

Xenakis e il “circolo granulare”

Makis Solomos*

(Originale del 2006, traduzione ricevuta il 7 ottobre 2015¹)

Sommario

Molte sono le strade che partono da Iannis Xenakis e che ne attraversano l'opera. Una di esse è quella che indichiamo, in questo articolo, come “paradigma granulare”². Inizierò appunto da Xenakis, per suggerire che, nella sua estetica, l'approccio granulare ha lo statuto di una vera e propria “teoria”, nel senso antico della parola, e per verificare quali siano gli elementi che ne fanno appunto una “visione”. Proverò poi ad inserire il paradigma granulare in una dimensione di storicità musicale, per verificarne il divenire in altre esperienze estetiche, in particolare nella musica dei compositori Horacio Vaggione e Agostino Di Scipio.

1 Xenakis e il paradigma granulare

1.1 Una “teoria”

Xenakis espone il paradigma granulare come una «ipotesi di base (lemma)» (Xenakis 1960a, p. 84)³ nella prima parte dell'articolo intitolato «Elements of Stochastic Music», che finisce di scrivere nel 1959 e che pubblica nel 1960, noto anche come parte integrante del suo libro *Musiques formelles* (Xenakis 1963, Cap. 2) e quindi anche della sua traduzione inglese, *Formalized Music* (1971 e 1992)⁴. Mi permetto di citare per esteso tale «lemma», riprendendolo dalla versione inglese iniziale (ibid., pp. 86-87), ma segnalando in parentesi quadre le differenze più importanti che si trovano in Xenakis (1992, pp. 43-44), e riportando

*Université Paris 8.

¹Il presente testo è la traduzione dell'intervento tenuto a «The Creative and Scientific Legacies of Iannis Xenakis International Symposium», organizzato da James Harley (University of Guelph), Michael Duschenes (Perimeter Institute for Theoretical Physics), Thomas Salisbury (Fields Institute for Research in Mathematical Sciences), nel giugno 2006. La sezione 2.2 è ulteriormente sviluppata in Solomos (2005a) e la sezione 2.3 è sviluppata in Solomos (2005d), poi ripresa in traduzione italiana in Solomos (2013).

²Userò alternativamente i termini “paradigma” e “approccio”, seguendo l'esempio di Vaggione (2005).

³In Xenakis (1963, p. 61), si parla di «hypotheèse de base (Lemme)». In Xenakis (1992, p. 43), si parla di «basic temporary hypothesis (lemma)».

⁴Il Cap. 2 di *Musiques formelles* e di *Formalized Music* è composto da quattro articoli inizialmente apparsi in inglese e tedesco nella rivista «Gravesaner Blätter» (Xenakis 1960a,b, 1961a,b). La versione inglese reca il titolo complessivo «Elements of Stochastic Music» (quella tedesca si intitola «Grundlagen einer stochastischen Musik»). Rispetto ai quattro articoli originali, il capitolo 2 di *Musiques formelles* presenta differenze significative. Alcune parti sono del tutto nuove, e tra queste la più importante è certamente la parte finale (Xenakis 1963, pp. 108 e sgg.) e (Xenakis 1992, pp. 89 e sgg.), che probabilmente Xenakis avrebbe voluto pubblicare in un numero successivo di «Gravesaner Blätter», quando però ormai l'uscita di *Musiques formelles* era già pianificata. Purtroppo negli Archives Xenakis presso la Bibliothèque Nationale de France, a Parigi, non sembra reperibile alcuna versione originale francese, ammesso che esista, tranne che per il «Prologue» (Xenakis 1960a, pp. 84-86).

anche, in corsivo, i termini di *Musiques formelles* che appaiono divergenti rispetto a *Formalized Music* (Xenakis 1963, p. 61)⁵:

All sounds represent an integration of corpuscles [grains], of elementary acoustic particles, of sound quanta. Each of these elementary particles possesses a double nature: the frequency and the intensity (the life-time of each corpuscle being minimum and invariable) [Each of these elementary grains has a threefold nature: duration, frequency, and intensity]. Every sound, every even continuous variation of sound is to be understood as an assembly of a sufficient number [of a large number / *suffisamment nombreux*] of elementary particles [grains] being disposed adequately within the time level. Thus any sound complex can be analyzed into series of pure sinusoidal tones, even if the variations of these latter are infinitely close together, of short duration and complex. During the attack of a complex sound, its full chord [body] and its decay, thousands of pure tones appear within a very short interval Δt [in a more or less short interval of time, Δt / *dans un intervalle de temps Δt assez court*]. Hecatombs of pure sounds are necessary for the creation of a complex sound. This one should be imagined as to be a display of fireworks sparkling in all colours, each luminous point of which appearing and disappearing instantaneously on the background of the black sky. But there would be so many luminous spots in this firework and they would be organized in such a way that their rapid and swarming succession creates forms, slowly uncoiling volutes⁶ or in the contrary short explosions inflaming the whole sky. A sufficient number of instantaneously appearing and disappearing spots would form a luminous line.

Alla fine della seconda frase c'è un rinvio a nota che è abbastanza importante segnalare:

This description of the micro-structure of acoustic signals [of the elementary structure of the sonic symbols / *signaux*] is used as the starting-point of the musical realization and must be understood rather as to be an intuitive representation than of scientific consistence [and is consequently only a hypothesis, rather than an established scientific fact / *et n'est par conséquent qu'une image plutôt qu'un fait scientifiquement fondé*]. But it can be considered as to be a first approach [approximation / *approche*] towards the ideas introduced into the theory of information by Gabor...

Torneremo su Gabor più tardi. Per il momento, mettiamo l'accento sul fatto che, in un primo tempo, l'approccio granulare per Xenakis costituisce dunque una «rappresentazione intuitiva» o (nei termini di *Musiques formelles*) una «immagine», e che solo nel 1971 diventa una «ipotesi». Penso che dalla differente formulazione si possa derivare che il modo stesso di presentare il paradigma granulare fosse, per Xenakis come forse per altri compositori, di grande importanza. Intendo dire, per limitarci ora a Xenakis, che parlare di una «rappresentazione intuitiva» o di una «immagine», pur non implicando certo solo una suggestione “poetica”, allo stesso tempo è ben più di un tecnicismo per indicare una forma di sperimentazione. Non dico che vi sia netta opposizione tra una dimensione intuitiva e una di razionalità pratica (o astratta). Dico, al contrario, che «rappresentazione intuitiva» presenta entrambi gli aspetti allo

⁵Vi sono altre differenze, ma possiamo ritenerle dovute solo all'uso delle due diverse lingue, o anche dovute al fatto che, assai probabilmente, il traduttore di *Formalized Music* ha operato direttamente a partire da *Musiques formelles*. Pertanto, la sequenza cronologica delle circostanze sarebbe stata: a) probabile manoscritto francese dei quattro articoli; b) traduzioni inglesi e tedesche nei quattro numeri di «Gravesaner Blätter»; c) ripresa del probabile originale francese per *Musiques formelles*, con importanti modifiche; d) traduzione inglese a partire da *Musiques formelles*, con ulteriori modifiche.

⁶L'espressione «forms and spirals, slowly unfolding» (in *Formalized Music*) è probabilmente una cattiva traduzione del francese «des formes, des volutes à déroulement lent» (*Musiques formelles*).

stesso tempo e finisce per agganciare anche altre dimensioni, musicali, scientifiche, perfino filosofiche, e ancora altre esperienze umane. Si tratta in fondo di una visione del mondo. In altri termini, di una teoria nel senso antico della parola *θεωρία* (dal greco *θεωρεω* cioè “vedere”, “contemplare”, “pensare”)⁷.

Nella produzione musicale di Xenakis, c'è solo una composizione che possa essere riferita con certezza all'ipotesi granulare, cioè *Analogique A et B*, opera che è infatti al centro del discorso formulato in «Elements of Stochastic Music», e che in pratica risulta dalla sovrapposizione di due lavori, cioè *Analogique A* (1958), per nove archi impegnati costantemente nella produzione di suoni brevi, pizzicati e battuti col legno (Fig. 1) e *Analogique B* (1959), per soli suoni elettronici, idealmente sinusoidali. È probabile che per Xenakis si trattasse di un

Figura 1: Iannis Xenakis, *Analogique A* (1958), battute 0-2 (© Éditions Salabert).

momento di pura sperimentazione, visto che, nel capitolo 2 di *Musiques formelles*, scrive a proposito di *Analogique A*: «the hypothesis [...] cannot, therefore, be confirmed or invalidated under these conditions» (Xenakis 1992, p. 103) (Xenakis 1963, p. 122)⁸. Forse fu proprio in base a tale constatazione negativa che egli non riprovò l'esperimento⁹. Si cita spesso in

⁷Si veda anche Solomos (2005b), dove si tratta dello statuto “teorico” degli automi cellulari usati da Xenakis.

⁸Questo passaggio, presente nel libro di Xenakis, non appare nei suoi articoli su «Gravesaner Blätter».

⁹C'è stato un certo dibattito sul “fallimento” di *Analogique A et B*. Per esempio, Agostino Di Scipio ha scritto: «...*Analogique* può ragionevolmente essere ritenuto un brano problematico. Alcuni lo considerano il meno riuscito che Xenakis abbia mai composto. Di solito la circostanza viene spiegata col marcato accento che egli mise sui dettagli matematici e costruttivi, insomma con un eccessivo sovraccarico di premesse teoriche e tecniche recante esiti musicali piuttosto poveri. In breve, in tal senso il brano andrebbe visto come un esperimento insoddisfacente. Il che, in un certo senso, è semplicemente vero, prova ne sia che Xenakis in effetti non è mai tornato a seguire un simile approccio in lavori successivi. Ma tutto ciò dice assai poco. Direi piuttosto che le problematiche affrontate da Xenakis in *Analogique A et B*, e che certamente lasciò senza soluzioni definitive, diano a questa musica un carattere peculiare molto palpabile nell'esperienza d'ascolto [...], esse hanno a che fare esattamente con aspetti del procedimento compositivo che rimanevano (forse necessariamente) non “formalizzati”. Infatti Xenakis si sentì indotto a introdurre un certo numero di aggiustamenti manuali, cioè non previsti dai processi che aveva formalizzato. All'ascolto, il risultato costituisce non tanto un lavoro musicalmente insoddisfacente, quanto il segno espressivo di una dialettica

proposito la musica concreta di *Concret PH*, basata sul suono di braci ardenti. Essa però fu composta subito prima di *Analogique A et B*, nel 1958, e probabilmente la sua lavorazione era in corso nel 1957¹⁰. *Concret PH* inoltre va considerato nel più ampio contesto dell'architettura concepita da Xenakis per il famoso padiglione Philips dell'Expo di Bruxelles nel 1958¹¹.

