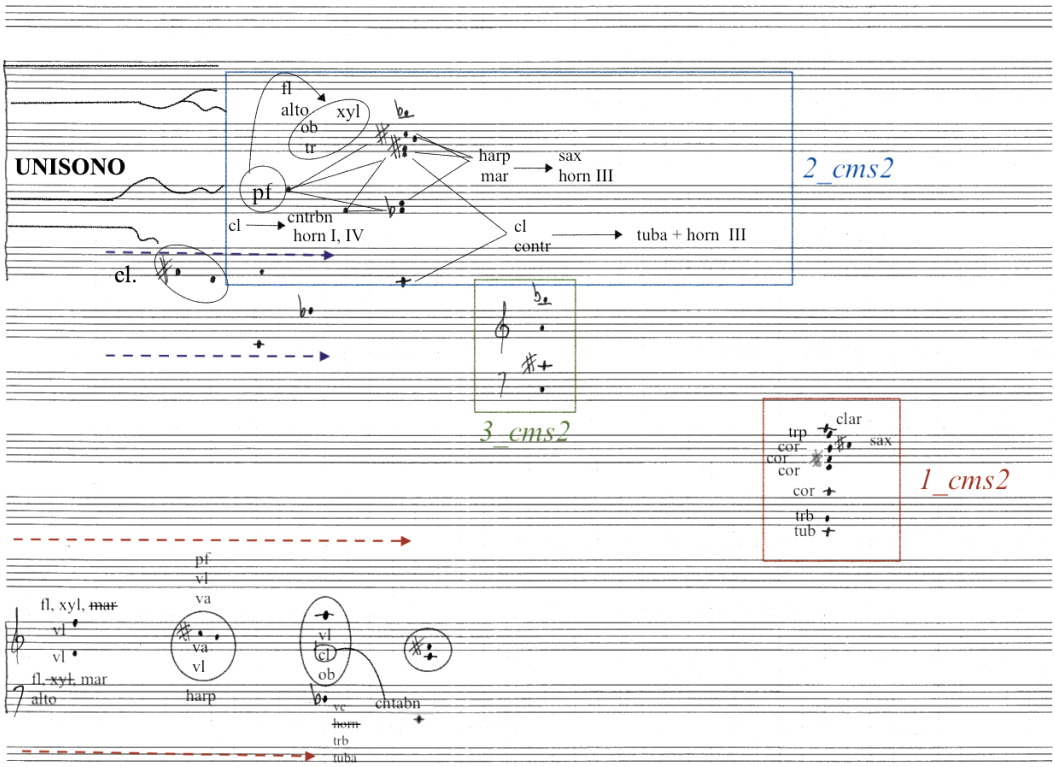


Fig. 40.
Verblendungen (1982-1984). Trascrizione parziale *bifoglio 8Vb*.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho.

Anche le altezze costitutive l'aggregato verticale *2_cms2* (Figura 40, riquadro blu) presentano annotazioni riguardanti scelte d'orchestrazione. Si notano delle linee trasversali che collegano specifici intervalli e delle frecce e/o degli insiemi che collegano specifici strumenti e/o gruppi eterogenei di strumenti: cl → contrbn/horn I, IV [in basso]; fl alt →ob/xil/tr [in alto]; harp/mar → sax, horn III e cl contr → Tuba+horn II [a destra]. Le linee trasversali fanno riferimento a quanto espresso più chiaramente in basso a sinistra rispetto all'aggregato *2_cms2*: la sigla *cl* seguita dal movimento alternato tra le altezze Re e Fa# manifesta una volontà di articolazione ancor più lineare rispetto a quella predisposta per l'aggregato precedente. Si noti che lo smembramento di *2_cms2,* messo in luce da frecce tratteggiate blu, non evidenzia relazioni intervallari verticali e che non vengono riportate annotazioni relative al movimento degli archi. Le frecce e gli insiemi che nello schizzo originale collegano le sigle degli strumenti vogliono indicare un'idea di scrittura che riesca a generare una

più netta segregazione fra gli strati orchestrali: da questo momento in poi la gestione della massa sonora sarà fondata su un'articolazione via via più polifonica, una «metabole progressiva di sistemi di scrittura»[187], che, in questo caso, si esprimerà mediante correlazioni multiple di strati modellati da microcomponenti melodico-ritmiche[188].
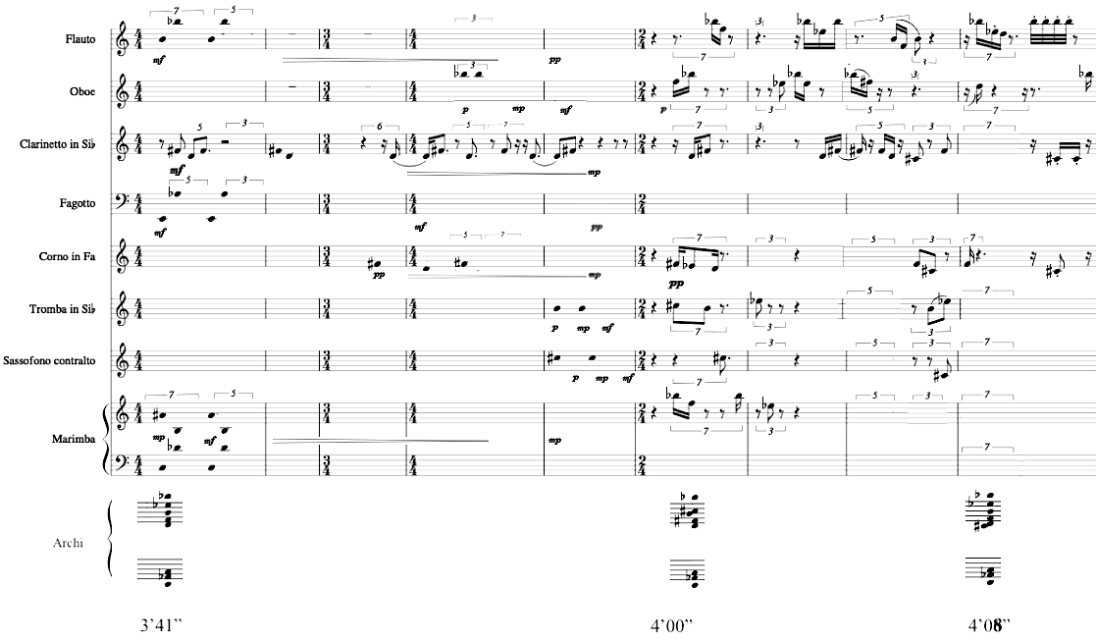


Fig. 41.
Verblendungen (1982-1984). Riduzione, da bb.74 a 82 (3'41" → 4'08"). Processo di dispiegamento di *2_cms2*.

Il processo di dispiegamento dell'aggregato *2_cms2* consta di una scrittura estremamente densa, per renderne più agevole l'indagine è stata operata una riduzione (Figura 41) che consente di soffermarsi sulle evidenze strutturali e le loro relative emergenze psicoacustiche, ovvero timbriche. Osservando la riduzione risulta chiaro che il processo può suddividersi in due sezioni in relazione sia alla densità che alla pregnanza di avvenimenti tessiturali, ritmici, melodici e dinamici messi in campo dalla compositrice, ovvero in base all'interazione fra i parametri decisa durante il processo di scrittura. La prima sezione va da bb. 74 a 79 (3'41" → 4'00"), la seconda da bb. 79 a 83 (4'00" → 4'08"). Nella seconda sezione della riduzione sono state riportate solo

[187] Grisey 2000, 34.
[188] Pustijanac 2016, 162.

le evidenze melodiche più in legato. La scrittura puntillistica che interessa la seconda sezione nella realtà della partitura, viene proposta nella riduzione tramite terzine, quintine e settimine lasciate volutamente vuote. In ciascuna sezione è possibile ravvisare caratteristiche di continuità e di esclusività processuali e timbriche.

Il termine continuità riflette l'evidenza di una o più regolarità interne ad un ambiente in trasformazione continua[189], quello di esclusività vuole indicare specifiche caratteristiche di gestione parametrica che permettono emergenze timbriche differenti per ciascuna sezione. In questo senso si collega sia al principio gestaltico dell'assegnazione esclusiva[190] che a quello di salienza percettiva[191]. Il primo principio afferma che un elemento sensoriale non dovrebbe essere usato per più di una descrizione alla volta e permette di assegnare ad un evento descrizioni qualitative uniche in modo da creare tipi di organizzazione differenziati in base alla singolarità di tali descrizioni. Il secondo principio è stato introdotto nell'analisi musicale da uno dei due fondatori della Teoria Generativa della Musica Tonale, Fred Lerdahl, allo scopo di adattare i procedimenti analitici ivi esposti allo studio e alla disamina della musica atonale.
Senza addentrarci nella disamina della teoria, se ne illustrano brevemente in seguito le caratteristiche strutturali. Lo scopo della Teoria Generativa è quello di illustrare in che modo il sistema percettivo umano raggruppa elementi musicali, tramite la convergenza di elementi desunti dalla teoria musicale, dalla cognizione musicale e dalla musicologia cognitiva. La struttura analitica si basa su quattro tipi di strutture gerarchiche inerenti ad una superficie musicale: 1. una struttura di raggruppamento che corrisponde all'identificazione dei confini dei segmenti (sulla base dei principi di prossimità e somiglianza degli eventi simili a quelli delle teorie Gestaltiche); 2. una struttura metrica che corrisponde al modello di battiti forti e deboli periodicamente ricorrenti; 3. una riduzione temporale che rappresenta l'importanza strutturale relativa degli eventi di altezza all'interno di unità ritmiche contestualmente stabilite; 4. una riduzione di prolungamento che riflette schemi di tensione e rilassamento tra eventi di

[189] Pressnitzer, McAdams 2000, 51.
[190] Bergman 1994, 12-16.
[191] Lerdahl 1989, 73-76.

altezze a vari livelli di struttura. Ognuno dei quattro domini dell'organizzazione è soggetto a "regole di buona formazione" che specificano quali strutture gerarchiche sono ammissibili e quali possono essere modificate in modi limitati da regole di trasformazione. Le "regole di preferenza" permettono di selezionare quali strutture ben formate o trasformate si applicano effettivamente a particolari aspetti della superficie musicale. La riduzione temporale e la riduzione di prolungamento dipendono inoltre da condizioni di stabilità tonale-armonica. Se le regole di preferenza individuale si rafforzano a vicenda, l'analisi è stabile e il passaggio musicale analizzato viene considerato stereotipico, quando invece le regole di preferenza sono contrastanti l'analisi è instabile ed è probabile che il passaggio verrà percepito come ambiguo e vago. In questo modo, secondo la Teoria generativa, l'ascoltatore cerca inconsciamente di arrivare ad una descrizione strutturale complessiva della superficie musicale la più stabile possibile.[192]

Nell'articolo *Atonal prolungational structure* (1989) – dopo aver identificato dei parallelismi, delle convergenze, tra i due sistemi musicali, ravvisabili 1. nelle sequenze polifoniche da intendersi come eventi di altezze nella musica atonale e altezze o gruppi di altezze nella musica tonale e 2. nelle strutture ritmiche che, in entrambi i sistemi, permettono la comprensione delle connessioni fra altezze e la decodifica dei linguaggi in una riduzione temporale – l'adattamento della teoria giunge ad un punto critico rispetto alle condizioni di stabilità: nella musica atonale la consonanza e la dissonanza non hanno una controparte sintattica e lo spazio di altezze creato, percepito come piatto, non risulta abbastanza forte da consentire di estrapolare una riduzione. Tale criticità viene arginata riflettendo circa la divergenza riscontata tra i due sistemi rispetto a condizioni di stabilità strutturale e di salienza contestuale (i due fenomeni che permettono di operare una riduzione nell'ambito della Teoria Generativa della Musica Tonale):

[192] Si ricorda che le ricerche sulla Teoria Generativa iniziano a svilupparsi in seno all'IRCAM nel 1981 (cfr.: cap.2, x e Zattra 2010, 147). Nel 1983 viene pubblicato il libro *A Generative Theory of Tonal Music* al quale seguiranno articoli di approfondimento e di esplorazione di nuovi territori linguistico musicali, quali: *Timbral Hierarchies* (1987), *Cognitive Contraints on Compositional Systems* (1988a); *Tonal Pitch Space* (1988b) e *Atonal prolungational structure* (1989). Per approfondimenti si rimanda ai testi citati.

> La riduzione […] si riferisce a condizioni di stabilità e condizioni di salienza contestuale. Dati due eventi connessi, il più stabile è quello che è più consonante o spazialmente vicino alla tonica locale; il più saliente è quello che si trova in una condizione metrica più forte, nei registri estremi o più significativo motivicamente. Se un evento è più stabile e più saliente, domina sugli altri in maniera non ambigua. Ma se un evento è più stabile e un altro è più saliente ci sarà un conflitto di regole. Nella musica tonale la stabilità prevale sulla salienza. Si potrebbe dire che la forza grammaticale della struttura delle altezze tonali può essere misurata in base alla sua abilità nel prevalere sulla salienza superficiale. La musica atonale può non avere condizioni di stabilità, ma proietta la relativa salienza degli eventi. L'assenza di stabilità rende cognitivamente più importante la salienza. […] Come risultato, nella musica atonale la distinzione fra salienza e importanza strutturale collassa. […] Le condizioni di stabilità tonali possono essere sostituite da un insieme di condizioni di salienza.[193] (Lerdahl 1989, 73)

Secondo Lerdahl, quindi, la salienza percettiva nel sistema atonale viene innalzata a parametro strutturale; di conseguenza gli eventi superficiali saranno valutati in base alla loro salienza contestuale tramite regole di preferenza che permettono di determinare l'incidenza degli eventi stessi e la loro posizione all'interno di un'ipotetica struttura di raggruppamento, prima, e di riduzione, poi.

Le condizioni di salienza, che interagiscono l'una con l'altra mediante regole di preferenza tramite le quali è possibile giungere progressivamente ad una riduzione da livelli locali a livelli globali, vengono prima indicate come segue:

(a) attacco nella stessa regione registrica

(b) in una posizione metricamente forte

(c) relativamente sonoro

(d) relativamente predominante a livello timbrico

---

[193] «In this connection, I have found that the reductional PRs in the GTTM tonal theory fall into two classes, those that refer to stability conditions and those that refer to contextual salience. Given that two events connect, the more stable is the one that is more consonant or spatially closer to the (local) tonic; the more salient is the one that is in a strong metrical position, at a registral extreme, or more significant motivically. If one event turns out to be more stable and more salient, it unambiguously dominates the other. But if one event is more stable and the other is more salient, there is a conflict in the rules. In tonal music stability almost always overrides salience. One might say that the grammatical force of tonal pitch structures can be gauged by their ability to override surface salience.
Atonal music may not have stability conditions, but it does project the relative salience of events. The absence of stability conditions makes salience cognitively all the more important. [...] As result, atonal music collapses the distinction between salience and structural importance. [...] the tonal stability conditions must be replaced by a set of salience conditions.»

(e) in una posizione registrica alta o bassa
(f) relativamente denso
(g) relativamente importante a livello motivico
(h) prossimo a regioni importanti
(i) vicini ad un ampio raggruppamento
(j) parallelo rispetto ad una scelta fatta altrove nell'analisi

A livello locale questi fattori sono proprio sulla superficie: attacco, posizione metrica, intensità sonora, timbro, posizione registrica, densità, e durata (condizioni a-g). A livello globale i fattori più astratti sono l'importanza motivica, la posizione nella struttura di raggruppamento e il parallelismo (condizioni h-j) (con parallelo s'intendono delle qualità che qualificano un evento simile ad un altro che è situato in maniera parallela all'interno della struttura di raggruppamento.)
E quindi gli eventi strutturalmente più importanti saranno quelli valutati in base alla loro salienza che si determina in base al contesto in questo modo:

salienza maggiore: (a)attacco nella stessa regione registrica
(e) in una posizione registrica alta o bassa
(j) parallela alla decisione presa in altri luoghi nella stessa analisi
salienza media: (c) relativamente sonoro
(d) relativamente predominante a livello timbrico
(f) relativamente denso
(g) relativamente importante a livello motivico
(h) prossimo a regioni importanti
salienza bassa: (b) in una posizione metricamente forte

Le valutazioni permetteranno prolungamenti forti (ripetizione di un evento); progressioni (movimento verso un evento differente) e prolungamenti deboli (evento modificato).[194]

[194] Lerdahl 1989, 73-76.

Senza voler giungere ad una riduzione di prolungamento, nel caso di *Verblendungen* possiamo ben affermare di trovarci in un sistema che differisce sia da quello tonale che da quello atonale: la sua armonia, parametro che dovrebbe permettere la stabilità, è in sé stessa instabile, poiché sottoposta a continue variazioni – più che di stabilità strutturale, si potrebbe parlare di voluta, ricercata, instabilità strutturale –; il suo spazio non è però piatto, è comunque direzionato, ricerca cioè le controparti sintattiche della consonanza e della dissonanza nella dicotomia tra suono e rumore. Ma «è difficile sapere fino a che punto questa rugosità può essere impiegata ai fini di strutturazione; la determinazione di scale di rugosità variabile non è ovvia. Questa qualità può tuttavia trovare un valore veritiero a livello della texture e della superficie dell'opera.»[195]: ciò che determina l'incidenza degli eventi, la loro stabilità in una sezione piuttosto che in un'altra, la loro salienza percettiva – e di conseguenza la loro predominanza strutturale – non è tanto l'evoluzione armonica in sé stessa quanto la gestione dell'evoluzione dell'armonia attraverso l'interazione tra gli eventi superficiali, testurali. Per tanto, l'assenza/presenza di stabilità armonica permette di considerare, nella riduzione dell'evoluzione di *2_ims2*, alcune condizioni di salienza superficiale come prevalentemente strutturanti. A differenza di quanto esposto in Lerdahl (1989), però, le condizioni di salienza media sono state considerate come condizioni di salienza maggiore, in base al contesto e in riferimento a quanto esperito dallo studio degli schizzi.

Riprendendo l'esame del processo di riduzione in *Verblendungen*, illustrato nella Figura 41, sono ravvisabili caratteristiche di esclusività, contestuali e connesse a quelle di continuità, nella prima e nella seconda sezione. La continuità tessiturale si esprime tramite l'emergenza di tre flussi concomitanti gerarchizzati: sullo sfondo il flusso fuso degli archi, che funge da sostegno timbrico-armonico, e, alternati in primo e secondo piano, il flusso puntillistico e quello micro-melodico che si generano nei fiati e nelle percussioni. Nella prima sezione, la tessitura puntillistica, simboleggiata dalle note nere senza stanghette, viene posta in primo piano; quella micro-melodica, introdotta dal clarinetto su movimento alternato di 3M Re-Fa$_{\#}$, ne condivide prima il primo piano

[195] Saariaho, McAdams 1985, 73.

e poi passa in secondo piano. Tale fluidità gerarchica viene ottenuta grazie alla gestione delle dinamiche: mentre il clarinetto passa gradualmente da *mf* a *mp,* l'oboe, la tromba e il sassofono seguono una dinamica crescente da *p* a *mf*. Nella seconda sezione la tessitura micro-melodica passa in primo piano, espandendosi in tutte le voci e interessando le altezze che prima avevano preso parte alla tessitura puntillistica, mascherando quest'ultima tramite densificazione. Il progressivo inserimento delle altezze Fa, Mi_b e $Do_\#$ permette un'intensificazione dell'andamento discendente delle cellule in tutte le voci. Inoltre, se al clarinetto e al corno queste altezze riempiono ed espandono l'intervallo originario di 3M destabilizzando il Re, potenziale riferimento tonale, ai flauti e all'oboe conducono il Si_b a raggiungere progressivamente lo stesso Re confermandone l'importanza centripeta e evidenziando il carattere ondulatorio del movimento melodico complessivo. La progressiva elisione dell'atteggiamento puntillistico, e la conseguente rilevanza dell'espansione micro-melodica, permettono di considerare entrambe le tessiture caratteristiche di esclusività rispettivamente della prima e della seconda sezione.

Un altro elemento di continuità è ravvisabile nella progressiva gestione omoritmica dei gruppi irregolari. Nella prima sezione l'omoritmia fra particolari strumenti è orientata ad una netta segregazione fra strati concomitanti. Si notino le relazioni di altezza che intercorrono fra il flauto, la marimba, l'oboe e la tromba e fra il clarinetto, il fagotto e i corni[196] e che, in determinati punti messi in luce dalla riduzione, ogni insieme strumentale così costituito è interessato da gruppi irregolari in omoritmia che spesso coincidono con le entrate a canone dei diversi strumenti nel flusso puntillistico: dare ritmi uguali ad un gruppo e contemporaneamente assegnarne di differenti ad un altro gruppo (vedi b.1 riduzione Figura 41) fa in modo che linee concomitanti siano percepite come indipendenti l'una dall'altra e quindi crea una segregazione di flussi in contrappunto organizzati ritmicamente. Il contrappunto che viene a generarsi è quindi orientato all'altezza e al ritmo ed entrambi i parametri sono intrinsecamente legati ai contrasti timbrici interni alla prima sezione.[197] Il progressivo aumento della densità

[196] I gruppi strumentali sono, in questo caso, esattamente quelli indicati dalla compositrice nella pagina di schizzi *bifoglio 8*.
[197] Touizrar, McAdams 2019, 16-19.

orizzontale nella prima sezione confluisce nella verticalità micro-omoritmica della seconda sezione. Le cellule micro-melodiche vengono articolate in rapidi gesti verticali che permettono una fusione timbrica particolare, come di un unico corpo sonoro formato da un brulichio melodico contratto. Il timbro emergente della seconda sezione è «il prodotto della polifonia presa come un tutto, è l'espressione della convergenza delle funzioni verso la totalità»[198]; il pensiero polifonico, che spinge la forma in avanti, è qui da intendersi non solo come presenza di più voci contemporaneamente, ma anche e soprattutto come rete di eventi correlati.[199]Al termine del processo di dispiegamento di *2_cms2*, in maniera subitanea e per la durata di solo 03", vengono inserite le altezze costitutive l'aggregato *3_cms2* in ribattuto ai legni e alle percussioni e in stretto movimento alternato agli archi. Una gestione verticale così evidente non si ripresenterà più in nessun luogo del brano e il gesto del ribattuto verrà riproposto solo verso la fine della seconda macrosezione a b. 155 (7'04").

Attraverso le analisi tessiturali esposte abbiamo quindi appurato che le annotazioni contenute nel *bifoglio 8Vb* attengono complessivamente ad una sezione di collegamento tra la prima e la seconda macrosezione. In questa, il dispiegamento di *1_cms2* risulta più dipendente da procedimenti esposti nella prima macrosezione, quello di *2_cms2* anticipa in maniera contratta procedimenti orizzontali caratteristici della seconda macrosezione e *3_cms2* potremmo considerarlo una cesura prima dell'effettiva spinta polifonica.

Come detto in precedenza, nel primo fascicolo del faldone [1/3] è conservato un ulteriore bifoglio con annotazioni relative alla gestione polifonica della seconda macrosezione. Il *bifoglio 6Vb*[200] è scritto su due lati; e permette di suddividere la seconda macrosezione in due sezioni di media grandezza. Gli schizzi visibili sul fronte 1 fanno riferimento alla prima delle due suddivisioni, in partitura da bb. 84 a 116 (4'11" → 5'40"); le annotazioni sul retro 2 fanno riferimento a dei punti

[198] Dufourt 2014, 143.
[199] Pustijanac 2016, 155.
[200] La denominazione arbitraria identifica la posizione del bifoglio all'interno del fascicolo 1 del faldone [1/3].

particolarmente salienti, rinvenibili all'inizio della seconda suddivisione e posti in partitura da bb. 116 a 142 (5'40" → 6'57").

Per comodità di lettura e poiché attengono a due ulteriori sottosezioni le annotazioni visibile sul fronte del *bifoglio 6Vb* sono state trascritte separatamente. Nella Figura 42 è possibile visualizzare la prima suddivisione della seconda macrosezione, *A_ms2;* nella Figura 43 la seconda suddivisione *B_ms2*[201]. In ognuna sono stati evidenziati, in blu, gli appunti che attengono più specificatamente al sostrato armonico gestito principalmente dalla sezione degli archi e degli ottoni in omofonia.

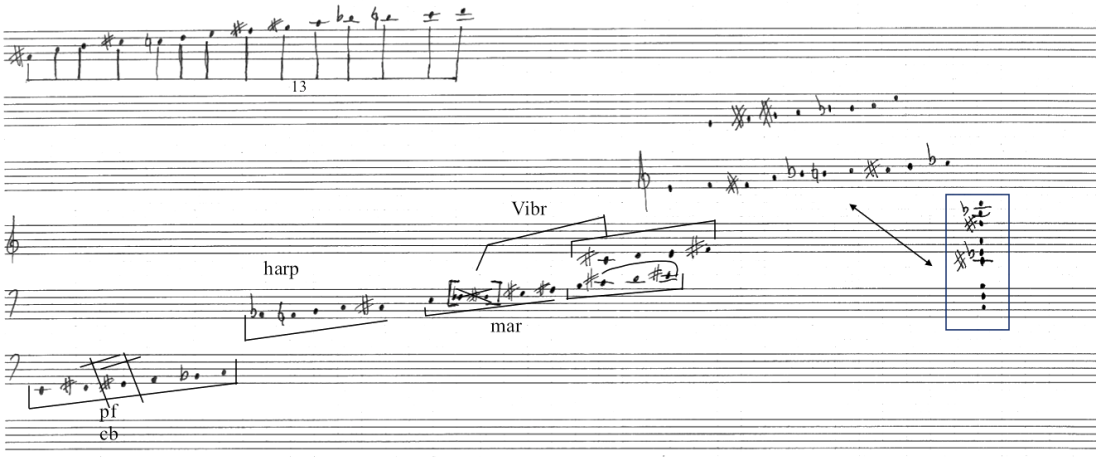


Fig. 42.
Verblendungen (1982-1984). Trascrizione parziale *bifoglio 6Vb*. *A_ms2.*
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho.

Gli appunti relativi *A_ms2* sono proposti in partitura da bb. 84 a 93(4'11" → 4'35"). Qui, da bb. 84 a 88 (4'11" → 4'20"), sullo stretto movimento alternato degli archi, derivato dalla sezione precedente, e su note tenute degli ottoni – ai quali si aggiungono il clarinetto in si_b e l'oboe –, emerge la texture polifonica condivisa dal gruppo formato da arpa, pianoforte e percussioni, e i legni, il fagotto e i due flauti. Nello schizzo, sui righi 6-3, è possibile visualizzare la sequenza lineare delle altezze associate al movimento polifonico complessivo. All'interno di tale successione scalare, la compositrice delimita alcuni insiemi di altezze e li contrassegna con nomi e/o sigle

[201] La denominazione è arbitraria; la sigla *_ms2* è l'acronimo di macrosezione 2.

degli strumenti, evidenziando in questo modo sia le entrate canoniche degli strumenti nel flusso contrappuntistico sia i pattern di altezze che saranno soggetti a ripetizioni melodiche micro variate ritmicamente all'interno delle singole voci. Il processo si ripete – in partitura da bb. 88 a 93 (4'20" → 4'35") – variato, trasformato: mentre gli archi introducono progressivamente, e tramite il gesto del glissato più tremolo, le altezze costitutive l'aggregato messo in evidenza nello schizzo, le entrate canoniche fra fagotto, pianoforte, arpa e percussioni vengono riproposte in stretto. Alle voci in contrappunto si aggiungono, progressivamente e sempre più in stretto, quelle del trombone, del sassofono, del clarinetto, del flauto contralto, della tromba, dell'oboe e infine il flauto traverso che si staglia sull'ensemble suonando la tredicina – visibile sul primo rigo di Figura 42 – sostenuta da risonanze timbriche al pianoforte e alle percussioni – righi 2 e 3 nello schizzo.

Considerando la riproposta del processo trasformato appena descritto, in *A_ms2* è possibile ravvisare la traduzione nella scrittura orchestrale di quelle particolari tecniche di trasformazione, capaci di produrre sensazioni di progressione fra entità, che la compositrice aveva potuto sperimentare e applicare nella composizione di *Jardin Secret*.[202] La definizione di scale, la deformazione degli inviluppi spettrali che, applicata alla durata, produce un cambiamento nella qualità emergente del colore spettrale e permette di stabilire relazioni tra il materiale originale e quello trasformato, vengono tradotte nella scrittura orchestrale. Ne consegue un timbro emergente, prodotto dalla polifonia, che «nasce come un fenomeno di sinergia»[203] e si dispiega variato ma coerente nel tempo musicale; un fenomeno in cui «le parti concorrono alla formazione del tutto, e il tutto, a sua volta, è una forma specifica che contiene le parti nella loro individualità relativa e nella loro solidarietà intima.»[204]

In *B_ms2* (Figura 43) sono annotati appunti riguardanti la tessitura degli archi (in blu) e l'abbozzo di movimenti melodici dell'oboe e del clarinetto (nello schizzo originale, rispettivamente sul rigo 17 e sul rigo 19). Si noti che il Do# che dà inizio alla melodia dell'oboe è collegato ad una successione di altezze visibile nel rigo più in basso.

[202] Cfr. 2.3.2
[203] Dufourt 2014, 143.
[204] *Ivi*

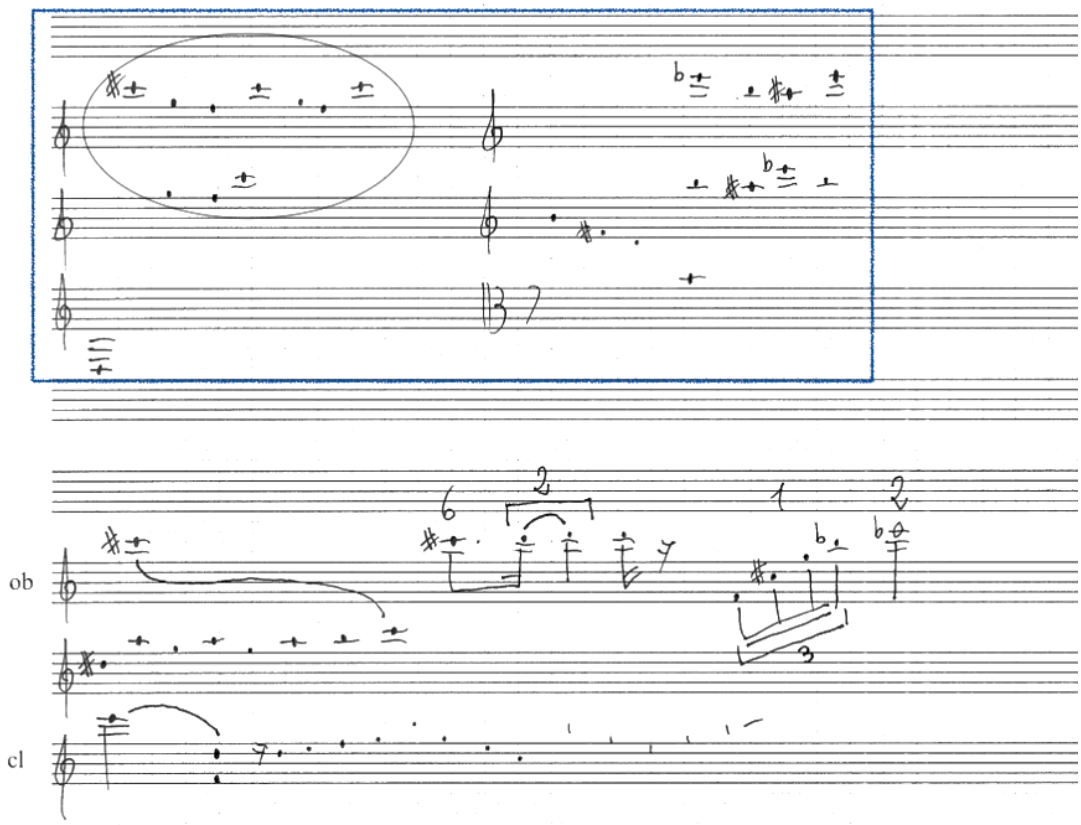


Fig. 43.
Verblendungen (1982-1984). Trascrizione parziale *bifoglio 6Vb*. *B_ms2*.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho.

Nella realtà della partitura, la nuova sottosezione è, infatti, collegata alla precedente tramite una scala ascendente che dal Mi del fagotto giunge fino al Do# dell' oboe passando per il clarinetto. Questa breve sezione di collegamento (Figura 44) potrebbe essere intesa come una riproposta strumentale della tecnica elettronica dell'allungamento di frequenze.

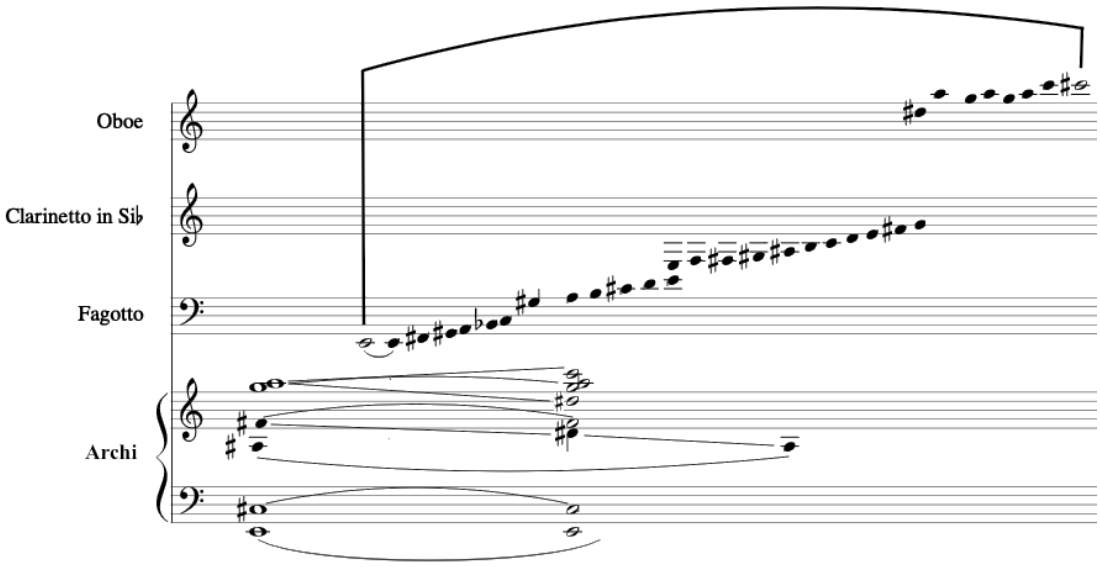


Fig. 44.
Verblendungen (1982-1984). Riduzione, bb. 93-96. Tecnica dell'allungamento di frequenze riproposta in versione acustica: dal Mi del fagotto al Do# dell'oboe, vengono generati intervalli in successione scalare che permettono di collegare le due altezze.

La tecnica di allungamento di frequenze, nella versione elettronica, prevede la generazione di microintervalli fra la frequenza di partenza e quella di arrivo dando vita ad una sorta di micropolifonia; traslata in versione strumentale, permette il collegamento fra il Mi del fagotto e il Do# dell'oboe attraverso una scala ascendente e, di conseguenza, fra le due sottosezioni annotate sullo schizzo originale (*bifoglio 6Vb).*

Riprendendo in esame il processo trascritto nella Figura 43 (b. *B_ms2*), le evidenze tessiturali e melodiche ivi proposte sono ravvisabili in partitura da bb. 96 a 104 (4'45" → 5'09"): la melodia dell'oboe viene imitata, con variazioni micro-ritmiche, dal clarinetto e dai flauti, sostenuta dal disegno armonico-melodico discendente, in *pp* e *spiccato,* degli archi. A b. 100 (4'56") si nota una prima mutazione interna: il flauto contralto viene sostituito dal piccolo e gli archi iniziano a disgregare il movimento discendente che viene gradualmente sostituito da glissati ascendenti; il gruppo arpa, pianoforte e percussioni recupera, micro variandolo, il movimento degli archi. Da bb. 104 a 116 (5'09" → 5'40") seguono due trasformazioni: la prima, da bb. 104 a 112 (5'09" → 5'29"), disgrega, disperde e varia timbricamente particolari caratteristiche

della melodia originatasi all'oboe; la seconda, da bb. 12 a 116 (5'29" → 5'40") riprende la tessitura melodico-polifonica e la infittisce espandendola in tutti gli strumenti dell'orchestra, ad eccezione dei corni che non partecipano al movimento complessivo.