Tuttavia, ad indicare meglio come l'approccio granulare costituisca per Xenakis una visione teorica più ampia, e non solo una forma di sperimentazione, c'è l'evidente dimensione di granulosità caratteristica del suono di molti suoi lavori, almeno in determinate sequenze musicali: insomma, la sua musica manifesta indubbiamente una "sensibilità granulare" (accanto ad altre)¹². Sarebbe troppo lungo elencare tutti i lavori che lo dimostrano. Diciamo solo che questa dimensione granulare così spesso caratteristica della sua musica rinvia a grandi masse di suoni brevi, a «nuvole di suoni» (per usare un'espressione dello stesso Xenakis, che peraltro si è assai diffusa)¹³. In Fig. 2 e in Fig. 3 propongo due esempi di musica strumentale che all'ascolto conseguono evidenti effetti di granularità, presi da *Herma* (per pianoforte, 1960-61) e da *Eridanos* (per orchestra, 1972).

Le prime sequenze di suono granulare in Xenakis le troviamo già in *Pithoprakta* (per orchestra d'archi, due tromboni, percussione, del 1955-56), dunque già prima di *Concret PH* e di *Analogique A et B*. Molti conoscono le battute 52-59 di *Pithoprakta*, nelle quali oltre mille pizzicati-glissandi degli archi vengono eseguiti in poco meno di venti secondi¹⁴. Xenakis calcolò i valori (di altezza iniziale, di durata, di velocità di glissando) secondo leggi di probabilità e ottenne un grafico della loro distribuzione (Fig. 4)¹⁵.

vitale e intricata tra formalizzazione e intuizione» (Di Scipio 2005b, p. 96).

¹⁰In una lettera che Xenakis invia a Hermann Scherchen il 10 Luglio 1958 (conservata negli Archives Xenakis, Dossier Œuvre 3/4), leggiamo: «a dispetto di tutte le difficoltà materiali del 'sacro club' di Schaeffer, sto provando a terminare i pochi minuti che avevo iniziato l'anno scorso». Segnalo anche una seconda lettera, assai divertente, inviata il 30 Novembre 1957 da Louis Kalf (responsabile tecnico della realizzazione del padiglione Philips) a Xenakis, in cui leggiamo: «Sappiamo che avete cercato un rumore come il crepitio che fanno i carboni del legno che si raffreddano. Abbiamo ascoltato qualche settimana fa un concerto elettronico ad Eindhoven. Per uno dei pezzi, la maggior parte del pubblico seguiva un testo di qualche pagina, stampato su carta sottile ma dura. Il rumore fatto da queste centinaia di pagine, voltate nello stesso momento, era molto curioso e assomigliava molto a della musica. Forse potete trarne qualche elemento di interesse» (Archives Xenakis, Dossiers Architecture X(A) 4/1).

¹¹In un documento inedito presente negli Archive Xenakis, si trova questa nota su *Concret PH*: «opera commissionata da Philips per il suo padiglione all'Esposizione Universale di Bruxelles, 1958. *Concret P.H.* doveva preparare psicologicamente il pubblico allo spettacolo elaborato da Le Corbusier e accompagnato da musica di Varèse. I 400 altoparlanti che tappezzavano l'interno del padiglione dovevano riempire lo spazio con questo scintillio sonoro, come una emanazione comune di architettura e musica, concepite come una sola cosa: in effetti, la rugosità del cemento e il suo coefficiente di attrito trovavano in qualche modo una eco nel timbro di tale scintillio sonoro. La continuità statistica degli sviluppi formali di queste sonorità granulari e la stereofonia cinematografica dovevano stabilire un'omologia completa tra il suono e le forme plastiche del padiglione, di cui avevo io stesso concepito interamente l'architettura secondo superfici regolate come 'paraboloidi iperbolici (P.H.)».

¹²L'espressione «sensibilità granulare» è di Horacio Vaggione, che la usa di solito in relazione alla propria musica (Vaggione 2005, p. 348).

¹³Sulla nozione di "sonorità" nella musica di Xenakis, e in particolare sulle tre principali sonorità che vi si ritrovano (suoni glissati, suoni statici e prolungati, e masse di punti sonori), si veda Solomos (1993), Solomos (1996, Cap. 5), e Solomos (2001).

¹⁴Secondo quanto riportò inizialmente il compositore, si dovrebbe trattare esattamente di 1142 brevi eventi sonori (Xenakis 1956, p. 31). Secondo quanto riportato in *Musiques formelles* ve ne sarebbero 1148 (Xenakis 1963, p. 30) (Xenakis 1992, p. 15). La mia personale verifica ne conta 1146.

¹⁵Xenakis propose due grafici di questa sezione di *Pithoprakta* (Gibson 1994). Quello ripreso qui, tratto da Xenakis (1963, p. 31), è il secondo e definitivo.



Figura 2: Iannis Xenakis, *Herma* (1960-61), pagina 1 (© Boosey and Hawkes).



Figura 3: Iannis Xenakis, *Eridanos* (1972), battute 37-40 della parte degli ottoni (© Éditions Salabert).

1.2 Elementi costitutivi della teoria

Cerchiamo ora di capire quali siano gli elementi costitutivi della “teoria” (o visione) che porta Xenakis al paradigma granulare. Con “elementi costitutivi” intendo fattori che abbiano contribuito alla sua nascita, ma anche elementi che ne abbiano determinato le finalità o che ne costituiscano uno sfondo filosofico in senso ampio. Considereremo sei elementi in particolare:

1. Dualità onda-corpuscolo. Xenakis era a conoscenza del dibattito della fisica del tempo. Allo stesso tempo, voleva che la musica si “sintonizzasse” col dibattito scientifico.

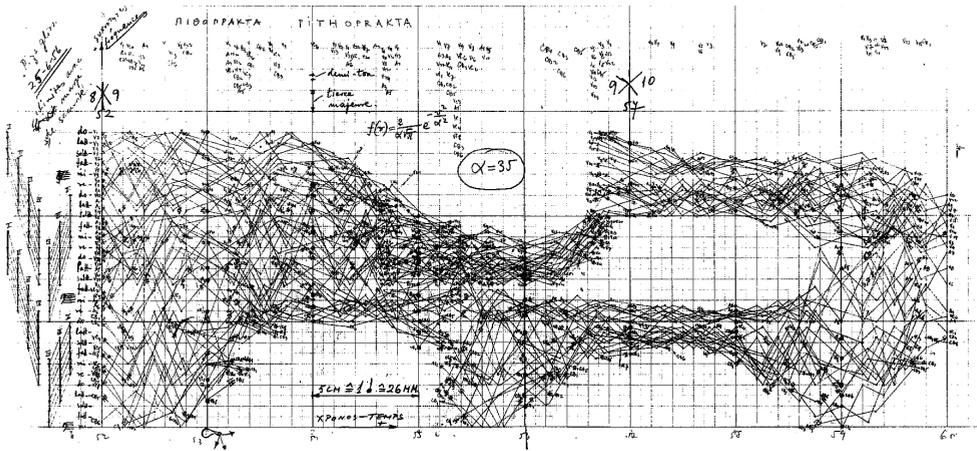


Figura 4: Iannis Xenakis, *Pithoprakta* (1955-56), grafico manoscritto della distribuzione di suoni pizzicati-gliassati nelle battute 52-59. Da Xenakis (1963, p. 31).

Sembra quindi piuttosto naturale che abbia pensato di trasporre l’idea di “corpuscolo” in musica¹⁶. Una delle prime manifestazioni (o forse proprio la prima) di questa idea è nell’articolo del 1955 intitolato «La crisi della musica seriale», laddove, parlando della natura discreta delle divisioni seriali, Xenakis scrive:

Pourquoi la continuité du spectre des fréquences? du spectre des timbres? du spectre des intensités et des durées? Mais laissons de côté la question de la continuité (elle sera d’ailleurs dans peu de temps, pour la recherche musicale, le pendant de l’état ondulatoire du corpuscule-onde de la matière) [...] (Xenakis 1955, p. 3)¹⁷.

- Nozioni quali «massa», «nuvola di suoni», e «probabilità» sono tra i più importanti elementi che si debbano considerare in questo contesto. La sezione granulata di *Pithoprakta*, sopra citata, è una massa probabilistica di numerosi brevi eventi sonori. L’idea in effetti è già inscritta nell’uso che Xenakis fa delle probabilità nei primi anni del suo percorso, cioè nella “parabola” (Xenakis 1958-59) che lo condusse ad usare le leggi probabilistiche nella composizione:

Identifichiamo dunque dei suoni molto brevi – per esempio dei suoni in pizzicato – con le molecole: otteniamo una trasformazione omomorfica dal campo della fisica al campo dei suoni. Il movimento individuale dei singoli suoni non conta più (ibid., p. 19).

¹⁶Quando si mise ad illustrare l’evoluzione parallela di musica e scienza – negli anni settanta (Xenakis 1976, pp. 192-196) – il compositore non fece menzione a quel che qui stiamo chiamando “paradigma granulare”. Ciò può apparire strano, però va considerato che, in quel parallelo tra musica e scienza egli in realtà prese in considerazione, per quanto riguarda l’ambito scientifico, i soli sviluppi della matematica.

¹⁷Nella traduzione italiana (Xenakis 2003, p. 28), il passaggio è così reso: «Perché [non pensare piuttosto alla] continuità dello spettro delle frequenze? dello spettro dei timbri? dello spettro delle intensità e delle durate? Ma lasciamo ora da parte la questione della continuità (che diventerà presto, per la ricerca musicale, il corrispettivo dello stato ondulatorio nel dualismo corpuscolo/onda della materia)».

Xenakis describe *Concret PH* come una «nuvola di polveri sonore» [*nuage de poussières de sons*], o anche come un «gas sonoro» (Delalande 1997, p. 115). Ciò in effetti vale come definizione delle masse probabilistiche di brevi suoni che si trovano in tanti altri suoi brani. Le questioni che vengono sollevate da una concezione probabilistica – densità, ordine e disordine, continuità e discontinuità – rientrano tutte a pieno titolo nell’approccio granulare.

3. Pluralità di livelli. Ciò che è molto specifico del paradigma granulare è l’idea di poter passare da un “livello” ad un altro della struttura sonora e musicale. Naturalmente, è proprio questa idea che porterà alla “sintesi granulare” in anni successivi, come realizzazione dell’approccio storicamente delineato nelle prime esperienze di Xenakis. In «Elements of Stochastic Music», l’idea viene espressa con queste due formulazioni generali:

- creare «complessi sonori» [*sound complexes*], o «suoni complessi» [*complex sounds*];
- creare sonorità di ordine superiore.

A questo proposito, conviene riprendere di nuovo il confronto tra il testo inglese originale (Xenakis 1960a, p. 90) e le sue modifiche successive (Xenakis 1992, p. 47):

Supposing that every point of these clouds represents not only a pure frequency and its satellite intensity but already a structure of elementary particles [grains] being arranged a priori. We think that a sonority of second order and even third order etc. [second, third, or higher order] could be created in this way¹⁸.

Vale la pena notare che il compositore vide in questa idea un’effettiva tecnica di sintesi del suono, anche se non usò una tale terminologia. Lo si vede anche dalla seguente citazione, presa in prossimità del passaggio appena citato, che mostra l’utopia di una sintesi del suono valida per ogni suono possibile, e con ciò anche l’impulso utopico caratteristico di molti pionieri della sintesi del suono:

Within human limits and with the manipulations of all sort of these particle clouds [grain clusters], we can hope to produce not only the sounds of classical instruments, of elastic bodies and, generally spoken, of those ones utilized with predilection by the concrete music, but also acoustic emotions [sonic perturbations / *ébranlements sonores*¹⁹] with evolutions which have been unprecedented and unimaginable up to now.

Forse è proprio qui che appare per la prima volta la distinzione tra micro- e macrostruttura (e anche tra micro- e macrosuono²⁰), anche se la sua teorizzazione non viene sviluppata negli scritti successivi di Xenakis²¹.

¹⁸L’ultima modifica segnalata («second, third, or higher order») non appare nella versione francese (Xenakis 1963, p. 65).

¹⁹Il termine inglese «perturbation» non è una buona traduzione del francese «ébranlement» (ibid., p. 65), che è più vicino al termine usato nella versione originale: «émotion». Si tratta insomma di movimento, di “motion”, pur senza implicazioni psicologiche.

²⁰Troviamo il termine «microsound» in tutte le tre versioni del testo, cioè in Xenakis (1960a, p. 93), e poi anche in Xenakis (1992, p. 50) e Xenakis (1963, p. 68)

²¹Per esempio, in Xenakis (1985, p. 127) leggiamo: «La musica contiene forme di ogni sorta, a livello microscopico, a livello macroscopico, a livello del singolo campione digitale» [riprendiamo la traduzione dalla traduzione italiana contenuta in *Universi del suono*, p. 96 (cfr. nota 17)].

4. Un altro elemento piuttosto specifico sta anche nell'idea che l'ipotesi granulare possa valere non solo per la natura del suono ma anche per il senso dell'udito. Nel loro contesto originale, le ultime citazioni fatte qui sopra figurano in un paragrafo intitolato «Psychophysiology», dove si fa riferimento – fra le altre cose – al ben noto grafico di Fletcher e Munson (che mette in correlazione intensità e frequenza per illustrare i limiti di estensione dell'udito umano) oltre che a due importanti lavori di psicoacustica²².
5. La formulazione granulare di Xenakis contiene una chiara correlazione di udito e vista. Riprendiamo la parte conclusiva della sua «basic hypothesis»:

Hecatombs of pure sounds are necessary for the creation of a complex sound. This one should be imagined as to be a display of fireworks sparkling in all colours, each luminous point of which appearing and disappearing instantaneously on the background of the black sky. But there would be so many luminous spots in this firework and they would be organized in such a way that their rapid and swarming succession creates forms, slowly uncoiling volutes or in the contrary short explosions inflaming the whole sky. A sufficient number of instantaneously appearing and disappearing spots would form a luminous line.

L'articolo «Elements of Stochastic Music» presenta un'introduzione, poi fatta cadere nella stesura di *Musiques formelles*. Xenakis vi manifesta l'intenzione di scrivere un libro²³ destinato in particolare ad una nuova categoria di ricercatori, cioè di "compositori sperimentali" che potrebbero essere musicisti, certo, ma anche

... film-producers, painters, sculptors etc. provided that they dispose of a certain mathematical luggage and particularly of a spirit of adventure. For I am convinced that the mathematics, physics and psychology, a sort of new Trivium, must be taught by the conservatoires within one generation if not the Scientific Research will run the risk of founding a new department: the "Audio-visual Research" which would absorb the studies about composition brought about by the actual conservatoires (Xenakis 1960a, pp. 85-86).

Xenakis non ha mai dato spiegazione del titolo *Analogique*. Si può ipotizzare che si riferisse all'analogia di udito e vista. Nouritza Matossian ha notato che l'ipotesi corpuscolare di Gabor

esercita un'influenza profonda, come immagine, sulla concezione che Xenakis ha dell'opera, perché le sue annotazioni personali presentano delle fotografie di cellule o

²²Si tratta di Stevens e Davis (1938) e Winckel (1960). Si veda (Xenakis, 1960, p.90), (Xenakis 1963, p. 65) e Xenakis (1992, p. 47). Come è stato rilevato, nell'edizione del 1992 di *Formalized Music* manca la bibliografia finale (pur essendovi, nel corpo principale del testo, i rimandi bibliografici)! Negli appunti presi dal compositore tra il 1957 e il 1959 (Archives Xenakis, Carnet 19) troviamo dei riferimenti in particolare al primo dei due libri qui menzionati. Va notato che nel secondo, quello di Winckel, il compositore poté trovare un'elaborazione piuttosto avanzata del concetto di "timbro" ed altre indicazioni preziose, tra cui: «l'insieme delle constatazioni fatte nelle pagine precedenti ci mostra che, nella sua architettura complessiva, la musica è movimento; anzi, che il materiale stesso, il suono, è soltanto un elemento in movimento» (Winckel 1960, p. 119). Inoltre: «si può dunque affermare con certezza che i suoni stazionari, come quelli che sono di solito rappresentati nella notazione musicale, in effetti non hanno alcuna realtà sonora: la musica non vive che grazie a regimi transitori nel corso dei quali i suoni possiedono un timbro continuamente variabile e differente dal timbro neutro del regime stazionario» (ibid., p. 129).

²³È probabile che l'idea di realizzare un libro fosse animata dalla benevolenza di Hermann Scherchen. Secondo Kanach (2001, p. 203), si tratterebbe di una versione ancora in nuce di *Musiques formelles* dal titolo *Mécanisme d'une musique*.

grani ripartiti attorno ad un nocciolo dalla densità più concentrata, raggruppati insieme in modo particolare [...] Come può un'immagine trasformarsi in un procedimento di composizione? (Matossian 1981, p. 158)²⁴.

6. Nel 1991, preparando la Prefazione della seconda edizione di *Formalized Music*, Xenakis scrive:

An important task of the research program at CEMAMu is to develop synthesis through quantified sounds but with up-to-date tools capable of involving autosimilarities, symmetries or deterministic chaos, or stochastics within a dynamic evolution of amplitude frequency frames where each pixel corresponds to a sound quantum of 'phonon', as already imagined by Einstein in the 1910s. This research, which I started in 1958 and wrongly attributed to Gabor, can now be pursued with much more powerful and modern means. Some surprises can be expected! (Xenakis 1992, p. xiii).

Qui Xenakis riporta la sua teoria granulare non al lavoro di Dennis Gabor, ma a quello di Albert Einstein. In una nota di «Elements of Stochastic Music» (l'abbiamo già citata sopra, ma incompleta), leggiamo:

... it can be considered as to be a first approach towards the ideas introduced into the theory of information by Gabor (see Meyer-Eppler, p. 21).

Dunque, al tempo, egli forse non ha ancora letto gli articoli di Gabor risalenti a qualche anno prima – cioè Gabor (1946, 1947) – e si limita a citarli attraverso il libro di Werner Meyer-Eppler del 1959, *Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie*. Tuttavia Xenakis inizia gli esperimenti relativi ad *Analogique A et B* almeno nel 1958. (Certo, egli avrebbe potuto seguire qualche conferenza di Meyer-Eppler su questi temi²⁵, o avrebbe potuto sentire di Gabor da parte di Abraham Moles²⁶ o da altri). L'equivoco – se si può parlare di equivoco – è dovuto forse al fatto che il riferimento a Meyer-Eppler non compare in *Formalized Music* (la versione del 1992, la più conosciuta da compositori e ricercatori) a causa di un errore compiuto

²⁴Negli Archives Xenakis (Dossiers œuvres 5/10) sono effettivamente conservate, tra gli appunti del compositore, due fotografie del genere.

²⁵«Nella sua conferenza *Metamorphose des Klangelemente* – presentata nel 1955 in varie sedi tra cui a Gravesano, in Svizzera, presso lo studio di Hermann Scherchen – Meyer-Eppler descriveva la matrice di Gabor come una specie di partitura che si presta ad essere composta mediante una tecnica a mosaico [Mosaiktechnik]» (Roads 2001, p. 62). Xenakis potrebbe essere stato presente a tale conferenza.