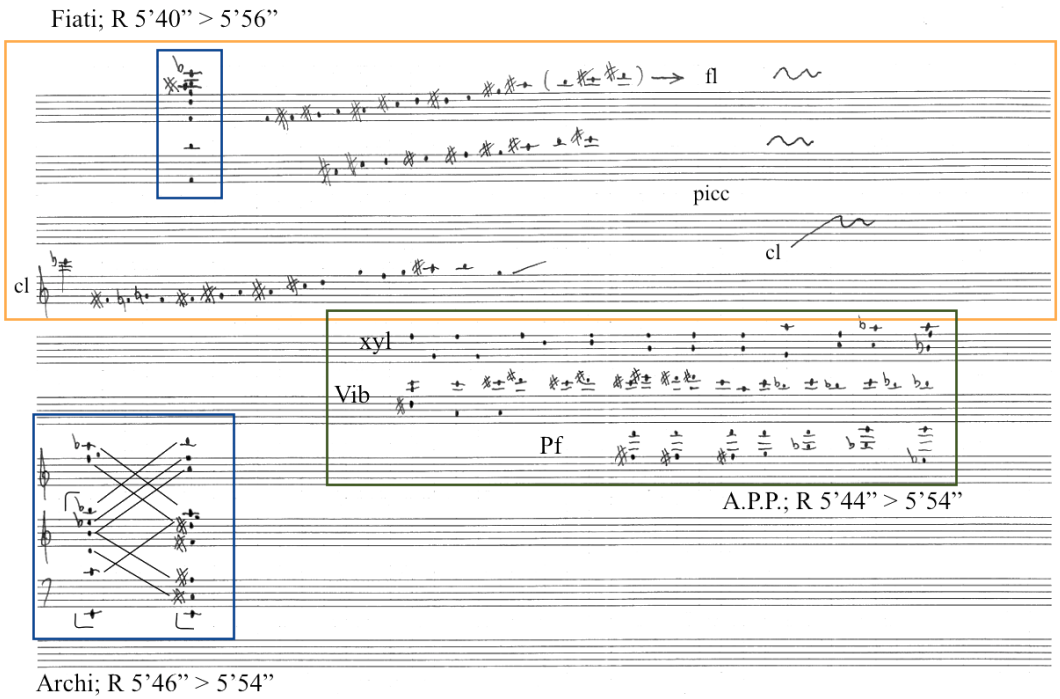


Fig. 45.
Verblendungen (1982-1984). Trascrizione parziale retro *bifoglio 6Vb*.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho.

Nella Figura 45 è possibile visualizzare la trascrizione delle annotazioni sul retro di *bifoglio 6Vb* Per comodità di lettura le annotazioni sono state circoscritte da rettangoli e per ciascuna è stata indicata la posizione all'interno della partitura e il gruppo orchestrale di riferimento. La seconda suddivisione si svilupperà, fino a b. 145 circa (7'04"), espandendo gli elementi e i movimenti visibili nella pagina di schizzi in tutte le voci dell'orchestra, con ulteriori ampliamenti della tessitura melodico-polifonica, simboleggiati nello schizzo dall'evoluzione scalare relativa a flauto, piccolo e clarinetto. Come accennato in precedenza, alla fine della seconda macrosezione torna una breve sezione nella quale si scorge una rinnovata volontà di fusione percettiva: gli archi, i fiati e i corni, riprendono tutti movimenti più in legato, con tremoli e dinamiche

sfalsate fra le voci. Su questo sfondo dotato di micro-mobilità gestuale in *pppp,* emerge il gesto del ribattuto ai corni e si espande gradualmente grazie entrate canoniche al clarinetto, alla tromba, ai violoncelli (I), alle viole (V), al flauto, ai violini (VIII), ma subitamente si rimmerge nella texture dello sfondo. Gli ultimi gesti, un glissato più tremolo al violino I su Mi di contrabbasso – tremolo –, entrambi con dinamica *<ppp>al niente*, permettono all'orchestra di confluire nel primo solo di nastro.

2.5 Conclusioni

Nel presente capitolo abbiamo potuto appurare come il dinamismo delle forze alla base della strutturazione del linguaggio di Kaija Saariaho abbia dato vita ad un sistema complesso, che trascende le parti e le integra in una realtà compositiva interconnessa. L'utilizzo dell'ambiente CHANT/FORMES, che permette la definizione di processi formali globali attraverso lo stretto controllo dei parametri interni al suono sintetico, ha consentito alla compositrice di associare forma al contenuto. La tecnica, già utilizzata in *Vers le Blanc*, per solo nastro e descritta dalla compositrice stessa, si sviluppa in *Verblendungen* in una scrittura ancora più complessa dovuta anche alla presenza della parte orchestrale. È stato messo in luce il corregamento tra la macroforma di *Verblendungen* e la logica di FORMES: il modello di attacco decadimento generale (processo padre) si dispiega nel tempo grazie al calcolo di curve evolutive specifiche per ciascun parametro (processi figlio). Il controllo dei parametri interni dei suoni di default di CHANT permette alla compositrice di iniziare a concepire la dicotomia tra suono e rumore come fattore strutturante la forma. Crea allora l'asse suono-rumore, lo strumento di gestione formare che le permette di associare le nozioni di consonanza e dissonanza proprie del sistema tonale a quelle psicoacustiche di consonanza-dissonanza sensoriale. La relazione fra l'utilizzo dell'ambiente compositivo e il riferimento al modello tonale è stata ipotizzata anche in riferimento alla struttura dell'ambiente stesso: la possibilità di un'organizzazione temporale di modelli timbrici in strutture gerarchiche, parallele o sequenziali, permette una logica compositiva equivalente a quella delle altezze ma che si genera da elementi nuovi. CHANT è inoltre servito come strumento di studio per le ricerche psicoacustiche compiute in collaborazione con McAdams, confluite nell'articolo

Qualitès et Fonctions du Timbre Musical (1985). Il vaglio dell'articolo ha permesso di delineare dei punti cardine che iniziano a strutturarsi e che si evolveranno nello sviluppo del linguaggio di Kaija Saariaho:

- ricerca di funzioni psicologiche atte a caratterizzare la percettibilità della forma;
- riferimento al modello tonale come generatore di tensione percepita e conseguente gerarchia fluida (attraverso il concetto di modulazione);
- concetto di immagine uditiva, metafora del timbro stesso: la rappresentazione mentale di un'entità sonora (armonica o inarmonica) coerente e capace di contenere in sé il concetto di identità e di variazione; capace di strutturare la forma partecipando a caratteristiche evolutive del timbro;
- collegati al concetto di immagine uditiva 1. quello di intervallo di timbri per la creazione di distanze psicologiche tra immagini uditive (che verrà ripreso in *Lichtbogen*) e 2. quello di facilità di memorizzazione di entità come contributo potenziale alla forma (che verrà strutturato in *Solar*).

La disamina dell'articolo e della pagina del Quaderno di schizzi 1 hanno permesso di mettere in luce anche le criticità del sistema, soprattutto quelle relative alla caratterizzazione e al posizionamento formale di entità inarmoniche e alla riconoscibilità dell'accordo di base. È stato evidenziato come il movimento tra armonia e timbro risulti limitato a causa della struttura frequenziale di suoni inarmonici, troppo densa o troppo dispersa e come l'idea di strutturazione sintattica armonico-timbrica in *Verblendungen* non riesce ad essere conseguita a causa dell'eccessiva variazione dei parametri (di registro, di testura, di dinamica ecc.) che non permettono il riconoscimento dell'armonia di base, o almeno non consentono di considerarla come variabile indipendente. Come si vedrà nei prossimi capitoli, questi aspetti verranno risolti anche grazie all'uso di nuovi software.

Lo studio degli schizzi ci ha comunque permesso di stabilire come la gestione testurale si identifichi con l'organizzazione gerarchica di flussi uditivi[205] compiuta attraverso processi di fusione e/o segregazione. In *Verblendungen*, l'elaborazione specifica dell'integrazione funzionale fra l'armonia e timbro si materializza, nella scrittura orchestrale, in strati di texture cangianti. Come afferma lo studioso Besharse «ciò che si realizza attraverso movimenti testurali è una gerarchia percettiva»[206] direzionata grazie a scelte di orchestrazione. Una gerarchia mobile, in cui ogni strato può dominare a sua volta; una rete di connessioni in movimento, di traiettorie verticali e lineari che determinano il livello di stabilità-instabilità, di tensione-rilassamento nella forma percepita.

[205] Bregman 1994, 490.
[206] Besharse 2009, 52.

III. *Lichtbogen* (1985-1986). Verso una caratterizzazione delle funzioni armoniche

> L'obbiettivo di partenza nel mio lavoro sulla sintesi sonora (in particolare attraverso il programma CHANT e le sue ramificazioni) era di costruire dei suoni che, nella mia immaginazione, dovevano essere liberi dalle costrizioni fisiche degli strumenti acustici. Allo stesso tempo, ero alla ricerca di suoni caratterizzati da strutture interne coerenti e che fossero in grado di sostenere un'identità e un movimento armonico. […] È stato solamente dopo questa lunga ricerca di un suono astratto e disincarnato che ho preso coscienza del fatto che c'è bisogno di qualità fisiche, viventi, per trovare un suono interessante.[207] (Saariaho 1995, 177)

Il lavoro sulla sintesi sonora, esperito attraverso l'utilizzo dell'ambiente di programmazione CHANT/Formes, permette a Kaija Saariaho di sperimentare la costruzione e la gestione di una rete multi dimensionale di parametri che, come è stato messo in luce nel capitolo precedente, influenza la sua concezione delle tecniche strumentali e di orchestrazione in brani misti. Grazie allo stretto controllo dei parametri, la compositrice riesce a costruire forme musicali a sviluppo continuo, dei continuum sonori tali da poter essere percepiti sia come un suono unico evolutivo sia come conseguenza e manifestazione temporale di entità armonico-timbriche trasformative, partecipi della compenetrazione dei concetti di identità e variazione.
La produzione di suoni di sintesi e il lavorio continuo e altamente organizzato sui minimi dettagli del suono permettono a Saariaho l'elaborazione di strutture di altezze arbitrarie, la costruzione di scale differenti – spesso simmetriche –, e di processi di transizione tra poli strutturali. Abbiamo potuto appurare, però, che questi elementi da soli non erano capaci di sostenere l'evoluzione della forma musicale; la percezione

[207] «Mon objectif premier dans mon travail sur la synthèse sonore (notamment à partir du programme CHANT et de ses ramifications) a été de construire des sons qui, dans mon imagination, seraient libérés des contraintes physiques propres aux instruments acoustique. J'étais également à la recherche de sons possédant des structures internes cohérentes et qui soient en mesure de supporter une identité et un mouvement harmoniques. [...] C'est seulement après cette longue recherche d'un son abstrait et désincarné que j'ai pris conscience à quel point nous avions besoin d'une qualité physique, vivante pour trouver un son intéressant.»

aveva bisogno di essere mediata tramite la gestione dell'interazione tra elementi di superficie. La compositrice stessa lo afferma, con sguardo retrospettivo:

> Questo metodo era incapace di produrre le tensioni armoniche sperate. Le strutture così generate erano difficili da memorizzare o da utilizzare in maniera intuitiva; e per me l'approccio intuitivo è ancora oggi fondamentale, per quel che concerne l'armonia e la composizione in generale. […] i concetti su menzionati mi sono sembrati impossibili da mettere in atto nel contesto degli strumenti tradizionali. In ogni caso, la produzione di suoni di sintesi e il lavoro su minuscoli dettagli ha contribuito a sensibilizzare il mio ascolto e mi ha permesso d'intendere i suoni strumentali e i modi di suonare con orecchie nuove. Ho quindi preso coscienza delle diverse possibilità di produzione del suono in un contesto puramente strumentale.[208] (Saariaho 1995, 178)

Dopo il 1985, gli interessi sonori di Kaija Saariaho si spostano progressivamente verso il mondo acustico, nella ricerca di una caratterizzazione di soluzioni armoniche più pregnanti da ottenersi grazie all'analisi di suoni strumentali e all'impiego di tecniche estese. Già legata da profonda amicizia e da reciproca stima professionale e artistica alla flautista americana Camilla Hoitenga[209], inizia in questo periodo una più intensa fase di collaborazione con il violoncellista finlandese Anssi Karttunen[210], con

[208] «Cette méthode était incapable de produire les tensions harmoniques que j'avais espérées. Les structures ainsi engendrées étaient par ailleurs difficiles à mémoriser ou à utiliser de manière intuitive; et pour moi, l'approche intuitive a toujours été primordiale en ce qui concerne l'harmonie et la composition en général. [...] le conceptions mentionnées ci-dessus m'ont semblé impossibles à mettre en œuvre dans le contexte des instruments traditionnels. Lorsque je produisais des sons de synthèse, je travaillais sur des minuscules détails, et cela a contribué à sensibiliser mon écoute et m'a permis d'entendre les sons instrumentaux et le jeu instrumental avec des oreilles nouvelles. J'ai aussi pris conscience des différentes possibilités de production du son dans un contexte purement instrumental.»

[209] Kaija Saariaho e Camilla Hoitenga fanno reciproca conoscenza nel 1982, agli Internationale Ferienkurse für Neue Musik a Darmstadt. In quell'occasione la Hoitenga ha l'occasione di conoscere il brano per flauto solo Laconisme de l'aile (1982), scritto originariamente per la flautista finlandese Anne Raito. Da quel momento il brano diventa uno dei più importanti nel repertorio dell'Hoitenga e la stessa diviene l'interprete e la destinataria di tutti i successivi brani per flauto, tra cui si ricordano NoaNoa (1992); Coleurs du Vent (1998); Dolce tormento (2004) – per piccolo solo; e il concerto per flauto e orchestra Aile du songe (2001). Cfr.: http://www.hoitenga.org/new/wp-content/uploads/2018/02/saariaho-personal-history.pdf (accesso: 12/06/2020); Moisala 2009.

[210] Entrambi Finlandesi, Kaija Saariaho e Anssi Karttunen si trasferiscono a Parigi intorno agli anni '80. A Parigi hanno modo di conoscersi e di studiare ed espandere il mondo sonoro del violoncello, sperimentando nuove tecniche e registrandone i risultati. Kaija Saariaho gli dedica innumerevoli brani per violoncello solo o violoncello ed elettronica tra cui ricordiamo: *Petals* (1988); *Près* (1991); *Spin and Spells* (1997); *Sept Papillons* (2000) e molti altri. Cfr: http://www.karttunen.org/home.html/Sept_Papillons.html (accesso: 12/06/2020); Moisala 2009.

l'obbiettivo di registrare, analizzare e selezionare strutture sonore coerenti a partire dalle quali sviluppare progressioni armoniche.

> Dopo vari esperimenti, sono arrivata a registrare una sezione di suoni del violoncello dove ho sentito che si manifestava una progressione di timbri udibile. Nel forgiare la base armonica di *Lichtbogen* (1985-1986) ho utilizzato per la prima volta questo tipo di progressioni. Volevo ottenere delle sonorità che evolvessero lentamente da un suono armonico verso un rumore – un suono multifonico prodotto dall'aumento della pressione dell'archetto sulle corde.[211] (Saariaho 1995, 179)

L'uso di modelli di generazione armonica desunti e/o estratti da suoni e gesti strumentali complessi è indubbiamente associato ad una prassi tipicamente spettrale, esplorata da Gérard Grisey in *Modulation* e *Transitoires* e ripresa e ampliata grazie all'ausilio di strumenti informatici da Tristan Murail in *Ethers* e in *Désintégration*. Kaija Saariaho coglie il principio di coerenza sonora e formale che scaturisce da questa fase precompositiva e lo traduce, estendendolo attraverso l'uso di programmi informatici che si basano su ricerche psicoacustiche, nel suo universo sonoro. Un universo sonoro, quello della Saariaho, che vuole essere direzionato attraverso uno sviluppo ininterrotto tra fasi di stabilità e di instabilità che si compenetrano e, trasmutandosi le une nelle altre, creano la forma musicale percepita. La compositrice inizia quindi ad usare un nuovo software analitico, il programma IANA che, permettendo una caratterizzazione del contenuto frequenziale delle entità inarmoniche, favorirà una più profonda polarizzazione del discorso armonico e, di conseguenza, una loro più netta funzionalità. Come vedremo, nello specifico attraverso l'analisi di *Lichtbogen* (1985-1986) per ensemble e live electronics, i gesti che saranno giudicati interessanti da Kaija Saariaho e che lei utilizzerà per forgiare la base armonica del brano succitato in particolare – e di brani successivi come ad esempio *Nymphea* (1987) per quartetto d'archi ed elettronica, *Petals* (1988) per violoncello ed elettronica o, ancora, *Amers* (1992) per violoncello ed ensemble – sono in essi stessi

[211] «Après différentes expérimentations, je suis parvenue à enregistrer une sélection de sons de violoncelle dont j'ai ressenti qu'ils manifestaient une progression de timbre audible. C'est pour forger la base harmonique de *Lichtbogen* (1985-1986) que j'ai pour la première fois employé ce type de progression. Je voulais obtenir des sonorités qui évoluent lentement d'un son harmonique vers un bruit – un son multiphonique produit par accroissement de la pression de l'archet sur les cordes.»

degli esempi di «spazi di transizione»[212] e, in quanto tali, verranno utilizzati come serbatoi di forze evolutive caratterizzate da fluidità.

3.1 IANA

Sviluppato nel 1984 da Gérard Assayag, il software di analisi IANA applica l'algoritmo di determinazione delle altezze virtuali di Ernst Terhardt. Lo scopo dell'algoritmo, basato sul principio che l'intera percezione uditiva dipende sia dall'ascolto analitico che dall'ascolto olistico, è quello di fornire, per ogni stimolo tonale immesso, due pattern di altezze: uno di altezze spettrali e uno di altezze virtuali che dipende dal primo; entrambi costituiti da valori di altezza, valori di ampiezza e di peso percettivo.

La procedura per l'estrazione dei due pattern viene descritta da Terhardt stesso nell'articolo *Algorithm for the extraction of pitch salience from complex tonal signals* (1982,b). Nella Figura 46 è possibile osservare la schematizzazione del processo.

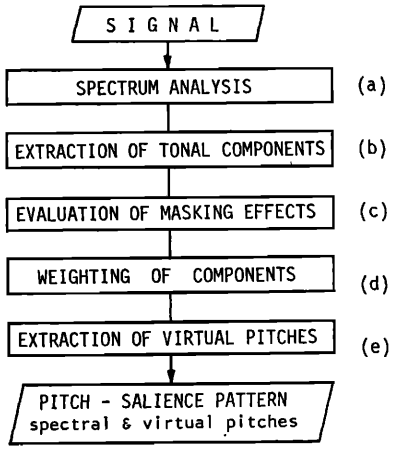


Fig. 46.
Schema della procedura di estrazione dei pattern.
Ad ogni stimolo tonale complesso immesso nel sistema di analisi [SIGNAL] segue (a) analisi dello spettro; (b) estrazione delle componenti tonali; (c) valutazione dell'effetto di mascheramento; (d) peso delle componenti; (e) estrazione delle altezze virtuali; da tali procedure si generano in ultimo i due pattern di altezze [PITCH – SALIENCE PATTERN] (Terhardt 1982, b)

[212] Sivuoja-Gunaratnam 2005, 57.

Ogni stimolo tonale complesso immesso nel sistema IANA viene analizzato mediante la procedura che si può suddividere in cinque passaggi:

(a) Analisi dello spettro attraverso la FFT in finestre temporali di 80ms circa.

(b) Estrazione delle componenti tonali.

Vengono estratte solo le componenti spettrali significative tenendo conto della pressione del livello sonoro (SPL = Sound Pressure Level) di ciascuna componente, rilevando cioè il valore medio di pressione sonora del campione di suono e analizzando i valori massimi locali fra parziali adiacenti.

(c) Valutazione dell'effetto di mascheramento.

L'effetto di mascheramento fra parziali adiacenti dipende dal livello di eccesso di pressione sonora (SPL excess = LX) di ciascuna parziale, fenomeno che causa 1. la non udibilità o la riduzione dell'udibilità di alcune componenti 2. lo spostamento delle parziali udibili a causa dovuto al reciproco mascheramento parziale. Viene quindi prima definito il livello di eccesso di pressione sonora, calcolando la differenza tra il SPL di ciascuna componente e il SPL che rappresenta la soglia di mascheramento dell'intero spettro. Se una componente spettrale eccede dai 3 ai 6 dB il valore di mascheramento dell'interno spettro (considerato 0) viene indicata come auralmente rilevante, viceversa verrà considerato mascherato e quindi irrilevante a livello percettivo. Le parziali considerate auralmente rilevanti si spostano a vicenda interagendo simultaneamente nel sistema uditivo, la loro posizione risulta quindi non esattamente identica a quella delle parziali presenti in un tono isolato aventi la stessa frequenza del tono percepito; per poterle rappresentare nel pattern di altezze spettrali viene quindi messo in atto un procedimento per fare in modo che l'altezza percepita risulti identica a quella della componente frequenziale.

(d) Peso delle componenti.

La procedura relativa al calcolo del peso delle componenti auralmente rilevanti viene determinata considerando l'eccesso di SPL, precedentemente calcolato, di ciascuna componente rispetto alla posizione di ciascuna componente all'interno

del continuum sonoro, tenendo in considerazione il fenomeno di dominanza spettrale[213] che determina l'importanza percettiva di ciascuna regione dello spettro.

Dalle prime quattro operazioni di ottiene un pattern di altezze spettrali, contenente quelle componenti spettrali risultate particolarmente o relativamente salienti a livello percettivo. I dati così ottenuti saranno rilevanti per la formazione del pattern di altezze virtuali.

(e) Estrazione delle altezze virtuali.

Secondo i principi della teoria dell'altezza virtuale, per ogni componente spettrale rilevante vengono specificati vari componenti sub-armonici correlati[214]; per determinare l'estrazione di altezze virtuali significative ciascun componente sub-armonico di ciascun componente spettrale rilevante deve combaciare con ciascun componente sub-armonico di ciascuno degli altri componenti spettrali rilevanti. Viene poi definito il coefficiente di coincidenza sub-armonica che determina le altezze virtuali.[215]

L'algoritmo di Terhardt permette quindi una discretizzazione selettiva del continuum timbrico grazie ad un'astrazione progressiva di quelle informazioni ritenute armonicamente più salienti sulla base di una simulazione di ascolto reale. Integrato nel software di analisi IANA, l'algoritmo permette non solo la discretizzazione di stimoli tonali armonici, ma anche di quelli inarmonici affinché non risultino semplici elementi decorativi ma elementi funzionali capaci di contribuire alla struttura musicale. Nell'articolo *Functional integration of complex instrumental sounds in*

[213] Secondo le ricerche di Plomp R. e Ritsma R. J. alcune frequenze risultano più udibili di altre in base alla loro posizione all'interno del continuum sonoro: la dominanza spettrale sembra verificarsi tra la terza e la sesta armonica in un segnale con fondamentale fra i 100 e i 400 Hz. Cfr. Plomp (1967); Ritsma (1967).

[214] Anche per quanto riguarda le componenti sub-armoniche vi sarà un certo grado di rilevanza (salienza), rappresentato da un valore numerico, dipendente da: 1. Il numero di componenti spettrali rilevanti che forniscono le stesse sub-armoniche; 2. Il valore del peso del componente spettrale da cui vengono estratte; 3. Il numero di sub-armoniche generate; 4. L'accuratezza della coincidenza di ciascuna sub-armonica.

[215] Si è deciso di non inserire le specifiche dell'algoritmo in formule matematiche, per non appesantire la lettura di questo elaborato. Data la complessità dell'argomento, per ulteriori indagini cfr. Terhardt E., Stoll G., Seewann M. (1982a) (1982b).

musical writing (1985) i ricercatori e programmatori G. Assayag, C. Malherbe e M. Castellengo illustrano il procedimento di analisi e progressiva astrazione interessandosi particolarmente a suoni multifonici di clarinetto (in Si_b), fagotto e sassofono tenore, scelti perché esibiscono una struttura frequenziale complessa che, non coincidendo con il temperamento equabile, li rende naturalmente difficili da integrare nella composizione in quanto elementi strutturali o da manipolare a posteriori. Le problematiche relative alla percezione di suoni multifonici coinvolgono sia il dominio del timbro che quello dell'altezza, essendo costituiti da componenti le cui frequenze possono essere chiaramente definite ma che risultano di difficile identificazione a causa della loro intrinseca instabilità e del rumore causato dai battimenti fra le componenti. Le altezze percepibili in un suono multifonico risultano collegabili sia ad accordi, se le componenti vengono percepite separatamente le une dalle altre, sia a fenomeni spettrali di fusione o scissione, quando le varie componenti emergono a formare una singola entità timbrica. Quando il suono multifonico viene inserito nel software di analisi, l'algoritmo di Terhardt viene utilizzato per estrapolare dei picchi di risonanza, in un punto del suono che risulta abbastanza stabile, ed eliminare quelle frequenze che non possono essere percepite a causa dell'effetto di mascheramento fra parziali. Il primo step del programma è quello di fornire una fotografia statica della struttura spettrale del suono, descritto attraverso una lista di coppie di frequenza e ampiezza, e che prevede una riduzione drastica delle informazioni. Le informazioni desunte dall'analisi permettono di costruire suoni di sintesi contenenti i dati estratti e di comparare tali suoni ai suoni reali, sia auralmente che visivamente. (Figura 47)

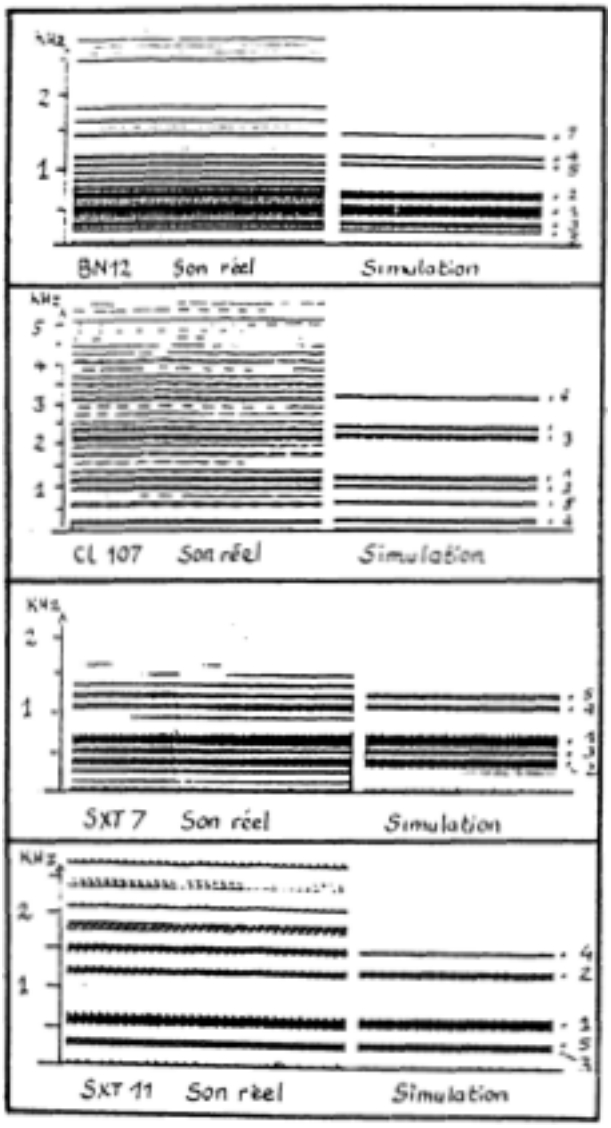


Fig. 47.
Comparazione sonografica dei risultati analitici di suoni multifonici.
A sinistra il suono reale, a destra la riduzione delle informazioni ottenibile grazie all'applicazione dell'algoritmo di Terhardt. La comparazione aiuta a testare l'effettiva pertinenza dei dati estratti.
(Malherb, Assayag, Castellengo 1985, 186)

Il suono multifonico così costruito appare però come «un insieme di altezze disconnesse»[216] ; ha ancora bisogno di essere manipolato e ulteriormente astratto al fine di descrivere il fenomeno sonoro studiato e costruire strutture coerenti. In altre parole, c'è bisogno d'inserire il suono creato in un sistema di referenza che lo identifichi in quanto entità, tale sistema di referenza viene identificato nello spettro

[216]Assayag, Castellengo, Malherb 1985, 186.

armonico. Nella Figura 48 è possibile osservare lo schema grafico che rappresenta il funzionamento di un ulteriore algoritmo, detto di selezione a pettine, che consente di riferire varie fasi consecutive della struttura del suono multifonico in esame alla struttura di riferimento identificata nello spettro armonico, insieme potenzialmente infinito.

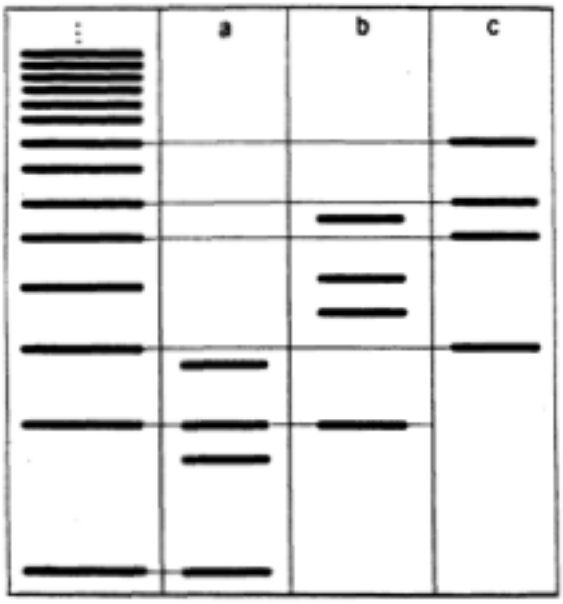


Fig. 48.
Schema grafico dell'algoritmo di selezione a pettine.
La prima colonna rappresenta lo spettro armonico di referenza, le colonne da *a* a *c* rappresentano fasi consecutive del suono multifonico che si muove lungo la struttura di riferimento finché tutte le componenti non coincidono con lo spettro di riferimento. (Malherb, Assayag, Castellengo 1985, 186)

È bene specificare che, in questa fase, sia lo spettro armonico che le varie fasi della struttura del suono multifonico vengono considerate come particolari insiemi d'intervalli trasposti ad una certa altezza e non più una lista di frequenze. Le parziali vengono traslate nel dominio delle altezze usando una risoluzione microintervallare che consente una discretizzazione dello spazio sonoro in ½, ¼, $^1/_8$ e $^1/_n$ di tono e che può quindi essere usata sia per modellare suoni di sintesi, sia per la scrittura per strumenti acustici. Quando, nel 1986, Kaija Saariaho inizia ad utilizzare il software di analisi IANA per analizzare suoni strumentali complessi, la risoluzione dei dati in uscita risulta così definita:

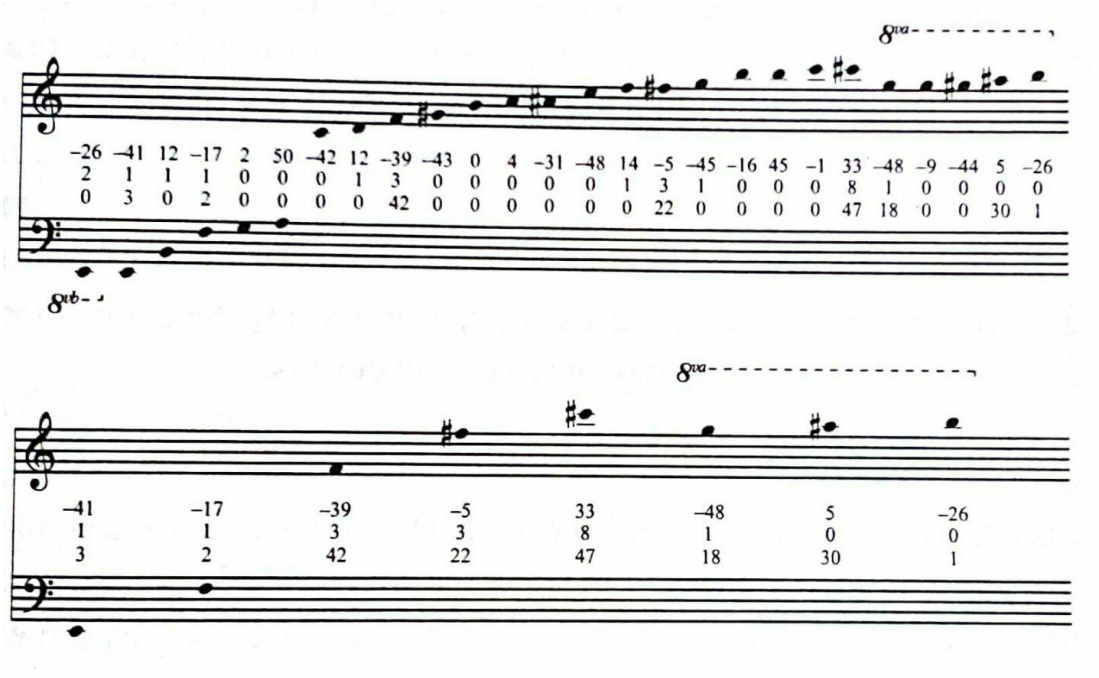


Fig. 49.
Esempio di foglio di analisi ottenibile con IANA.
Nel primo sistema, la sequenza delle altezze spettrali riscontabili in un suono complesso immesso nel software secondo la FFT. Nel secondo sistema, le sole componenti alle quali l'algoritmo di Terhardt conferisce un punto percettivo non-nullo. (Saariaho 1987, 123)

Nella Figura 49 si può osservare un tipico foglio di analisi ottenibile con IANA, contente due sistemi: il primo sistema mostra il contenuto del pattern di altezze spettrali evocate dalle così dette componenti rilevanti del segnale in entrata, in questo caso un suono di contrabbasso; il secondo sistema contiene i dati relativi alle altezze virtuali estratte dal primo sistema. Se infatti nel primo sistema possono ripresentarsi note aventi la stessa altezza ma peso percettivo differente, nel secondo vengono mantenute solo le altezze dotate di particolare rilevanza a livello percettivo. In entrambi i sistemi, sotto o sopra ciascuna nota sono indicati, dall'alto in basso: 1. in cent (da 0 a ± 50) lo scarto di giustezza della frequenza in rapporto alla nota cromatica temperata scritta; 2. l'ampiezza di ciascuna frequenza, su scala lineare da 0 a 1000; 3. i punti percettivi attribuibili a ciascuna frequenza/altezza in base all'algoritmo di Terhardt, su una scala lineare da 0 a 1000.

Nel paragrafo precedente si era detto che uno degli aspetti che limitavano il movimento tra timbro e armonia in materiali inarmonici era ravvisabile nella loro struttura frequenziale troppo dispersa o troppo densa; grazie a IANA diviene possibile utilizzare la struttura frequenziale di suoni inarmonici sia per la scrittura degli strumenti acustici – utilizzando le altezze contenute nel secondo sistema –, perché possono essere mantenute proporzionalità frequenziali auralmente rilevanti fra le componenti delle entità così strutturate, sia per la scrittura del nastro o per la preparazione del live electronics. In questo modo il concetto di entità coerente, di fonema portante viene esteso anche a realtà sonore inarmoniche che inoltre rappresentano già in sé stesse fenomeni di transizione, com'è udibile nei suoni strumentali in cui le fasi rumorose o inarmoniche si verificano transitoriamente nella prima fase di eccitazione di una corda o di una colonna d'aria. Ne consegue la costruzione di entità sonore che possono essere considerate poli di strutturazione aventi una struttura interna che può essere pensata in termini di armonia.

3.2. Possibilità di strutturazione linguistico-formale delle entità sonore attraverso IANA

Una funzionalità particolarmente interessante insita nel software IANA è la possibilità di utilizzare l'algoritmo a pettine per creare una serie di relazioni dialettiche fra oggetti (sottoinsiemi) appartenenti alla stessa macro entità. Una volta che la macro struttura frequenziale relativa ad un suono in entrata è stata identificata, ovvero quando le strutture frequenziali relative all'oggetto sonoro in entrata sono state unificate e si esprimono come parziali di uno spettro avente una fondamentale, è possibile esaminare ed estrarre vari insiemi circoscritti di componenti appartenenti all'entità stessa.