²⁶Questa è l'ipotesi avanzata in Di Scipio (1998, p. 70) [Nella revisione dell'articolo di Di Scipio presentata in questo numero di «Musica/Tecnologia» il riferimento è a p. 32]. Dopo una personale verifica, tendo a confermare tale ipotesi. In un testo apparso nel 1962, Xenakis scriveva: «[L']ipotesi atomica è corroborata dalle teoria del segnale acustico elementare introdotta nel contesto della teoria dell'informazione da Gabor [...] Inoltre, A. Moles da anni sottolinea la natura quantistica della percezione uditiva [...]». Questi due fatti mi hanno indotto ad esprimere una teoria quantistica della composizione musicale» (Xenakis 1962, p. 182). Il libro di Moles, che Xenakis cita per esteso (*Théorie de l'information et Perception Esthétique*, Flammarion, Parigi) era apparso nel 1958. Xenakis riprese tali osservazioni più volte tra il 1961 e il 1962, aggiungendo ad esempio: «per altro, A. Moles ha messo in rilievo, da molti anni, la quantificazione della percezione» (Xenakis 1961c, p.313; corsivo nostro). Solo in una circostanza, curiosamente, dimentica di menzionare Moles in proposito (Xenakis 1961d, p. 139). Egli conosceva bene Abraham Moles già da qualche anno. Negli Archives Xenakis, c'è una copia posseduta da Xenakis di un articolo di Moles intitolato «Some Basic Aspects of an Information Theory of Music» (apparso in «Journal of the Audio Engineering Society», 6/3, 1958, pp.184-186) e recante una dedica proprio a Xenakis. Nel 1960, i due costituirono un gruppo di lavoro informale, indicato come MYAM, insieme ad Alain de Chambure e Michel Philippot (Moles, Yannis, Alain, Michel).

dalla casa editrice²⁷. In occasione di varie interviste, Xenakis ha ripetuto di aver avanzato la ipotesi granulare senza conoscere il lavoro di Gabor, ma tenendo in considerazione appunto uno spunto di Einstein²⁸. In una di queste interviste (Varga 1996, p. 197) egli afferma:

Negli anni 1950 ho proposto una teoria circa la sintesi del suono basata su quanti acustici. I quanti acustici rimontano ad una teoria di Einstein intorno al 1917, che parlava di «fononi»²⁹. È una questione connessa con l'osservazione che la trasmissione del calore e del suono attraverso molecole di atomi avviene mediante salti di *energia* [corsivo nostro], proprio come nel caso dei fotoni. Sono controllate dalla stessa equazione, l'equazione di Planck. Io ho sviluppato la mia teoria in modo puramente intuitivo, ma ho capito più tardi che era stata proposta in fisica.

Energia: la parola appare anche nel quaderno di annotazioni personali di Xenakis datato novembre 1958, probabilmente in relazione a questioni “granulari” appunto [riportiamo dal carnet di Xenakis, lasciando il testo in francese]:

Une musique est un ensemble de transformations énergétiques.

I. Transformations ordonnées ou simplement dénombrables ou quelconques atomiques (sons purs, sinusoïdaux)

de fréquence continues (vitesse), discrètes (log).

de dynamique.

C'est-à-dire deux paramètres variables indépendantes fréquence cycle/sec ou rapport de fréquences = intervalles et niveau sonores dB attribué à chaque valeur de a). Les transformations peuvent être indépendantes ou liées entre ces deux variables et contrôlées par des représentations canoniques ou par des protocoles (matrices). Déterminées ou pas. Ces transformations me définissent la collection et sa structure interne.

II. Sur un plan plus général.

Transformations entre groupes de transformations type TI.

Sur ce plan on rencontre les timbres car on introduit la simultanéité.

Come sappiamo, il concetto di “energia” è centrale nell'estetica di Xenakis – uno dei suoi ultimi articoli, intitolato «Sur le temps» (Xenakis 1988)³⁰, è molto chiaro in proposito. Il suo interesse per il paradigma granulare andrebbe messo in relazione anche con questo aspetto. In un certo senso, il paradigma granulare coincide del tutto con la sua teoria (o visione) circa la musica come fenomeno energetico³¹.

²⁷Come detto sopra, in quella edizione di *Formalized Music* è stata erroneamente omissa la bibliografia finale. Occorre quindi riprendere la bibliografia inclusa ovviamente in *Musiques formelles* (1963).

²⁸Si veda Restagno (1988, p. 30), Albèra (1989, p. 80), Varga (1996, p. 197). Brigitte Robindoré ha scritto: «Alla fine degli anni quaranta, Xenakis lesse un articolo [...] nella rivista inglese «Nature». L'articolo, firmato dal fisico Dennis Gabor, premio Nobel, presentava una teoria sulla natura particellare dei fenomeni acustici. Non contento dei contenuti matematici della teoria, Gabor riuscì anche a costruire un proprio “granulatore” capace di comprimere o espandere la scala temporale di segnali sonori registrati [...]. Xenakis considerò l'applicazione compositiva di tale scoperta» (Robindoré 1996, p. 11). Tuttavia l'autrice non fornisce alcuna evidenza per confermare simili indicazioni, né offre a Xenakis, nel corso della sua intervista col compositore, la possibilità di contraddirle o confermarle!

²⁹Per il momento negli Archives Xenakis non è stata rinvenuta alcuna possibile fonte in riferimento ad Einstein.

³⁰Trad. it. «Sul tempo», in Restagno (1988, pp. 271-281).

³¹Pensare la musica in termini di “energia”, di “movimento”, di “moto”, ha naturalmente una lunga tradizione. La troviamo già in Platone, nel *Timeo* – non a caso citato da Xenakis in *Musiques formelles*: «i movimenti dei suoni, che causano corrispondenti movimenti dentro di noi, procurano un piacere molto comune in coloro che non sanno

2 Qualche elemento per una storia dell'approccio granulare

2.1 Storicità del paradigma granulare

Ci fermiamo qui per quanto riguarda Xenakis³². Vorrei ora inserire l'approccio granulare in un possibile contesto storico-musicale "prima" e "dopo" Xenakis, anche per ribadire come ad esso si possa riconoscere il ruolo di un'ampia visione teorica, piuttosto che quello di una forma di sperimentazione o di un particolare contesto tecnico. Si noterà che il contesto storico di cui parliamo è difficilmente riconducibile ad una linea di continuità storica, e che non a caso uso l'espressione "circolo granulare" [nel testo inglese: *granular connection*] nel titolo di questo articolo.

Se la storia degli aspetti scientifici del paradigma granulare è certamente molto lunga – Roads (2001, p. 52) la fa risalire a Isaac Beekman (1588-1637) – quella dei suoi sviluppi musicali appare ben più corta. Difficile trovare sonorità granulose prima di Xenakis. Potremmo ricordare la "liquefazione" delle figure musicali in Debussy (Fig. 5) – e, in un certo senso, seguendo quest'idea di "scioglimento" del materiale musicale, potremmo dire che, se il modello dell'acqua ha in Debussy un ruolo assai importante, Xenakis si spinge oltre fino a lasciare che il liquido evapori diventando gas! Ma ovviamente l'aggancio con Debussy appare problematico. Il puntillismo weberniano potrebbe essere una via più interessante, ma anch'essa difficile da seguire. E ciò vale anche per certe soluzioni texturali ottenute da Bartók con suoni pizzicati. In Varèse, certe sonorità hanno certamente una dimensione granulare, per esempio in *Ionisation*³³ (Fig. 6).

Per quanto riguarda i contemporanei di Xenakis, il serialismo puntillista degli anni 1950, laddove sviluppato a partire già dalla microstruttura musicale, effettivamente raggiunge talvolta dimensioni granulari, specialmente nella musica di Stockhausen. Un buon esempio è *Gruppen* (per quattro gruppi orchestrali, 1955-57). In Fig. 7 si vede una battuta in cui, grazie alla struttura per «formanti ritmici» (Stockhausen 1957), la densità di suoni è abbastanza elevata da

ragionare; coloro che lo sanno fare, ne ottengono una gioia della ragione per via dell'imitazione, pur in movimenti destinati a finire, dell'armonia divina» – le parole in corsivo sono riferite a Platone (Xenakis 1963, p. 212), (Xenakis 1992, p. 179). A tal proposito, pensiamo all'ammirazione di Xenakis per Brahms, amico di quel Eduard Hanslick che aveva scritto il famoso *Del bello musicale* (1854) proprio sulla base di una visione del genere. Hanslick fu detto "formalista" perché, come Brahms, si oppose al contenutismo della musica a programma (Liszt); con occhi xenakisiani, potremmo leggerlo oggi come propugnatore di un'estetica energetica, antitetica ad una estetica espressiva o linguistica. In effetti, una concezione della musica come energia può forse spiegare perché Xenakis fosse contrario ad assimilare la musica ad un linguaggio. Si veda Solomos (2004).

³²Per approfondimenti sulla dimensione granulare in Xenakis, e in particolare su *Concret PH* e *Analogique A et B*, rinviamo ad alcuni scritti di Agostino Di Scipio (si veda bibliografia) oltre che a Bridoux-Michel (2005), Harley (2002) e Meric (2005). Per specifici aspetti tecnici rinviamo a Roads (2001, pp. 64-68 e *passim*). Per approfondimenti su *Analogique* rinviamo anche a Orcalli (1993, Cap. 4) e Bokesoy (2004).

³³In Solomos (1995) ho svolto un'analisi di *Ionisation* in termini di tre "sonorità" principali, che vengono prima esposte, e poi servono da materiale per lo sviluppo dell'intero brano. A proposito di Varèse, si può segnalare quanto suggerisce Curtis Roads (2001, p. 54) subito dopo aver discusso dei «fononi» (o quanti acustici) di Einstein: «A suo modo, Edgar Varèse nella sua capacità visionaria riconobbe [in un testo del 1940] il significato della scoperta [dei fononi]: 'Ogni suono [tone] è un'entità complessa fatta di elementi ordinati in vari modi [...] In altri termini, ogni suono [tone] è una molecola di musica, e allora può essere dissezionata in atomi sonori componenti [...] i quali] possono essere pensati come nient'altro che onde di energia sonora che si irradia nell'universo, come i raggi cosmici scoperti di recente, che Milliken chiama, in modo interessante, vagiti degli elementi semplici: elio, ossigeno, silicio, e acciaio'». Mettendo in evidenza la parola "energia", troviamo qui uno dei molti punti di passaggio da Varèse a Xenakis. Si veda Solomos (2006).

Figura 5: Claude Debussy, *Jeux* (1913). L’inizio del numero 31 presenta una superficie liscia costruita con cinque figure distribuite tra varie parti dell’orchestra (© Éditions Durand).

potersi tradurre, all’ascolto, in un fenomeno di sintesi: per ogni mezza battuta, potenzialmente vi sono 28 note tra loro non sovrapposte (Tab. 1). Negli anni 1950 e 1960, Xenakis usava sovrapposizioni ritmiche del genere, ma limitandosi di solito a suddivisioni più semplici (per 2, 3 e 5), proprio come all’inizio di *Analogique A* (Fig. 1), ottenendo pertanto un troppo esiguo numero di eventi nell’unità temporale. Naturalmente, in Xenakis c’è un’intenzione esplicita di ottenere una dimensione granulare, mentre in Stockhausen si tratta piuttosto di una possibilità derivata. La parte elettronica di *Kontakte* (1959-60) è forse più interessante in tal senso, dato che quasi tutti i suoni elettronici furono prodotti da Stockhausen mediante generatore di impulsi (la velocità di impulso poteva essere variata con continuità tra 16 al secondo e 0.125 al secondo, mentre la durata di ciascun impulso poteva variare tra 0.0001” e 0.9”) (Stockhausen 1996, p. 174). Ma anche qui, l’idea di granularità non è elaborata come tale. Alcune delle soluzioni “metronomiche” che Gyorgy Ligeti escogitò negli anni sessanta

This musical score shows the percussion section of Edgar Varèse's *Ionisation* for measures 18-20. The instruments listed are:

- grelots (bells)
- castagnettes (castanets)
- tambour de basque (Basque tambourine)
- blocs chinois (Chinese blocks)
- tarole (triangle)
- G.C. (Gong)

 The score features complex rhythmic patterns with various dynamics such as *ppp*, *p*, and *mf*. It includes numerous accents, slurs, and triplets, indicating a highly textured and rhythmically intricate passage.

Figura 6: Edgar Varèse, battute 18-20 di *Ionisation* (1929-31), riduzione dell'orchestra di percussione.

This musical score shows the 'Gruppen' section of Edgar Varèse's *Ionisation* for measures 18-20. The instruments listed are:

- fl. (flute)
- a. fl. (alto flute)
- tp. (trumpet)
- wood drums
- drums (with 'weich' marking)
- mar. (maracas, with 'weich' marking)
- glock./cel. (glockenspiel/cello)
- harp
- I + II (violin I and II)
- III + IV (violin III and IV)
- va. (viola)
- vc. (viola)

 The score features complex rhythmic patterns with various dynamics such as *p*, *mf*, and *pp*. It includes numerous accents, slurs, and triplets, indicating a highly textured and rhythmically intricate passage.

Figura 7: Stockhausen, *Gruppen*: «formante ritmico» costituito da una «fondamentale» (minima alle viole) e da nove «armonici» (seminimina ai violoncelli, terzina all'arpa, ecc.) (© Universal Edition).

Tabella 1: Sequenza temporale ottenuta dalla divisione armonica di una unità ritmica per 1, 2, 3...9.

0; 0.111; 0.125; 0.143; 0.167; 0.2; 0.222; 0.25; 0.286; 0.333; 0.375; 0.4; 0.429; 0.444; 0.5; 0.555; 0.571; 0.6; 0.625; 0.667; 0.714; 0.75; 0.778; 0.8; 0.833; 0.857; 0.875; 0.889.

raggiungono una maggiore densità.

Dopo Xenakis, inizialmente vi sono stati tentativi isolati, come quelli di Horacio Vaggione all'inizio degli anni 1970, per esempio in *Modelos de Universo* (1971) e in *Movimiento continuo* (1972), dove usò un programma per la sintesi digitale del suono (chiamato Papova, eseguito su un computer mainframe IBM 7090) che generava fino a 20 suoni al secondo in ciascuna delle quattro voci della polifonia di cui era capace (Vaggione 1983). Un altro esempio può essere dato da certi brani di Bernard Parmegiani, come *Matières induites* (un movimento del ciclo *De natura sonorum*, 1975). Il paradigma granulare diventa poi vera e propria “sintesi granulare” alla fine degli anni 1970, nel lavoro di Curtis Roads (1978) e poi di Barry Truax (1988). È appunto a partire dagli anni 1980 che si forma una sorta di “circolo granulare”, in cui rientrano sia Roads, sia Truax, sia Vaggione. Preferisco parlare di un “circolo” [*connection*], piuttosto che di una “linea” di sviluppo (che partirebbe da Xenakis) perché questi compositori manifestano in effetti estetiche tra loro del tutto differenti: Vaggione procede secondo un approccio attento ai differenti livelli temporali della struttura sonora (lo vedremo più avanti); Roads sembra più interessato ai microsuooni stessi; Truax, muovendo da un retroterra di composizione con suoni del paesaggio [*soundscape composition*], sfrutta la granularità come lente di ingrandimento per “scendere nel suono” con effetti di riverberazione non solo acustici ma anche “mnemonici”³⁴.

Qui vorrei soffermarmi sull'approccio di due compositori di generazione diversa, Horacio Vaggione (nato nel 1943) e Agostino Di Scipio (nato nel 1962), sia per illustrare la varietà delle posizioni estetiche nel contesto del paradigma granulare, sia perché, benché in modo diverso da Xenakis, anche la loro capacità di teoria – la loro “visione” – si traduce in musica di alta qualità.

2.2 Horacio Vaggione e l'approccio “multi-scala” alla struttura temporale

Come abbiamo detto, Vaggione inizia ad elaborare un approccio granulare già all'inizio degli anni 1970. Lo si potrebbe collegare al puntillismo post-weberniano caratteristico della sua primissima produzione, negli anni sessanta (Laliberté 2007, p. 352). Ma è a partire dagli anni 1980 che Vaggione viene considerato un maestro del paradigma granulare, in considerazione di lavori come *Thema* (1985, per sax basso e suoni generati da computer), *Tar* (1987, per clarinetto basso e suoni generati da computer), *Ash* (1989-90, musica elettroacustica),

³⁴ «La tecnica che trovo più sorprendente, per il modo in cui permette di muoversi dentro il suono, è la granularità in tempo reale di suoni campionati [...] Essa permette trasformazioni di grande efficacia, grazie al processo di *stretching* temporale [...] usato non solo per creare sonorità ferme e prolungate [*drones*], ma anche per far emergere all'ascolto il dettaglio interno della struttura timbrica [*innertimbral character of sound*], come se si lavorasse al microscopio [...] Applicata alla composizione con suoni del paesaggio», questa dilatazione delle durate [...] permette al suono di riverberare nella memoria dell'ascoltatore, lasciando che possano affiorare in superficie ricordi di lungo periodo e associazioni di idee» (Truax 1988, p. 96). Si veda anche in questo numero l'articolo di Truax, *passim*.

Kitab (per clarinetto basso, pianoforte, contrabbasso e computer), *Schall* (1994, musica elettroacustica), *Myr-S* (1996, per violoncello e dispositivi elettroacustici), *Préludes Suspendus II* (2000, musica elettroacustica), *Atem* (2002, per corno, clarinetto basso, pianoforte, contrabbasso e dispositivi elettroacustici) e *Taléas* (2002-2004, per flauto dolce Paetzold e dispositivi elettroacustici)³⁵. La questione importante, nel suo approccio compositivo, è quella della strutturazione del tempo.

La musica di Vaggione in realtà presenta una molteplicità di temi relativi al tempo. Iniziamo prima di tutto col notare che egli integra nel suo lavoro una concezione “moderna” del tempo, considerato nella sua irreversibilità – seguendo in ciò Xenakis e procedendo in parallelo coi compositori della scuola spettralista francese. In questo contesto, il suono non è più concepito in termini di periodicità e ripetizione, come nel modello “classico” dell’acustica di Helmholtz, ma come fenomeno dinamico ed energetico. Uno dei punti di riferimento più importanti è il lavoro del fisico Ilya Prigogine, il cui nome è legato alla «teoria delle strutture dissipative». Vaggione vi fa riferimento parlando di «strutture dissipative di energia sonora» (Vaggione 2003, p. 102).

In secondo luogo, Vaggione è interessato a lavorare nella dimensione infinitesimale del suono, cioè all’interno di ciò che è stata definita spesso la «vita interna» del suono – questione cruciale per una lunga genia di compositori che parte certamente da Varèse e continua con Stockhausen fino a certa musica odierna di forte impatto “immersivo”. Tuttavia, Vaggione ha una sua collocazione assai specifica e non assimilabile ad altri esempi. Se non altro, egli non sembra uniformarsi agli aspetti che, in quel tipo di sensibilità musicale, vengono più spesso associati allo spazio che al tempo. Piuttosto che di «vita interna» del suono, in effetti egli preferisce parlare di una “discesa” nel micro-tempo. A parte una certa fascinazione per fenomeni sonori che accadono a scala micro-temporale, la questione cruciale per lui è quella della loro articolazione, cioè di come comporre tali fenomeni. Il titolo di un suo scritto mette insieme proprio questi due aspetti: «Articulating Micro-Time» (1996). Inoltre la problematica della «vita interna» del suono rinvia spesso ad un’ipotetica matrice unitaria originale – dando vita a derive misticheggianti, per esempio in compositori come Scelsi, Stockhausen, Harvey, e anche Grisey – mentre Vaggione invece vede in questa discesa nel micro-tempo un’opportunità di pluralismo:

per un musicista, scendere nel micro-tempo è un mezzo per scoprire fenomeni di cui si è inconsapevoli quando ci si limita ad ascoltare il movimento della superficie sonora senza considerare il suo sostrato [...] Come diceva Bachelard, la nostra intuizione del tempo è ancora molto misera, limitata all’intuizione di un inizio assoluto e di una durata continua. Per Bachelard, dobbiamo invece trovare il pluralismo delle parti nascosto dietro l’identità del tutto, rompere l’identità ben oltre l’esperienza immediata che troppo spesso tendiamo a condensare in apparenza unitaria esteriore (Vaggione 1998b).

L’interesse di Vaggione per la sintesi granulare nasce allora dal tentativo di trovare una “pluralità” (grani) dietro quella che appare come “identità” di superficie (suono). Inoltre, Vaggione sottolinea che la descrizione corpuscolare, diversamente da quella ondulatoria, rinvia all’irreversibilità del tempo. L’approccio granulare «ci permette di lavorare con morfologie sonore complesse in uno spazio-tempo in cui regna l’irreversibilità: con strutture ‘dissipative’ che emergono dentro uno spazio-tempo direzionale, invece che con continuità simmetriche e lisce» (Vaggione 2005, p. 341). In tal senso, nella sua musica l’approccio granulare è allora ben

³⁵Uso qui la stessa terminologia usata da Vaggione per indicare le parti elettroniche di questi lavori. Si veda il volume collettivo curato da Solomos (2005c, pp. 413-418).

più di una tecnica di sintesi. Si tratta non solo di articolare il suono a livello micro-temporale (sintesi), ma di pensare in modo granulare anche il macro-tempo (il che avviene nelle parti strumentali dei suoi lavori). Peraltro Vaggione parla di "granulazione" in modo piuttosto generale, e con piacere cita Lavoisier nel trattare di questi temi (Vaggione 1996, p. 34).