Il procedimento compiuto dal software è il seguente: alla parziale più grave dell'insieme di parziali di riferimento vengono progressivamente associate le armoniche 1, 2, 3, ecc. Ogni volta che si aggiunge una parziale, il sistema esamina una soluzione circoscritta, cioè un possibile sottoinsieme da formarsi selezionando

determinate parziali. Ogni sottoinsieme viene memorizzato in una lista, ed avrà una fondamentale costituita dalla sua frequenza più grave e un certo numero di parziali, alcune delle quali saranno condivise tra i sottoinsiemi così creati. L'algoritmo termina quando ogni parziale dell'insieme originario è stata riconosciuta almeno una volta. A questo punto gli oggetti originariamente contenuti in un insieme sono stati suddivisi in un numero di sottoinsiemi, ciascuno associato ad una fondamentale differente. Gli oggetti che appartengono a più di una sottoclasse contemporaneamente avranno diversi numeri di parziali ciascuno e funzioneranno, o potranno essere utilizzati, come elementi di transizione tra i potenziali armonici associati alle classi. (Figura 50)

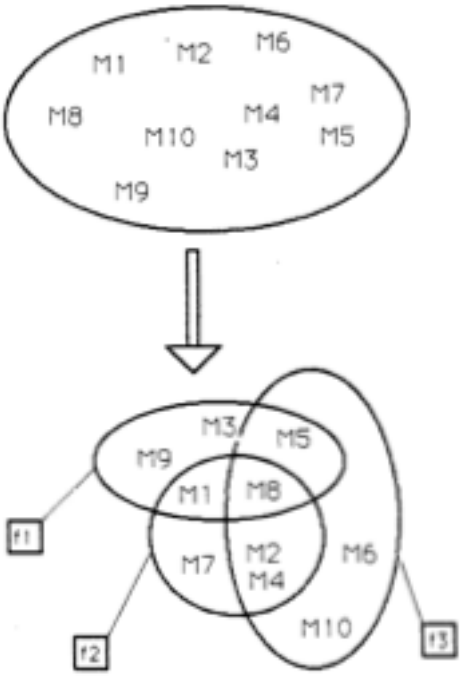


Fig. 50.
Esempio grafico di organizzazione di un insieme di oggetti acustici in classi definite come membri dello stesso spettro. Ciascuna classe è definita dal fatto che i suoi elementi sono espressi come una sequenza di parziali della stessa fondamentale. Un elemento comune in due classi quindi ha due espressioni in quanto sequenza di numeri di parziali. (Malherb, Assayag, Castellengo 1985, 187)

È inoltre possibile esprimere le stesse relazioni fra macro insieme e sottoinsiemi anche in forma scalare e considerare quindi un ipotetico macro insieme, derivato dall'analisi

di un suono o di un gesto musicale, come una lista di parziali e ciascun sottoinsieme come un frammento di una più ampia sequenza lineare.[217]

La funzionalità appena esposta suggerisce un'organizzazione al contempo gerarchica e associativa del materiale analizzato, nel senso che offre prospettive di strutturazione formale dei materiali estratti più pregnanti, più salde e coerenti – poiché tutto il materiale armonico può esser fatto derivare da un unico suono complesso in entrata ed è quindi gerarchicamente ordinato, contenuto a priori nel suono analizzato – ma che possono mantenersi fluide, poiché il grado di associazione tra gli elementi estratti deriva, a priori, dal modo in cui questi s'inscrivono in una determinata gerarchia dipendente dalla struttura del suono originale e, a posteriori, da scelte compositive. I compositori, scegliendo di posizionare gli elementi nel tempo musicale a distanze o prossimità relative possono, in via ipotetica, intervenire sul grado di associazione fra entità sonore percepito dall'uditore.[218]

Il riferimento ad un tipo di organizzazione contemporaneamente gerarchica e associativa, capace in quanto tale di consentire uno sviluppo strutturale di entità armonico-timbriche, è estrapolato dalle riflessioni di Fred Lerdahl contenute nell'articolo *Les hiérarchies de timbres* (1991).[219] L'accenno e il collegamento con la funzionalità di IANA sembra particolarmente pertinente poiché messo in luce da Kaija Saariaho e Steve McAdams nel succitato articolo del 1985, in relazione a possibilità di organizzazione musicale e relative classificazioni di qualità e relazioni fra elementi del discorso musicale che ancora non erano state sperimentate dalla compositrice, ma di cui era a conoscenza, lavorando all'IRCAM.

> Secondo Fred Lerdhal le organizzazioni di tipo gerarchico offrono prospettive di strutturazione musicale più ricche. Nelle sue ricerche sulla creazione di gerarchie nei colori spettrali dei timbri, inizia prima a costruire famiglie di suoni simili, poi delle sottofamiglie e delle famiglie allargate ecc. Questo lavoro, comparabile a quello di

[217] Assayag, Castellengo, Malherb 1985, 187-189.
[218] Lerdahl 1991, 184-185.
[219] Esistono due versioni dell'articolo: La prima, in inglese, *Timbral Hierarchies*, in *Contemporary Music Review,* 1987*,* 2(1): 135-160; la seconda, in francese, presente in *Le Timbre, métaphore pour la composition* 1991, 182-203. Si fa riferimento alla seconda versione, poiché originariamente l'articolo fu oggetto di un seminario organizzato all'Ircam nel 1985, di cui il volume *Le Timbre* restituisce le riflessioni.

> Assayag, Castellengo e Malherbe sui suoni strumentali multifonici, gli ha permesso di mettere in evidenza dei gradi di contrasto, delle distanze cognitive, dei vincoli di gravità sulle traiettorie da una famiglia ad un'altra, così come delle relazioni che ricordano la dissonanza e la subordinazione esistente nelle strutture di altezze tonali – relazioni particolarmente adatte, secondo lui, per poter realizzare delle forme complesse di questa natura. Con questo tipo di materiale certi criteri portatori di forma sembrano essere più difficili da stabilire: la valutazione della forza delle relazioni – se si considera la distanza cognitiva tra membri di differenti famiglie di suoni su una traiettoria di modulazione accettabile - , così come la valutazione delle relazioni esistenti fra delle proprietà legate alla combinazione di membri di queste famiglie. Tuttavia, lo sviluppo di uno strumento di sintesi interattiva orientato in tempo reale su questo tipo di esplorazione faciliterà considerevolmente la scoperta delle possibilità e delle fallacie che questo dominio ci riserva; autorizzerà ugualmente un'esplorazione più esaustiva e meno frustrante dei modelli di trasformazione dei materiali che permetteranno, malgrado tutto, di percepire delle similitudini o, per lo meno, dei legami musicali.[220] (Saariaho, McAdams 1985, 76-77)

Si ricorda che negli anni tra l'82 e l'85 la compositrice aveva utilizzato un metodo empirico per determinare la qualità del contenuto frequenziale delle entità sonore, in particolare di quelle inarmoniche, e il grado delle loro relazioni funzionali e che la messa in evidenza di traiettorie di prolungamento cognitivo e gradi di contrasto fra entità timbriche, era risultata di difficile gestione e piena d'interrogativi proprio a causa di problematiche relative sia al posizionamento di entità inarmoniche si alla strutturazione di progressioni armoniche udibili (intervalli di timbri) tra queste

[220] «Selon Fred Lerdhal, les organisation de type hiérarchique offrent les perspectives de structuration musicale les plus riches. Dans ses recherches sur la création de hiérarchies dans le couleurs spectrales des timbres, ce dernier a commencé par constituer des familles de sons semblables, puis des sous-familles, et des familles élargies, etc. Sa démarche, comparable à celle d'Assayag, Castellengo et Malherbe sur les sons instrumentaux multiphoniques, lui a permis de mettre en évidence des degrés de contraste, des distances cognitives, des contraintes pesant sur les trajets d'une famille à une autre, ainsi que des relations qui rappellent la dissonance et la subordination existant dans les structures des hauteurs tonales – relations particulièrement aptes, semble-t-il à porter des formes complexes de cette nature. Avec ce type de matériaux, certain critères des éléments porteurs de forme semblent plus difficiles à ètablir: l'évaluation de la force des relations – excepté si l'on considère la distance cognitive entre des membres de différentes familles des sons sur un trajet de modulation acceptable –, ainsi que l'évaluation des relation existant entre des propriétés nées de la combinaison des membres de ces familles. Néanmoins, le développement d'un environnement de synthèse interactive en temps réel orienté sur ce type d'explorations facilitera considérablement la découverte des possibilités et des pièges que ce domaine nous réserve; il autorisera également une exploration plus exhaustive et moins frustrante des modes de transformation des matériaux qui permettent, malgré tout, de percevoir des similitudes ou, du moins, des liaisons musicales.»

entità.[221] È per ovviare a tali difficoltà che decide di iniziare ad utilizzare IANA per l'analisi di suoni complessi strumentali, essendo già a conoscenza ed avendo riflettuto circa le potenzialità teorico-pratiche del programma.

Dal 1986, quindi, e lo vedremo in dettaglio, l'utilizzo di IANA consente a Kaija Saariaho non solo una definizione armonica dell'asse suono-rumore e di conseguenza una progressiva caratterizzazione delle funzionalità delle entità sonore – effettuata sempre in associazione a movimenti tessiturali, dinamici, ritmici e melodici, adesso capaci di esaltare caratteristiche già insite nel materiale di partenza –, ma anche la formalizzazione di riflessioni teorico-formali orientate da tempo alla ricerca di un sistema gerarchico da strutturarsi su progressioni di armonico-timbriche. Ora, Kaija Saariaho, può creare progressioni di immagini uditive coerenti in sé stesse.

Per poter mettere in luce sia gli aspetti di continuità insiti nei processi creativi e compositivi di Kaija Saariaho che quelli relativi all'evoluzione del suo pensiero timbrico-armonico e al conseguente sviluppo di gestione formale, l'analisi dei materiali di base di *Lichtbogen* e della loro gestione, condotta attraverso lo studio degli schizzi conservati alla Fondazione Paul Sacher, verrà affrontata nel corso della trattazione delle fasi compositive del brano in esame.

[221] Cfr. 2.3.2

3.3 Analisi degli schizzi. *Lichtbogen* (1985-1986)[222]

3.3.1. Prima fase compositiva: stesura dello schizzo macroformale

> *Lichtbogen* (Archi di luce) ha origine in un'aurora boreale alla quale ho avuto la fortuna di assistere all'epoca nella quale ho cominciato a lavorare su questo brano. È stato osservando il movimento di queste luci silenziose invadere l'immensità nera del cielo che la musica ha incominciato a trovare la sua forma e il suo linguaggio.[223] (Saariaho 2013, 274)

Nella prefazione del brano, Kaija Saariaho rivela la sua fonte d'inspirazione e il motivo della scelta del titolo, indubbiamente evocativo: l'aurora boreale che si riverbera nello spazio tramite archi di luce che si espandono, che si sommano, che scompaiono e riappaiono senza soluzione di continuità stagliandosi, quasi squarciando il nero del cielo. Solomon (1997) ha messo in luce in che modo la scelta del titolo, intrinsecamente visiva e che adopera stimoli extra musicali, costituisca uno dei tanti livelli di mediazione che consentono e caratterizzano la riconoscibilità di uno stile, quello di Saariaho, che converge ad un alto livello di comunicabilità[224]; Barrière (2016) ha definito il ricorso a stimoli visivi e letterari *pittoricità in musica*[225]. Grabócz (2013) ha supposto che l'immagine dell'aurora boreale, evocata dal titolo, abbia influenzato lo schizzo macroformale (Figura 51) il cui grafismo vorrebbe evocare i movimenti delle luci nello spazio articolati nel tempo musicale grazie a transizioni fra sonorità brillanti e rumorose.

---

[222] *Lichtbogen* (1985-1986), per ensemble e live electronics, nella traduzione italiana *Archi di luce.* Brano emblematico nella produzione di Kaija Saariaho, sancisce il suo progressivo interesse per i suoni strumentali e lo sviluppo e consecutivo assestamento della sua prassi compositiva. Cfr. Saariaho 1987; Saariaho 1993; Saariaho 1995; Saariaho 1997. Il brano – nella sua interezza o rispetto ad alcuni particolari aspetti – è stato analizzato nelle seguenti dissertazioni, articoli, libri: Stoianova 1991; Anderson, Saariaho 1992; Litti 1993; Nieminen 1994; Kankaanpää 1996; Emmerson 1998; Pousset, Fineberg, Hyacinthe 2000; Sivuoja-Gunaratnam 2005; Moisala 2009; O' Callagan, Eigenfeldt 2010; Kankaanpää 2011; Grabócz 2013.

[223] «*Lichtbogen* (Arches de lumière) trouve son origine dans une aurore boréale à laquelle j'ai eu la chance d'assister dans le ciel de l'Artique à l'époque où je commençais à travailler sur cette pièce. C'est en observant les mouvements de ces lumières silencieuses envahir l'immensité noire du ciel que la musique a commencé à trouver sa forme e son langage.»

[224] Solomon 1997, 92.

[225] Barrière, Barrière 2016, 86.

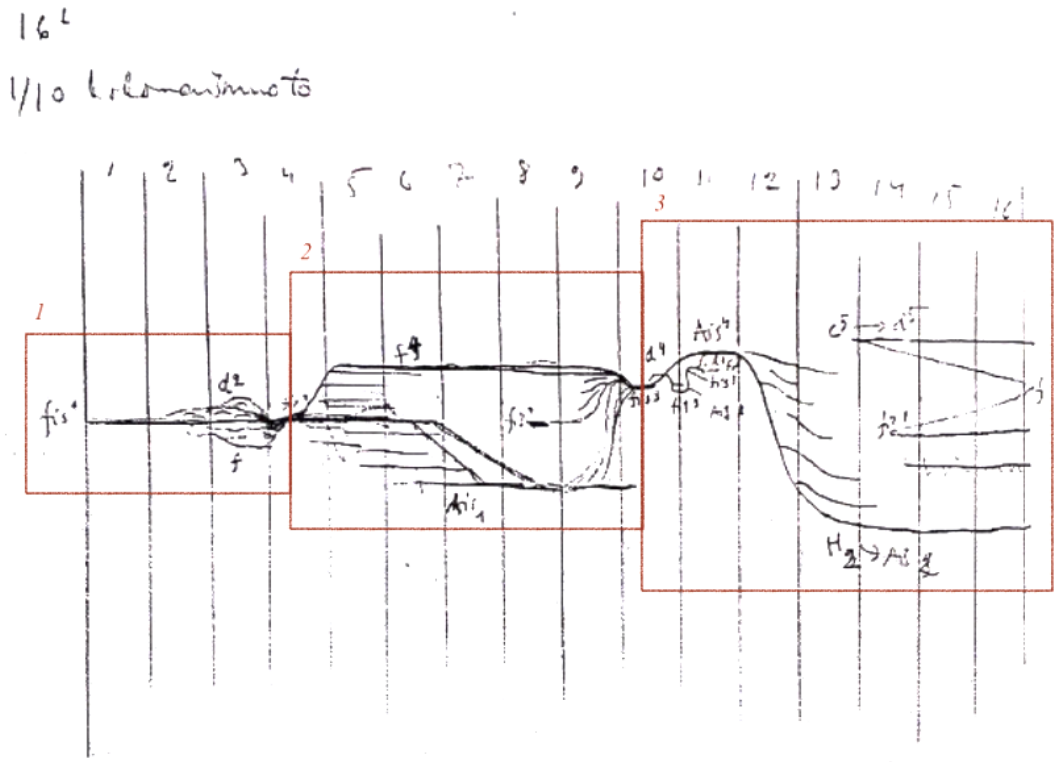


Fig. 51.
Lichtbogen (1985-1986). Schizzo grafico macroformale. (Grabócz 2013, 144)

Come si può osservare nella Figura 51, anche nel caso di *Lichtbogen*, la prima fase compositiva consiste nella stesura di uno schizzo grafico, uno schema geometrico e visuale che riflette l'articolazione macrostrutturale del brano. Lo schema non è da considerarsi normativo, è un semplice ausilio mnemonico che permette alla compositrice di tornare in qualsiasi momento del lavoro compositivo all'idea generale della macroforma o a talune caratteristiche del brano che in corso d'opera può decidere di modificare. Questo modus operandi è ancora oggi una costante nella prassi compositiva di Kaija Saariaho. La compositrice, al principiare del processo creativo, è solita appuntare su un foglio di carta la macro durata dell'opera o del brano che andrà a comporre e qualche notizia in merito all'atmosfera generale che decide di comunicare. La macro durata viene poi suddivisa in sezioni più brevi; a volte il procedimento di suddivisione viene operato matematicamente, altre volte – se il brano ha un testo – le suddivisioni possono dipendere dalla scansione metrica del linguaggio utilizzato. Una volta compiuta la suddivisione temporale, Saariaho può decidere di annotare per ciascuna sottosezione 1. il carattere musicale che dovrà esprimere, 2.

alcuni elementi particolarmente salienti, 3. la presenza o meno dell'elettronica o di uno strumento o di una voce, ecc. Man mano che il processo compositivo si dispiega, lo schema generale viene sempre mantenuto nel campo visivo della compositrice e vengono aggiunte annotazioni e/o particolarità relative a scelte di orchestrazione o di gestione tessiturale o quant'altro. Questo le permette di riflettere costantemente riguardo la forma globale del brano, di averla sempre presente ed inoltre di creare con facilità collegamenti fra sezioni, ad esempio decidendo di riproporre alcuni elementi in differenti sottosezioni temporali. Oppure può decidere di annotare una particolarità in una sezione e poi svilupparla con agio dopo aver scritto musica per le sezioni successive. In altre parole, lo schema macro-formale costruito all'avvio del processo creativo consente alla compositrice di muoversi agilmente nello spazio sonoro che la sua immaginazione compositiva andrà a formare e di controllarne i materiali nel tempo.[226] Ad ogni modo, lo sviluppo grafico di Figura 50 suggerisce una prima macro suddivisione in tre grandi aree, le cui sezioni sono rappresentate da allargamenti e restringimenti dello spazio frequenziale, delimitate da unisoni che corrispondono all'effettiva realizzazione in partitura.

Ogni macro suddivisione è stata circoscritta da rettangoli rossi per consentire una più agevole consultazione dello schizzo proposto dalla Grabócz; sono state inoltre poste sigle numeriche su ogni rettangolo per identificare le sezioni nel testo a seguire.

La macro suddivisione *1*, in partitura da bb.1 a 110 circa, descrive il primo periodo di dilatazione e restringimento delle frequenze partendo da un unisono e tornando a questo.
La suddivisione *2*, in partitura da bb. 110 circa a 246, presenta un'amplificazione della gestione tessiturale, una più ampia dilatazione dell'ambitus generale e un unisono d'arrivo più acuto secondo le coordinate dello spazio di frequenze: arriva su un $Fa_{\#3}$ e poi su un Re_4.

[226] Le informazioni relative al processo descritto sono state comunicate dalla compositrice stessa durante la prima lezione del corso di composizione svoltosi all'interno del Time for Music Festival – Viitasaari, Finlandia, in data 02/07/2019, al quale ho partecipato come uditrice.

La suddivisione 3 realizza una dilatazione ed un restringimento ancor più considerevoli, con delimitazioni che vanno da un $La_{\#2}$ ad un Re_5.[227]

In una seconda tappa relativa alla prima fase compositiva, Kaija Saariaho traspone alcune ulteriori suddivisioni su fogli di carta millimetrata[228]. Nel fascicolo 2 del faldone [1/3] contente gli schizzi di *Lichtbogen* – Fondazione Paul Sacher, Basilea – è preservata l'evidenza di questo procedimento. Nello stesso fascicolo sono conservate varie altre evidenze di gestione della macroforma tra cui vari fogli staccati con annotazioni relative a movimenti tessiturali o a particolari suddivisioni temporali, foglietti con appunti di glissati stilizzati ascendenti, un foglietto con appunti a mano dove per la prima volta compare il nome del brano in esame insieme ad alcuni schizzi di texture parallele con glissati che si muovono fra gli strati, un foglio di analisi a stampa denominato *Lict2b* con data *Oct 26 17:02 1985* contenente ritmi per il pianoforte, arpa e vibrafono (lo si deduce dal fatto che sopra ogni ritmo la compositrice annota i nomi di questi strumenti), ecc. Sono conservati, inoltre, 21 foglietti a stampa contenenti analisi spettrali estratte da suoni di violoncello tramite l'utilizzo del software IANA.

3.3.2. Seconda fase compositiva: analisi dei suoni di violoncello

La seconda fase del processo compositivo consiste nell'esplorare i «dettagli minimi di un suono a livello informatico»[229]. Per realizzare dal punto di vista sonoro lo schema formale di *Lichtbogen* la compositrice sceglie di analizzare due tipi di suoni-gesto strumentali affidati al violoncello (Figura 52).

> Nel caso di Lichtbogen, mi sono particolarmente interessata alle sonorità ricche e rumorose del violoncello quando viene aumentata la pressione dell'archetto per ottenere un suono multifonico. Le transizioni verso quel suono hanno ugualmente attirato la mia attenzione. Come punto di partenza, ho optato per due tipi di transizione nei quali il

[227] In Grabócz (2013) viene proposta un'ulteriore suddivisione in sette sezioni, suggerite dalle sezioni spaziali del disegno grafico, effettuata seguendo la pulsazione dell'asse suono-rumore. Per ulteriori approfondimenti Cfr. Ivi, 113-118. Pur ritenendo valida la proposta della studiosa, si preferisce adottare la suddivisione in sole tre macrosezioni, preferendo attenersi all'evidenza degli schizzi.
[228] Grabócz 2013, 133-118.
[229] Saariaho 1984, 205.

> suono si trasforma il più gradualmente possibile da un suono chiaro – in questo caso un armonico di corda – verso un suono fortemente rumoroso: sia aumentando la pressione dell'archetto mentre si avvicina verso la tastiera, sia nel glissare da un suono armonico ad un altro.[230] (Saariaho 1987, 117)

Come anticipato nel paragrafo introduttivo, i gesti che incontrano l'interesse di Kaija Saariaho sono in essi stessi degli spazi di transizione, nel loro divenire entità udibili attraversano fasi evolutive che vanno dal suono intonato al rumore e viceversa.

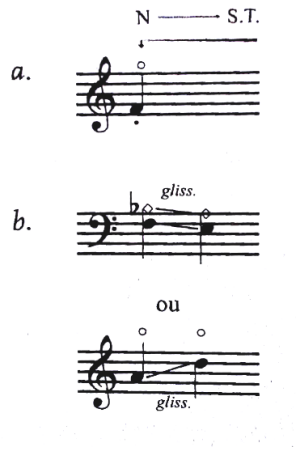


Fig. 52.
Esempi di suono-gesto selezionati da Kaija Saariaho.
a. Armonico che si trasforma in rumore aumentando la pressione dell'archetto sulla corda, nell'andare dalla posizione ordinaria verso la tastiera.
b. Due tipi di glissato: discendente con armonico artificiale; ascendente con armonico naturale. (Saariaho 1987, 117)

L'armonico che si trasforma in rumore aumentando la pressione dell'archetto sulla corda e due tipi di glissato (visibili nella Figura 52) ricadono, quindi, sull'asse suono-rumore, presentando porzioni di sonorità consonanti e dissonanti da un punto di vista psicoacustico. La loro tensione interna può essere concepita in sé stessa come «principio formante legato allo spingere il tempo in avanti, al movimento da un

[230] «Dans le cas de Lichtbogen, je m'étais particulièrement intéressée aux sonorités riches et bruitées du violoncelle que l'on obtient en augmentant la pression de l'archet pour aboutir à des sons multiphoniques. Les transitions entre de tels sons ont également retenu mon attention. En guise de point de départ, j'ai opté pour deux type de transitions dans lesquels le son se transforme aussi progressivement que possible depuis d'un son clair – ici un harmonique de corde (naturel ou artificiel) – jusqu'à un son fortement bruité : soit en augmentant la pression de l'archet tout en l'approchant du manche, soit en glissant d'un harmonique à un autre.»

traguardo al successivo all'interno della struttura [sonora] espresso attraverso il cambiamento spettrale e morfologico della stessa, che è quindi governata da un senso di linearità»[231] e in quanto tali, una volta selezionati, prelevando dei campioni in differenti fasi di suono, e analizzati tramite IANA, riescono a formare delle progressioni armoniche.

Come anticipato, all'interno del fascicolo 2 del faldone [1/3] contenente gli schizzi di *Lichtbogen*, sono conservati 21 fogli a stampa, contenenti l'analisi spettrale di campioni di differenti fasi dei suoni in esame, del tutto simili nella forma a quello mostrato nell'esempio di Figura 49.

[231] Smalley 1996, 136.

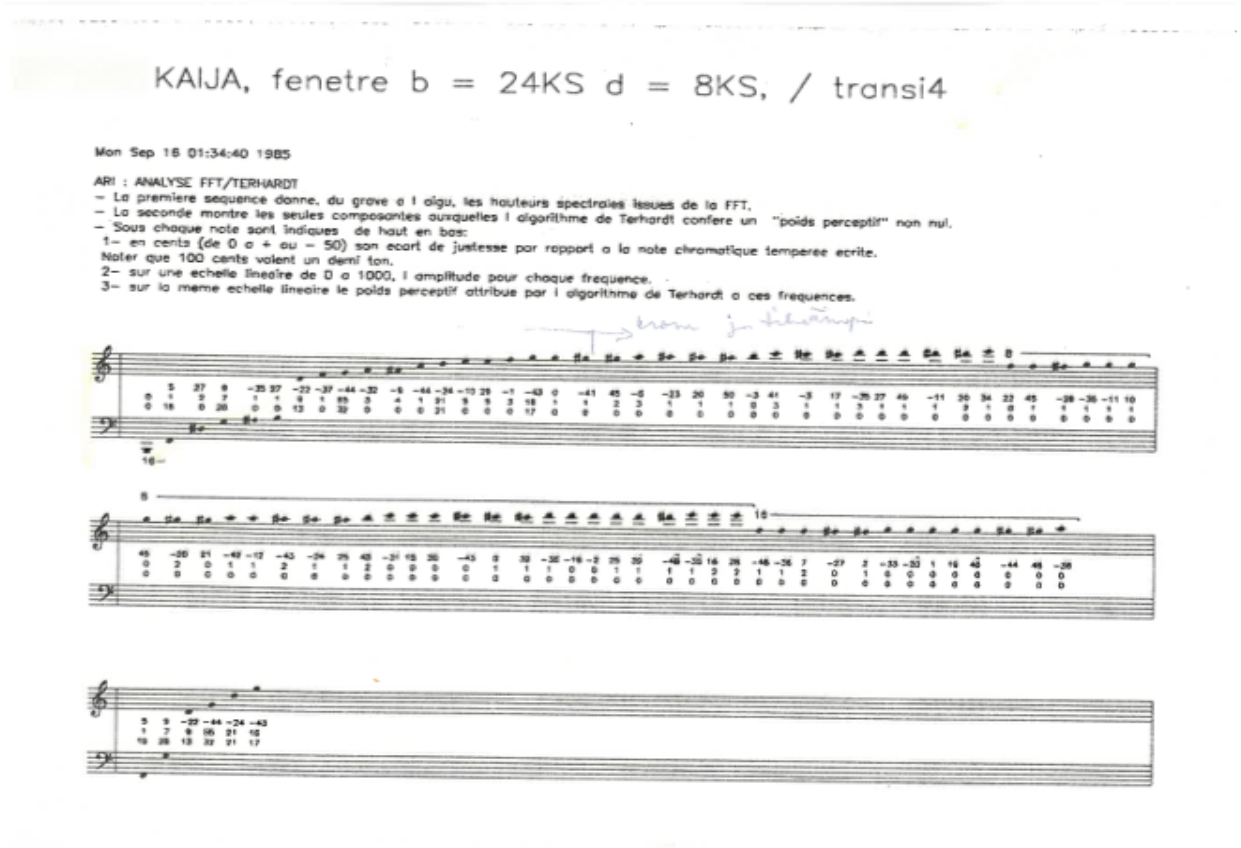


Fig. 53.
Foglietto di analisi FFT/TERHARDT del campione di suono denominato *transi4*
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho

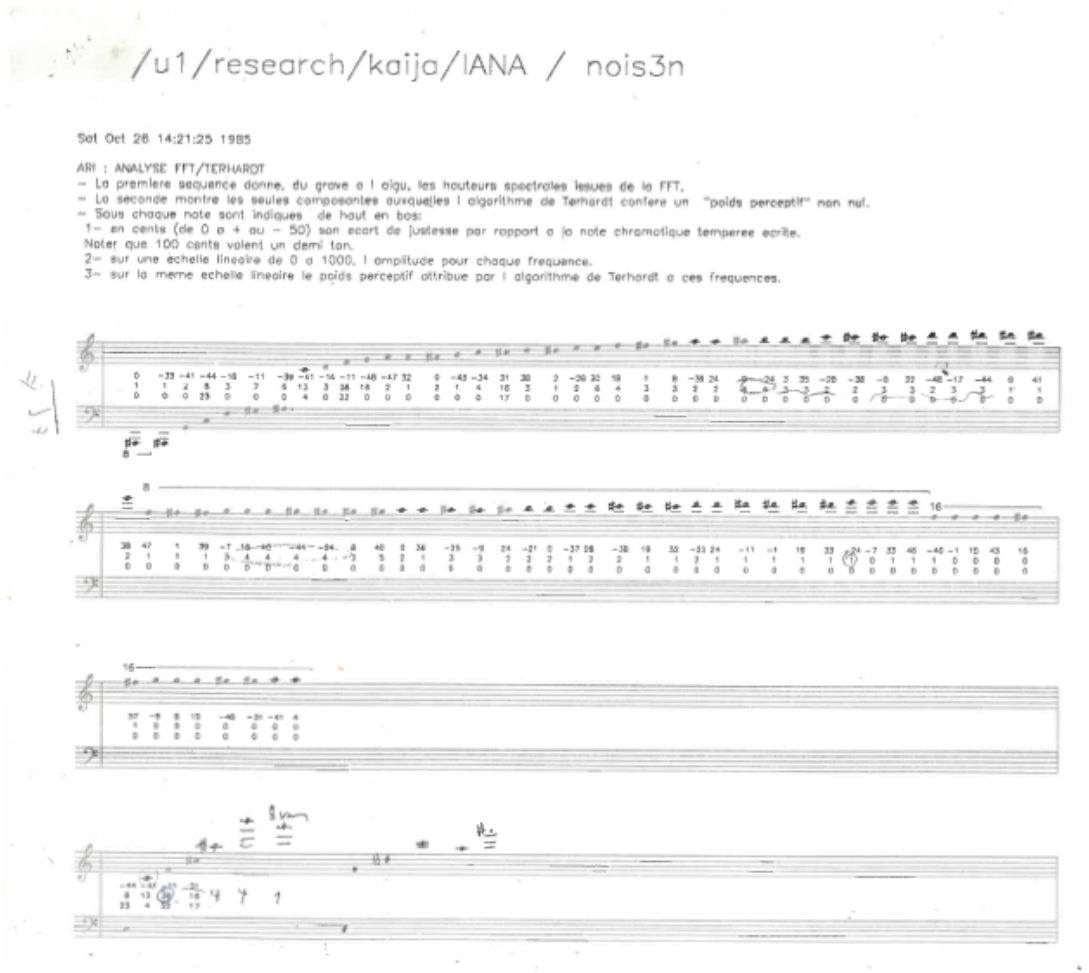


Fig. 54.
Foglietto di analisi FFT/TERHARDT del campione di suono denominato *nois3n*
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho

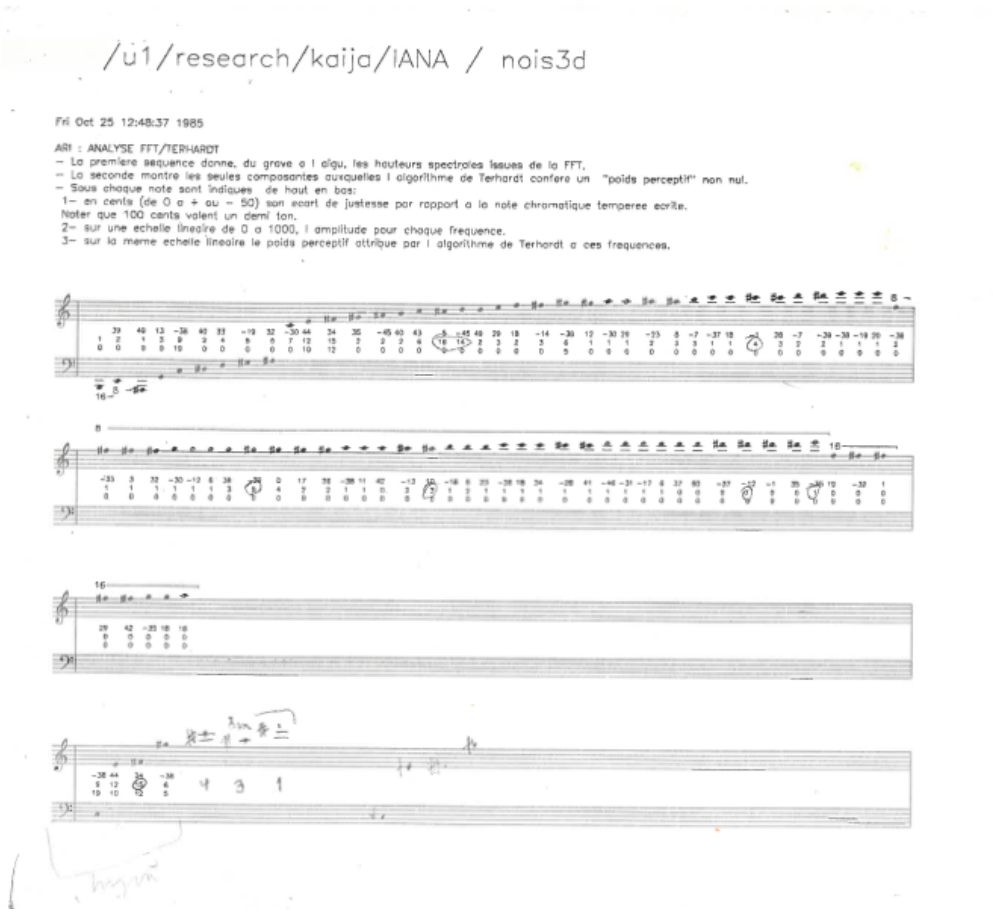


Fig. 55.
Foglietto di analisi FFT/TERHARDT del campione di suono denominato *nois3d*
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho

Nelle Figure 53, 54, 55 sono visibili i foglietti di analisi di campioni sonori rispettivamente denominati *transi4*, *nois3n* e *nois3d*. Gli esempi sono stati scelti perché mostrano evidenze di un approccio compositivo abbastanza libero rispetto ai risultati dell' analisi. In ciascuno di loro si notano dei segni a matita o a penna tracciati a mano dalla compositrice direttamente sul foglio di analisi.

In *transi4* (Figura 53) Saariaho evidenzia, tramite una freccia e una breve annotazione in finlandese, parte della sequenza microtonale contenuta nel primo dei due sistemi che esprimono le altezze spettrali del suono. Probabilmente estratta da uno dei due glissati analizzati, questa sequenza andrà a caratterizzare le voci del flauto e degli archi – strumenti utili alla produzione di microintervalli – in alcuni passaggi del brano in cui è richiesto che questi sostengano attraverso texture rumorose e microtonali, il pianoforte, l'arpa e le percussioni che danno vita a passaggi chiari e consonanti.