In terzo luogo, alcuni dei testi di Vaggione (dalla seconda metà degli anni 1980 fino alla fine degli anni 1990) portano avanti l'idea di un approccio multi-scala. Di per sé, l'idea non è del tutto nuova – si pensi a quanto detto sopra circa Xenakis, e si pensi alle "tre temporalità" di Grisey (Baillet 2001, p. 25). Tuttavia nuovi sono gli specifici sviluppi che Vaggione riesce a perseguire. Egli inizia dalla constatazione pragmatica che, tanto nella tradizione musicale quanto nella percezione umana, esistono soglie a partire dalle quali tendiamo a delimitare due ordini di scala temporale, genericamente individuate come "micro-tempo" e "macro-tempo". Nella tradizione musicale, è la "nota" che viene considerata come unità elementare: parleremo allora di macro-tempo per indicare «tutte le scale temporali possibili» al di sopra di quella unità elementare, e di micro-tempo per indicare quelle al di sotto (Vaggione 1998a, p. 172). Le ripercussioni di una formulazione apparentemente innocua come questa sono enormi: esse permettono di riformulare la separazione tra musica strumentale ed elettroacustica, e allo stesso tempo di mitigarne il contrasto. In effetti, da questa angolazione, il gap tra le due non sta in una differenza di "natura" (cioè di materiale) ma in un cambio di scala (temporale) di osservazione. Questo modo di pensare è praticabile grazie all'elettronica digitale, avendo essa reso possibile comporre al livello micro-temporale. Dobbiamo allora considerare entrambi i campi (il micro- e il macro-tempo) all'insegna del "componibile", ovvero passibili di articolazione – senza peraltro abolire la soglia che porta a distinguere il cambio di scala. In termini di percezione umana, la soglia notoriamente va situata tra i 50 e i 100 millisecondi. Nel contesto del modello granulare, ciò significa che, con meno di dieci o venti suoni al secondo, l'orecchio coglie i singoli grani sonori come entità separate, e che quando ve ne sono di più, ciò che l'orecchio coglie è invece un suono unitario, una texture globale. Applicando questo modo di pensare tanto a livello di sintesi del suono quanto al livello di scrittura strumentale, si possono tenere unite le due dimensioni senza abolirne le differenze. Nel caso della sintesi, percepiamo la granularità del suono, cioè una pluralità interna che non impedisce tuttavia di parlare di "un" suono. Invece a livello strumentale, anche giungendo molto in prossimità della soglia del micro-tempo – come accade spesso nelle partiture di Vaggione, che arrivano a richiedere quintine di biscrome sulla semiminima a 100 MM (Fig. 8) – rimaniamo comunque nel contesto di un flusso di elementi separati. In effetti, è ovvio, Vaggione non si aspetta certo una sorta di «sintesi granulare strumentale» (Vaggione 2005, pp. 341 e sgg.).

Insisto sul fatto che, laddove egli pone la distinzione tra dimensioni micro- e macroscopiche del suono come questione di diverse scale temporali, Vaggione non mira a mettere da parte la soglia che divide i due livelli, piuttosto ne fa elemento di raccordo che li tiene insieme pur preservandone le differenze. In altri termini, non possiamo spostarci da un livello all'altro per semplice trasposizione. O, come dice il compositore, non possiamo trascurare la non linearità che esiste tra livelli temporali diversi, la loro mutua irreducibilità. Questo è la vera originalità del suo contributo teorico-musicale, dato che molti compositori interessati alla questione, prima di Vaggione o negli stessi suoi anni, sono apparsi inclini a seguire invece un principio di trasposizione. È proprio il caso di Xenakis, per esempio nei brani realizzati col programma informatico GENDYN [all'inizio degli anni 1990], dove tutto è dedotto automaticamente dal livello della forma d'onda. Ed è anche il caso di Grisey, laddove questi proietta la stessa forma d'onda a scale temporali diverse, per esempio in *Vortex temporum* [per pianoforte e cinque

Figura 8: Horacio Vaggione, *Phases* (2001), pagina 1.

strumenti, 1996]. Potremmo citare anche certi usi della geometria frattale in musica³⁶. Per Vaggione, queste nonlinearità tra scale di tempo diverse non solo esistono concretamente, ma sono musicalmente produttive, come ha segnalato in un'intervista del 2000:

riconoscere la realtà delle mancate coincidenze [tra scale di tempo diverse] non ci porta alla paralisi, al contrario, ci offre la possibilità di esplorare il passaggio tra differenti dimensioni, di articolare queste dimensioni in una rete di legami sintattici che copre l'intero spettro delle relazioni componibili (Budòn 2000, p. 15).

2.3 Agostino Di Scipio e la questione dell'emergenza

In un articolo di qualche anno fa, Vaggione scriveva:

[...] si può pensare che il vero motivo di una riuscita integrazione dell'approccio granulare nella composizione musicale debba essere visto nel transfert categoriale dal livello del segnale verso il livello simbolico. I grani manipolati musicalmente presi singolarmente non "spiegano" nulla a proposito della natura elementare del suono: nel nostro caso, essi sono – già loro – delle morfologie musicali, certo situate a livello del micro-tempo, ma tuttavia frutto di composizione. L'interesse compositivo dell'approccio granulare consiste allora nel trattamento simbolico di elementi presenti a scala micro-temporale. In questo senso, i grani costituiscono elementi duttili coi quali si possono elaborare entità morfologiche, agglutinandoli e proiettandoli in tutto lo spazio componibile, a ogni

³⁶Non c'è dubbio che, in una fase iniziale del proprio percorso, anche Vaggione si sia interessato a questioni di autosimilitudine (Vaggione 1989). Egli segnala però che lavori più recenti, quali *Tahil* (1992), *Kitab* (1993), *Schall* (1994) e *Rechant* (1995), esplorano invece «condizioni dinamiche di interazione, di convoluzione, di aliasing, e anche il movimento tra stati laminari e turbolenti della materia sonora, da cui nascono figure che non operano allo stesso modo a differenti scale di tempo». Dopo aver letto alcune mie osservazioni in proposito (Solomos 2005a), Vaggione mi ha detto di essersi interessato alla nonlinearità già a partire dalla metà degli anni 1980, in lavori quali *Thema* (1985), *Ash* (1989-90) e *Till* (1991). È probabile che sia giunto gradualmente ad una precisa consapevolezza della questione, a partire dalla constatazione degli effetti nonlineari dei tentativi di transposizione del timbro (Vaggione 2003, p. 106). Da quel momento in poi, la nonlinearità delle scale temporali è divenuta per lui una problematica centrale come generatore di singolarità.

scala possibile. Partendo da un approccio al sonoro nel segno della discontinuità e della frammentazione, stiamo già creando, per così dire direttamente, oggetti musicali, oggetti composti (Vaggione 2006).

Questo passaggio può costituire una buona introduzione (magari in forma di un confronto critico) all'approccio granulare caratteristico di Agostino Di Scipio, che a sua volta si concentra sul concetto di emergenza quale sviluppato nelle recenti scienze cognitive (Varela 1996). Iniziamo però da quel che Di Scipio ha scritto a proposito di Xenakis (si vedano i vari riferimenti già segnalati sopra). Nella sua analisi di *Analogique A et B*, commentando l'ipotesi dell'(auto-)creazione di sonorità di ordine superiore, Di Scipio opera un piccolo scivolamento concettuale: «oggi – egli osserva – scienziati cognitivisti ed epistemologi probabilmente descriverebbero l'ipotesi di sonorità di secondo ordine in termini di proprietà emergenti della struttura sonora» (Di Scipio 2001, p. 72). La questione può essere formulata così:

in questo caso [in riferimento ad *Analogique B*], è difficile fare una netta distinzione tra articolazione musicale e progettazione del suono, nella misura in cui le azioni del compositore mirano a far in modo che la struttura musicale (macro-livello) emerga dal suono stesso e dalla sua organizzazione interna (micro-livello) (Di Scipio 1997, p. 165).

Di Scipio ritiene che il "fallimento" di *Analogique* – che per lui non sta nella mancata fusione dei grani, come invece forse riteneva Xenakis, ma in un mancato fenomeno di emergenza – sia da far risalire agli strumenti matematici usati da Xenakis: «ci si può chiedere se le leggi stocastiche possano davvero fornire la possibilità che, dall'organizzazione di unità sonore minimali, emergano sonorità di ordine superiore» (Di Scipio 2001, pp. 73 e 79). Ecco perché, all'inizio del suo percorso compositivo, egli decide di adoperare modelli di sistemi aventi comportamento dinamico complesso, più adeguati a gestire la materia granulare in modo da farne emergere delle forme superiori, come si evince da un passaggio di un'intervista di qualche anno dopo:

il caos deterministico e la dinamica di sistemi complessi, almeno in quanto accessibili con semplici modelli numerici iterati, rappresentò per me un modo di comporre configurazioni di piccole unità sonore in modo tale che una sonorità di livello superiore si manifestasse nello svolgersi stesso del processo (Anderson 2005).

Tali modelli lo mettevano in grado di «esplorare [...] un vasto] insieme di configurazioni granulari, da textures più randomiche e disordinate, a textures di struttura più regolare, attraverso vari stati intermedi» (ibid.). In questo modo, e diversamente da Xenakis e da Vaggione, Di Scipio tende a disfarsi di tutto ciò che sia precomposto o composto direttamente in quanto forma o in quanto progetto macrostrutturale. Non a caso, in molta sua musica, non ci sono gesti intenzionalmente drammatici. In uno dei suoi primi scritti, Di Scipio (1994) formula una «teoria dell'emergenza sonologica» in cui la forma musicale (la macrostruttura) è concepita come «processo di formazione timbrica» (Di Scipio 1994, p. 205).

Nella posizione teorica di Di Scipio, l'emergenza è possibile grazie al fatto che il compositore progetta sistemi (nel senso cibernetico del termine), in particolare sistemi simili ai sistemi viventi, ovvero caratterizzati da capacità di auto-organizzazione:

il passaggio di un sistema o di un processo da una data configurazione strutturale ad un nuovo stato di ordine comprensibile come funzione delle proprietà qualitative del precedente, è ciò che in questo contesto chiamo un fenomeno di emergenza [...] Fenomeni del genere

possono seguire criteri di morfostasi (conservazione di coerenza, identità) o di morfogenesi (comportamento dinamico, cambiamento) i quali, presi insieme, portano alla caratteristica peculiare che accomuna sistemi viventi e sistemi sociali: l'auto-organizzazione (ibid., p. 206).