In *nois3n* (Figura 54) e *nois3d* (Figura 55), due campioni sonori che si ritiene estratti da differenti fasi temporali del medesimo suono – presumibilmente quello dell'armonico che si trasforma in rumore aumentando la pressione dell'archetto sulla corda – l'attenzione compositiva si sposta sulle altezze contenute nel secondo sistema, quello che esprime le altezze virtuali. Si noti che in entrambi i fogli di analisi vengono cerchiate o sottolineate le ampiezze di alcune altezze contenute nel primo sistema; queste vengono riproposte nel secondo sistema e usate dalla compositrice sia per completare la successione lineare estratta grazie a IANA sia per creare ex novo un'altra successione. La modifica e l'ampliamento dei dati estratti, operazioni effettuate direttamente sui fogli di analisi, indicano un approccio alle strutture armoniche che, ancora una volta, vuole riflettere il comportamento evolutivo del timbro, in questo caso quello del gesto da cui sono stati estratti i dati di partenza: l'aumento dell'inarmonicità, che si verifica quando l'arco pressa la corda, viene proposto attraverso successioni lineari che distorcono la successione estratta. In *nois3n* le altezze della seconda successione lineare deformano, tramite compressione, i rapporti intervallari che avevano caratterizzato la prima; in *nois3d*, la deformazione avviene tramite allargamento (stretching). Lo si può appurare in una delle proposte in partitura di *nois3n*, nello specifico da bb.154 a 167, di cui si propone una riduzione nella Figura seguente. (Figura 56)

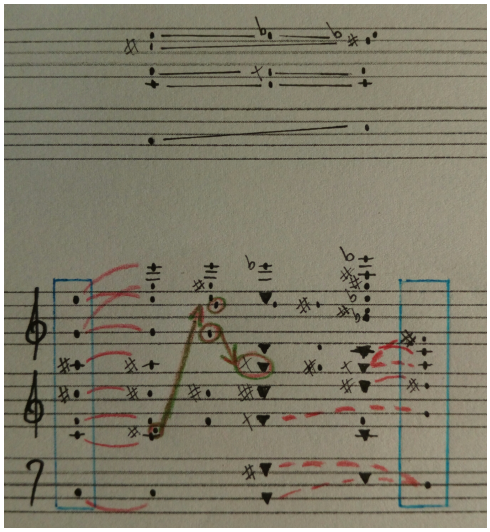


Fig. 56.
Lichtbogen (1986). Riduzione in due livelli di bb. 154-167. *nois3n*

Nella Figura 56, una riduzione in due livelli permette di visualizzare l'espansione temporale dell'entità sonora di cui sopra. Nel sistema inferiore vengono fatte interagire, mettendole a confronto, le altezze estratte dal foglietto di analisi (Figura 52) – nei quadrati blu, a sinistra la prima successione lineare verticalizzata, a destra la seconda – con la loro messa in atto in partitura. Le frecce indicano quelle altezze alle quali viene applicata la tecnica del foldover; la risoluzione triangolare riservata a determinate altezze vuole simboleggiare l'utilizzo della tecnica dell'arco pressato. Il processo di modifica dell'entità sonora si dispiega orizzontalmente nel tempo musicale in modo tale che il primo aggregato, sviluppandosi nel secondo, si distorce e si comprime sia per quanto riguarda la gestione dei suoi rapporti intervallari verticali e l'utilizzo di altezze microtonali sia grazie all'aumento dell'inarmonicità gestuale: il dispiegarsi dell'entità sonora ricade ancora una volta sull'asse suono-rumore. La riduzione registrica, nel sistema superiore, ha il solo scopo di permettere una migliore visualizzazione dello spostamento lineare che permette il processo di compressione dell'entità.

Gli altri foglietti di analisi contenuti nel faldone [1/3] riportano tutti la dicitura *fis*; cinque di loro sono denominati *fis1,* quattro *fis2*, cinque *fis3* e tre *fis4*. In nessuno di questi si riscontano delle modifiche, sei segni o delle annotazioni ad opera della compositrice. In Kankaanpää (2011) vengono mostrati due schizzi che non sono

conservati nel faldone in questione, il primo di questi è un foglietto di analisi che probabilmente appartiene alla serie *fis*. (Figura 57)

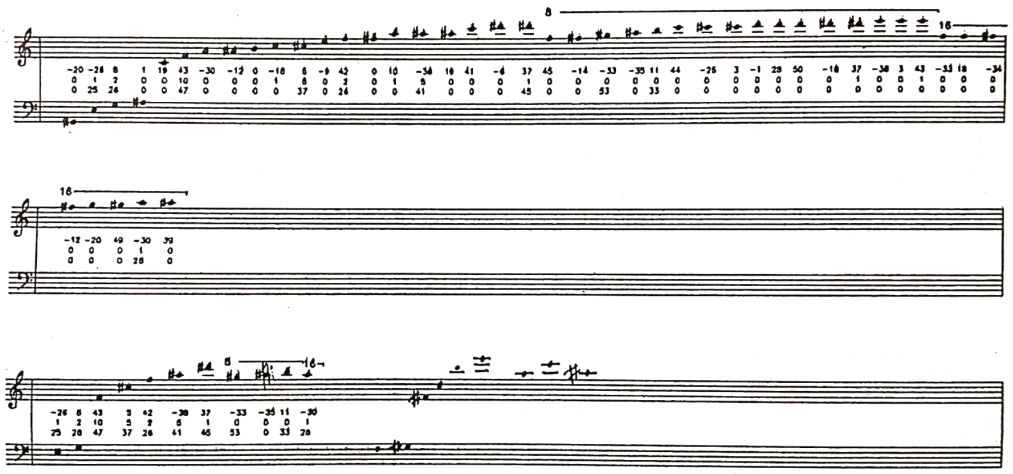


Fig. 57.
Foglietto di analisi FFT/TERHARDT. (Kankaanpää 2001, 168)

Il foglio di analisi viene mostrato senza la parte superiore, per tanto risulta impossibile determinare l'effettiva appartenenza al gruppo *fis*[232]; è comunque possibile dedurlo facendo convergere l'analisi di Kankaanpää con quanto affermato dalla compositrice. Secondo l'analisi proposta dal musicologo, la seconda successione lineare, inserita anche in questo caso a mano dalla compositrice, sarebbe una modifica della prima successione lineare. Saariaho prima rimuove le altezze non desiderate dalla sequenza estratta, poi converte le altezze rimaste in note della scala temperata creando la nuova successione. Il Fa_1 (+43 cent) viene modificato in $Fa_{\#1}$ (un cambio di 57 cent), il $La_{\#2}$ (-36 cent) verso Si_2 (un cambiamento di 136 cent), ecc. Attraverso queste modifiche, La compositrice giunge a formare una successione di nove altezze – fa, $sol_{\#}$, $fa_{\#1}$, Re_1, Si_1, Mi_3, La_3, Do_4, $La_{\#4}$ – per la creazione di accordi, arpeggi e linee melodiche da usarsi nelle voci del pianoforte, del glockenspiel e dell'arpa. Viene poi mostrato un ulteriore schizzo (Figura 58), questa volta scritto completamente a mano dalla compositrice.

[232] In Kankaanpää (2011), inoltre, non viene specificato con esattezza il luogo di conservazione di nessuno dei due schizzi mostrati. Nella nota esplicativa a questi riferita si legge solamente «Taken from Saariaho's sketches and notes, 1985.» *Ivi*, 170.

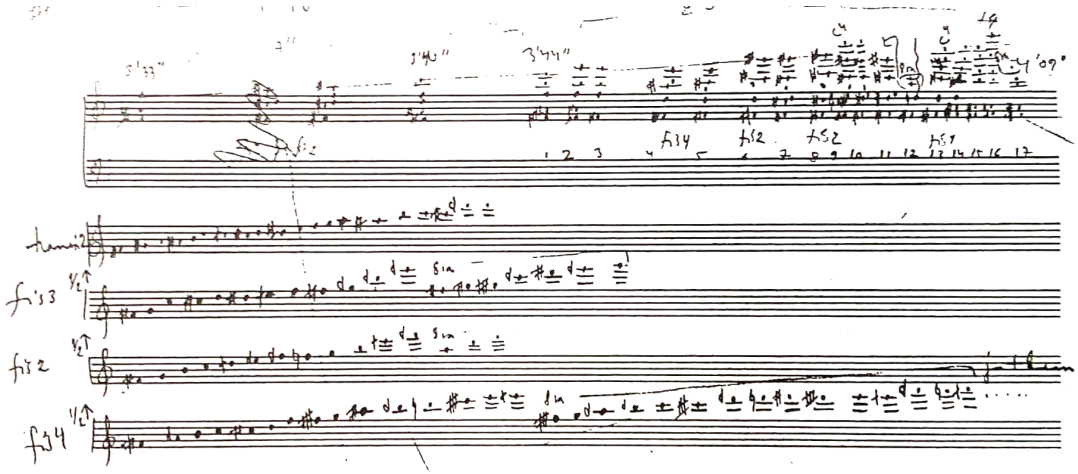


Fig. 58.
Foglio di schizzi. (Kankaanpää 2001, 170)

Gli accordi visibili nel sistema superiore vengono orchestrati al glockenspiel, pianforte ed arpa a partire da b. 43 in poi, sostenuti dalle tessiture microtonali di archi e flauto.[233] Ciò che non viene messo in luce dal musicologo, ma che è chiaramente visibile dallo schizzo di Figura 57, è che gli accordi nel sistema superiore sono estratti dalle successioni lineari visibili nei righi più in basso. Lo si deduce dal fatto che le stesse sigle poste all'inizio delle successioni vengono riportate sotto gli accordi. È inoltre ipotizzabile, rispetto a quanto detto in precedenza, che la tessitura del flauto e degli archi venga estratta da *transi2*. Poiché anche la sequenza visibile nella Figura 56 è stata orchestrata per il gruppo di strumenti atti a produrre note temperate, deduco che possa far anch'essa parte del gruppo *fis*. In Saariaho (1987), inoltre, la compositrice afferma che

> In *Lichtbogen*, in cui la strumentazione include da una parte strumenti utili alla produzione di microintervalli (gli archi e il flauto) e dall'altra degli strumenti limitati all'accordatura tradizionale (piano, arpa e percussioni), l'armonia è stata totalmente legata all'orchestrazione. Questa divisione tra i due gruppi strumentali attiene anche ad altri aspetti, come la natura dei loro modi d'attacco e, più di tutto, la capacità di produrre suoni rumorosi. In questo modo, gli archi e il flauto sono utilizzati per ottenere delle texture rumorose, microtonali, mentre il piano, l'arpa e le percussioni danno vita a passaggi chiari e consonanti.[234] (Ivi, 118)

[233] Kankaanpää (2011), 167-170.
[234] «Dans Lichtbogen, où l'instrumentation incluant d'une part des instrument propices à la production de micro-intervalles (les cordes et la flûte), et d'autre part des instruments limités par l'accordage

Dalla convergenza tra lo studio degli schizzi, l'analisi proposta in Kankaanpää (2011) e le affermazioni di Kaija saariaho, e considerando inoltre la funzionalità di IANA esposta nel paragrafo 3.1.2, si può dedurre che le sequenze estratte dai suoni in esame – e, di conseguenza, le relative entità armonico-timbriche – possono considerarsi come ordinate a priori in tre macro strutture gerarchiche: *Fis*, *Transi e Nois3*. *Fis* contiene quelle entità che andranno a posizionarsi sull'estremità consonante dell'asse suono-rumore, probabilmente estratte dalla fase iniziale dei suoni analizzati e che verranno, di conseguenza, gestite attraverso tessiture brillanti, *Transi* dovrebbe contenere elementi di transizione tra le due polarità dell'asse, verosimilmente prelevate da fasi intermedie di sviluppo sonoro, *Nois3* contiene invece le entità inarmoniche gestite da texture rumorose e si situa sull'estremità dissonante dell'asse. L'ipotesi sembra ancor più probabile se si considera il numero d'ordine che segue le sigle *fis* e *transi* e l'ordinamento alfabetico dei due *nois3* che, stando alla funzionalità di IANA, dovrebbero identificare le sottoclassi degli insiemi di riferimento; in altre parole, sottoinsiemi estratti da una dimensione unica che intrattengono tra loro relazioni armoniche e che possono essere contemporaneamente considerati ed utilizzati, se inseriti in un contesto formale, sia come elementi di transizione tra il potenziale armonico associato alla classe di riferimento che come poli di strutturazione[235]. L'evidenza del loro utilizzo in questo senso, ovvero in quanto entità armonico timbriche – fenomeni di discretizzazione sintattica del materiale – che permettono a Kaija Saariaho di elaborare la struttura musicale attraverso le loro progressioni e, una volta divenute immagini uditive, di direzionare la forma percepita sull'asse suono-rumore, si trova in alcune pagine della prima stesura della partitura che mostro nel paragrafo successivo.

traditionnel (piano, harpe, et percussion à clavier), l'harmonie devait être totalement liée à l'orchestration. Cette même division entre les deux groupes instrumentaux apparaît à nouveau sous autres aspects, telle que la nature des attaques, et par-dessus tout, la capacité à produire des sons bruités. Ainsi, les cordes et la flûte peuvent être utilisées pour bâtir des textures bruitées, microtonales, tandis que le piano, la harpe et les percussions à clavier forment des passages clairs et consonnants.»

[235] Malherb, Assayag, Castellengo 1985, 187.

3.3.3. Terza fase compositiva. Posizionamento delle entità: creazione di progressioni armonico-timbriche

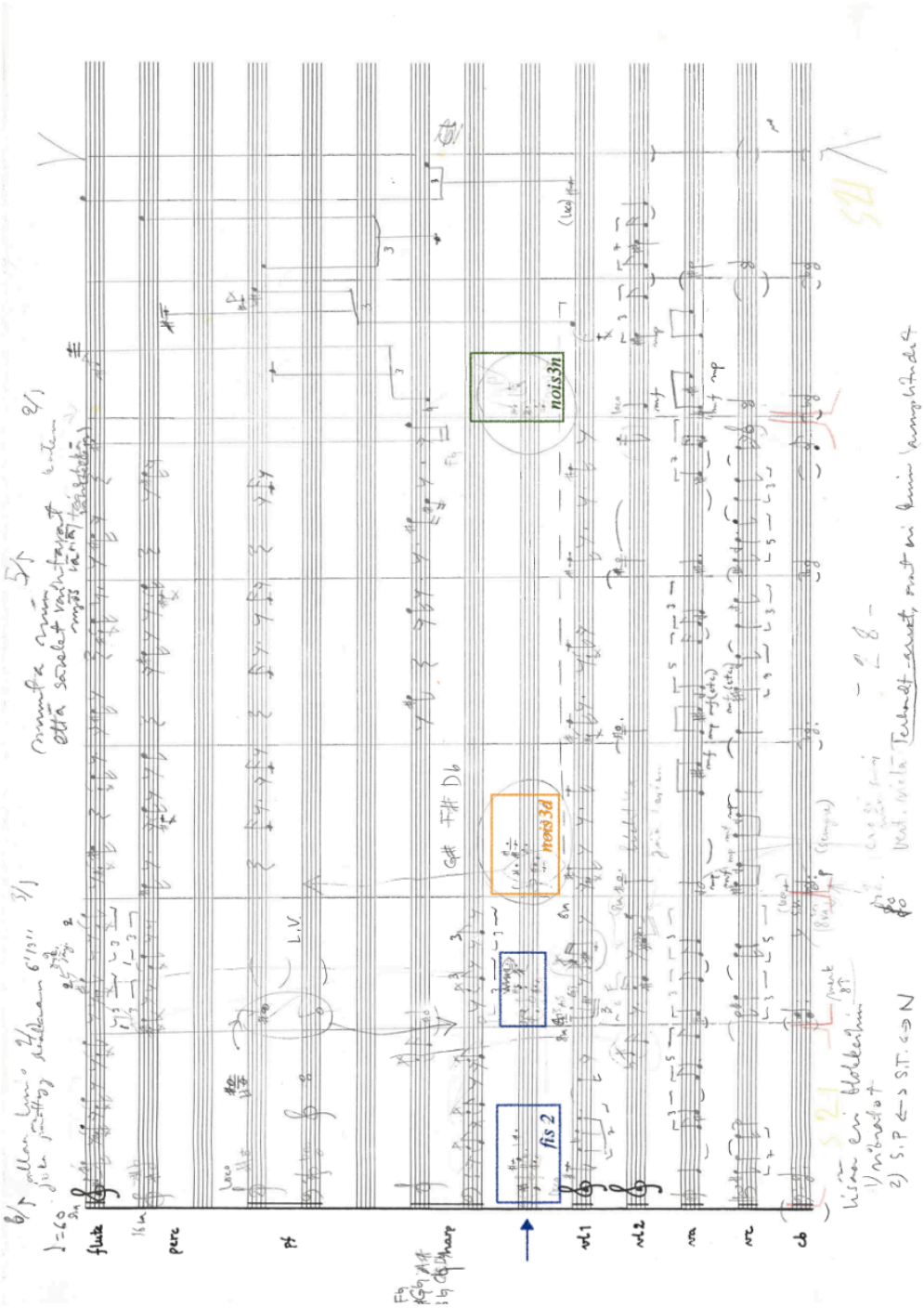


Fig. 59.
Estratto dalla prima stesura della partitura. *Foglio* -28- . Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho

La terza fase compositiva consiste nel posizionare le varie entità, verticalizzate in accordi, su un rigo intermedio in alcune sezioni della prima stesura della partitura –tra le parti degli archi e quelle degli altri strumenti – e utilizzarle come riferimento per la messa in atto di progressioni armonico-timbriche. Un esempio del processo è visibile nell'immagine di Figura 59. Si tratta del *foglio -28-* della prima stesura della partitura conservata nel fascicolo 5 del faldone [1/3]. Sul rigo intermedio, la compositrice pone in successione degli accordi (che per facilità di lettura sono statti circoscritti da rettangoli colorati) designati con le sigle dei foglietti di analisi dai quali sono estratti: sotto il primo accordo (rettangolo blu) è visibile la sigla *fis2*; sotto il terzo (rettangolo arancione) la sigla *nois3d* e sotto l'ultimo (rettangolo verde) la sigla *nois3n*. Il secondo accordo non è siglato, ma io ritengo che possa presumibilmente essere un'ulteriore proposta di *fis2* che espande, l'entità armonica precedentemente posizionata. Questa ipotesi è sorretta dal fatto che i due accordi condividono tutte le altezze, il secondo accordo aggiunge solamente il $Re_{\#6}$.
Una volta posizionati, gli accordi vengono orchestrati in tutte le voci: Saariaho cerchia in rosso le altezze che decide di usare per il sostegno armonico, affidato, in questo caso, agli archi fatta eccezione il primo e il secondo violino che partecipano ai processi di segregazione del flusso puntillistico nelle altre voci. Il violino primo contrappunta la voce del flauto; il violino secondo intrattiene rapporti di risonanza timbrica il glockenspiel, prima di immergersi, al principiare di *nois3d*, nel sostegno armonico.

In basso, all'inizio del foglio, degli appunti circa la gestione dell'elettronica e dell'arco per la sezione strumentale alla quale è affidato il sostegno armonico [la compositrice annota *1. vibratot* riferendosi all'utilizzo dell'armonizzazione e *2. S. P* ←→ *S. T.* ←→ *N* per indicare la gestione dell'archetto] mettono in luce il fatto che, in *Lichtbogen* e nei brani successivi che utilizzeranno il live electronics, le trasformazioni elettroniche impiegate per estendere certe tecniche strumentali sono essenziali alla gestione dei rapporti fra timbro e armonia.

> L'origine comune dell'armonia e della sintesi mi ha permesso di fondere i due approcci in un'unica totalità. Nella misura in cui gli effetti [elettronici] destinati alla trasformazione dei suoni strumentali sono impiegati per estendere certe tecniche strumentali, l'utilizzo del live electronics nella mia musica è costitutivo della mia concezione di armonia e

> timbro. Combino ad esempio un'altezza microtonale con la pressione dell'archetto, rumoroso, o con il soffiato del flauto, o ancora con un lungo riverbero applicato a suoni alti puri. La texture sonora viene in questo modo estesa, più granulosa o più liscia. L'impiego del live electronics corrisponde dunque per me ad un modo d'orchestrare. E anche se le trasformazioni sono a volte impercettibili, lei [l'elettronica] costituisce sempre una parte importante della mia musica.[236] (Saariaho 1995, 181-182)

In *Lichtbogen*, le funzioni elettroacustiche di amplificazione, armonizzazione e riverbero, possono estendere la scrittura strumentale permettendo vari gradi di allontanamento dalla fonte (l'apparente distacco del suono dalla sua sorgente con una leggera trasformazione del suo timbro che rimane così chiaramente in relazione con l'originale) o, ancora, possono proiettare in primo piano uno strumento o un gruppo di strumenti rispetto allo sfondo armonico e favorire il discorso di segregazione tessiturale su più livelli spaziali, come viene evidenziato in Emmerson (1998).

Per quel che attiene al processo di creazione di progressioni armonico-timbriche, l'utilizzo dell'elettronica in concomitanza con la tecnica dell'arco pressato contribuisce alla generazione del fenomeno della fusione percettiva negli aggregati inarmonici. Si era detto che uno dei motivi che limitavano il movimento tra timbro e armonia nelle entità inarmoniche era dovuto alla loro struttura frequenziale troppo dispersa – e quindi difficile da integrarsi in una percezione unitaria – o troppo densa e quindi quasi impossibile da separare nelle sue componenti costitutive. Si è detto inoltre che IANA permette un fenomeno di discretizzazione e di "filtraggio per salienza percettiva" delle entità inarmoniche, cosa che rende le entità estratte più semplici da gestire. L'armonizzazione, che espande la morfologia individuale delle singole forme gesto trasponendo la frequenza del segnale di input a +40 cent sopra e a -35 cent sotto, e il riverbero, che inspessisce lo spettro rendendo più uniforme la sovrapposizione fra

[236] «L'origine commune de l'harmonie et de la synthèse me permet de fondre les deux approches en une seul totalité. Dans la mesure où les effets destinés à la transformation des sons instrumentaux sont employés pour étendre certaines techniques de jeu, l'utilisation de l'électronique en direct dans ma musique est constitutive de ma conception de l'harmonie et du timbre. Je combine par exemple une hauteurs microtonale à un jeu d'archet en pression, bruyant, ou à des souffles de flûte, ou encore une longue réverbération à des sons pur aigus. La texture sonore se trouve ainsi étendue, plus granuleuse ou plus lisse. L'emploi de l'électronique en direct correspond donc pour moi à une façon d'orchestrer, et même si les transformations sont parfois quasiment imperceptibles, elles constituent toujours une part importante de la musique.»

i parametri[237], applicate agli aggregati di cui sopra favoriscono un processo di omogeneizzazione interna all'entità sonora: l'applicazione di queste trasformazioni elettroacustiche a un gruppo di suoni che si muove in parallelo si traduce in una loro indistinguibilità e inscindibilità[238], ne aumenta la coerenza interna e quella percepita. Nell'orchestrazione del sostegno armonico, riservata a *nois3d* e *nois3n* di foglio -28- viene applicata nello specifico l'armonizzazione, come si osserva in partitura (Figura 60) rispettivamente da bb. 192 a 194, destinata ad espandere la morfologia di viola, violoncello e contrabbasso e a b. 198 estesa anche al violino secondo. L'orchestrazione dello sfondo armonico di *fis2*, a bb. 190-191 affidata a tutti gli archi eccetto il violino primo, al pianoforte e all'arpa da vita ad un passaggio chiaro e consonante che sembra naturalmente immergersi nella dissonanza sensoriale che si genera all'inizio di *nois3d*. Quest'ultimo, nel suo divenire si trasforma per un attimo nuovamente in suono, ma viene subito sostituito da *nois3n* nel quale si genera gradualmente, attraverso il tremolo, un aumento di tensione che sfocia nel gesto dell'arco pressato: gesto che, in *Lichtbogen*, rappresenta il più alto grado di dissonanza sensoriale. Il rapporto di evoluzione graduale che la compositrice crea tra *nois3d* e *nois3n*, attraverso l'abbassamento e il recupero dello stato tensionale che intercorre tra le due entità, può essere inteso sia come prolungamento debole[239] di entità armonico-timbriche dissonanti, che può essere percepito come un unico processo data la vicinanza temporale, – se si prende per buona l'ipotesi che le due entità appartengano ad una macro dimensione unica *Nois3* e la possibilità di considerare la gerarchia come fluida rispetto a scelte compositive di posizionamento temporale delle entità sonore[240] – sia come un intervallo di timbri dissonanti poiché la nozione di intervallo di timbri implica una o più dimensioni sonore che si percepiscano sia come verticali che orizzontali, ovvero come immagini uditive che risultino coerenti in se stesse e fuse nelle loro parti costitutive e dalle quali riesca ad emergere un senso di direzione.[241]

[237] O' Callagan, Eigenfeldt 2010, 21.
[238] Emmerson 1998, 159-160.
[239] «Possiamo definire un prolungamento debole come una relazione sostanziale fra due vocali della stessa classe.» Cit. Lerdahl 1991, 198.
[240] Cfr. 3.1.2.
[241] Cfr. 2.2.2.
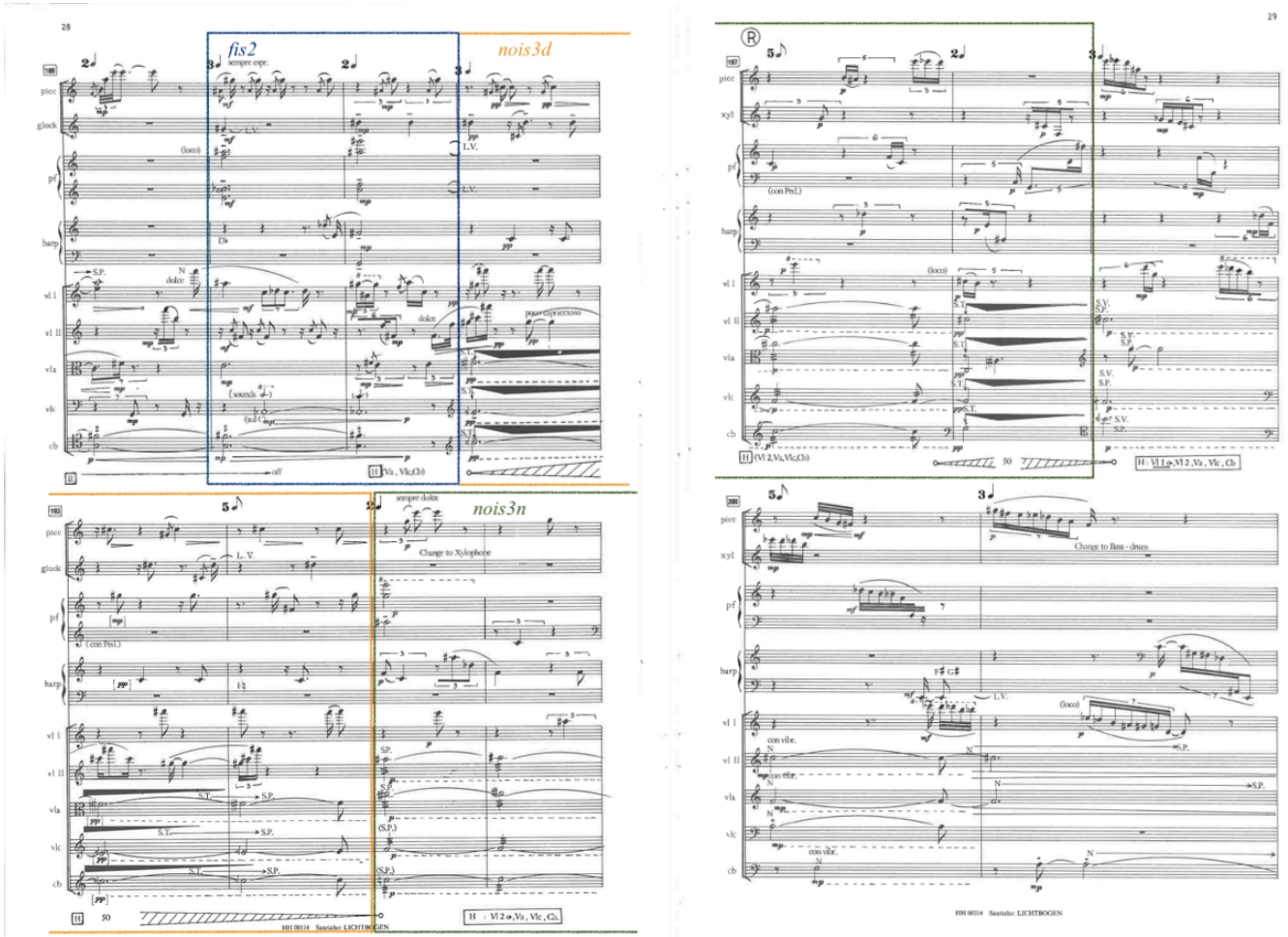


Fig. 60.
Kaija Saariaho, *Lichtbogen*, bb. 189-201 (© Edition Wilhelm Hansen). Da bb. 190 a 196, la risoluzione di *fis4* in *nois3d*; bb.196-198 prolungamento della dissonanza in *nois3n.*

3.4 Da *nois3n* a *nois3n*. Alcune prove analitiche

3.4.1 Una proposta di riduzione

Nella prima stesura della partitura il posizionamento dei complessi accordali siglati e il loro utilizzo come riferimento per la messa in atto di progressioni armonico-timbriche, inizia dal *foglio -23-* e prosegue fino al *foglio -34-*, con riferimenti a vari altri sottoinsiemi appartenenti ai tre ipotetici macro insiemi[242]. Oltre a quelli presentati nel paragrafo precedente, vi sono varie proposte di complessi siglati *nois3f*, *nois3g*, *nois2a*, *nois2b*, una proposta di *transi2,* varie proposte di *fis3 e fis4.* La sezione viene proposta in partitura da bb. 154 a 286; inizia con l'orchestrazione di *nois3n*, come spiegata in riferimento alla Figura 56, e prosegue fino ad una proposta di espansione del complesso *nois2a*. Si propone un'immagine spettrografica della sezione, nella Figura 61.

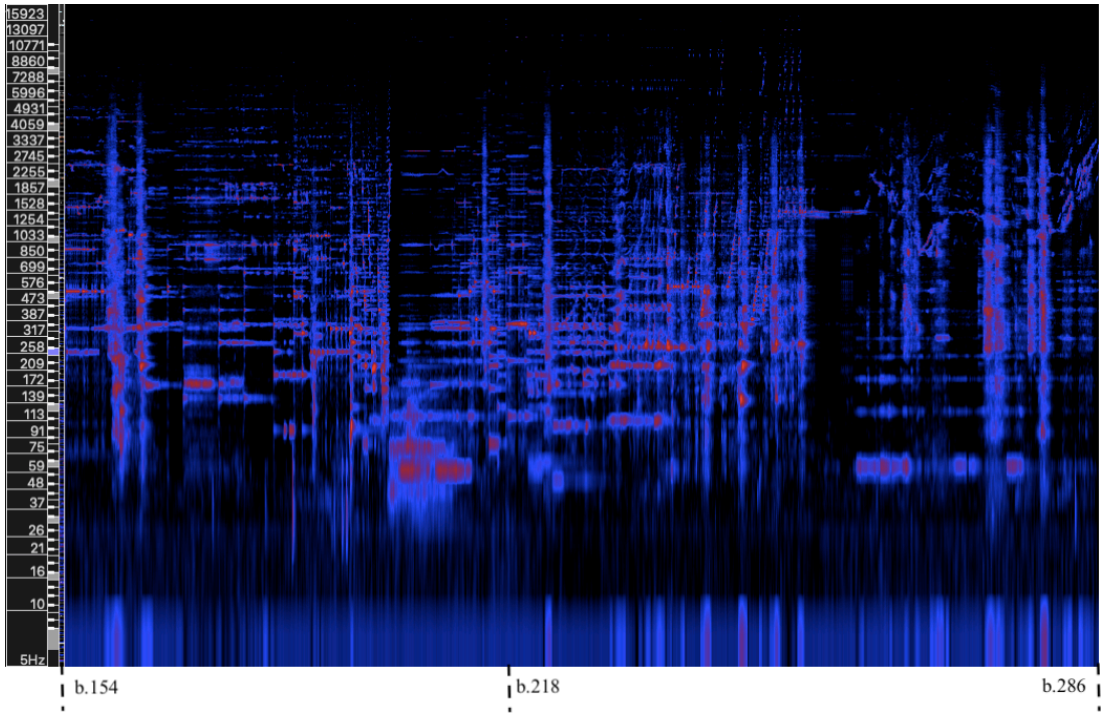


Fig. 61.
Lichtbogen (1985-1986), bb.154-286.
Sonic Visualiser. Melodic Range Spectrogram. Scale: dBV^2; Window: 8192, 87,5%, 1x.

[242] Anche i fogli precedenti al -23- mostrano l'evidenza di una prassi simile, ma gli aggregati verticali, posizionati dalla compositrice a partire dal foglio -12-, non riportano alcuna siglatura, risulta quindi estremamente complesso definirli o classificarli a priori.

La scrittura prevalentemente omofonica riservata agli strumenti che gestiscono lo sfondo armonico, condiviso in prevalenza tra tutte le voci fatta eccezione per il flauto piccolo e il violino che partecipano all'articolazione di brevi linee melodiche in imitazione, ha permesso di identificare tutti i complessi accordali che partecipano alle progressioni da b. 154 a 218. Da b. 218, l'incremento della gestione polifonico-contrappuntistica nelle voci del flauto piccolo, del glockenspiel, del pianoforte e dell'arpa, già anticipata da b. 199 a 204, alla quale si aggiunge un aumento d'instabilità dovuto alla densificazione della tessitura rumorosa agli archi – che pure partecipano al contrappunto tramite glissati che risolvono nel gesto dell'arco pressato – rende estremamente complessa l'individuazione dell'espansione complessi accordali suddetti.

All'interno della sottosezione gestita in omofonia è possibile ravvisare una ampia progressione armonico-timbrica che da *nois3n* di b.154 giunge ad una sua prima riproposta, quella analizzata poc'anzi a b.196. Per visualizzare e descrivere i principi di dispiegamento formale in questa breve progressione, mi sono servita di un grafico in due livelli (Figura 62). Nella riduzione visibile nel primo livello ho deciso di inserire i complessi accordali che Saariaho utilizza nel rigo intermedio degli abbozzi continuativi con funzione di riferimenti strutturali. La stessa funzione viene mantenuta nell'analisi al fine di visualizzare non solo un ampio movimento che va *nois3n* alla sua riproposta, ma anche le trasformazioni e le interazioni fra poli strutturali che, nel loro dispiegarsi internamente attraverso processi lineari fra le voci. Nel secondo livello, su un rigo pentagrammato, vengono mantenuti solo i riferimenti armonici che interagiscono con l'immagine spettrografica della progressione. In questo modo si può visualizzare come ciascuna entità armonica evidenzi uno sviluppo gestuale direzionato: ciascuna di loro genera un' immagine uditiva nella quale le componenti si comportano come un gruppo coerente, sia a livello interno che di superficie influendo in maniera determinante sulla percezione globale della forma.