Ad assicurare questa capacità di auto-organizzazione provvede un criterio di «causalità circolare» (Anderson 2005), inteso come estensione dell'idea di feedback. Un esempio lo si trova in un lavoro (che Di Scipio ha dedicato proprio a Vaggione) intitolato *Due di Uno* (per violino, flauto dolce e processi adattivi di elaborazione del suono, 2002), dove il suono strumentale viene elaborato secondo tecniche granulari ma allo stesso tempo costituisce anche la sola sorgente dei controlli esercitati su quei processi di elaborazione (Di Scipio 2005a).

In base a questo criterio di causalità circolare, Di Scipio ripensa anche la nozione, tipica della musica live electronics, di “interazione” (Di Scipio 2003), allargando così il contesto sul quale si ripercuote il suo iniziale approccio granulare. Di solito si concepisce l'interazione come un'operazione svolta su un flusso di informazione: per esempio, un flusso sonoro avente un suo decorso, viene attivamente modificato da un operatore. Ma ciò in effetti non costituisce un'effettiva condizione interattiva, manca una vera reciprocità di azione. Ragionando in questo modo, per Di Scipio la composizione diventa in fin dei conti l'azione di comporre interazioni:

si tratta innanzitutto di creare un sistema dinamico che esibisca un comportamento adattivo alle condizioni esterne circostanti, e capace di interferire con esse [...] ottenendo così la base per un più ampio processo di auto-organizzazione [...] Qui, 'interazione' vale come elemento strutturale affinché possa darsi qualcosa che sia effettivamente un 'sistema' [...] Le interazioni sistemiche sono dunque solo indirettamente implementate, diventano cioè esiti collaterali di interdipendenze sistemiche aperte ma attentamente progettate [...] Il che costituisce un passo deciso dalla «composizione di musica interattiva» alla «composizione di interazioni musicali», e più precisamente dalla produzione di suoni desiderati, con mezzi interattivi alla produzione di interazioni desiderabili, che poi lasciano le proprie tracce udibili (ibid., p. 271).

Potremmo dire che per Di Scipio il processo di queste interazioni diventa più importante del risultato sonoro – e perfino dell'origine del suono. Diventa importante dunque una certa concezione «ecosistemica»: le interazioni di cui parliamo accadono nella struttura granulare della materia sonora, ma anche in rapporto all'ambiente acustico circostante: nel ciclo di brani intitolati *Ecosistemico Udibile* (2002-2005) – lavori la cui esecuzione richiede quasi sempre solo risorse di live electronics – il concetto di ecosistema è esplicitato come dominio di interazioni triangolari tra l'esecutore, i mezzi tecnici, e l'ambiente in cui avviene l'esecuzione (Fig. 9) (ibid., pp. 272-275). Peraltro, in tale prospettiva assume un ruolo decisivo il rumore: semplificando, si può dire che in questo contesto “rumore” non vale in quanto “disturbo” (come sarebbe per qualsiasi musica tradizionalmente concepita), e nemmeno soltanto in quanto “materiale sonoro” da manipolare (come in molta musica moderna e contemporanea), e vale piuttosto come agente ambientale partecipe del dominio di interazioni ecosistemiche, come presenza prodotta dallo spazio in cui l'interazione ha luogo: esso, in definitiva, è una parte integrante del sistema. In *Ecosistemico Udibile*,

il suolo del “rumore” è cruciale [...] Esso in definitiva è il medium in cui è situato il dispositivo di produzione del suono, il suo stesso ambiente in senso stretto. In più, il rumore è qui energia minima e necessaria grazie alla quale il sistema può, in base alla sua auto-organizzazione, sostenere sé stesso e svilupparsi (ibid., p. 271).

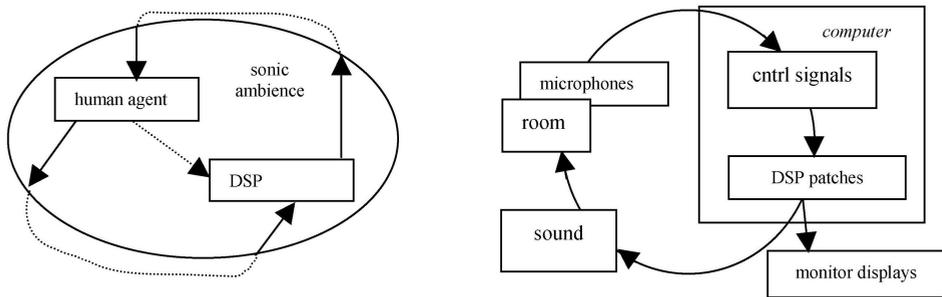


Figura 9: Agostino Di Scipio, *Ecosistemico udibile* (2002-2005): a sinistra, schema generico della rete di interazioni; a destra, processo ricorsivo fondamentale. Riprodotto a partire da Di Scipio (2003, p. 272).

Un ultimo ma importante aspetto su cui voglio soffermarmi consiste nella prospettiva sub-simbolica che Di Scipio deriva dalle sue iniziali strategie [granulari]. L'emergenza di sonorità di livello superiore ha luogo a partire da "grani" o anche da "campioni" che in sé stessi non sono simboli, e che operano cioè ad un livello che precede ogni possibilità di simbolizzazione musicale (Di Scipio 1994, p. 207). La «composizione di interazioni» porta allora l'interazione direttamente a livello del segnale: nel lavoro di Di Scipio, ogni scambio di informazione avviene nel suono, ha natura sonora (Di Scipio 2003, p. 272). Si potrebbe fare un parallelo col modello di emergenza proprio dei recenti sviluppi delle scienze cognitive [come in Solomos (2013)]. Alla domanda cos'è la cognizione? il computazionalismo risponde: «un processo di elaborazione dati, la manipolazione di simboli sulla base di regole» (Varela 1996, p. 42). La prospettiva dell'emergenza, invece, risponde: il formarsi di «stati globali complessi in una rete di componenti semplici» (ibid., p. 77). Per tornare alla musica, si tratta in pratica di ciò: se vogliamo che un livello strutturale superiore (la forma musicale, la macroforma) si manifesti come emergenza dal basso, e non come costruzione indipendentemente e astrattamente determinata, dobbiamo operare appunto a basso livello, abbandonando ogni livello temporale intermedio e i relativi processi di carattere simbolico.

Processi, «interazioni composte», «ecosistemi», strategia «sub-simbolica»: tutti questi elementi convergono. *Cos'è la musica?* chiede Di Scipio. Il risultato sonoro di determinate azioni compositive? No, perché quel che egli compone è un processo, non l'esito risultante. Un gesto deliberato di comunicazione tra esseri umani (che riguarda cioè il compositore, gli esecutori, gli ascoltatori)? Non esclusivamente, perché l'ambiente ne è parte integrante. Un linguaggio (dove la mediazione di simboli crea la dicotomia di materia e significato)? No... Per Di Scipio la musica

... non è qualcosa che possa esistere al di fuori del momento in cui si agisce per farla, ma qualcosa la cui esistenza resta sempre da realizzare, da rinnovare ogni volta; non è mai qualcosa di dato, di delimitato come forma ideale o virtuale, come qualche cosa che si presti ad essere rappresentata [ri-presentata], re-incarnata. In breve, personalmente non compongo la musica in quanto tale, ma le condizioni favorevoli che potranno eventualmente far nascere della musica (la mia musica). La responsabilità delle azioni da compiere (nel comporre, nel suonare, nell'ascoltare) ha altrettanta importanza degli oggetti da produrre (da comporre, da suonare, da ascoltare) (Di Scipio 2007, p. 296).

3 Conclusion

In questo articolo ho sviluppato due linee di ricerca. La prima riguarda Xenakis, che ha introdotto un modo di pensare la musica che abbiamo indicato come “paradigma granulare”. Si tratta di una ricerca filologica, perché prova ad individuare le fonti di questo pensiero e l’evoluzione nel modo stesso in cui esso è stato presentato; ma ha anche un carattere teorico ed estetico, nel senso che illustra i vari aspetti di quel modo di pensare la musica. La seconda linea di ricerca mostra che c’è una sorta di filiazione all’interno del paradigma granulare, e che potremmo scrivere una storia della “composizione granulare”. Qui mi sono concentrato su due nomi importanti, quelli di Horacio Vaggione e di Agostino Di Scipio, ma naturalmente c’è ancora molto lavoro da fare. In effetti, a partire dagli anni novanta, l’approccio granulare diventa sempre più diffuso, e viene sviluppato per esempio da compositori come Ludger Brümmer, Manuel Rocha (1999), Ramon Gonzalez-Arroyo (2005), Eduardo Miranda (2002), Damian Keller, Mara Helmuth (Teresa Davis 2004), e da molti altri, tra cui anche i musicisti della scena *electronica*.

Bibliografia

- Albèra, Philippe (1989). «Entretien avec Iannis Xenakis». In: *Musique en création*. Le festival d’automne à Paris. Paris: Contrechamps, pp. 79–86.
- Anderson, Christine (2005). «Dynamical Networks of Sonic Interactions. An Interview with Agostino Di Scipio». In: *Computer Music Journal* 29.3, pp. 11–28. URL: <http://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/0148926054798142> (visitato il 30/12/2015).
- Baillet, Jérôme (2001). *Gérard Grisey. Fondements d’une écriture*. Paris: L’Harmattan.
- Bokesoy, Sinan (2004). «Macro Son: situation et évaluation. Essai de définition du macro-son et création d’une méthodologie le synthétisant pour usage compositionnel». PhD. Paris: Université Paris 8.
- Bridoux-Michel, Séverine (2005). «Autour de Concret PH». In: *International Symposium Iannis Xenakis*. A cura di A. Georgaki e M. Solomos. University of Athens, pp. 109–112.
- Budòn, Osvaldo (2000). «Composing with Objets, Networks and Time Scales: An Interview with Horacio Vaggione». In: *Computer Music Journal* 24.3, pp. 9–22.
- Delalande, François (1997). *Il faut être constamment un immigré*. *Entretiens avec Xenakis*. Paris: Buchet-Chastel/INA-GRM.
- Di Scipio, Agostino (1994). «Formal Processes of Timbre Composition. Challenging the Dualistic Paradigm of Computer Music». In: *Proceedings of the 1994 International Computer Music Conference*. Vol. 17, pp. 202–208.
- (1997). «The problem of 2nd-order sonorities in Xenakis’ electroacoustic music». In: *Organised Sound* 2/3, pp. 165–178.
- (1998). «Scienza e musica dei quanti acustici: l’eredità di Gabor». In: *Il Monocordo* 6, pp. 71–76.
- (2001). «Clarification on Xenakis: the Cybernetics of Stochastic Music». In: *Présences de / Presences of Iannis Xenakis*. A cura di M. Solomos. Paris: CDMC, pp. 71–84.
- (2003). «Sound is the interface: from *interactive* to *ecosystemic* signal processing». In: *Organised Sound* 8.3, pp. 269–277.
- (2005a). «*Due di uno*: a composition dedicated to Horacio Vaggione». In: *Contemporary Music Review* 24.4-5, pp. 383–397.