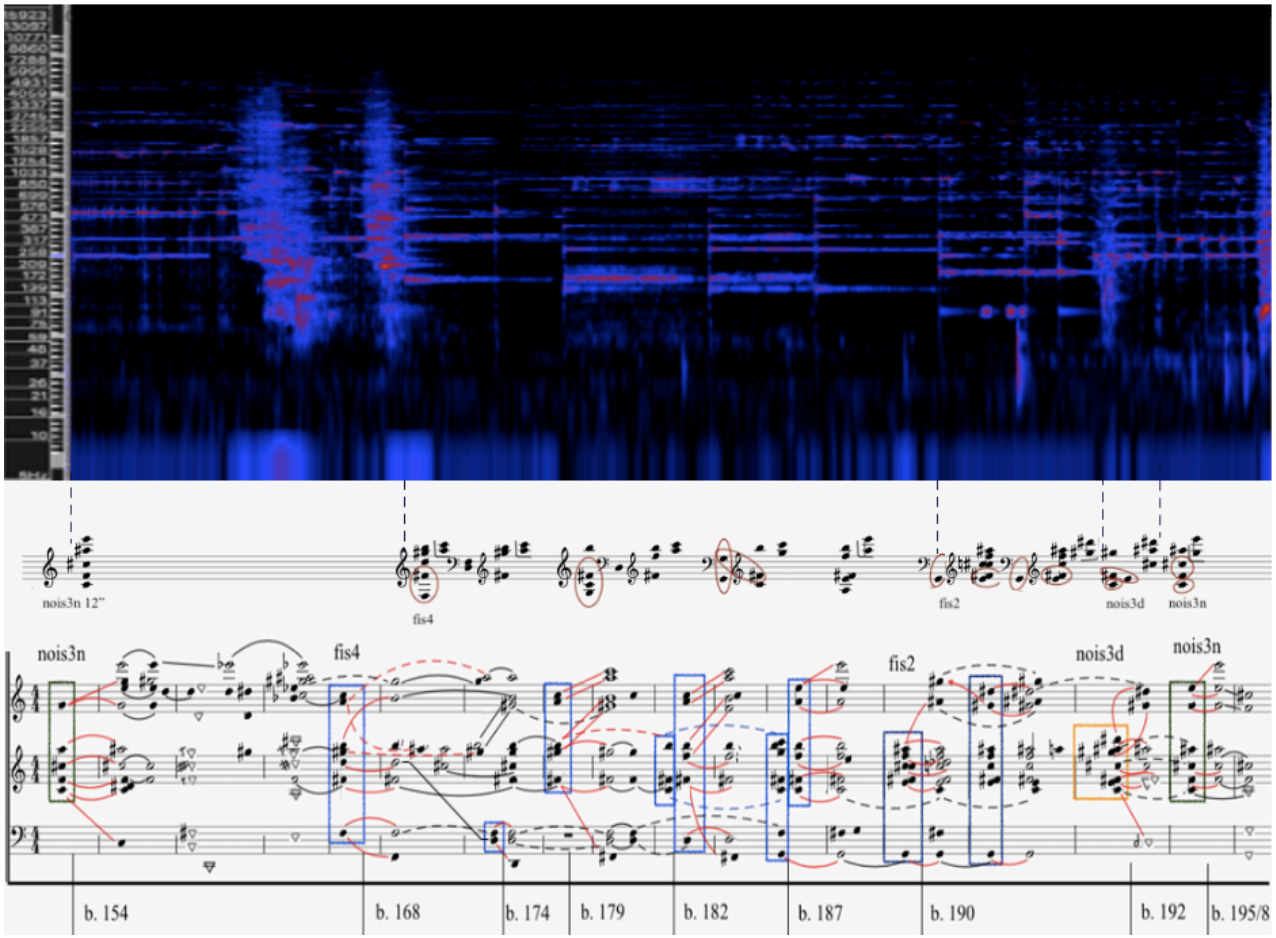


Fig. 62.

Grafico su due livelli *Lichtbogen* (1985-1986), bb.154-198.

Sonic Visualiser. Melodic Range Spectrogram. Scale: dBV^2; Window: 8192, 87,5%, 1x. Da bb. 154 a 218 gestione omofonica; da bb. 218 a 286 incremento della gestione polifonico-contrappuntistica.

È doveroso precisare la funzione delle note bianche nel primo livello: in questo tipo di riduzione esse indicano quegli eventi - in questo specifico caso determinate altezze - valutati più importanti in base alla loro salienza percettiva; sono, in altre parole, quelle altezze che, nella gestione delle immagini uditive e nella loro interazione, la Saariaho decide di evidenziare soprattutto attraverso scelte di orchestrazione o mediante una scrittura contrappuntistico-imitativa tra le voci. Nella maggior parte dei casi, le altezze salienti vengono anche usate per collegare le immagini uditive attraverso scivolamenti, note comuni tenute (ad esempio $Fa_{\#4}$ e $Do_{\#5}$ sono comuni al primo *nois3n* e a *fis4*) o anticipazioni. I cambiamenti graduali interni alle immagini uditive e che si verificano nel passaggio tra un'immagine uditiva e l'altra creano un senso di continuità, di fluidità formale.

Facendo interagire il primo e il secondo livello possiamo notare che l'evoluzione dei complessi accordali è molto simile per quanto riguarda la gestione della consonanza sensoriale interna, ovvero intervallare, e altrettanto dissimile per quel che concerne il loro sviluppo tensionale, vale a dire la consonanza-dissonanza percepita. Per quanto riguarda la gestione della consonanza interna, lo sviluppo del primo *nois3n* e di *fis4* vengono da prima stabilizzati attraverso un raddoppio d'ottava al basso[243], e poi destabilizzati grazie ad un aumento di tensione che, in *nois3n* soprattutto, si concretizza fisicamente attraverso il suono denso e rumoroso dell'arco pressato (il simbolo del triangolo indica l'utilizzo di questa tecnica estesa). Grazie ad «un rumore che si genera attraverso un accumulo di tensione progressiva, e che poi si trasforma di nuovo in suono» il movimento da *nois3n* verso *fis4* esemplifica «l'esperienza uditiva della risoluzione di una tensione armonica in un accordo tonica (o, più in generale, in una consonanza)»[244].

La gestione della dissonanza interna nell'immagine sonora Fis4 è molto più sottile da un punto di vista percettivo, in questo caso i gesti degli archi aggiungono poco rumore alla purezza del suono, ciò che è essenziale qui è la gestione della consonanza-dissonanza intervallare che si genera attraverso il movimento delle voci. Ho provato ad analizzarla basandomi ricerche contenute in Parncutt (1988).

---

[243] «Raddoppiare la radice di un accordo riduce la sua ambiguità e quindi aumenta la consonanza dell'accordo.» Cit. Parncutt 1988, 89.

[244] Saariaho 1987, 86.

3.4.2 Il modello Parncutt

Nell'articolo *Revision of Terhardt's Psychoacoustical Model of the Root(s) of a Musical Chord* (1988), la teoria di Terhard, i cui principi, ampliamente esposti nei capitoli precedenti, spiegano la forza attrattiva della radice di un accordo facendo interagire il principio psicoacustico inerente al riconoscimento del pattern di altezze armoniche con quello teorico-musicale di equivalenza di ottava, viene implementata applicando il concetto di *peso* delle armoniche a quello di equivalenza d'ottava. Secondo quanto affermato da ricerche psicoacustiche, nella realtà uditiva, le frequenze armoniche più lontane hanno un peso minore rispetto a quelle più vicine. La stessa regola vale anche nel caso delle frequenze subarmoniche. Parncutt, quindi riduce le prime dieci armoniche della serie armonica, considerate quelle più salienti a livello percettivo, ai cinque intervalli fondamentali: la prima, la seconda, la quarta e l'ottava armonica vengono associate all'ottava o unisono; la terza e la sesta armonica all'intervallo di quinta; la quinta e la decima armonica a quello di terza maggiore; la settima armonica a quello di settima minore; la nona armonica a quello di nona maggiore o di seconda. Questi intervalli vengono identificati come intervalli con funzione di supporto accordale. Lo studioso procede poi ad assegnare a ciascun intervallo uno specifico peso percettivo tale che: la prima, la seconda, la quarta e l'ottava armonica avranno ciascuna un peso di 1, ½, ¼, $^1/_8$, ne consegue che il peso totale dell'ottava o dell'unisono sarà di $^{15}/_8$. La terza e la sesta parziale avranno valore rispettivamente di $^1/_3$ e $^1/_6$, per cui l'intervallo di quinta peserà ½. La somma delle armoniche cinque e dieci sarà $^1/_5+^1/_{10}=^3/_{10}$ riferibile all'intervallo di terza maggiore. L'intervallo di settima minore equivarrà a $^1/_7$ e quello di nona o di seconda maggiore a 1/9. Per approssimazione quindi l'ottava avrà un peso maggiore equivalente a 1; l'intervallo di quinta sarà uguale a ½, quello di terza maggiore a $^1/_3$, quello di settima a ¼, quello di seconda a $^1/_5$. I cinque intervalli supporteranno la fondamentale in maniera diretta. A questi viene aggiunto l'intervallo di terza minore[245], con funzione detta di *supporto indiretto* perché, sebbene la sua fondamentale non dia alcun supporto

[245] «La classe di intervallo 3m fornisce un supporto aggiuntivo alla sua fondamentale solo se appare in posizione stretta, o in inversione (ad esempio, nel caso di una triade minore in primo rivolto). il peso del supporto della fondamentale scelto per l'intervallo m3 nel modello è corrispondentemente al valore di 1/10, o metà del peso assegnato all'intervallo M2.» Cit. Parncutt 1988, 75.

alla fondamentale della serie armonica, la sua terza e la quinta armonica possono supportarla in quanto ottave equivalenti alla settima e terza armonica della fondamentale della serie armonica di riferimento. Gli intervalli di quarta giusta, di tritono, di sesta minore e maggiore hanno le stesse proprietà di supporto indiretto proprie dell'intervallo di terza minore. Gli intervalli con supporto indiretto, escluso quello di terza minore, sono chiamati detrattori in quanto la loro funzione armonica principale è quella di suggerire altre possibili fondamentali della serie armonica aumentandone, quindi, l'ambiguità e permettendo di caratterizzare coloristicamente i vari accordi «più o meno allo stesso modo in cui i componenti inarmonici aggiungono "colore" al suono di una campana»[246]. Come regola generale, ne consegue che

> la consonanza ("disambiguazione della radice") di un accordo viene migliorata se i supporti della radice (ottava, quinta giusta, terza maggiore, settima minore, nona maggiore/seconda maggiore, terza minore) sono espressi sotto detrattori (seconda minore, quarta giusta, tritono, sesta minore, sesta maggiore, settima maggiore), e se i supporti forti (ottava, quinta giusta, terza maggiore) sono espressi sotto i supporti deboli (settima minore, nona maggiore/seconda maggiore, terza minore).[247] (Parncutt 1988, 87)

Essendo queste le premesse, ho proceduto all'analisi della consonanza interna dell'immagine uditiva *fis4* come espresso dai grafici seguenti.

[246] *Ibidem,* 75.
[247] «The consonance ("root disambiguity") of a chord is enhanced if root supports (P1, P5, M3, m7, M9, m3) are voiced below detractors (m2, P4, TT, m6, M6, M7), and if strong supports (P1, P5, M3) are voiced below weak supports (M9, m3)».

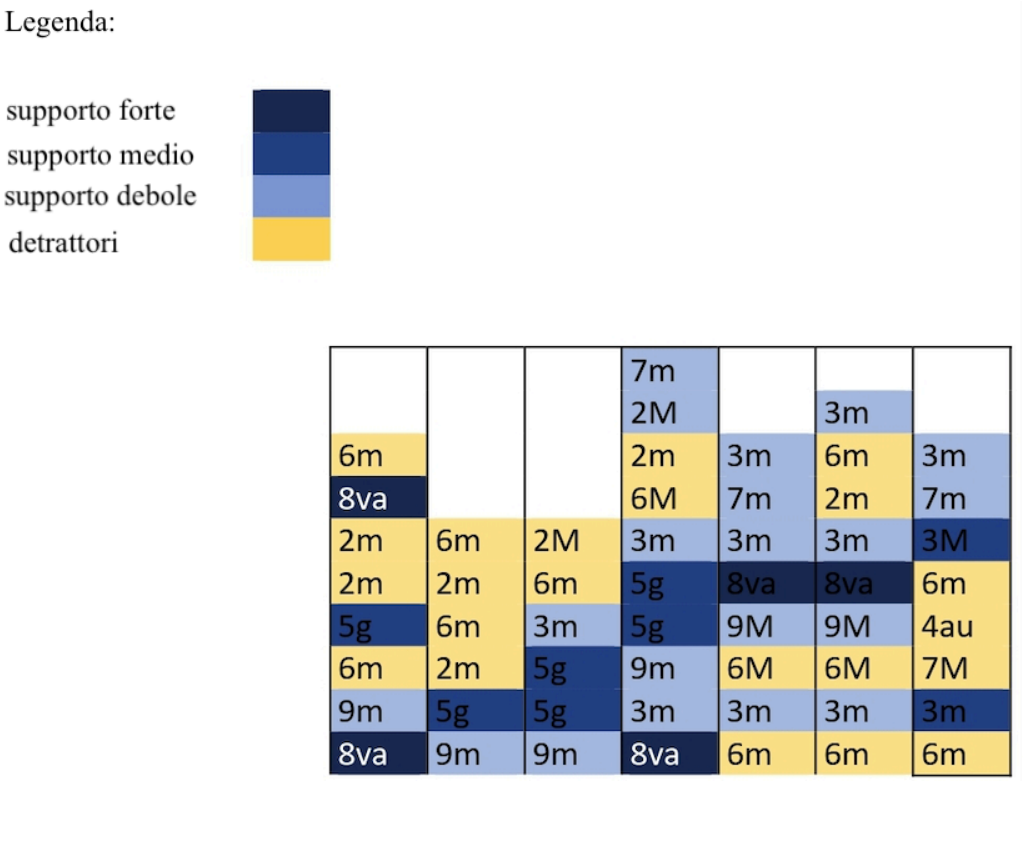


Fig. 63.
Grafico 1 per analisi consonanza intervallare accordi contenuti nell'immagine uditiva *fis4*

Il Grafico 1 nella Figura 63 mostra le distanze intervallari che interessano il movimento verticale dei complessi accordali contenuti nell'immagine sonora Fis4 da battuta 168 a 174. Quattro verticalità di sette, nello specifico gli accordi (2), (3), (4), sono modifiche verticali della prima proposta verticale di *fis4* dovute a spostamenti lineari fra le voci. Questo aspetto è ben visibile nella riduzione mostrata in precedenza, dove è possibile visualizzare la tecnica del fold-over che sposta il Re_5 dell'accordo (3) a Re_3 nell'accordo (4); l'altezza viene inoltre raddoppiata d'ottava al basso. Ho deciso di rappresentare le distanze intervallari in questo modo per consentire una più immediata facilità di lettura. Per lo stesso motivo ho deciso di riempire con sfumature

di blu gli intervalli con supporto forte; la sfumatura si fa più tenue in rapporto al decrescere del peso intervallare. Gli intervalli detrattori sono in giallo. Ho poi calcolato la consonanza interna dei quattro complessi accordali nella seguente maniera: sia per i supporti forti che per quelli deboli ho mantenuto il peso che il modello Parncutt suggerisce: all'ottava ho dato il peso maggiore, ovvero 1; alla quinta 0.50; alla terza maggiore 0.33; alla settima 0.25; alla seconda 0.20 e alla terza minore 0.10 mentre ai detrattori ho deciso in maniera arbitraria di dare un valore di -0,1. (Figura 64)

1/8	→ 1=1; 2=1/2; 4=1/4; 8=1/8	= 1+1/2+1/4+1/8 = 15/8 →	1
5g	→ 3=1/3; 6=1/6	= 1/3+1/6 = 1/2 →	0.50
3M	→ 5=1/5; 10=1/10	= 1/5+1/10 = 3/10 →	0.33
7m	→ 7=1/7	→	0.25
9/2M	→ 9=1/9	→	0.20
3m	→ [m3 + 5g = m7 / m3 + M3 = 5g.]	(**valore arbitrario**) →	0.10
Detrattori	→ 2/9m; 4g; 4au; 6M; 6m; 7M	(**valore arbitrario**) →	-0.1

Fig. 64.
Tabella per i valori di calcolo per analisi consonanza intervallare verticale immagine uditiva *fis4*

Ho proceduto a calcolare la consonanza totale intervallare dei quattro complessi accordali sommando il valore dei supporti forti e detraendo -0.1 per ogni supporto debole. I risultati sono visibili nella Figura 62, in basso rispetto al grafico e, seppur parziali e che non riescono a tener conto degli innumerevoli fattori che esercitano le forze musicali nel dispiegarsi della forma nel tempo, mostrano come viene gestita la consonanza interna del breve passaggio - regolando la tensione fra le distanze intervallari tra le diverse voci che gestiscono lo stesso materiale. Nello spostamento dal primo verso il secondo accordo, si nota una forte diminuzione della consonanza; pari a -2.0 rispetto ai valori del primo accordo. Questa repentina diminuzione è causata dall'assenza del raddoppio della fondamentale al basso. Segue poi un aumento della consonanza per +0.8 (3) e si raggiunge l'apice a (4) per +1.6. Da (1) a (4) abbiamo un

quindi aumento della consonanza pari a +0.4 dovuto allo spostamento graduale degli intervalli di quinta nelle voci medio basse e degli intervalli con supporto debole nelle parti alte. Da (4) a (7) segue una diminuzione costante della consonanza (-1,1 → -0,7 → 0,3) dovuta all'aumentare degli intervalli detrattori nella parte bassa degli accordi.

I risultati ottenuti possono essere rappresentati in un altro grafico, più intuitivo del primo.

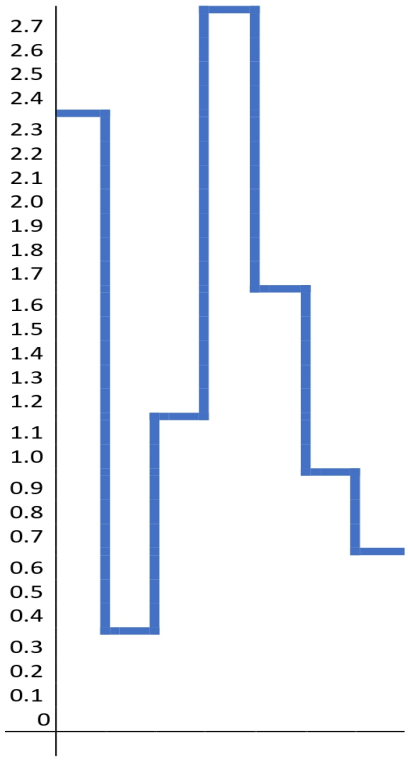


Fig. 65.
Grafico 2 per analisi consonanza interna immagine uditiva *fis4*

Il Grafico 2 permette di visualizzare i risultati in maniera intuitiva, riferendosi alla consonanza-dissonanza come stabilità o instabilità interna. Sull'asse delle y, il rating tale che 0 = massima instabilità, 2.7 = massima stabilità. Il primo accordo, allora, genera un picco di stabilità che viene immediatamente seguito da una rapida diminuzione dovuta all'eliminazione del raddoppio d'ottava al basso. Due intervalli di quinta aumentano la stabilità del terzo accordo e portano al picco più alto del quarto, che, come il primo, ha un raddoppio dell'ottava nella parte inferiore. Segue una

graduale diminuzione della stabilità dovuta alla quantità crescente di intervalli detrattori nelle parti inferiori degli accordi successivi.

Si potrebbe pensare, visti questi risultati e prendendo per buone le affermazioni di Parncutt, secondo cui «il raddoppiare la radice di un accordo riduce la sua ambiguità e quindi aumenta la consonanza dell'accordo e che di conseguenza il raddoppio di note ambigue aumenta l'ambiguità e riduce la consonanza»[248], che il vero fulcro dell'immagine uditiva *fis4* sia l'accordo (4) poiché il raddoppio della sua fondamentale ha generato un picco di consonanza. Qual è la fondamentale reale dell'accordo da cui procede l'immagine uditiva *fis4*? Forse non è né il Fa_3 dell'accordo di battuta 168 tanto meno il Re_3 di battuta 174. È vero che è stato dimostrato che il raddoppio d'ottava ha generato consonanza ma bisogna tener presente che «le probabilità che una nota venga percepita come una radice aumentano se la stessa viene raddoppiata»[249], anche se in realtà non è la radice dell'accordo. Forse, se si avessero tutti i foglietti di analisi di dell'ipotetico insieme *Fis* (o di Noise o di Transi) effettivamente usati dalla compositrice si riuscirebbe a ricreare una gerarchia fondata sull'analisi del gesto, da quella si riuscirebbe ad estrapolare prima di tutto la fondamentale del macro insieme e poi si potrebbero rintracciare dei nessi fra questa e le fondamentali dei sottoinsiemi contenuti, provare delle distanze cognitive, il grado di consonanza rispetto ad uno o a più fulcri che sapremo essere tali.

[248] Parncutt 1988, 89.
[249] *Ivi*.

3.5 Conclusioni

Nel presente capitolo si è potuto appurare che la definizione armonica delle entità sonore compiuta grazie al software IANA ha permesso a Kaija Saariaho la costruzione di vari livelli gerarchici connessi nella generazione di immagini uditive che strutturano la forma attraverso contrasti timbrici. Questo approccio, messo in atto per la prima volta in *Lichtbogen,* costituirà il metodo di base della compositrice per la strutturazione di armonie-timbro per brani solo strumentali e per quelli misti fino agli anni Novanta circa. Le entità sonore, coerenti su più livelli, possono essere concepite come immagini uditive, forme psicologiche in uno spazio di timbri che a sua volta può essere pensato e percepito come gerarchico e associativo allo stesso tempo. La forma complessiva può essere pensata e percepita come un flusso di energia direzionata tramite vettorialità oppositive.

Rispetto al punto focale della mia tesi, che vuole indagare il graduale sviluppo di una ristrutturazione spettrale di armonie funzionali nella musica di Kaija Saariaho, quindi, dove si posiziona *Lichtbogen*? Considerando che ogni armonia-timbro costruita può essere considerata una variabile dipendente rispetto al contesto di posizionamento e che la variabile, o meglio le variabili indipendenti sono concettuali con ricadute sul piano percettivo, ovvero sono i poli oppositivi suono-rumore, il brano si situa in un punto di snodo rispetto alla forte ambiguità gerarchica – gestita attraverso le funzioni tessiturali in *Verblendungen* – e il modello di gerarchia che andrò ad esaminare in *Solar* (1993) che, secondo me, potrebbe rispondere alla seguente domanda posta da Stephen McAdams:

> Possono relazioni fra timbri in sequenze essere percepite, conservate nella memoria e, susseguentemente essere riconosciute come intervalli o contorni analoghi alla percezione delle relazioni di altezza e durata?[250] (McAdams 2019, 212)

[250] «Can relation among timbre in sequences be perceived, stored in memory, and subsequently recognized as intervals or contours analogous to the perception of pitch and duration relations?»

IV. *Solar* (1993). Un esempio di gerarchia fluida

4.1 «Un terzo tipo di dissonanza»

> *Du cristal …à la fumée* (1989-1990) è stato molto importante per me, perché era il mio primo brano per grande orchestra. Vi sono cristallizzate le mie idee concernenti la forma musicale, l'evoluzione e la trasformazione. È stato un lavoro molto ampio e ha chiuso un periodo della mia vita compositiva e ne ha iniziato un altro. Dopo questo lavoro ho smesso di pensare in termini di trasformazioni lineari e ho iniziato a cercare soluzioni e situazioni più drammatiche per la mia musica.[251] (Saariaho, in Service 2011, 12)

Il dittico orchestrale *Du cristal …à la fumée* (1989-1990)[252] viene riconosciuto dalla compositrice stessa come un punto di svolta in relazione alle pratiche compositive utilizzate negli anni precedenti. I due brani, considerati da Kaija Saariaho come facenti parte di un'unica entità, vengono costruiti partendo dalla stessa idea iniziale – quella di applicare i processi utilizzati nell'ambito della sintesi elettronica alla scrittura orchestrale – e dagli stessi materiali di base, ma si dispiegano in maniera diametralmente opposta. Nel primo «l'orchestra diviene un mezzo per controllare e plasmare la massa sonora che progredisce nel tempo»[253] e il suo sviluppo armonico-timbrico prevede tre piani distinti, fondati sull'analisi effettuata tramite IANA di alcuni strumenti appartenenti a ciascun gruppo strumentale, che si evolvono indipendentemente nello spazio orchestrale per poi unificarsi.[254] Il secondo è un

[251] «*Du cristal …à la fumée* was very important for me, because it was my first piece for large orchestra. It crystallized my ideas concerning musical form, evolution, and transformation. It was a really large-scale work, and it finished a certain period in my compositional life, I feel, and starter another one. After it, I stopped thinking only in terms of linear transformation and started looking for more dramatic solutions and situations for my music.»

[252] *Du cristal …à la fumée* (1989-1990), dittico orchestrale. Il titolo fa riferimento al libro di Henri Atlan *Entre le cristal et a la fumée: Essai sur l'organisation du vivant* (1979). Nell'edizione italiana *Tra il cristallo e il fumo. Saggio sull'organizzazione del vivente*., ed. Hopefulmonster, Firenze 1986. Altro brano fondamentale nella produzione di Kaija Saariaho, sancisce da un lato l'assestamento della sua prassi compositiva, dall'altro apre a nuove prospettive di strutturazione formale. Cfr. Saariaho 1993; Saariaho 1995; Saariaho 1997. Il brano – nella sua interezza o rispetto ad alcuni particolari aspetti – è stato analizzato nelle seguenti dissertazioni, articoli, libri: Nieminen (1994), Horn (1998), March (2011), Hargreaves (2011), Allen (2015).

[253] Nieminen (1993), notizie dal libretto del CD Ondine ODE 804-2. http://brahms.ircam.fr/works/work/11557/ (accesso: 21/06/20).

[254] Saariaho 1993, 163.

doppio concerto per flauto e violoncello caratterizzato da passaggi melodici e ritmici che, pur avendo un carattere frammentario e incompiuto e pur evolvendosi e trasformandosi nel tempo, mantengono un'identità riconoscibile. A partire dal 1990 gli aspetti melodici e ritmici incominciano ad avere sempre più rilievo nella musica di Kaija Saariaho e gesti ricorrenti costruiti su specifiche armonie pongono sempre più l'accento sul ruolo della memoria come elemento di strutturazione formale. Risulta chiaro in *Amers* (1992)[255] per violoncello, ensemble ed elettronica.

> In regola generale, le mie costruzioni armoniche comportano un accordo di base che si può considerare come l'equivalente dell'accordo di tonica nella musica tonale. Questo accordo non corrisponde per forza ad una struttura armonica e non è necessariamente il più semplice, ma possiede tutta via una forte identità e marca le frontiere e le evoluzioni temporali del brano. Gli corrisponde spesso una tecnica precisa, che può essergli associata per tutto il brano. Per fare un esempio, l'accordo di base di *Amers* (1992) per violoncello e orchestra è derivato da un trillo verticale del violoncello. Il trillo alterna una nota (mi b) e un suono armonico suonati entrambi sulla corda del do. *Amers* si apre con questo trillo, che funge poi da struttura armonica, prima per l'ensemble, poi per la parte elettronica.[256] (Saariaho 1995, 181)

In *Une analyse d'Amers de Kaija Saariaho* (2004) Grégoire Lorieux ha dimostrato come l'uso di un unico suono-gesto, descritto nella presentazione dalla compositrice, sia all'origine della costruzione armonico-timbrica e dell'evoluzione formale di *Amers*: un trillo suonato al violoncello sulla corda di Do, con le dita che si alternano tra la posizione naturale e quella dell'armonico di Mi_b, «ha un'identità gestuale, strumentale e timbrica sufficiente a supportare un'esplorazione formale, armonica e figurale, vela a dire garantire coerenza e varietà in tutto il brano.»[257]

---

[255] *Amers* (1992), concerto per violoncello, elettronica ed ensemble. Il titolo fa riferimento alla raccolta di poesie *Amers, suivi de Oiseaux et de Poésie* (1970) dello scrittore francese Saint-John Perse. Cfr. Saariaho 1993; Saariaho 1995; Saariaho 1997; Saariaho 2004.

[256] «En règle générale, mes constructions harmoniques comportent un accord de base, que l'on peut considérer comme l'equivalent de l'accord de tonique dans la musique tonale. Cet accord ne correspond pas forcément à la structure harmonique et n'est pas nécessairement le plus simple, mais possède toujours une forte identité et marque les frontières et les évolutions musicales de la pièce. Il naît souvent d'une technique de jeu spécifique, à laquelle il peut être associé tout long d'une pièce. Pour ne donner qu'un exemple, l'accord de base d'Amers (1992) pour violoncelle et orchestre est dérivé d'un trille vertical du violoncelle. Le trille alterne entre une note (mi b) et un son harmonique joué au même endroit sur la corde de do. Amers s'ouvre sur ce trille, qui fait ensuite office de structure harmonique, tout d'abord pour l'ensemble, puis pour la partie électronique»

[257] Lorieux 2004, 7.

Dall'analisi di varie fasi del trillo di violoncello, Kaija Saariaho costruisce l' accordo di base, che assurge alla funzione di consonanza: la sua ricorrenza all'interno del brano, viene percepita proprio come un *faro*, un punto di riferimento fluttuate nel flusso armonico che consta di una serie di derivazioni e ritorni intorno ad un'armonia di Mi_b (Figura 66) – dalla posizione dell'armonico naturale di terza minore, rispetto allo spettro armonico di Do_1, emerge, ad esempio il sol_3 sul quale verranno costruite alcune derivazioni armoniche.
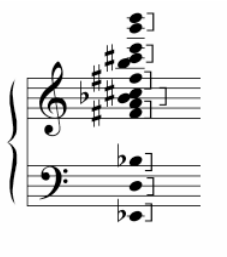


Fig. 66.
Amers (1992). Accordo di base (Lorieux 2004, 5)

Inoltre, poiché la morfologia del trillo così come il gesto ad esso associato ispirano un modello di alternanza, Saariaho utilizza il modello di un altro trillo, con la stessa posizione di terza armonica minore, su La_b (una corda di Do detonata di una quinta inferiore). Nell'utilizzo del modello costruito sul La_b, Lorieux ravvisa «un terzo tipo di dissonanza»[258], associato ad un livello più avanzato di strutturazione formale, un allontanamento armonico dal centro focale. Il primo stadio di gestione delle tensioni tra consonanza e dissonanza consiste nell'allontanarsi dall'accordo di base grazie ad aggregati armonici elaborati a mano modificando i risultati delle analisi dei suoni di base, usati sia come serbati di altezze che come modello comportamentale per la derivazione. Sebbene in questo caso la sensazione di dissonanza sia piuttosto astratta – a causa del fatto che gli accordi costruiti risultano tutti abbastanza simili poiché ciascuno deriva dalle analisi di base –, il modello di derivazione, garantisce tuttavia un carattere vivo ed un comportamento un carattere vivo e un comportamento

[258] Lorieux 2004, 6.

«biomorfo»[259] (come afferma la compositrice stessa) alla sintesi strumentale. (Figura 67)
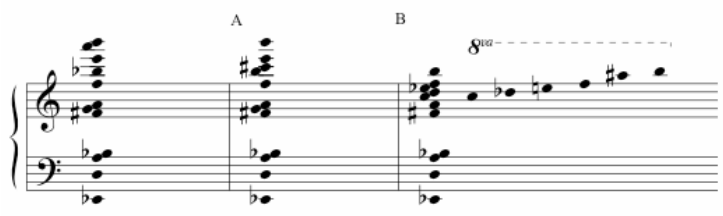


Fig. 67.
Esempio di derivazione armonica.
Comparazione fra l'armonia di base con le armonie derivate A, B. (Lorieux 2004, 17)

Un secondo stadio di gestione della dissonanza s'identifica in procedure combinatorie di disarmonizzazione degli spettri, effettuate o tramite raddoppi di ottava che offuscano il campo armonico o grazie ad un processo di filtraggio basato sui modelli derivati dalle analisi di base.

Nella gestione armonico-timbrica di *Amers* si ravvisa quindi una concezione della forma più legata al concetto di consonanza in quanto memoria, familiarità, e di dissonanza concepita come evento che si allontana da questa familiarità. Un nuovo principio di polarità che, in *Solar* (1993), per ensemble ed elettronica, verrà ripreso in maniera ancor più sistematica. Come si vedrà, il brano è costruito intorno ad un'unica entità sonora distintiva – costruita grazie al programma di sintesi per modelli fisici MOSAIC – e procede come una serie di movimenti di allontanamento da questa entità e di ritorno ad essa, strutturati attraverso un ristretto numero di accordi. Concependo la grande forma in questo modo, Kaija Saariaho si basa direttamente su alcune peculiarità insite nei processi di memoria.

L'indagine circa il ruolo della memoria nella percezione delle strutture musicali attiene al campo della psicologia cognitiva dell'udito che studia i processi mentali che permettono al cervello di cogliere rapidamente le strutture sonore e tratta l'organizzazione percettiva, la memoria, l'attenzione. Si ricorda che Kaija Saariaho

[259] Lorieux 2004, 5.

aveva iniziato ad interrogarsi circa il contributo potenziale che un oggetto sonoro o un'entità facilmente memorizzabile può fornire alla forma percepita, già intorno alla prima metà degli anni '80 – come si legge in Saariaho, McAdams (1985) nel primo, nel quinto e nel sesto criterio atti a qualificare la percepibilità di una forma musicale. Per tanto, dopo aver esposto le funzionalità di MOSAIC, si riferirà circa gli studi della psicoacustica e della musicologia cognitiva facendoli interagire con quanto affermato in Saariaho, McAdams (1985). Si concluderà il capitolo con la disamina dei processi compositivi di *Solar* (1993) attraverso lo studio degli schizzi.

4.2 MOSAIC (Modalys)

MOSAIC è un programma di sintesi per modelli fisici (sintesi modale) progettato e realizzato all'IRCAM nel 1991.[260] La sintesi del suono sulla base di modelli fisici viene compiuta descrivendo i meccanismi di produzione del suono attraverso l'utilizzo dei parametri fisici che concorrono alla generazione del suono stesso, quali informazioni geometriche e masse degli strumenti acustici e la forza e il gesto da applicare al fine di mettere in vibrazione i corpi sonori di tali strumenti. In altre parole, la sintesi modale associa il suono alle vibrazioni delle strutture fisiche che rispondono a vari tipi di eccitamenti, simulando numericamente le vibrazioni di queste strutture risonanti.

Il modello di sintesi di MOSAIC si basa su quattro tipi di elementi che possono essere assemblati dal compositore per costruire e suonare un particolare strumento musicale: oggetti, connessioni, punti d'accesso e valori di controllo.

Gli oggetti, o strumenti, sono rappresentati come un insieme di strutture risonanti meccaniche o acustiche definite attraverso caratteristiche geometriche (corde, piastre, membrane, ponticelli, tubi, ecc.) e da parametri fisici dei materiali; tali caratteristiche vengono computate dal sistema in dati modali che caratterizzano gli stati vibrazionali lineari. I dati modali possono essere costruiti in maniera digitale, inserendo i parametri fisici dell'oggetto che si vuole creare (Figura 68), o possono essere esportati

[260] Hufschmitt 2020, 16.

dall'esterno, cioè inserendo nel sistema dati analitici che verranno poi usati per la sintesi.

```
(define my-string
   (make-object 'bi-string
          (modes 40)
          (length .5)
          (tension 150)
          (density 1000)
          (radius .001)))
```

Fig. 68.
Esempio di costruzione di dati modali.
Per la definizione dell'oggetto arco (define my-string) viene specificata la lunghezza in metri (lenght .5), la tensione in newton (tension 150) la densità in kilogrammi al metrocubo (density 1000) ecc.

Possono essere creati anche oggetti ibridi utilizzando due tipi di ibridizzazione: attraverso fusione (Melt) o combinazione (Mix). La fusione permette di interpolare dati modali, ovvero fondere un oggetto in un altro oggetto; ad esempio si può creare una fusione tra una corda lunga ed una corta e ascoltare l'altezza prodotta che varia in accordo alla proporzione fra i dati dei due oggetti. La combinazione giustappone i dati modali di due strutture che vengono a trovarsi nel medesimo luogo.
Gli oggetti possono essere messi in vibrazione mediante connessioni e passare così da uno stato lineare ad uno non-lineare. Le connessioni descrivono infatti le modalità di interazione tra gli oggetti collegandoli attraverso punti di accesso, ovvero luoghi specifici sull'oggetto modale, e determinando la maniera in cui i due punti di accesso interagiscono; ad esempio, la connessione *strike* permette di percuotere l'oggetto membrana con l'oggetto martelletto collegando un punto d'accesso posizionato sul primo oggetto ad un punto d'accesso posizionato sul secondo, la connessione *bow* permette la vibrazione dell'oggetto corda tramite l'innesco e lo scorrimento dell'oggetto arco collegando due punti d'accesso sui due oggetti, la connessione *Single reed* permette di creare strumenti ad ancia simulando l'interazione ancia-tubo connettendo un punto d'accesso sull'ancia con un altro punto d'accesso sul tubo ecc. I valori di controllo permettono di applicare forze, velocità e direzioni variabili a connessioni su specifici punti di accesso affinché l'oggetto possa generare vibrazioni per un certo periodo di tempo; ad esempio per far risuonare l'oggetto corda dell' oggetto violino bisogna applicare una forza all'oggetto arco. Inoltre, bisogna fare in

modo che questi valori inseriti permettano applicazioni musicali, devono quindi dipendere da particolari aspetti dinamici della sintesi dell'oggetto o degli oggetti connessi. Un'altra caratteristica importante del sistema MOSAIC è la sua modularità e flessibilità nell'utilizzo di dati modali; vale a dire che ciascun oggetto e ciascuna connessione sono astratti in maniera uniforme nei valori di default, cosa che permette di utilizzare, ad esempio, la connessione *strike* per colpire qualsiasi oggetto modale con qualsiasi altro oggetto modale e creare così suoni inusitati.[261] Per poter visualizzare i dati delle strutture armoniche generate con MOSAIC questo deve essere associato all'ambiente Max/MSP oppure ad OpenMusic.[262]

MOSAIC viene usato per la prima volta da Kaija Saariaho per la costruzione dei suoni di sintesi di *Amers* (1992) e di *Près* (1992), per violoncello ed elettronica, due brani che, scritti nello stesso anno, condividono alcune texture elettroniche e alcuni materiali gestiti dallo strumento principale. In *Amers*, il cui organico non prevede altri strumenti ad arco ad eccezione dello strumento principale, i suoni di sintesi vengono usati sia per integrare la parte elettronica con quella acustica, sia per definire dal punto di vista ritmico alcuni passaggi. Nello specifico, i suoni calcolati con MOSAIC vengono usati soprattutto in passaggi ritmici, precedentemente creati con Esquisse e PatchWork.

> In questo caso ho calcolato delle interpolazioni ritmiche e melodiche, introdotte in forma letterale nella sintesi, prima di essere sviluppate in forma più libera nella parte strumentale. In questi passaggi ritmici, combino i suoni ottenuti grazie ai modelli di risonanza [...] con i suoni calcolati con il programma di modellazione fisica MOSAIC. […] ciò che rende interessanti i suoni prodotti con MOSAIC è soprattutto il loro attacco molto vivo, dovuto a transitori di attacco molto realistici, ma anche perché offre la possibilità di giocare con fattori fisici che sottendono la manipolazione di differenti parametri di sintesi. Modificando le dimensioni di un gong nel corso del tempo, ad esempio, si ottengono dei glissati impossibili da realizzare nel mondo strumentale reale, ma che comunque si articolano con la nostra esperienza sul piano percettivo; il materiale

[261] Cfr. Manning 2004, 388 e 390; Morrison, Adrien 1993, 45-56; Eckel, Iovino, Caussé, 1995.
[262] https://forum.ircam.fr/projects/detail/modalys/ (accesso 22/06/2020)

> del gong, così la nozione di glissato, sebbene applicati in maniera inaspettata, sono riconoscibili e assimilabili dall'uditore, vale a dire comprensibili.[263] (Saariaho 1993, 167)

La compositrice crea, quindi, due livelli di suoni sintetici che interagiscono. Il primo livello utilizza come base analisi acustiche di suoni e relative tecniche esecutive del violoncello, elaborate grazie al software IANA; i dati ottenuti attraverso l'analisi di Terhardt vengono poi adattati in base a modelli di risonanza e filtri gestiti tramite CHANT ed infine modificati e interpolati ritmicamente grazie ad Esquisse e PatchWork. Il secondo livello è costituito dai suoni creati con MOSAIC che, derivati da modelli di percussioni e inseriti come sequenze di campioni in uno dei due pianoforti digitali che fanno parte dell'organico, «permettono di orchestrare le percussioni acustiche»[264], amplificandone ritmicamente le sonorità. (Figura 69)

[263] «Dans ce cas précis, j'ai calculé des interpolation rythmiques et mélodiques, introduites sous leur formes littérales dans la partie de la synthèse, avant de le développer sous une forme plus libre dans les parties instrumentales. Dance ces passage rythmiques, je combine les sons issus de modèles de résonances [...] avec des sons calculé à l'aide du programme de synthèse par modélisation physique MOSAIC. [...] L'intérêt des sons produits avec MOSAIC réside principalement dans leurs attaques très vivantes, dues au rendu très réaliste des transitoires d'attaque, mais aussi aux possibilités de jouer avec les facteurs physiques qui sous-tendent la manipulation des différents paramètre de synthèse. En modifiant les dimensions d'un gong au cours du temps, par exemple, on obtient des glissandi impossibles à réaliser dans le monde instrumental réel, mais qui néanmoins s'articulent avec notre expérience musicale sur le plan perceptif; le matériau du gong, ainsi que la notion de glissando, bien qu'elle lui soit appliquée de manière inattendue, sont reconnaissable et assimilables par l'auditeur, c'est-à-dire compréhensibles.»

[264] Saariaho 2013, 296.
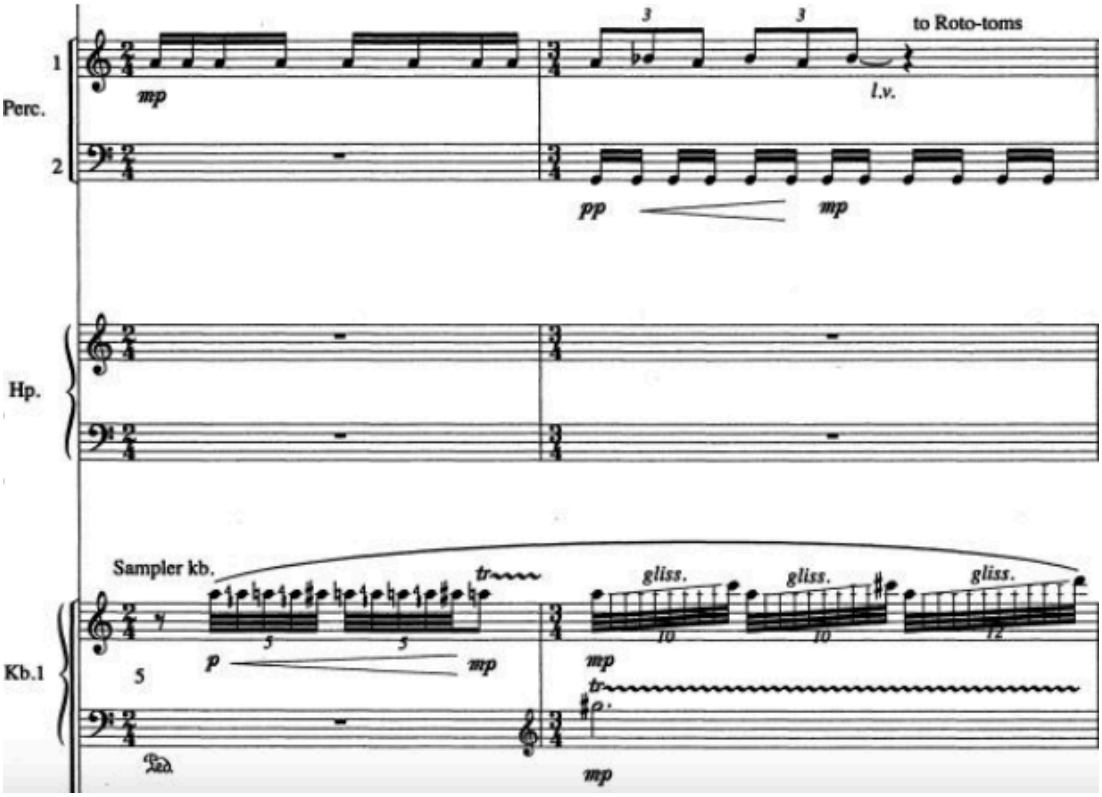


Fig. 69.
Kaija Saariaho, *Amers* (1992), bb. 242-243 (© Chester Music). Esempio di utilizzo dei sampler generati con MOSAIC: le sequenze di campioni al pianoforte digitale amplificano e definiscono ritmicamente i suoni del glockenspiel e del timpano.

In *Près*, invece, l'elettronica, che prolunga e estende in direzioni multiple il gesto musicale del solista, si compone di suoni di sintesi e di sequenze di campioni create anche grazie ai modelli fisici del violoncello, pilotati attraverso l'ambiente Max/MSP e attivati grazie ad un pedale controllato dal solista. L'idea iniziale della compositrice era quella di costruire, attraverso MOSAIC, un violoncello immaginario dotato di un arco infinito grazie al quale poter creare suoni continui da utilizzare nella sintesi. Ma a causa della difficoltà di manipolazione del sistema, ripiega infine su suoni più definiti e con caratteristiche gestuali simili a quelle del pizzicato.[265]

In *Solar* (1993), per ensemble ed elettronica, i suoni costruiti attraverso MOSAIC vengono inseriti nella struttura armonica in maniera ancor più pregnante: realizzati attraverso dati modali relativi a suoni di percussioni metalliche e di tromba, vengono inseriti in qualità di programmi (numerati da 1 a 5) nei due pianoforti digitali facenti

[265] Come affermato dalla stessa compositrice durante la prima lezione del corso di composizione, svolta il 02/07/2019 al Time for Music Festival – Viitasaari, Finlandia.

parte dell'ensemble, uno Yamaha KX88 e uno Yamaha SY99 synthesizer. La loro funzione è ristretta, ma chiara:

> Il suonare del pianista [pianoforte digitale n.1: Yamaha KX88] si alterna con i suoni delle percussioni metalliche [le cui altezze sono intonate] un quarto di tono sopra rispetto al pianoforte stesso. […] Il secondo pianoforte, un sintetizzatore Yamaha SY99, ha la funzione di arricchire le texture del pianoforte e delle percussioni e di produrre degli accordi sostenuti sullo sfondo, sostituendo in questo modo un gruppo d'archi più ampio.[266] (Saariaho 1993, 298)

I suoni dei due pianoforti digitali vengono utilizzati per caratterizzare i processi timbrico-armonici che, come vedremo nel quarto paragrafo, informano la struttura del brano.

4.3 Il ruolo della memoria nella strutturazione della forma percepita. Familiarità e processi di raggruppamento

> La memoria, la capacità di ricordare esplicitamente o implicitamente le esperienze passate, è una delle più straordinarie e misteriose abilità della mente. La memoria definisce la percezione, la cognizione e l'identità umana. Il linguaggio e la musica, entrambi fondamentali alla natura e alla cultura umana, sono basati su pattern acustici di memoria a lungo e breve termine.[267] (Siedenburg, Müllensiefen 2019, 88)

> L'apprendimento si applica alla psicologia cognitiva dell'udito, che studia i processi mentali che permettono al cervello di cogliere rapidamente le strutture sonore. La psicologia cognitiva dell'udito tratta l'organizzazione percettiva, la memoria, l'attenzione.[268] (Dufourt 2014, 225)

---

[266] «Le jeu du pianiste alterne avec les sons de cloches métalliques en quart de ton du premier clavier. [...] Le second clavier, un synthétiseur Yamaha sy99, a pour fonction à la fois d'enrichir les textures du piano et des percussion et des accords soustenus en arrière-plan, remplaçant ainsi un groupe de cordes plus important.»

[267] «Memory, the capability to explicitly or implicitly remember past experiences, is one of the most extraordinary and mysterious ability of the mind. Memory defines human perception, cognition, and identity. Speech and music, both fundamental to human nature and culture, are based on short- and long-term memory for acoustic patterns.»

[268] «l'apprentissage s'apliquent à la psychologie cognitive de l'audition, qui étudie le processus permettant au cerveau de traiter avec rapidité les structures sonores de notre environnement. La psychologie cognitive de l'audition traite l'organisation perceptive, de la mémoire, de l'attention»

Quello della memoria è un concetto straordinariamente amplio che gioca un ruolo fondamentale in quasi tutti gli aspetti della cognizione umana. La rappresentazione di informazioni sensoriali legate ad esperienze passate formano i ricordi di cui si compone la memoria. Se è vero che i ricordi ci permettono di percepire internamente lo scorrere del tempo, rendendoci coscienti delle traiettorie temporali che s'instaurano tra un ricordo e l'altro[269], costruire una forma musicale utilizzando strutture ricorrenti e facilmente memorizzabili significa permettere all'uditore di cogliere rapidamente le strutture sonore; significa indirizzare la forma percepita. Nel paragrafo introduttivo a questo capitolo è stato anticipato come, dal 1990 circa, Kaija Saariaho cominci ad introdurre nei suoi brani gesti ricorrenti costruiti su specifiche armonie in qualità di elementi principali. La compositrice inizia in questo modo a spostare l'asse di strutturazione formale verso un altro tipo di differenza percepita, dalla consonanza-dissonanza intesa come dicotomia suono-rumore si passa ad un altro tipo di assioma di stabilità: quello di una consonanza come familiarità, memoria di un evento facilmente memorizzabile perché dotato di caratteristiche coerenti, e di dissonanza come allontanamento da questa familiarità.

La riflessione compositiva sul grado di differenza riguardo la strutturazione e la conseguente percezione e memorizzazione di attributi e forme musicali – un aspetto che attiene alla psicologia cognitiva dell'udito – era già stata anticipata da Gérard Grisey:

> Affrontiamo una temibile nozione: la differenza. La nostra percezione è tale che confronta l'oggetto che ha appena colto ad altri oggetti percepiti oppure virtuali, vale a dire entro la nostra memoria. La differenza o l'assenza di differenza qualifica la nostra percezione, ordiniamo così il percepito non in funzione di una norma ma inserendolo nella rete relazionale per trarne le qualità intrinseche. In altri termini il suono esiste solo a causa della propria individualità e tale individualità si rivela soltanto in un contesto che lo chiarisce e gli da senso. Considero quindi essenziale, per il compositore, agire non sulla sola materia ma sullo spazio, sulla differenza che separa i suoni. (Grisey 2000b, 29)

[269] Siedenburg, Müllensiefen 2019, 89-90.

Agire sulla differenza che separa i suoni significa dotare gli eventi sonori di informazioni sensoriali e musicali che possono essere concepite dall'uditore come delimitate, circoscritte, e fondare la strutturazione della forma musicale sulla memorizzazione uditiva di eventi così costruiti e sulle relazioni che questi intrattengono gli uni con gli altri in un determinato contesto. La considerazione di Grisey si riverbera nelle osservazioni di Saariaho, McAdams (1985) quando, nella presentazione dei sei criteri considerati idonei a qualificare la percepibilità di una forma musicale, nel primo, affermano che

> Gli elementi portatori di forma sono differenziati in categorie percettive discrete. O vengono limitati artificialmente in categorie distinte come nel delle altezze musicali, o, come nel caso dei fonemi del linguaggio, è lo stesso sistema uditivo che divide in categorie un parametro acustico continuo. L'accumulazione della forma musicale nella memoria, nel corso del tempo, è per entrambe una delle caratteristiche principali. Quindi, se un elemento è facilmente memorizzabile, il suo contributo potenziale alla forma è molto maggiore di quello di un elemento difficile da ricordare. La facilità di memorizzazione deve quindi essere uno degli attributi essenziali di un elemento portatore di forma.[270] (Saariaho, McAdams 1985, 56)

E nel quinto

> Per poter contribuire alla forma musicale, le categorie, le relazioni funzionali e l'ordinamento di un sistema di classificazione dovranno riflettere le strutture mentali esistenti e quelle del mondo di cui si fa parte, per poter essere acquisite dall'uditore. Questo apre un campo molto vasto di cognizione musicale, e coinvolge schemi percettivi come modelli organizzativi memorizzati dell'esperienza percettiva. La categorizzazione, la strutturazione, la memorizzazione, sono i punti più importanti a questo riguardo.[271] (Saariaho, McAdams1985, 59)

Si noti che le osservazioni poste da Grisey nel riverberarsi si estendono: per Kaija Saariaho gli oggetti della percezione divengono categorie percettive discrete, la rete di

[270] Cfr. 2.3.2, 77.

[271] «Pour être en mesure de contribuer à la forme musicale, les catégories, les relations fonctionnelles et l'ordonnancement d'un système de classification doivent soit refléter les structures mentale existantes et celles du monde environnant, soit pouvoir être acquises par l'auditeur. Ceci ouvre un domaine très vast de la cognition musicale, et implique des schémas de perception comme modèles d'organisation mémorisés de l'expérience perceptive. La catégorisation, la structuration, puis la mémorisation de l'expérience sont, bien entendu, parmi le points les plus importants à cet égard»

relazioni acquista caratteristiche di funzionalità, il contesto assurge a ordinamento di un sistema. Ancora una volta, lo si è indagato ampiamente nei capitoli precedenti, lo sviluppo dei concetti e delle riflessioni, e di conseguenza delle tecniche compositive, messe in campo dai fondatori del pensiero spettrale viene ampliato da Kaija Saariaho grazie a studi e ricerche psicoacustiche e di cognizione musicale.

Secondo quanto affermato dagli studiosi Pressnitzer e McAdams (2000) nella formazione di immagini uditive, entrano in gioco diverse nozioni tra cui l'attenzione, la conoscenza culturale, l'organizzazione temporale della percezione, ecc. Una caratteristica comune a questi processi cognitivi che hanno ruolo nell'ascolto è la memoria. Varie ricerche hanno provato che la memoria è legata alla partecipazione, nel senso che l'attenzione sembra essere predisposta a concentrarsi su eventi che ci si aspetta sulla base di conoscenze culturali estratte dalle esperienze passate, che permette all'ascoltatore di apprendere implicitamente le regole di base della cultura musicale a cui appartiene, ed inoltre che, la nozione stessa di tempo, così essenziale per la musica, deriva dalla capacità dell'uditore di stabilire mentalmente sequenze di eventi attraverso l'uso della memoria.
Ma in che modo l'uditore è capace di mantenere la memoria dello stimolo sonoro nel tempo? I ricercatori presentano studi basati su due ipotesi: la prima si basa sull'esistenza di centri di memoria a breve termine, la seconda intende la memoria come sottoprodotto dell'elaborazione cognitiva.
La prima ipotesi attiene alle ricerche di Crowder e Morton (1969) successivamente ampliate da Cowan (1984). I ricercatori sostengono l'esistenza di una memoria sensoriale specifica dell'udito, una sorta di memoria ecoica che conserva la traccia dello stimolo uditivo in entrata per un periodo di tempo. Esisterebbero diversi intervalli di permanenza dello stimolo. Uno di questi intervalli sarebbe dell'ordine di alcune centinaia di millisecondi e un altro dell'ordine di alcuni secondi; il primo intervallo di archiviazione sarebbe legato alla sensazione, costituendo una sorta di 'presente percettivo', mentre il secondo servirebbe come base per quella che viene chiamata memoria di lavoro. L'ipotesi non sembra convincete rispetto alla capacità di apprendere strutture estese nel tempo, soprattutto a causa della brevità della memoria ecoica e del fatto che la memoria di lavoro non può contenere più di pochi elementi.

La seconda ipotesi sembra rispondere ai dubbi sollevati dalla prima ipotesi circa l'esistenza di una memoria a lungo termine grazie alla quale l'uditore sperimenta la percezione della forma e del significato del suono nel tempo (come avviene nel linguaggio parlato che è trasportato dal suono). Secondo le ricerche di Rosenfeld (1988) e di numerosi studi comportamentali e neurofisiologici, non esiste alcun centro di memoria. È più probabile che la memoria sia distribuita, come sottoprodotto dell'elaborazione cognitiva, sotto forma di potenziali rappresentazioni: in presenza di uno stimolo, l'attività cerebrale opera un'estrazione delle caratteristiche rilevanti, fa generalizzazioni, forma categorie. La percezione attiva le cortecce sensoriali primarie nel cervello che, attraverso la loro attività nel tempo, rilevano e codificano diverse caratteristiche del suono. Questi modelli di attività vengono poi proiettati su cortecce di associazione. Ogni neurone nelle cortecce di associazione riceve un gran numero di connessioni da varie aree del cervello, il che permette di generalizzare: stimoli che condividono caratteristiche simili attivano gli stessi gruppi di neuroni, rafforzando le connessioni tra le cortecce sensoriali interessate e questi neuroni. Quando viene percepito un nuovo stimolo, se è abbastanza simile ad una potenziale rappresentazione già memorizzata, viene classificato come membro della stessa famiglia.[272]

Il secondo approccio si lega ad un prerequisito importante per la percezione della musica che è quello della familiarità in relazione all'acquisizione dei principi di relazione armonici basati sui processi dell'apprendimento del linguaggio. Ancora una volta è Terhardt (1978), (1984) che postula il processo, collegandosi e implementando le ricerche di Helmholtz. Come esposto nel paragrafo 2.2.1, la spiegazione psicoacustica dell'armonia tonale fornita da Terhardt si basa sul concetto di fondamentale virtuale quale attributo di un processo di percezione gestaltica che avviene, con molta probabilità come parte della percezione del linguaggio.

> Quando un sistema sensoriale superiore ha memorizzato una disposizione di stimolo specifica, questa particolare disposizione, se presentata di nuovo, verrà percepita come

[272] Pressnitzer, McAdams (2000), 54-56. Le ricerche sui processi di memoria uditiva, nello specifico quelle relative al mantenimento del timbro nella memoria, si sono verosimilmente ampliate dal 1988 ad oggi. In questa sede si è deciso di basarsi solo su alcune ricerche degli anni '80 per circoscrivere la ricerca al periodo di riferimento storico. Per ulteriori approfondimenti si rimanda a Siedenburg, Saitis, McAdams, Popper, Fay 2019.

> un'entità specifica, piuttosto che un insieme di elementi senza significato. Quindi, si presume che il sistema uditivo, avendo già familiarità con la specifica disposizione delle parziali spettrali di un tono complesso armonico, percepirà quel tono come un'entità contrassegnata da una precisa altezza virtuale.[273] (Terhardt 1978, 488)

> L'intero processo di apprendimento postulato da Helmholtz, nel quale un individuo acquista familiarità con gli intervalli musicali di base grazie ad un'analisi uditiva di toni armonici complessi, avviene con molta probabilità come parte della percezione del linguaggio, poiché il linguaggio è il segnale uditivo più ricco di significato. Il proposito di questo processo di apprendimento, secondo la teoria dell'altezza virtuale, è di permettere al sistema uditivo di estrarre altezze virtuali da qualsiasi tono complesso, anche se alcune delle armoniche (in particolare la fondamentale) non sono presenti. Quindi ciò che viene acquisito in quel processo di apprendimento è una sorta di sottoprodotto dovuto al senso degli intervalli armonici (ottava, quinta, ecc). Il significato biologico di questo senso risiede nel suo essere un mezzo di estrazione dell'altezza virtuale dai suoni del parlato. Gli intervalli di altezze armoniche sono quindi parametri acquisiti di un sistema.[274] (Terhardt 1984, 288)

Ne consegue che il secondo principale correlato psicoacustico della consonanza, secondo Terhardt, è il concetto musicale di armonia che può essere interpretato come una familiarità con schemi d'intonazione all'interno di accordi musicali o sonorità su vari livelli cognitivi. Secondo Parncutt a livelli più alti di familiarità attinenti ad un contesto musicale, «accordi specifici o progressioni di accordi possono essere percepiti come consonanti se si verificano spesso nella musica, o hanno particolari funzioni musicali».[275]

---

[273] «When a higher sensory system has memorized a specific stimulus arrangement, this particular arrangement, if presented again, will be perceived as one entity with a specific label, rather than a meaningless set of elements. Thus, it is presumed that the auditory system, being already familiar with the specific arrangement of spectral pitches of a harmonic complex tone, will perceive that tone as an entity which is labeled by a specific virtual pitch.»

[274] «The whole learning process postulated by him, in which an individual acquires familiarity with the basic musical intervals by aural analysis of harmonic complex tone, will with highest probability take place as an essential part of the perception of speech, as speech is the most significant auditory signals to humans. The purpose of that learning process, according to the virtual-pitch theory, is to enable the auditory system to extract virtual pitch from any complex tone, even when some harmonics (in particular the fundamental) are not present. It is thus a sort of byproduct that in that learing process a sens of harmonic intervals 8octave, fifthe, etc.) is acquired. The biological significance of that sense lies in its being a means to extract virtual pitch form voiced speech sounds. The harmonic pitch intervals are just acquired system parameters.».

[275] Parncutt, Strasburger 1994, 93.

La memoria di un evento musicale è quindi collegata ad un processo di apprendimento/riconoscimento e di discretizzazione del continuum sonoro. Come anticipato, «un evento è un segmento di tempo occupato da informazioni sensoriali che può essere concepito dall'uditore come delimitato».[276] Ad esempio, le altezze sono eventi derivati dalla discretizzazione operata dal sistema uditivo; a loro volta, nella creazione musicale, vengono raggruppate in altri eventi quali ritmo e melodie, raggruppati a loro volta in eventi che sono frasi e sezioni.

Secondo principi psicoacustici e di musicologia cognitiva, la segmentazione in eventi da parte di un uditore viene operata in base ad una relativa continuità interna rispetto al grado e il tasso di variazione delle proprietà percettive degli eventi sonori e da una relativa discontinuità nei loro punti terminali. Questo punto attiene al principio gestaltico della similarità: suoni che si richiamano alla mente l'un l'altro sono raggruppati insieme e segmentati in sezioni delimitate da dissimilarità acustiche. Cambiamenti graduali in un dato periodo di tempo creeranno un senso di continuità, mentre la discontinuità favorisce la segmentazione in unità musicali. Quindi i segmenti musicali si basano su similarità in registro, tessitura, e orchestrazione, e cambiamenti in uno o più di questi parametri sono segnali di raggruppamento a vari livelli di gerarchia musicale, dipendenti dal grado di cambiamento accumulato nella modifica dei parametri.[277]

La scommessa di un approccio compositivo che si basi su questi presupposti è quella di dare all'ascoltatore punti di riferimento naturalmente comprensibili, ed è a questi principi che si rifà Kaija Saariaho quando decide di evidenziare, nello svolgersi della sua musica, determinati gesti legati a specifiche armonie. La consonanza diviene allora familiarità percepita tra entità che si ripropongono sempre variate, sempre trasformate, ma comunque identificabili – memoria «del riconoscimento di un originale nelle sue

[276] McAdams 2019, 225.
[277] McAdams 2019, 226. Qui lo psicoacustico rimanda inoltre alla Teoria Generativa della Musica nella quale vengono proposte una serie di regole di preferenza per i raggruppamenti musicali che riflettono come gli ascoltatori strutturano a livello percettivo le sequenze musicali e di basano su due principi gestaltici: quello di prossimità temporale e quello di similarità qualitativa.

successive modifiche»[278] – e la dissonanza si trasforma in allontanamento da questa familiarità.

4.4 Analisi degli schizzi. *Solar* (1993)

4.4.1 La ricorrenza strutturale dell'accordo A

> *Solar* (1993) è fondato sull'idea di una struttura armonica permanente, che irradia un'immagine tutt'intorno e forza l'armonia a tornare continuamente su sé stessa, alla sua forma originaria, quasi come se obbedisse a leggi gravitazionali. Il brano prende il nome da questa idea.[279] (Saariaho 2013, 298)

Come ha evidenziato Makis Solomon (1997), come il riconoscimento di stimoli extra musicali nei brani di Kaija Saariaho sia uno dei tanti livelli di mediazione che consentono e caratterizzano la riconoscibilità di uno stile che converge ad un alto livello di comunicabilità. Lo studioso ci parla di una dialettica tra fondamento e superficie evidente e direzionata verso la costruzione di un linguaggio dotato d'una sintassi d'ordine superiore. In *Solar*, questa dialettica si esplicita anche nella scelta del titolo: la compositrice c'introduce nel suo mondo sonoro, un mondo che – adesso – gira attorno al suo sole, alla sua armonia permanente. Un "armonia-solare" costruita grazie nuovi strumenti digitali ma non per questo meccanica, fredda; un'armonia che, come vedremo, vive delle sue trasformazioni e genera altro da sé.

Nel paragrafo 4.2 è stato anticipato che alcuni suoni realizzati con MOSAIC, costruiti utilizzando i dati modali relativi a suoni di percussioni metalliche e di tromba, vengono inseriti in qualità di sample nei pianoforti digitali che fanno parte dell'ensemble.

[278] Saariaho, McAdams 1985, 59-60.
[279] «Solar est fondé sur l'idée d'une structure harmonique permanente, qui diffuse tout autour d'elle son image et renvoie continuellement l'harmonie à sa forme initiale, comme si elle obéissait aux lois de la gravitation. Le titre de la pièce illustre cette idée.»

Inoltre, tutta la struttura armonica permanente utilizzata per *Solar* (1993) viene realizzata con MOSAIC impiegando gli stessi dati modali.

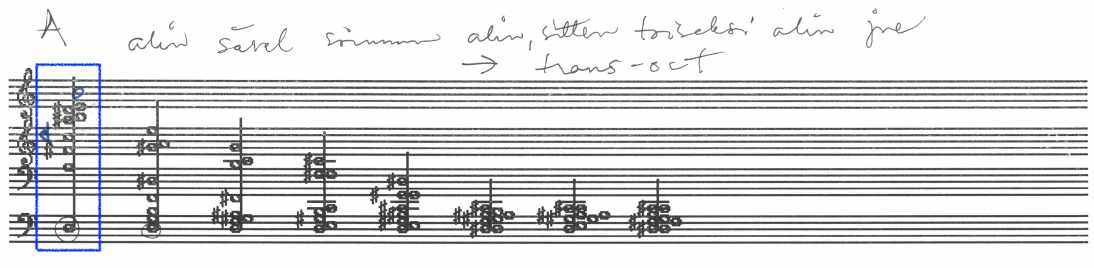


Fig. 70.
Frammento di pentagramma ottenibile con OpenMusic: Armonia principale A (modificata a mano dalla compositrice) con distorsione progressiva ottenuta tramite Esquisse.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho

Nella Figura 70, un foglio contenente un frammento di pentagramma ottenibile connettendo MOSAIC ad OpenMusic, conservato nel faldone [1/1] contenente gli schizzi per *Solar*, mostra la trasformazione di una struttura armonica. Al primo accordo della serie la compositrice ha applicato una distorsione progressiva utilizzando la funzione **transpoct** di Esquisse. La funzione **transpoct** permette di trasporre tutte le altezze di un determinato accordo o di una lista di accordi per ottave; in questo caso è stata aggiunta la funzione opzionale **pivot** alla fondamentale dell'accordo principale in modo da direzionare tutte le altre altezze verso il registro della nota selezionata.[280] In un secondo momento, il primo accordo della serie viene modificato a mano dalla compositrice: il Do viene abbassato di ¼ di tono e viene aggiunto il Si. Tramite questa modifica Kaija Saariaho crea l'accordo A, il fulcro della struttura armonica permanente, costruita sulla serie armonica di Re.

Già da questo esempio si può intuire che l'immagine uditiva generata dall'accordo A sarà stabile e fluida allo stesso tempo: il suo riconoscimento come dispositivo strutturale è indipendente dalle trasformazioni che la caratterizzano nel suo riproporsi variata durante il brano. Considerata come immagine uditiva e quindi come metafora del timbro stesso, è possibile ipotizzare, basandosi sulle ricerche di Terhardt circa la consonanza, che la stabilità di A e delle sue proposte dipenda dalla disposizione delle

[280] PatchWork. *Esquisse. Instruction Manual*, 13.

sue altezze costitutive che alludono alla specifica disposizione delle parziali spettrali di un tono armonico complesso dal quale sono stati eliminati i raddoppi d'ottava. La tabella di Figura 71 offre una comparazione tra alcune delle proposte di A attraverso immagini spettrografiche. Si noti che la disposizione delle distanze intervallari rimane immutata ad ogni ritorno di A; ciò che muta è l'aumento o la diminuzione di energia spettrale che la compositrice accorda a ciascuna altezza costitutiva. La fluidità dell'immagine A deriva quindi da questa fluttuazione energetica interna, unitamente a variazioni ritmiche, di figura e gestuali – che interessano ciascuno strumento dell'ensemble –, e a modifiche globali emergenti dovute a cambiamenti di espressione e di tempo. In altre parole, Kaija Saariaho manipola la familiarità di ciascuna riproposta di A controllando le relazioni di dissimilarità[281] interne e di superficie.

[281] Siedenburg, Müllensiefen 2019, 108.

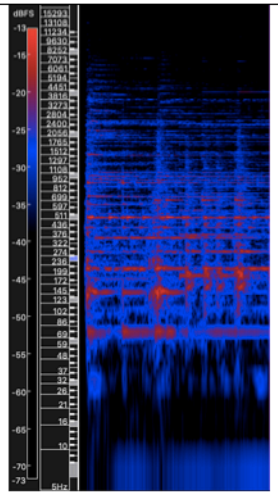
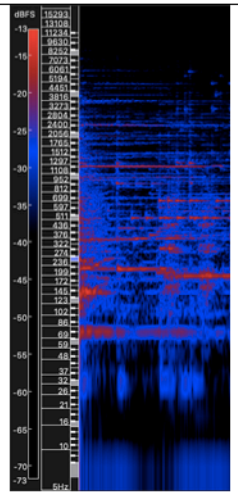
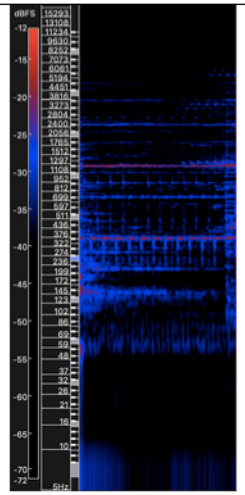
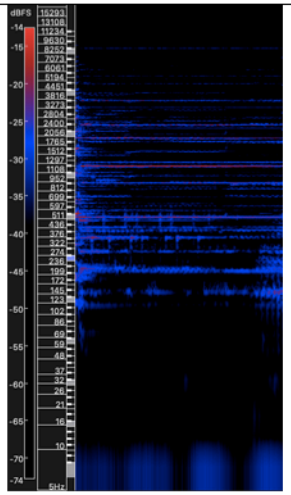
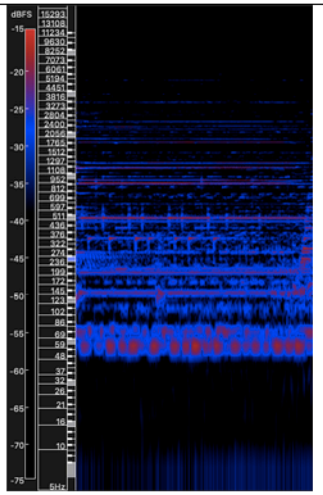
				
bb. 1-5 Energico, poco furioso ♩= 104	bb. 9-12 Intenso sempre energico ♩= 104	bb. 25-27 Più dolce, ma sempre energico ♩= 80	bb. 151-153 Espressivo, dolce ♩= 60	bb.176-178 Dolce, calmo ♩= 60

Fig. 71.
Tabella. Comparazione di alcune proposte dell'immagine uditiva A.
Sonic Visualizer. Melodic Range Spectrogram. Scale: dBV^2; Window: 8192, 87,5%, 1x.

Nel corso del brano saranno utilizzate anche distorsioni che si allontanano maggiormente dalla prima proposta dell'immagine uditiva A o che espandono la sua proposta temporale e registrica.