- Di Scipio, Agostino (2005b). «Formalization and intuition in *Analogique A et B* (with some remarks on the historical-mathematical sources of Xenakis)». In: *International Symposium Iannis Xenakis*. A cura di A. Georgaki e M. Solomos, pp. 95–108.
- (2007). «*Due di uno*. Une composition dédiée à Horacio Vaggione». In: *Espaces composites*. A cura di Makis Solomos. Paris: L'Harmattan, pp. 293–315.
- Gabor, Dennis (1946). «Theory of communication». In: *Journal of the Institution of Electrical Engineers* 93.26. Part III: Radio and Communication Engineering, pp. 429–457.
- (1947). «Acoustical quanta and the theory of hearing». In: *Nature* 159.4044, pp. 591–594.
- Gibson, Benoît (1994). «La théorie et l'œuvre chez Xenakis: éléments pour une réflexion». In: *Circuits* 5.2, pp. 41–54.
- Gonzalez-Arroyo, Ramon (2005). «Le concept de son en synthèse numérique». PhD. Paris, pp. 153–159.
- Harley, James (2002). «The Electroacoustic Music of Iannis Xenakis». In: *Computer Music Journal* 26.1, pp. 35–38.
- Kanach, Sharon (2001). «A propos de Musiques formelles». In: *Portrait(s) de Iannis Xenakis*. A cura di F.B. Mâche. Paris: Bibliothèque Nationale de France, pp. 201–213.
- Laliberté, Martin (2007). «An Analytic Approach to Horacio Vaggione's *Till*». In: *Espaces composites. Essais sur la musique et la pensée d'Horacio Vaggione*. A cura di M. Solomos. Paris: L'Harmattan.
- Matossian, Nouritza (1981). *Iannis Xenakis*. Paris: Fayard.
- Meric, Renaud (2005). «*Concret PH*, un espace mouvant». In: *Actes des Journées d'Informatique Musicale (JIM)*. A cura di A. Sedes e H. Vaggione. Paris: Université Paris 8 CICM MSH Paris Nord Afim, pp. 147–155.
- Meyer-Eppler, Werner (1959). *Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie*. Kommunikation und Kybernetik in Einzeldarstellungen 1. Berlin: Springer-Verlag.
- Miranda, Eduardo Reck (2002). *Computer Sound Design: Synthesis Techniques and Programming. Pauline Oliveros and Lesbian Musicality*. Oxford: Focal Press.
- Orcalli, Angelo (1993). *Fenomenologia della musica sperimentale*. Potenza: Sonus Edizioni Musicali.
- Restagno, Enzo, cur. (1988). *Xenakis*. Torino: EDT/Musica.
- Roads, Curtis (2001). *Microsound*. Cambridge, London: The MIT Press.
- Robindoré, Brigitte (1996). «Eskhaté Ereuna: Extending the Limits of Musical Thought Comments On and By Iannis Xenakis». In: *Computer Music Journal* 20.4, pp. 11–16.
- Rocha, Manuel (1999). «Les techniques granulaires dans la synthèse sonore». PhD. Paris: Université Paris 8.
- Solomos, Makis (1993). «À propos des premières (1953-1969) de Iannis Xenakis. Pour une approche historique de l'émergence du phénomène du son». PhD. Paris: Université Paris 4.
- (1995). «Lectures d'Ionisation». In: *Percussions* 40, pp. 11–27.
- (1996). *Iannis Xenakis*. Revisione col titolo *Introduction à la musique de Iannis Xenakis*, 2005. Mercuès: P.O. Éditions. URL: <http://www.univ-montp3.fr/~solomos> (visitato il 09/10/2015).
- (2001). «Sculpter le son». In: *Portrait(s) de Iannis Xenakis*. A cura di F. B. Mâche. Paris: Bibliothèque Nationale de France, pp. 133–142.
- (2004). «Apollon and Dionysos. The writings of Xenakis». In: *Journal of New Music Research* 33.2, pp. 125–136.

- (2005a). «An Introduction to Horacio Vaggione's Musical and Theoretical Thought». In: *Contemporary Music Review* 24.4-5, pp. 311–326.
- (2005b). «Cellular automata in Xenakis's music. Theory and practice». In: *International Symposium Iannis Xenakis*. A cura di A. Georgaki e M. Solomos, pp. 120–137.
- Horacio Vaggione: *Composition Theory* (2005c). In: *Contemporary Music Review* vol. 24.4-5. A cura di Makis Solomos. Numero monografico dedicato a Horacio Vaggione.
- Solomos, Makis (2005d). «Notes sur Agostino Di Scipio et sur la notion d'émergence». In: *Actes des Journées d'Informatique Musicale (JIM)*. A cura di A. Sedes e H. Vaggione. Paris: Université Paris 8 CICM MSH Paris Nord Afim, pp. 101–109.
- (2006). «Xenakis-Varèse et la question de la filiation». In: *Edgar Varèse. Du son organisé aux arts audio*. A cura di T. Horodyski e P. Lalitte. Paris: L'Harmattan, pp. 139–170.
- (2013). «Note sul concetto di 'emergenza' e su Agostino Di Scipio». In: *Agostino Di Scipio. Polveri sonore: una prospettiva ecosistemica della composizione*. A cura di Andrea Semerano. Roma: La Camera verde, pp. 107–116.
- Stevens, Stanley Smith e Hallowell Davis (1938). *Hearing: Its Psychology and Physiology*. New York: John Wiley & Sons.
- Stockhausen, Karlheinz (1957). «die Zeit vergeht...» In: *Die Reihe* 3, pp. 10–43.
- (1996). *Libretto del CD Elektronische Musik 1952-1960*. Stockhausen Gesamtausgabe.
- Teresa Davis, Mara Helmuth e (2004). «Rock Music: Granular and Stochastic Synthesis based on the Matanuska Glacier». In: *Proceedings of the 2004 International Computer Music Conference*. San Francisco: International Computer Music Association, pp. 619–622.
- Truax, Barry (1988). «Real-time granular synthesis with a digital signal processor». In: *Computer Music Journal* 12.2, pp. 14–26.
- Vaggione, Horacio (1983). «Poly-phonies: critique des relations et processus compositionnels». PhD. Paris: Université Paris 8.
- (1989). «Dimensions fractionnaires en composition musicale».
- (1996). «Articulating Micro-Time». In: *Computer Music Journal* 20.1, pp. 33–38.
- (1998a). «Son, temps, objet, syntaxe. Vers une approche multi-échelle dans la composition assistée par ordinateur». In: *Cahiers de philosophie du langage* 3, pp. 169–202.
- (1998b). «Transformations morphologiques: quelques exemples». In: *Actes des Journées d'Informatique Musicale (JIM) 1998*. Marseille: LMA-CNRS, G1–1–G1–10.
- (2003). «Composition musicale et moyens informatiques: questions d'approche». In: *Formel-informel: musique-philosophie*. A cura di M. Solomos, A. Soulez e H. Vaggione. Paris: L'Harmattan, pp. 91–116.
- (2005). «Notes on Atem». In: *Contemporary Music Review* 24.4-5, pp. 339–350.
- (2006). «Symboles, signaux, opérations musicales».
- Varela, Francisco J. (1996). *Invitation aux sciences cognitives*. Paris: Seuil.
- Varga, Bálint A. (1996). *Conversations with Iannis Xenakis. For amplified ensemble*. London: Faber e Faber.
- Winckel, Fritz (1960). *Vues nouvelles sur le monde des sons*. Trad. da A. Moles e J. Lequeux. Paris: Dunod.
- Xenakis, Iannis (1955). «La crise de la musique sérielle». In: *Gravesaner Blätter* 1, pp. 2–24.
- (1956). «Wahrscheinlichkeitstheorie und Musik». In: *Gravesaner Blätter* 6, pp. 28–34.
- (1958-59). «De tre parablerna». In: *Nutida Musik* 4, pp. 9–11.
- (1960a). «Elements of Stochastic Music (1)». In: *Gravesaner Blätter* 18, pp. 84–105.
- (1960b). «Elements of Stochastic Music (2)». In: *Gravesaner Blätter* 19-20, pp. 140–150.

- Xenakis, Iannis (1961a). «Elements of Stochastic Music (3)». In: *Gravesaner Blätter* 21, pp. 113–121.
- (1961b). «Elements of Stochastic Music (4)». In: *Gravesaner Blätter* 22, pp. 144–145.
- (1962). «Stochastic Music». In: *Gravesaner Blätter* 23-24, pp. 169–184.
- (1963). *Musiques formelles*. Revue Musicale 253-254. Numero monografico. Paris.
- (1971). *Formalized Music*. Trad. da C. Butchers, G.H. Hopkins e J. Challifour. Bloomington: University Press.
- (1976). *Musique. Architecture*. Tournai: Casterman.
- (1985). «Condition du musicien». In: *France Forum* 223-224. Ripreso in (Xenakis 1994, pp. 121-128).
- (1988). «Sur le temps». In: *Redécouvrir le temps (tome II)*. Bruxelles: Université de Bruxelles, pp. 193–200.
- (1992). *Formalized Music*. A cura di Sharon Kanach. Versione rivista e ampliata di (Xenakis 1971). Stuyvesant (New York): Pendragon Press.
- (1994). *Kéleütha*. Paris: L'Arche.
- (2003). *Universi del suono. Scritti e interventi 1955-1994*. A cura di Agostino Di Scipio. Lucca/Milano: LIM/Le Sfere.