Nel faldone [1/1] è conservato un altro foglio simile a quello mostrato nella Figura 68 – che mostra una modifica dell'accordo di base operata applicando la funzione **all-inversions**[282] – e altri undici grandi fogli ciascuno risultante dall'unione di più fogli a stampa ottenuti con OpenMusic. Di questi, otto contengono moduli ritmico-melodici e due ulteriori distorsioni dell'accordo A. (Figura 72)

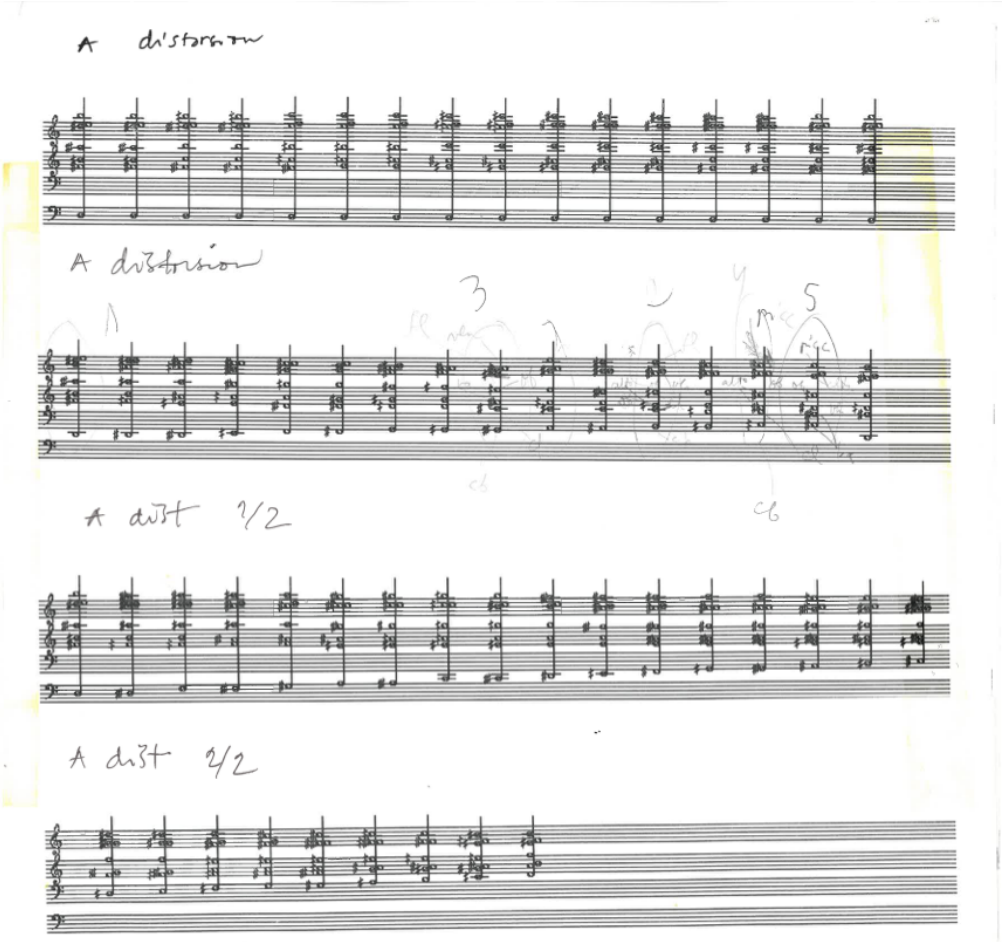


Fig. 72.
Uno dei due grandi fogli – risultanti dall'unione di più fogli a stampa – con distorsione accordo A.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho

[282] La funzione all-inversions genera una lista strutturata di tutte le possibili inversioni dell'accordo che si decide di inserire. Cfr. *PatchWork. Esquisse. Instruction Manual*, 14.

Nella Figura 72 si può visualizzare uno dei due grandi fogli risultanti dall'unione di più fogli a stampa con distorsione dell'accordo A.

Dall'alto in basso. Nel primo sistema, si ipotizza una distorsione estratta tramite la funzione **fdistor**[283] che simula una distorsione di frequenze progressiva con applicata la funzione opzionale **pivot** alla fondamentale mentre le altre altezze sono sottoposte ad un processo di allargamento (stretching) che preserva le relative distanze intervallari. Nel secondo sistema, viene probabilmente simulata una distorsione di frequenza progressiva estratta tramite la funzione **fdistor-proc**[284] che distorce progressivamente l'accordo in entrata ponendo fra questo e l'ultima distorsione desiderata vari accordi a loro volta distorti tramite espansione e contrazione. Nel terzo e nel quarto sistema, presumibilmente, una distorsione in funzione di potenza ottenuta tramite la funzione **l-distor/2**[285] che distorce – in maniera progressiva e simmetrica e preservando le relative distanze intervallari rispetto ad un ipotetico centro – le altezze costitutive l'accordo A.

Si noti, nel secondo sistema, che la compositrice evidenzia alcuni accordi cerchiandoli, ponendo loro un'indicazione numerica e annotando il nome di alcuni strumenti dell'ensemble evidenziando scelte d'orchestrazione.[286] Questo procedimento ci consente di ipotizzare un collegamento fra il contenuto del foglio appena descritto e quello relativo ad un altro documento conservato nello stesso faldone, un bifoglio pentagrammato con annotazioni a mano su entrambi i lati.

[283] *PatchWork. Esquisse. Instruction Manual*, 26.
[284] *Ibidem*, 27.
[285] *Ibidem*, 31.
[286] Un procedimento molto simile si era già riscontrato negli schizzi per *Verblendungen*. Nello specifico si confronti la Fig. 40 par. 2.3.3.
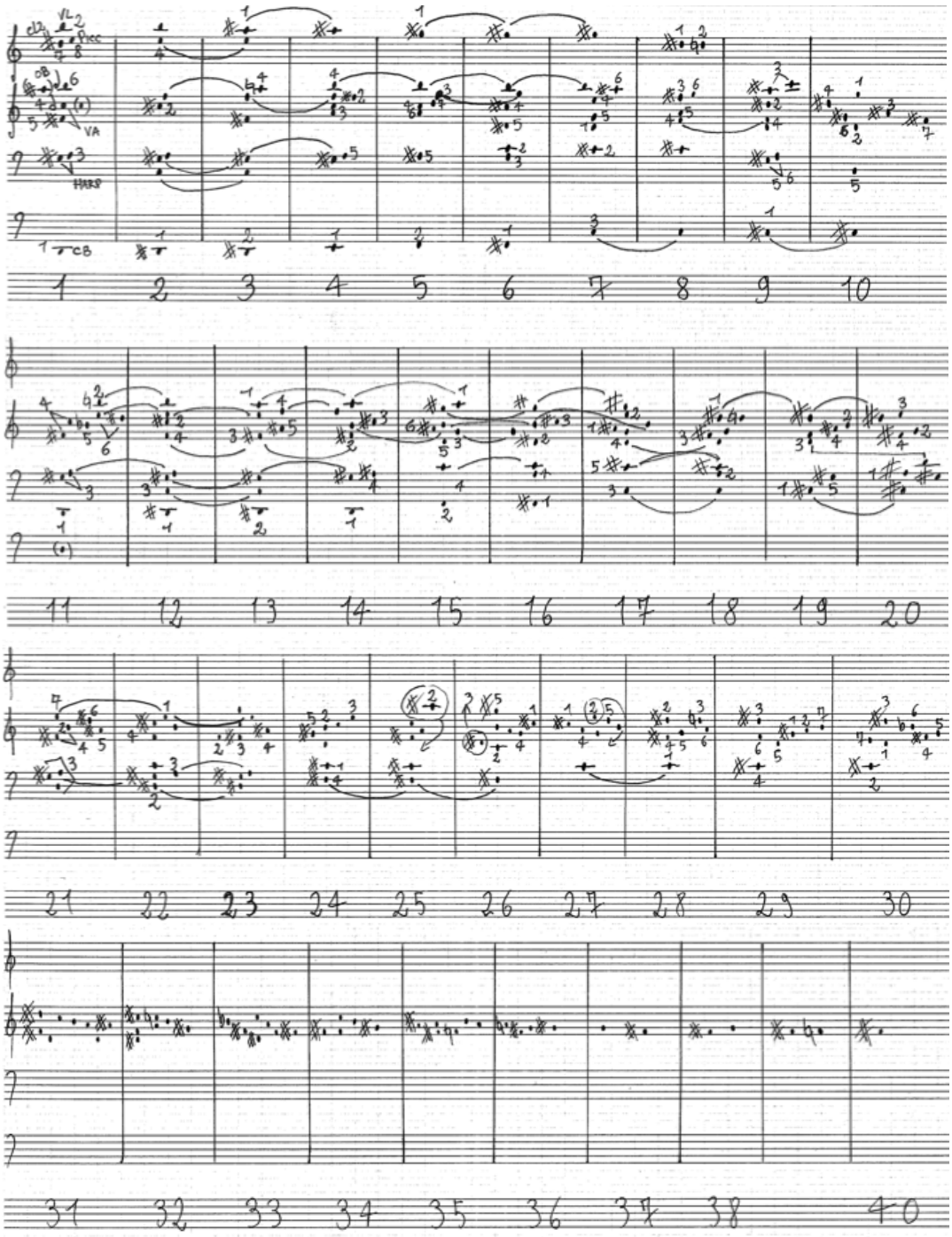


Fig. 73.
Solar (1993). Trascrizione fronte *bifoglio 8Sl*.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho.

Nella Figura 73 è mostrata la trascrizione del fronte del *bifoglio 8Sl*[287]. L'originale contiene organizzati in un sistema a quattro pentagrammi, riprodotti anche nella trascrizione, gli appunti per un'ampia sezione, in partitura da bb. 254 a 304. Si osservi l'ampio processo di distorsione progressiva e simmetrica dell'accordo A (b. 1 nello schizzo, numerata) verso il $Fa_{\#4}$ (b. 40 nello schizzo, numerata). Il processo messo in atto nel *bifoglio 8Sl* simula su larga scala, quello visibile nel terzo e nel quarto sistema di Figura 72. Il macro processo di distorsione viene variato grazie all'interazione con alcune caratteristiche visibili nel secondo sistema (Figura 72.). I numeri visibili su ciascun accordo di *bifoglio 8Sl* indicano, infatti, gli strumenti che dovranno suonare ciascuna specifica altezza degli accordi in successione. In questo modo Kaija Saariaho ripropone, tramite quello che potremmo definire un processo "espansione-contrazione verticale di timbri" gestito tramite scelte di orchestrazione, i movimenti verticali di espansione e contrazione degli accordi del secondo sistema. Si propone un'immagine spettrografica dell'espansione di A. (Figura 74)

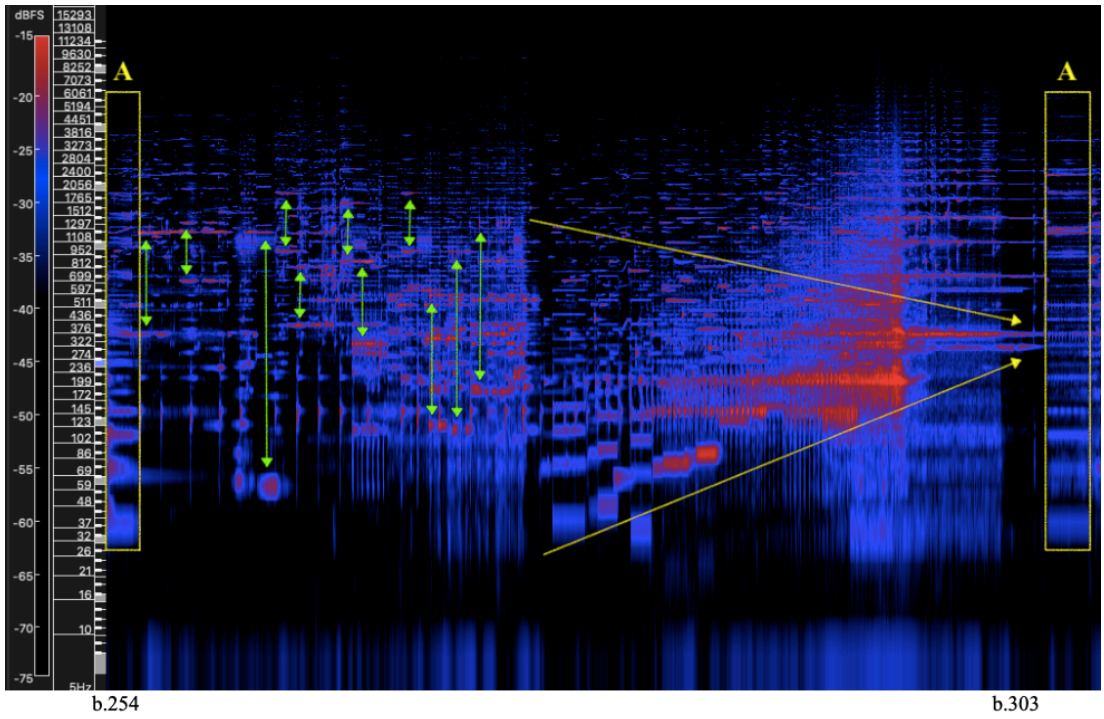


Fig. 74.
Sonic Visualizer. Melodic Range Spectrogram. Scale: dBV^2; Window: 8192, 87,5%, 1x.
Distorsione dell'immagine uditiva A da b.254 a b. 303, con ritorno di A.

[287] La denominazione arbitraria identifica la posizione del bifoglio all'interno del faldone [1/1].

Nell’immagine spettrografica, le frecce verdi indicano i processi di espansione-contrazione verticale di timbri, quelle gialle il convergere dell’immagine uditiva verso il suo centro, il Fa#4.

Il brano si sviluppa quindi tramite la ricorrenza variata ma pur sempre strutturale dell'armonia principale, come ha mostrato lo studioso Hutchinson elaborando un grafico (Figura 75) che mostra la ricorrenza dell’accordo di base. L’entità armonico-timbrica A, anche se soggetta a variazione e/o a distorsione graduale nel corso del tempo, conserva la sua peculiare realtà uditiva.

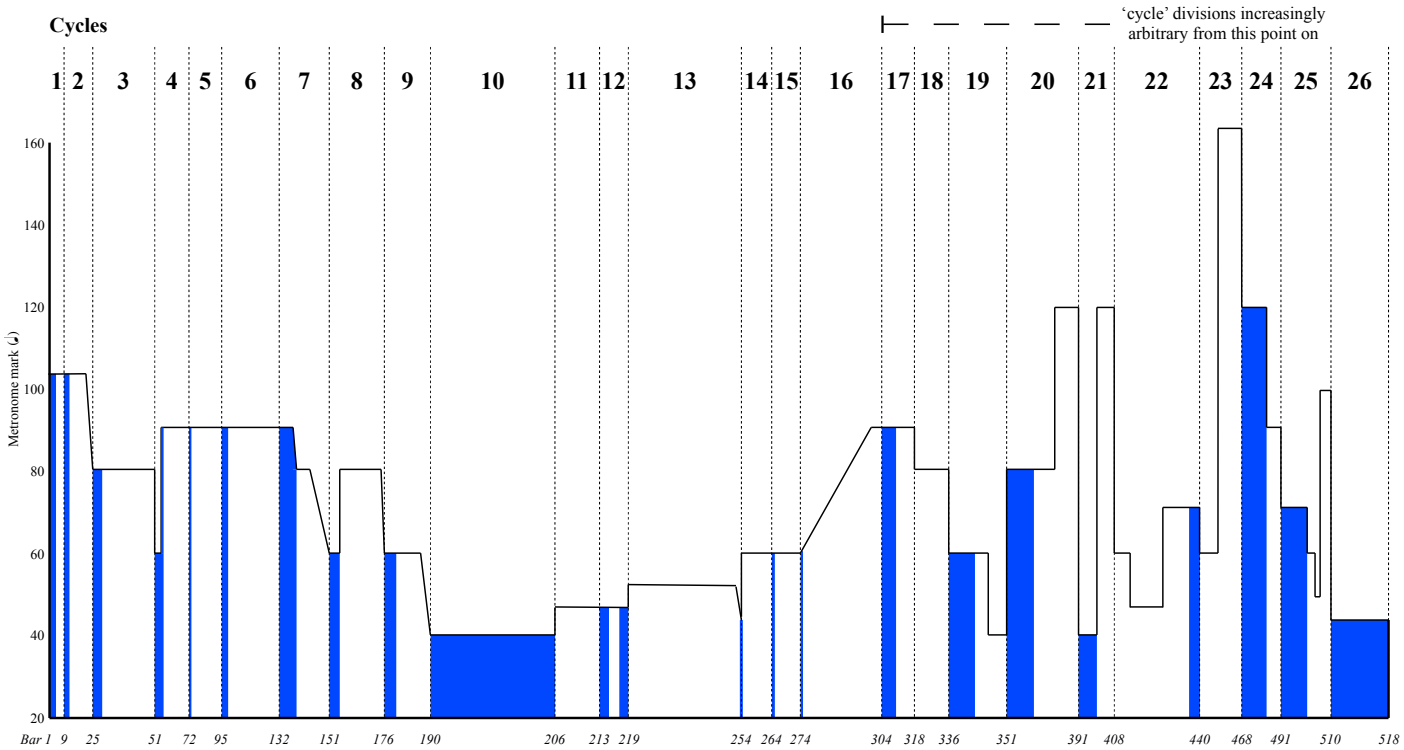


Fig. 75.
Solar (1993). Tabella con ricorrenza accordo di base (in blu) e cicli di progressione. (Hutchinson 2012, 130)

Hutchinson identifica inoltre una prima progressione armonica (Figura 76) e, in base a questa, inserisce nella tabella cicli di allontanamento e di ritorno all'accordo di base, chiarendo che ogni ciclo «differisce in qualche misura nelle proporzioni ritmiche, nella relativa consonanza o nella chiarezza timbrica e nell'enfasi armonica; in effetti, i cicli fluttuano nella durata per tutto il tempo.»[288]

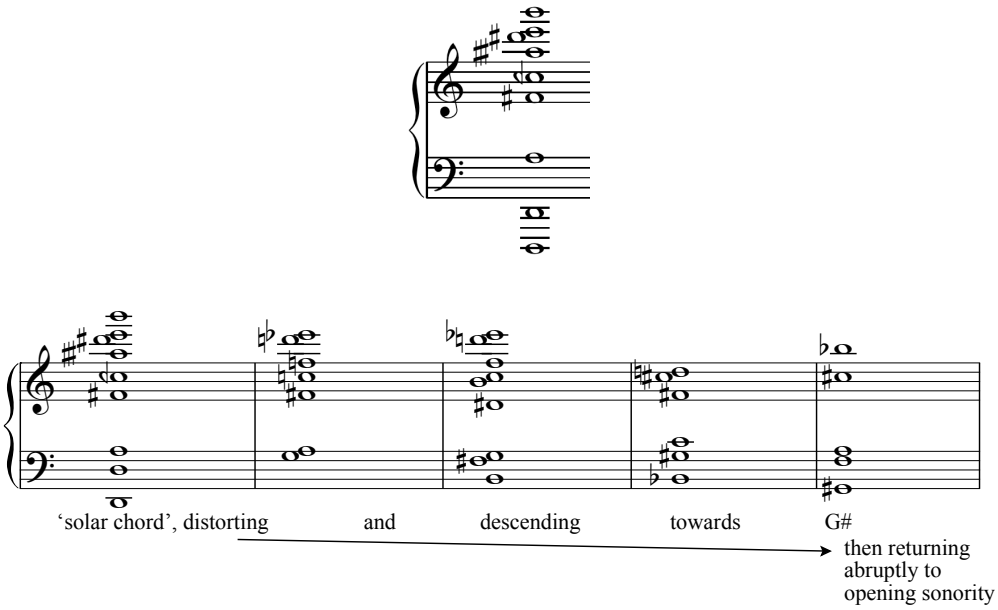


Fig. 76.
Solar (1993). Accordo di base; prima progressione armonica. (Hutchinson 2012, 128)

Il brano procede, quindi, come una serie di movimenti che si allontanano da questo accordo e tornano nuovamente ad esso – cicli armonici, in altre parole. Un singolo accordo diventa quindi sia il generatore di cambiamento, sia il punto stabile attorno al quale circolano altri eventi e verso il quale questi continuamente ritornano.

Sembrerebbe, quindi, che non vi sia poi tanta differenza fra i processi armonici messi in atto in *Amers* (1992) e quelli appena esposti. In realtà l'accordo A non è l'unico elemento strutturale: lo studio degli schizzi e una conversazione personale con la compositrice mi hanno permesso di osservare la costruzione di una limitata serie di

[288] Hutchinson 2012, 128-129.

accordi le cui funzioni definiscono armonicamente quel principio di polarità già espresso nei brani precedenti e nelle opere teoriche di Kaia Saariaho.

4.4.2 Una ridotta serie di accordi

> Questa armonia 'solare' viene quindi contrastata da un principio armonico molto diverso, più basato sulle polarità. Un altro aspetto importante di Solar: il suo materiale musicale è volontariamente limitato.[289] (Saariaho 2013, 298)

Nel faldone [1/1], oltre al *bifoglio 8Sl* sono conservati altri tre ampi bifogli con annotazioni della compositrice. Nella Figura 77 è possibile osservare un particolare annotato sul *bifoglio 4Sl*[290]: la costruzione di un limitato numero di accordi tramite processi di sviluppo e trasformazione da un'entità armonica all'altra.
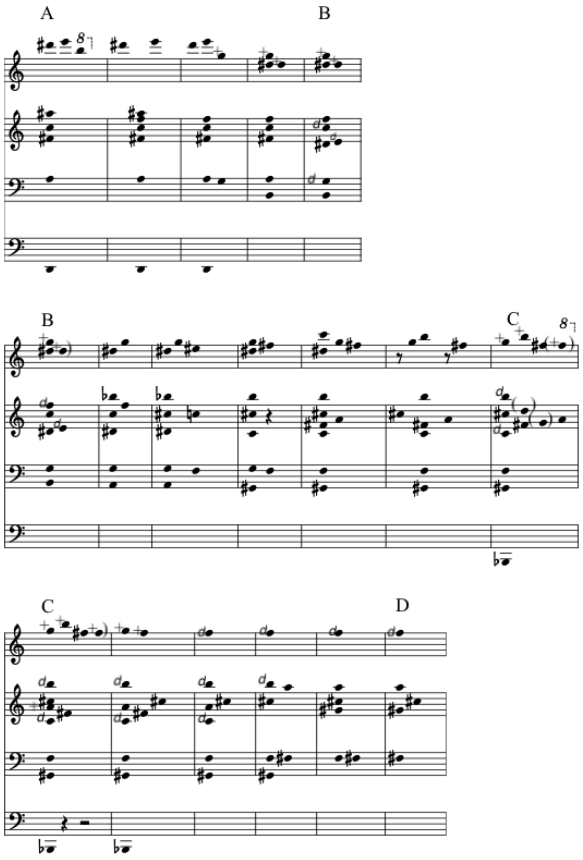


Fig. 77.
Solar (1993). Trascrizione parziale del *bifoglio 4Sl*.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho.

[289] «Cette harmonie solaire est ensuite opposée à un principe harmonique très différent, davantage basé sur les polarités. Autre aspect important di Solar: sa matière musicale est volontairement limitée.»
[290] La denominazione arbitraria identifica la posizione del bifoglio all'interno del faldone [1/1].

Nella Figura sono mostrati solo alcuni dei processi di dispiegamento e costruzione degli accordi, nello specifico B, C, D; la serie continua includendo anche E, come visibile nello stesso *bifoglio 4Sl* sul fronte 1.

Il processo di costruzione delle entità (da A a B, da B a C, da C a D) avviene per ognuna pressappoco nella stessa maniera, con un atteggiamento compositivo che sembra mimare alcune caratteristiche di espansione-contrazione intervallare, e di conseguenza di distorsione progressiva degli aggregati, proprie delle funzionalità di *Esquisse*. Si noti, ad esempio che, in A viene messo in atto un movimento di contrazione globale che interessa in particolar modo le estremità dell'entità sonora nel suo svolgersi verso B; nel registro medio si noti la preponderanza di note tenute che vengono spostate solo verso la fine della progressione. In questo modo, Kaija Saariaho si assicura un'omogeneità processuale che permetterà alle entità di essere percepite non come chiuse in sé stesse, ma in divenire. Le entità costruite sono esse stesse processo contemporaneamente verticale e orizzontale. Tramite compressione (da A a B; da C a D) e allargamento (da B a C), Kaija Saariaho definisce un «vocabolario di sonorità»[291], o meglio di entità sonore processuali. Poste nel divenire della forma, formeranno progressioni di immagini uditive. In *Solar* (1993) la tensione della forma, conseguita tramite "dissonanze progressive" che allontano dal traguardo armonico principale e che ad esso ritornano, si genera attraverso continui processi di sviluppo e trasformazione da un' entità all'altra e all'interno delle stesse immagini uditive: gli accordi B, C, D ed E allontanandosi e tornando ad A portano ad un chiarimento della sua funzione.

4.3.3 Come si sviluppa una gerarchia fluida?

Se la funzione di A, quindi, come abbiamo visto, è chiara e lampante; se, in altre parole, possiamo definire A inequivocabilmente come la variabile indipendente di un sistema polarizzato nel suo centro, risulta altrettanto chiara la concettualizzazione delle

[291] Parncutt, Strasburger 1994, 114-115.

entità costruite in quanto variabili dipendenti. Bisogna però sempre tenere in mente che il sistema al quale Kaija Saariaho fa riferimento è sì gerarchizzato ma è al contempo ambiguo. Si è ampiamente dimostrato che il concetto di stabilità-instabilità è insito nel centro del sistema stesso, nell'entità armonico-timbrica A. Si è inoltre detto, riportando le riflessioni della compositrice, che il riferimento al sistema armonico del modello tonale assume un ruolo intermedio tra il concreto e l'astratto, che il rimando ad una certa funzionalità dell'armonia dev'essere inteso come paradigmatico e non dogmatico, che Kaija Saariaho sta ricercando la fluidità nella gerarchia, che il suo desiderio di costruire una rete di relazioni funzionali non prescinde dalla volontà di mantenere l'ambiguità insita nei materiali. Quando il materiale è in sé stesso processo, quando l'accordo è entità coerente e trasformativa al tempo stesso e quando quest'entità genera un'immagine uditiva che è metafora del timbro, la sua funzione in riferimento ad un centro non potrà essere statica ma dovrà prevedere un cambio di gerarchia. Non s'intende quindi una sistematizzazione gerarchica che allude a funzioni di dominante come preparazione alla tonica e di sottodominante o pre-dominante che prepara alla dominante: il modello al quale la compositrice fa riferimento è quello della modulazione. Il concetto che attiene al modello di modulazione può essere inteso in una duplice accezione. Se si osserva il processo dal punto di vista della costruzione stessa della serie degli accordi, i quali, com'è visibile nella Figura 79, non procedono tutti da A ma si generano mediante una catena di derivazioni (lineari?), il concetto sembra chiarificarsi per come lo intende Schönberg:

> Ecco come nasce una modulazione. All'inizio v'è la fondamentale, a cui seguono accordi più prossimi, ovvero le sue conseguenze più dirette, cioè gli accordi che ne derivano, ma sono nel tempo stesso legati a lei da una precisa relazione, naturale e artificiale. Con la continuazione della frase vengono anche le conseguenze più distanti e il legame si fa più elastico; ma se dall'insieme deve risultare un'unità, bisogna infine che questo legame ritorni in senso stretto il che è possibile solo quando la continuazione si dà realmente come risultato dell'inizio. (Schönberg 1963, 202)

Ma può essere anche inteso come possibilità di reinterpretare determinati accordi e in questo modo creare differenti livelli di tensione, così come esposto da Kaija Saariaho

in qualità di riflessione intima nel 1985 ed esplicitato nel testo teorico del 1987[292]. In altre parole, le entità così formate si pongono ambiguamente come portatrici di un duplice significato funzionale: ciascuna di loro può avere la funzione di allontanamento e/o di ritorno all'armonia principale rispetto a determinate scelte compositive. A tal proposito, un'altra annotazione contenuta nel *bifoglio 4Sl*, visibile nella Figura 78, presenta la proposta lineare della progressione armonica che da A riporta ad A attraverso due proposte di B. Lo schizzo corrisponde in partitura alle battute da 132 a 153. In questo caso, quindi, la funzione di B è contemporaneamente quella di allontanamento e di ritorno da A.

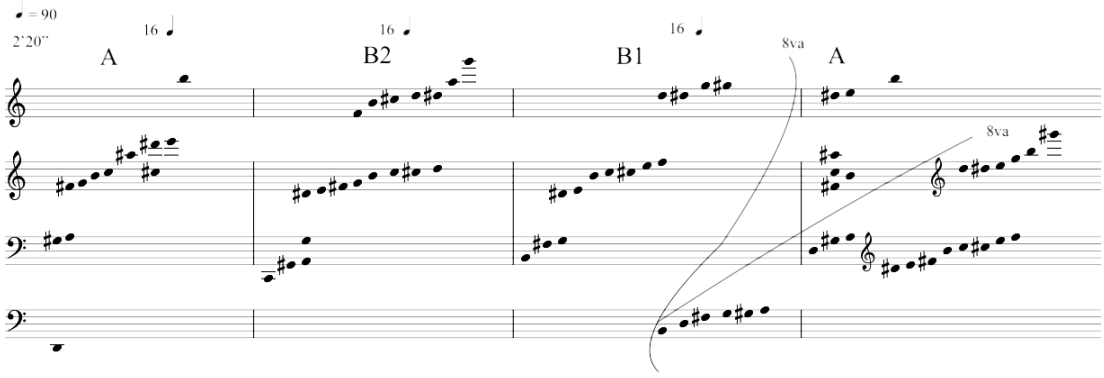


Fig. 78.
Solar (1993). Trascrizione parziale del *bifoglio 4Sl*.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho.

Nel processo precedente, anche questo riportato in qualità di annotazioni di successioni di armonie sul fronte di un altro ampio bifoglio pentagrammato, denominato *bifoglio 6Sl*[293], – si propone una trascrizione visibile nella Figura 79 – la funzione di B e di alcune sue modifiche sarà sempre quella di portare a C, quindi a aree armoniche più distanti da A. Nel *bifoglio 6Sl* si notano due progressioni complete, nel senso che ciascuna porta ad A, ed una incompleta che termina sull'accordo C3 e che proseguirà sul *bifoglio 4Sl* come mostrato nella Figura 80. In ciascuna delle due progressioni complete, l'accordo E assolve sempre alla funzione di ritorno ad A;

[292] Crf. 2.2.3
[293] La denominazione arbitraria identifica la posizione del bifoglio all'interno del faldone [1/1]

nell'ultima progressione questa funzione passa alla modifica 3 di C. In partitura, il processo è visibile da battuta 51 a 131.

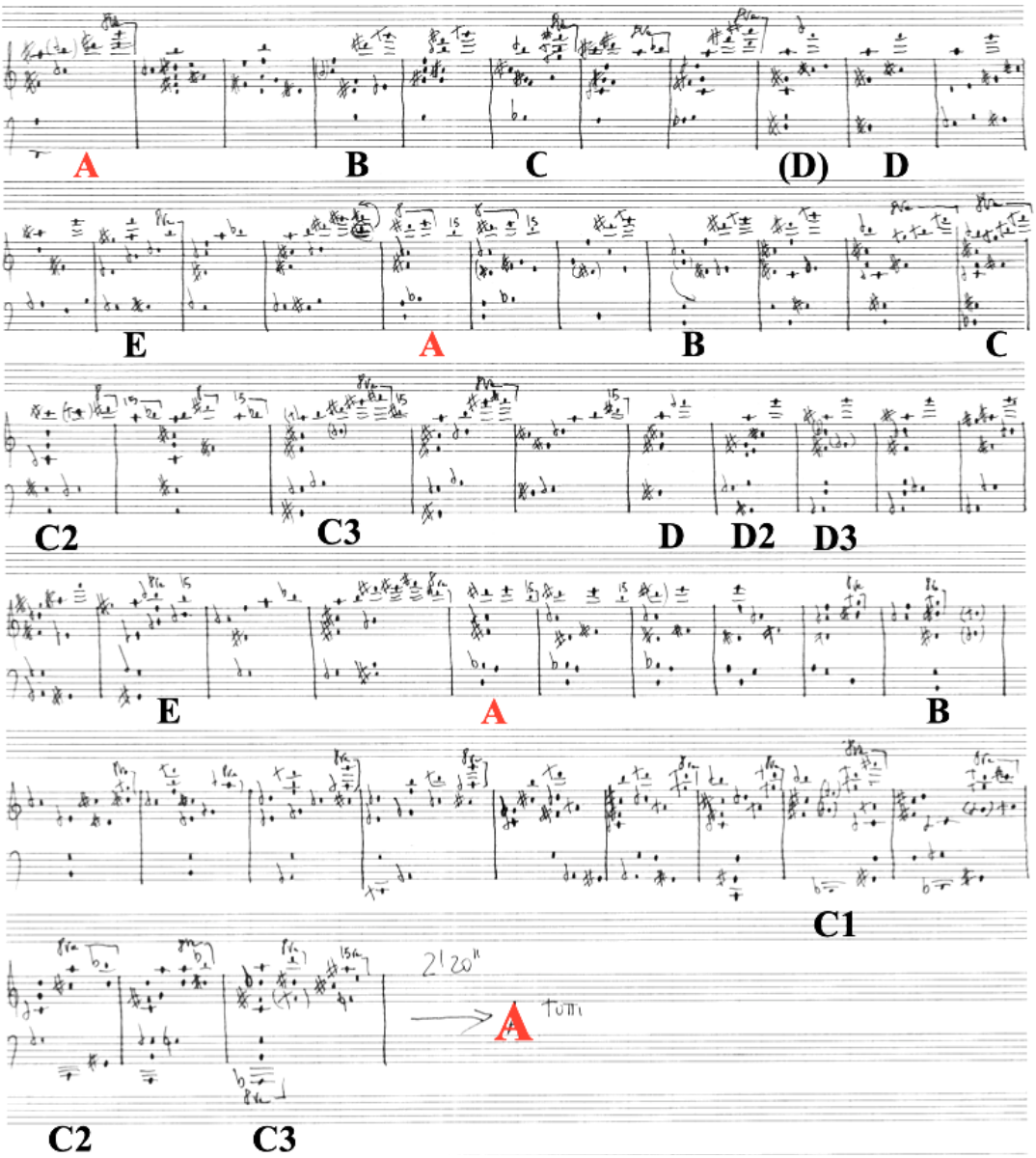


Fig. 79.
Solar (1993). Trascrizione parziale del *bifoglio 6Sl*.
Fondazione Paul Sacher, Collezione Kaija Saariaho.

Altre annotazioni che attengono a progressioni armoniche che si discostano dalla successione A → B → C → D → E → A sono visibili sul fronte di *bifoglio 4Sl* e sul retro di *bifoglio 8Sl*. Per quanto attiene a quelle contenute nel bifoglio *4Sl*, non sono riuscita ad identificare il luogo del suo posizionamento in partitura, ma sullo schizzo

sembra che, nello stendere la successione, Kaija Saariaho abbia avuto un ripensamento cambiando la successione da A → B → E → C → D a A → B → C → E → D, a comprova della fluidità relazionale e funzionale insita nella breve successione di accordi. Quando «le relazioni da oggetto a oggetto vengono stabilite nel contesto seguendo delle funzioni non [sempre] costanti»[294] si eludono quelle aspettative che possono formarsi nella mente dell'uditore rispetto a procedimenti conosciuti o conoscibili perché uditi in precedenza e, probabilmente, è anche per questo che in *Solar* (1993) la compositrice riesce a mantenere un'ambiguità percettiva pur nella strutturazione gerarchica. Sembra particolarmente interessante il fatto che, sul retro del *bifoglio 8Sl,* Kaija Saariaho riferisca rispetto alla progressione armonica solo annotando le lettere degli accordi. Queste vengono poste su annotazioni di elementi melodici e ritmici con relative scelte di orchestrazione, a comprova del fatto che i due aspetti incominciano ad avere sempre più rilievo nella musica di Kaija Saariaho e che gesti ricorrenti – perché in tutto il brano gli aspetti ritmici, melodici e gestuali sono riconoscibili e ritornano variati – costruiti su specifiche armonie pongono sempre più l'accento sul ruolo della memoria come elemento di strutturazione formale. Inoltre, «quando un periodo musicale incomincia a modulare, ciò è dovuto ad una serie di fenomeni non solo armonici, ma anche melodici e ritmici»[295] e i due aspetti diventano rilevanti proprio in coincidenza di un'evoluzione dei processi di strutturazione formale che si rifanno più concretamente ai principi del sistema di organizzazione tonale.

Perché, se sembra vero e plausibile che il processo di costruzione e derivazione delle entità strutturanti *Solar* (1993) simuli le funzionalità di Esquisse – cosa inoltre coerente con quanto emerso nei capitoli precedenti che hanno sempre voluto specificare come l'approccio di Kaija Saariaho agli ambienti di composizione assistita assuma il ruolo di vero e proprio approccio cognitivo «un processo sia maieutico che mimetico, nel senso che dà vita e apprende la complessità musicale a beneficio dell'artista»[296] – sembra altrettanto plausibile che il concetto di modulazione impiegato dalla Saariaho derivi dalla logica gerarchica del sistema tonale. Infondo, anche il sistema basato sull'asse suono-rumore si riferiva al modello d'organizzazione tonale pur filtrato da

[294] Boulez 2000, 129.
[295] Schöenberg, 201.
[296] Barrière 1989, 120.

studi di psicoacustica, cosa che sembra evidente anche nel nuovo sviluppo organizzativo formale della compositrice.

4.5 Conclusioni

Nel capitolo si è potuto appurare che a partire dal 1990 gli aspetti melodici e ritmici incominciano ad avere sempre più rilievo nella musica di Kaija Saariaho e gesti ricorrenti costruiti su specifiche armonie pongono sempre più l'accento sul ruolo della memoria come elemento di strutturazione formale. Costruire una forma musicale utilizzando strutture ricorrenti e facilmente memorizzabili significa strutturare una gerarchia che permetta all'uditore di cogliere rapidamente le strutture sonore, poiché come la compositrice stessa ha illustrato in più occasioni anche durante il recente seminario di composizione…. le «sequenze strutturate gerarchicamente sono più facili da memorizzare»[297]. La compositrice inizia in questo modo a spostare l'asse di strutturazione formale verso un altro tipo di differenza percepita, dalla consonanza-dissonanza intesa come dicotomia suono-rumore si passa ad un altro tipo di assioma di stabilità: quello di una consonanza come familiarità, memoria di un evento facilmente memorizzabile perché dotato di caratteristiche coerenti, e di dissonanza come allontanamento da questa familiarità. Sono stati messi in luce, grazie all'esposizione dell'analisi di Lorieux (2004), tre tipi di dissonanza generata tramite 1. modelli di derivazione; 2. disarmonizzazione degli spettri per distorsione; 3. allontanamento armonico dal centro focale. I modelli di dissonanza vengono utilizzati anche in *Solar* (1993), dove i nuovi principi di polarità vengono utilizzati in maniera più sistematica. Basandosi sulle ricerche di Terhardt circa la consonanza, si è potuto ipotizzare che la stabilità dell'aggregato A e delle sue proposte possa dipendere dalla disposizione delle sue altezze costitutive che alludono alla specifica disposizione delle parziali spettrali di un tono armonico complesso dal quale sono stati eliminati i raddoppi d'ottava. Lo studio degli schizzi ha permesso di appurare la costruzione di un limitato numero di accordi tramite derivazione da un'entità armonica all'altra. Abbiamo quindi potuto definire A come la variabile indipendente di un sistema

[297] Siedenburg, Müllensiefen 2019, 113.

polarizzato nel suo centro e B C D E come variabili dipendenti. Abbiamo inoltre messo in luce la fluidità del sistema gerarchico organizzato da Kaija Saariaho poiché il posizionamento delle entità nella forma viene stabilito seguendo funzioni non costanti ed è possibile un cambio di gerarchia fra le entità. In questo modo la compositrice riesce a mantenere un'ambiguità percettiva pur nella strutturazione gerarchica.

Conclusioni

L'analisi dei vari elementi trattati nel corso di questo elaborato ci permette di associare il processo di strutturazione ed evoluzione del linguaggio musicale di Kaija Saariaho – tra gli anni '80 e '90 del secolo scorso – ad un sistema dinamico complesso. Le associazioni e le convergenze fra i modelli utilizzati (i vari modelli tecnologici, i modelli psicoacustici e quelli teorico-musicali) hanno permesso a Kaija Saariaho la creazione di due modelli oppositivi per gestire l'evoluzione formale, entrambi basati su presupposti psicoacustici e cognitivi che interagiscono con modelli propri del sistema di organizzazione tonale e con tecniche e poetiche care al modello spettrale. Bisogna infatti che s'intenda l'asse suono-rumore anche come un'estremizzazione del concetto di differenziale, di opposizione fra armonico-inarmonico messo in campo da Grisey. Allo stesso modo, il ricorso alle funzioni della memoria, dischiuso da Murail nella prima metà degli anni Settanta, diviene sistematico in Kaija Saariaho dagli anni Novanta in poi. Così come la poetica del continuum sonoro, della fluidità della forma che non viene abbandonata, ma che viene espansa e si evolve grazie all'inclusione del concetto di immagine uditiva. È la progressiva coerenza che la compositrice associa alle entità sonore, e di conseguenza alle immagini uditive che si generano da queste, che le permette una discretizzazione graduale delle entità stesse e una strutturazione più evidente della forma percepita e che allo stesso tempo le consente di non rinunciare al concetto di variazione e trasformazione.

In *Verblendungen* le trasformazioni armoniche continue imposte all'accordo di base non avevano permesso l'identificazione di nessuna variabile indipendente e di conseguenza si era inteso l'accordo di base e gli accordi a lui familiari come archetipi di una strutturazione sintattica armonico-timbrica funzionale. È stato comunque possibile stabilire, grazie allo studio degli schizzi che l'elaborazione specifica dell'integrazione funzionale tra timbro e armonia si verificava nell'interazione tra gli strati testurali gestiti attraverso scelte di orchestrazione. Si può quindi identificare tutta la macroforma di *Verblendungen* come un'unica grande immagine uditiva caratterizzata da vari gradi di coerenza superficiale e interna percepibili come livelli

variabili di stabilità-instabilità: un'unica variabile dipendente dalle sue trasformazioni interne ed esterne.

In *Lichtbogen* si è invece appurata la caratterizzazione interna ed esterna delle immagini uditive. Quella interna compiuta grazie al software IANA e, nel caso specifico delle immagini uditive inarmoniche, ampliata grazie all'utilizzo dell'elettronica che ha permesso l'omogenizzazione delle altezze. Quella esterna ottenuta associando l'armonia estratta dal gesto. Di conseguenza ciascuna di loro è stata intesa come variabile dipendente rispetto al contesto di posizionamento mentre i poli oppositivi sono stati identificati come due variabili concettuali/psicoacustiche indipendenti.

In *Solar* il processo di caratterizzazione interna si fa ancora più evidente, soprattutto nell'accordo A rispetto alla disposizione della sua struttura intervallare sebbene in ciascuna sua proposta di verifichi una variazione emergente ottenuta controllando le relazioni di dissimilarità interne e di superficie. Si è definita quindi l'immagine uditiva A come variabile indipendente e B C D E come variabili dipendenti.

Possiamo quindi affermare che tutte le forze armonico-timbriche messe in campo nella strutturazione dei tre brani in esame, hanno concorso, nell'arco di dieci anni, a quella che abbiamo definito una ristrutturazione spettrale di armonie funzionali. Questa ristrutturazione coaudiuva, a mio avviso, quello che Makis Solomon ha definito l'alto livello di comunicabilità raggiunto dal linguaggio della compositrice e che ne caratterizza la riconoscibilità. Certamente, l'aspetto indagato in questo lavoro, che si è concentrato in modo particolare sulla superficie della scrittura espressa mediante il linguaggio armonico, la testura e l'orchestrazione, non è che una parte di un universo molto più complesso che contraddistingue la poetica di Kaija Saariaho, permeato da molteplici stimoli extramusicali, spesso di natura visiva e letteraria. Tutti questi aspetti, saldamente integrati nella poetica compositiva della Saariaho, sono riscontrabili in quasi tutti i suoi lavori, quelli degli esordi, quelli prettamente multimediali ma anche in quelli che traggono ispirazione dalla filmografia di Ingmar Bergman e Andrei Tarkovsky o, ancora, quelli che mettono in musica le poesie di Saint-John Perse e in quelli nei quali l'esperienza visiva si riflette nella scelta dei titoli. Un sistema complesso, dunque, quello di Kaija Saariaho nel quale ogni stimolo viene integrato e trasceso e dà vita ad una realtà musicale mossa da regole fluide.

Bibliografia

Assayag Gérard, Castellengo Michèle, Malherbe Claudy, (1985). *Nouvelles tecniques instrumentales. Composition et formalisation*, «Rapport de recherché» n. 38, IRCAM, Paris, 1-35.

Assayag Gérard, Castellengo Michèle, Malherbe Claudy, (1985). *Functional Integration of complex Instrumental Sounds in Musical Writing*, Proceedings of 1985 International Computer Music Conference, Vancouver, Berkeley: Computer Music Association, 185-192.

Azzaroni, Loris (1991). *La teoria funzionale dell'armonia*, Clueb, Bologna.

Anderson Julian, Saariaho Kaija (1992). *Seductive Solitary. Julian Anderson Introduces the Work of Kaija Saariaho,* «The Musical Times», vol. 133, no. 1798, 616–619.

Anderson Julian, Murail Tristan, (1993). *In Harmony*, «The Musical Times», Vol. 134, No. 1804, 321-323

Assayag Gérard, Camilo Rueda et al. (1999). *Computer-Assisted Composition at IRCAM: From PatchWork to OpenMusic*, «Computer Music Journal», vol. 23, no. 3, 59–72.

Anderson, Julian (2000). *A provisional history of spectral music*, «Contemporary Music Review», 19(2), 7-22.

Arbo, Alessandro, (2003). *Il corpo elettrico. Viaggio nel suono di Fausto Romitelli*, il teatro, Monfalcone.

Acustica musicale e architettonica (2005). A cura di Cingolani Sergio, Spagnolo Renato, UTET libreria, Torino.

Alla, Tierry (2008). *Tristan Murail, La Couleur Sonore*, ed. Michel de Maule, Paris.

Argenti Fabrizio, Nesi Paolo, Pantaleo Gianni (2011). *Automatic Transcription of Polyphonic Music Based on the Constant-Q Bispectral Analysis*, «IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing» vol. 19, no. 6,1610-1630.

Agostini Andrea, Daubresse Eric, Ghisi Daniele (2014). *cage: a high-level library for real-time computer-aided composition,* «Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)», Athens, 308-313.

Allen, John Clay (2015). *An analysis of Du cristal..à la fumée by Kaija Saariaho and Axiom Unearthed, original composition*, Ph.D Thesis, University of North Texas.

Anderson, Dean (2015). *The conductor's role in Electro-acoustic Orchestral Music: Performance Pratice Problems in Kaija Saariaho's Verblendungen*, Ph.D Thesis, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, Los Angeles.

Boulez, Pierre (1987). *Timbre and composition – timbre and language*, «Contemporary Music Review», vol. 2, 161-17.

Barrière, Jean-Baptiste, (1987). *Musical Production at IRCAM in 1986-1987. A studio report*, «Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)», 57-64.

Barrière, Jean-Baptiste, (1989). *Computer Music as cognitive approach: Simulation, timbre and formal processes*, «Contemporary Music Review», Vol. 4, No. 1, 117-130.

Bregman, Albert S., (1994). *Auditory Scene Analysis : The Perceptual Organization of Sound*, MIT Press.
Buehrer, Ted (1997). *Prolongational Structure in Bartók's Pitch-Centric Music: A Preliminary Study*, «Indiana Theory Review», Vol. 18, No. 2, 1-14.

Baillet, Jerome (2000). *Gérard Grisey. Fondements d'une écriture*, L'Harmattan, Paris.

Besharse, Kari E (2001) *The role of texture in French Spectral Music*, Ph.D M.Mus., University of Texas, Austin.

Bergomi, Mattia Giuseppe (2015). *Dynamical and Topological Tools for (Modern) Music Analysis*. Computer Science [cs]. Università degli Studi di Milano; Université Pierre et Marie Curie.

Barrière, Jean-Baptiste (2016). *When music unfolds into image: conceiving visual concerts for Kaija Saariaho's works*, *The Oxford Handbook of Sound and Image in Western Art*, Oxford University Press, New York, 83-106.

Chowing, John (1973). *The Synthesis of Complex Audio Spectra by Means of Frequency Modulation*, «Journal of the Audio Engineering Society», Vol. 21, No.7, 1-10.

Chion, Michel, (1983). *Guide des objets sonores. Pierre Schaeffer et la recherche musicale.,* édition Buchet/chastel, Paris.

Chowning John, Bristow David (1986). *FM Theory & Applications: By Musicians for Musicians*, Yamaha Music Foundation, Tokyo.

Cipriani Alessandro, Giri Maurizio (2013), *Musica elettronica e sound design. Teoria e pratica con Max e MSP*, ConTempoNet s.a.s., Roma.

Dufourt, Hugues (1989). *Music and cognitive psychology: Form-bearing elements*, «Contemporary Music Review», Vol. 4, No. 1, 231-236.

Dufourt, Hugues (1997), *Musica, potere, scrittura*, Universal Music Publischng Ricordi S.r.l., LIM, Milano.

Daubresse Eric, Assayag Gérard, Fineberg Joshua, (2000). *Technology and creation – The creative evolution*, «Contemporary Music Review», Vol. 19,No. 2, 61-80.

Dufourt, Hugues (2014). La musique spectrale. Une révolution épistémologique, éd. Delatour, Paris.

Eckel Gerhard, Iovino Francisco, Caussé René, (1995). *Sound synthesis by physical modelling with Modalys*, «Proceedings of International Symposium on Musical Acoustics», IRCAM, Paris, 479-482.

Grey, J.M. (1977), *Multidimensional Perceptual scaling of musical timbres*, «Journal of Acoustical Society of America», 615, 1270-77.

Frova, Andrea (1999). *Fisica nella musica*, Zanichelli, Bologna.

Ferneyhough, Brian (1993), *Il Tempo della Figura*, «Prespectives of New Music», Vol. 13, No. 1, 10-19.

Fineberg, Joshua (2000). *Guide to the basic concepts and techniques of spectral music*, «Contemporary Music Review», Vol. 19, No. 2, 81-113.

Féron, François-Xavier, (2010). *Sur les traces de la musique spectrale: Analyse génétique des modèles compositionnels dans "Périodes" (1974) de Gérard Grisey*, «Revue de Musicologie», T.96, No. 2, 411-443.

Féron, François-Xavier, (2011).*The Emergence of Spectra in Gérard Grisey's Compositional Process: From Dérives (1973– 74) to Les espaces acoustiques (1974–85)*, «Contemporary Music Review», Vol. 30, No. 5, 343– 375.

Féron, François-Xavier, (2012). *Gérard Grisey: première section de Partiels (1975)*, Genesis [En ligne], 31 | 2010, 77-97.

Guettler, Knut (1994). *Wave analysis of a string bowed to anomalous low frequencies*, «CAS Journal», Vol. 2, No. 6(II), 8-13.

Grisey, Gérard (2000a), *Per una genesi del suono*, in *Gérard Grisey*, «I quaderni della Civica Scuola di Musica di Milano», anno 15, No. 27, (ed. orig. in *Gérard Grisey. Écrits ou l'invention de la musique spectrale*, (2008). établie par Lelong, Guy, Éditions MF, Paris, 90-120).

Grisey, Gérard (2000b), *La musica il divenire dei suoni*, in *Gérard Grisey*, «I quaderni della Civica Scuola di Musica di Milano», anno 15, No. 27, (ed. orig. in *Gérard Grisey. Écrits ou l'invention de la musique spectrale*, (2008). établie par Lelong, Guy, Éditions MF, Paris, 90-120).

Grisey, Gérard (2000c), *Tempus ex Machina*, in *Gérard Grisey*, «I quaderni della Civica Scuola di Musica di Milano», anno 15, No. 27, (ed. orig. in *Gérard Grisey. Écrits ou l'invention de la musique spectrale*, (2008). établie par Lelong, Guy, Éditions MF, Paris, 90-120).

Grisey, Gérard (2000d), *Strutturazione dei timbri nella musica strumentale*, in *Gérard Grisey*, «I quaderni della Civica Scuola di Musica di Milano», anno 15, No. 27, (ed. orig. in *Gérard Grisey. Écrits ou l'invention de la musique spectrale*, (2008). établie par Lelong, Guy, Éditions MF, Paris, 90-120).

Grabocz, Márta (2013), *Entre naturalisme sonore et synthèse en temps réel: images et formes expressives dans la musique contemporaine*, éditions des archives contemporaines, Paris.

Helmholtz Herman von, (1895). *On the sensation of tone,* trad. and ed. by Ellis, Alexander J., Longmans, Green and co., London.

Huron, David, (1991). *Tonal Consonance versus Tonal Fusion in Polyphonic Sonorities*, «Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 9, No. 2, 135-154.

Hanson, Roger J., Halgedahl, Frederick W., (1994). *Anomalous Low-Pitched Tones from a Bowed Violin String*, «CAS Journal», Vol. 2, No. 6(II), 1479-1480.

Hearing. Handbook of Perception and Cognition, (1995). 2nd Edition, ed. by Moore, Brian C. J., Academic Press Inc., San Diego, California.

Hanninen, Dora A. (2003), *A Theory of Recontextualization in Music: Analyzing Phenomenal Transformations of Repetition*,Music Theory Spectrum, Vol. 25, No. 1, 59-97.

Hurel, Philippe (2005). *Musique Spectrale -rainy days*, https://www.philharmonie.lu/en/programm/fesivals/catalogue

Hanssen A., Hindberg H., et all., (2006). *Analysis of Harmonic and subharmonic Effects in a Transversal Flute made from Heracleum Laciniatum*, University of Troms , Norway. 194-197.

Hasegawa, Robert (2009), *Gerard Grisey and the 'Nature' of Harmony*, «Music Analysis», Vol. 28, No. 2/3, 349-371.

Hirz Rosalie, Gilmore Bob, ed. (2009). Contemporary Composition Techniques and OpenMusic, Collection Musique/Sciences, Paris: Editions Delatour/IRCAM, 2009.

Hérold, Nathalie, (2010). *L'Analyse formelle du timbre: éléments pour une approche méthodologique. Recherche dans les arts: présentation des travaux en cours* - EHESS, Paris, France.

Howell Tim, Hardgreaves Joh, Rofe Michael, (2016). *Kaija Saariaho. Vision, Narratives, Dialogue*, Routledge, New York.

Holmes, Brian, (2018-2019). *Tecnomorfismo em Música: uma Visão Teórica e Prática*, Tese de doutorado, Universitade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Hufschmitt, Aline (2020), *La synthese par modeles phisiques*, Ph.D Thesis, Université de Paris Sorbonne.

Ingólfsson, Atli*, Analyse et texture chez Gérard Grisey*, «Analyse Musicale», 1er trimestre 2001/67.

Kirsch, Ernst (1928). *Natura e struttura della teoria delle funzioni armoniche. Contributo alla toeria delle relazioni armoniche*, La teoria funzionale dell'armonia. A cura di Azzaroni, Loris, Clueb, Bologna, (1991) 49-80 (or. *Wesen und Aufbau der Lehre von den harmonischen Funktionen. Ein beitrag zur Teorie der Relationen der musikalischen Harmonie,* Leipzing, Breitkopf & Härtel, 3-34.)

Krumhansl, Carol L, (1979). *The psychological representation of musical pitch in a tonal context*,«Cognitive Psychology» Vol. 11, 346-374.

Krumhansl, Carol L., (1990). *Cognitive foundations of musical pitch,* Oxford Psychology Series No. 17, Oxford University Press, New York.

Krimphoff Jochen, McAdams Stephen, Winsberg Suzanne, (1994). *Caractérisation du timbre des sons complexes.II. Analyses acoustiques et quantification psychophysique*, «Journal de Physique IV», colloque C5, supplément au Journal de Physique III, Vol. 4.

Koffka, Kurt, (1995). Principle of Gestalt Psychology, Kegan Paul, Trench, Trubner & Co., LTD, London.

Kimura, Mari, (1999). *How to Produce Subharmonics on the Violin*, «Journal of New Music Research», Vol. 28, No. 2, 178-184.

Krumhansl Carol L., Cuddy Lola L., (2010). *A theory of tonal hierarchies in music*, «Music Perception», Springer-Verlag New York.

Lachenmann Helmut, (1966). *Klangtypen der Neuen Musik* in *Musik als existentielle Erfahrung. Schriften 1966-1995*, Josef Hä usler (ed)., Breitkopf & Härtel, Wiesbaden, 1-20 (tr. it. *Modelli sonori della nuova musica*, in *Conversazioni e scritti*, a cura di Restagno Enzo, Ricordi, Milano 2010).

Lebaron Anne, Bouliane Denys, (1980 –1981). *Darmstadt 1980*, «Prespective of New music», Vol. 19, n.1/2, 420-441.

Lauterborn Werner, Cramer Eckehart, (1981). *Subharmonic Route to Chaos Observed in Acoustics,* «Physical Review Letters», Vol. 47, n.20, University of Göttingen, 20-16.

Lerdhal Fred, Jackendoff Ray., (1983/1984). *An Overview of Hierarchical Structure in Music*, «Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 1, No. 2, 229-252.

Lerdhal, Fred, (1989). *Atonal prolongational structure*, «Contemporary Music Review», Vol. 4, No. 1, 65-87.

Le timbre, métaphore pour la composition, (1991). Textes réunis et présentés par Barrière Jean-Baptiste, Christian Bourgois Éditeur - IRCAM, Paris 1991.

Lerdhal, Fred, (1996). *Calculating Tonal Tension*, «Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 13, No. 3, 319-363

Lerdhal, Fred, (1998). *Prolonging the Inevitable*, «Revue belge de musicology», Vol. 52, 305-309.

Lerdhal Fred, (2001). *Tonal Pitch Space*, Oxford University Press, New York.

Lorieux, Gregoire, (2004). *Une analyse d'"Amers" de Kaija Saariaho*, riv. Déméter, Lille, Novembre.

Lerdhal Fred, Krumhansl Carol L., (2007). *Modelling Tonal Tension*, «Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 24, No. 4, 329-366.

Lerdhal, Fred, (2009). *Genesis and Architecture of the GTTM Project*, «Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 26, No. 3, 187-194.

Lo studio di fonologia. Un diario musicale 1954-1983, (2009). A cura di Maria Maddalena Novati, Universal Music MGB Publications srl, Milano.

Mathews Max, Pierce John, (1980). *Harmony and nonharmonic Partials*, «Rapport Ircam»28/80, IRCAM, Paris.

Murail, Tristan, (2005). Spectra and Sprite, «Contemporary Music Review», Vol 24, No. 2-3, 137-147. (ed. orig. (1982) *Spectres et lutins*, Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik n°19,
Schott, 24-34.)

McAdams Stephen, (1984). *Spectral fusion, spectral parsing and the formation of auditory images*, Ph.D Thesis, Center for Computer Research in Music and Acoustic, Department of Music, Stanforford University, Stanford, California.

McAdams Stephen, (1984). *The auditory image: A Metaphor for musical and phychological research on auditory organization*, «Cognitive Processes in the Perception of Art», ed. Crozier, Chapman, Elsevier Science Publischers B.V. (North-Holland), 289-323.

Moore Braian C.J., Peters Robert W., Glasberg Brian R., (1985). *Thresholds for the detection of inharmonicity in complex tones,* «Journal of Acoustical Society of America», Vol.77, No. 5, 1861-1867.

McAdams Stephen, (1987). *Music: A science of the mind?*, «Contemporary Music Review», Vol 2, No. 1., 1-61.

Morrison, Joseph Derek, Adrien Jean-Marie (1993). *MOSAIC: a Framework for Modal Synthesis* «Computer Music Journal» vol. 17, no. 1, 45–56.

McAdams Stephen, et. all.,(1995). *Perceptual scaling of synthesized musical timbres*, «Psychological Research», Vol. 58, 177-192.

McAdams Stephen, (1996). *Audition, Cognitive Psychology of Music*, «The Mind-Brain Continuum», MIT Press, Cambridge, MA, 251-279.

Manuale di acustica applicata, a cura di Spagnolo Renato, UTET libreria, Torino, 2001.

Manning, Peter, (2004). *Electronic and computer music*, Oxford university press, New York.

Murail, Tristan, (2005). *After-thoughts*, «Contemporary Music Review», Vol. 24, No. 2-3, 269-272.

Murail, Tristan, (2005). *The Revolution of Complex Sounds*, in «Contemporary Music Review », Vol. 24, No. 2/3, 121-135. (ed. orig. *La révolution des sons complexes*, (1980) Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik n°18, Schott, 77-92.)

Murail, Tristan, (2005). *Target Practice*, «Contemporary Music Review », Vol. 24, No. 2/3, 149-171. (ed. Or. *Questions de cible (1989)* «*Entretemps*» *No. 8, Paris.*)

Moisala, Pikko (2009)*, Kaija Saariaho*, University of Illinois Press.

Michael Boerner, Matt Brounley, Felipe Ledesma-Núñez, Judy Lochhead, Anna Reguero, Hayley Roud & Laura Smith (2014) *A Theory of Musical Analysis: On Segmentation and Associative Organization*, «Musicology Australia», Vol. 36, No.1, 130-147.

Maestri, Eric, (2017). *A Typo-morphological Approach to Human–Machine Interaction Analysis in Music. Oraganised Sound*, Cambridge University Press Vol. 22, No. 3, 315-323. Cambridge University Press.

Nieminen, Risto, (1994). *Kaija Saariaho*, Le cahiers de l'IRCAM. Compositeurs d'aujourd'hui, Eds. Ircam/Centre Georges Pompidou, Paris.

Plomp R., Levelt W.J.M., (1965). *Tonal consonance and Critical Bandwidth*, «Journal of Acoustic Society of America», Vol. 38, No. 4, 548-560.

Plomp R,(1966). *Experiments on Tone Perception*, Institute for Perception RVO-TNO, National Defense Research Organization TNO Soesterberg – The Natherlands.

Parncutt, Richard, (1988). *Revision of Terhardt's Psychoacoustical Model of the Root(s) of a Musical Chord* ,«Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 6, No. 1, 65-93.

Parncutt Richard, Strasburger Hans, (1994). *Applying Psychoacoustics in Composition: "Harmonic" Progressions of "Nonharmonic" Sonorities*, «Prespectives of New Music», Vol. 32, No. 2, 88-129.
Pierce, John R., (1988). *La scienza del suono*, Zanichelli, Bologna.

Pressnitzer Daniel, McAdams Stephen, (2000). *Acoustics, psychoacoustics and spectral music*, «Contemporary Music Review», Vol. 19, No. 2, 33-59.

Pousset Damien, Fineberg J. & Hyacinthe R., (2000) *The works of Kaija Saariaho, Philippe Hurel and Marc-André Dalbavie—Stile concertato, stile concitato, stile rappresentativo*, «Contemporary Music Review», Vol. 19, No. 3, 67-110.

Pearce, Marcus T., (2008). *The perception of grouping Boundaries in Music*, Department of computing, Goldsmiths College, University of London, New Cross, 1-23.

Pustijanac, Ingrid (2013) *György Ligeti. Il maestro dello spazio immaginario*, LIM, Lucca 2013.

Pustijanac, Ingrid (2016). *La polifonia rivisitata: lo studio degli schizzi alla luce degli studi sul processo creativo in Ligeti, Lachenmann e Grisey*, «Philomusica on-line» 15, 155-186.

Pustijanac, Ingrid (2017) *Eine Reflexio über die formale Funktion der inharmonischen Spektren in Beziehung zur Zeit und Form in Les Espace Acoustiques,* «Musik Konzepte» 176/177, Sonderdruck Gérard Grisey, hrsg. von Ulrich Taday, edition text+kritik, München, 102-114.

Prickett, Amy Lynn, (2017). Kaija Saariaho's path to the Met: The Merger of Conventional and Unconventional Musical Devices in "L'amour de Loin", Ph.D Thesys, University of Alabama, Tuscaloosa.

Risset, Jean-Claude, (1978) *Hauteur et timbre des sons*, «Rapport Ircam» 11/78.

Righini, Pietro (1980), *Lessico di acustica e tecnica musicale. Terminologia e commento musicologico*, ed. Zanibon , Padova.

Rudnick, Joseph, (1983).Subharmonics and the transition to chaos. in Garrido L. (eds) «Dynamical System and Chaos. Lecture Notes in Physics», vol 179. Springer, Berlin, Heidelberg.

Rodet Xavier, Potard Yves, Barriére Jean-Baptiste, (1984). *The CHANT Project: From the Synthesis of the Singing Voice to Synthesis in General*, «Computer Music Journal», Vol. 8, No. 3, 15-31.

Rodet Xavier, Cointe Pierre, (1985). *FORMES -composition et ordonnancement de processus*, «Rapport Ircam» 36/85, Ircam – Centre Georges-Pompidou, Paris.

Righini, Pietro, (1994). *L'acustica per il musicista. Fondamenti fisici della musica*, G. Zanibon, Padova.

Rose, François, (1996). *Introduction to the Pitch Organization of French Spectral Music*, «Perspectives of New Music» Vol. 34, No.2, 6-39

Smalley, Denis, (1996). *Spettromorfologia. Una spiegazione delle forme del suono (I), (II)*, «Musica/Realtà» 50/52, luglio 1996, novembre 1996, 121-137 / 87-110.

Shepard, Roger N., (1982). *Geometrical Approximations to the Structure of Musical Pitch*, «Psycological review», Vol. 89, No.4, 305-333.

Saariaho, Kaija (1983). *Using the computer in search of new aspects of timbre organisation and composition*, «Proceedings International Computer Music Conference», 269-273.

Saariaho, Kaija (1984). *Une œuvre en chantier (Verblendungen),* Le passage de frontières. Écrits sur la musique. Éd. Par Roth Stéphane, MF, Paris, 48-54.

Saariaho, Kaija (1984). *Concevoir un réseau compositionnel avec l'ordinateur,* Le passage de frontières. Écrits sur la musique. Éd. Par Roth Stéphane, MF, Paris, 48-54.

Saariaho, Kaija (1985). *Qualités et fonction du timbre musical*, Le passage de frontières. Écrits sur la musique. Éd. Par Roth Stéphane, MF, Paris, 55-83.

Straus, Joseph N (1987). *The problem of Prolongation in Post-Tonal Music*, «Journal of Music Theory», Vol. 31, No. 1, 1-21.

Saariaho, Kaija (1987). *Timbre et Harmonie*, Le passage de frontières. Écrits sur la musique. Éd. Par Roth Stéphane, MF, Paris, 84-135.

Saariaho, Kaija (1993). *Synthèse, timbre, harmonie*, Le passage de frontières. Écrits sur la musique. Éd. Par Roth Stéphane, MF, Paris, 154-174.

Saariaho, Kaija (1995). *L'harmonie dans ma musique haujourd'hui*, Le passage de frontières. Écrits sur la musique. Éd. Par Roth Stéphane, MF, Paris, 176-182.

Stones, Alan (2000). *The Analysis of Mixed Electroacustic Music: Kaija Saariaho's Verblendungen. A case of study*. https://issuu.com/alancstones/docs/a.stones-the-analysis-of-electroaco_7b768cacfdc051

Straus, Joseph N (2000). *Introduction to Post-Tonal Theory*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New

Selvafiorita, Fabio (2004-2005). *Genesi della forma nella composizione musicale assistita dal computer: modelli teorici e prospettive poietiche nell'ambiente di programmazione OpenMusic*, Tesi di laurea in acustica musicale, Università degli studi di Bologna.

Schoonderwaldt, Erwin, (2009). *Mechanics and acoustic of violin bowing. Freedom, constraints and control in performance*, Ph.D Thesis, Stockholm, Sweden.

Storia dei concetti musicali/1,2,3. (2009). A cura di Gianmario Borio, Carocci, Roma.

Saariaho Kaija, Roth Stephan, (2013). *Le passage des frontière. Écrits sur la musique*, édition établie par Stéphan Roth, MF, Paris.

Solomos Makis, (2013). *De la musique au son. L'émergence du son dan la musique des XXe-XXIe siècles*, Presses universitaires de Rennes, Rennes Cedex 2013.

Siegel, Karen J., (2014).*Timbral Transformations in Kaija Saariaho's From the Grammar of Dreams*, Ph.D. Thesis,Graduate Center, City University of New York.

Terhardt, Ernst, (1974). *Pitch, consonance, and harmony*, «The Journal of the Acoustical Society of America» 55, 1061-1069.

Truax, Barry, (1977). *Organizational Techniques for C:M Ratios in Frequency Modulation*, «Computer Music Journal», Vol. 1, No. 4, 39-45.

Terhardt, Ernst, (1978) *Psychoacoustic evaluation of musical sounds*, «Perception & Psychophysics», Vol. 23 No. 6, 483-492.

Terhardt Ernst, Stoll Gerhard, Seewann Manfred, (1982b). *Algorihm for extraction of pitch and pitch salience from complex tonal signals,* «The Journal of the Acoustical Society of America» Vol. 71, No.3 679-688.

Terhardt Ernst, Stoll Gerhard, Seewann Manfred, (1982a). *Pitch of complex signals according to virtual-pitch theory: Tests, examples, and prediction*, «The Journal of the Acoustical Society of America» Vol. 71, No.3 671-678.

Terhardt, Ernst, (1984). *The Concept of Musical Consonance: A Link between Music and Psychoacoustics*, «Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 1, No. 3, 276-295.

Terhardt Ernst, Grubert Anna, (1987). *Factors affecting pitch jugments as function of spectral composition*, «Perception & Psychophysics», vol. 42, No. 511-514.

Terhardt, Ernst, (1991). *Music Perception and sensory Information Acquisition: Relationships and Low-Level Analogies*, «Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 8, No. 3, 217-240.

Thomson, William, (1993). *The Harmonic Root: A Fragile Marriage of Concept and Percept*, «Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 10, No. 4, 385-415.

Tristan Murail, (2002). textes réunis par Peter Szendy, L'Harmattan, Ircam-Centre Pompidou.

Taylor, Rhonda Janette, (2005) *Gerard Grisey's Anoubis et Nout: A Historical and Analytical Prespective*, PhD thesis, University of Ariziona.

Tuomas Eerola, Rafael Ferrer, Vinoo Alluri, (2012). *Timbre and Affect Dimensions: Evidence from Affect and Similarity Ratings and Acoustic Correlates of Isolated Instrument Sounds*, «Music Perception: An Interdisciplinary Journal», Vol. 30, No. 1, 49-70.

Takacs-Mao, Clement, (2013). *Kaija Saariaho: l'ombre du songe*, Symétrie, riv. Tempus Perfectum, n.11, aprile.

Touizrar Moe, McAdams Stephen, (2019). *Perceptual facets of Orchestration in the Angel of Death by Roger Reynolds: Timbre and Auditory Grouping*, Schulish School of Music, McGill University, Montréal, QC, Canada, 1-24.

Varèse Edgard, Wen-chung Chou, (1966). The Liberation of Sound, «Perspectives of New Music», Vol. 5, No. 1, 11-19.

Vandenheede Jan, Harvey Jonathan, (1985). *Identity and ambiguity: the construction and use of timbral transition and hybrids*, «Proceedings of the 1985 International Computer Music Conference», Burnaby, BC, Canada, 19-22.

Väisälä, Olli (2002). *Prolungation of harmonies related to the harmonic series in Early Post-tonal Music*, «Journal of Music Theory», Vol. 46, No. ½, 207-283.

Wright James K., Bergman Albert s., (1987). *Auditory stream segregation and the control of dissonance in polyphonic music*, «Contemporary Music Review», Vol. 2, No. 1, 63-92.

Woher? Wohin!:die Komponistin Kaija Saariaho : Symposion, (2007). A cura di Jungheinrich Hans-Klaus, Schott Music, Mainz.

Yves Krier, (2000). *Partiels, de Gérard Grisey, manifestation d'une nouvelle esthétique,* Musurgia, Vol. 7, No. 3-4, 145-172.

Zattra, Laura (2003), *Science et technologie comme sources d'inspiration au CSC de Padoue et à l'IRCAM de Paris*, Thèse pour obtenir le titre de docteur de l'Université de Paris IV.

Zattra, Laura, (2011). *Studiare la computer music. Definizioni, analisi, fonti.*, ed. libreriauniversitaria.it, Padova.

Zattra, Laura (2016). *Les écritures des musiques informatiques mixtes à la leur des sources documentaires*, in Musique et Technologie. Regards sur les musiques mixtes, Groupe de Recherches Musicale de l'Ina, Paris-France, 195-232.

Manfrin, Luigi. *L'immagine spettrale del suono e l'incarnazione del tempo allo stato puro: la teoria della forma musicale negli scritti di Gérard Grisey*. http://www.bandafilottrano.it/grisey.PDF

Sitografia

Music Acustic http://newt.phys.unsw.edu.au/jw/formant.html#references

Modelling sounds with sinusoids
http://support.ircam.fr/docs/AudioSculpt/3.0/co/Tranpos.html

Anubis et Nout, Gérard Grisey B.r.a.m.s. http://brahms.ircam.fr/works/work/8947/

Advanced Programming Techniques for Modular Synthesizers. Ed. by Clark, James. (2003) https://www.cim.mcgill.ca/~clark/nordmodularbook/nm_book_toc.html