



# IANNIS XENAKIS ET LA MUSIQUE STOCHASTIQUE

Par Guillaume Laplante-Anfossi, doctorant au LAGA en topologie  
algébrique, Université Paris 13.

Séminaire des doctorants – 23 octobre 2019

# PLAN DE LA PRÉSENTATION

## PREMIÈRE PARTIE

- Écoute initiale d'*Achorripsis* (1957)
- Qui est Xenakis?
- Quelques notions d'acoustique et de probabilités
- Musique stochastique: la construction d'*Achorripsis*

## SECONDE PARTIE

- Architecture logicielle
- Distributions sur 1 paramètre
- Distributions sur différents paramètres
- Notre reconstruction d'*Achorripsis*
- Conclusion

# ACHORRIPSIS (1957)

- « Jets de sons » en grec
- 21 instruments (cuivres, bois, cordes, percussions)
- Durée totale de la pièce = 7 minutes
- Écoute (du début, environ une minute)



[1] Enregistrement sonore: Orchestre philharmonique du Luxembourg, dir. Arturo Tamayo, Timpani, 2009

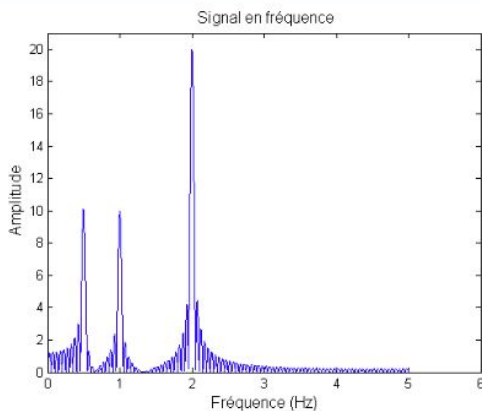
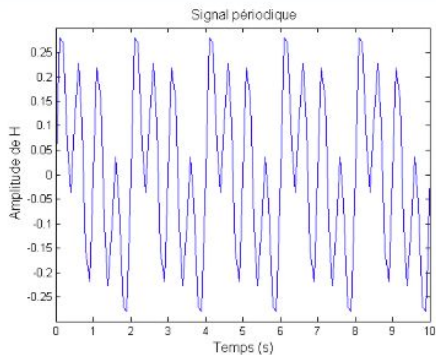
# QUI EST XÉNAKIS?

- Naissance en 1922 en Roumanie
- Décès précoce de sa mère
- Études sur une île grecque
- Départ pour Athènes en 1938
- Implication politique et combats
- Exil en France: musique et architecture
- Production colossale (+100 œuvres)
- Travail avec l'ordinateur
- Visites à Montréal années 1970
- Décès à Paris en 2001



[2] Mâkhi Xenakis, *Iannis Xénakis: Un père bouleversant*, Actes Sud, 2015

# QUELQUES NOTIONS D'ACOUSTIQUE



Un son musical est une onde mécanique qui se propage dans l'air.

- Hauteur = Fréquence (Hz)
- Intensité = Amplitude (Décibels)
- Durée = Temps d'émission (Secondes)
- Timbre = Harmoniques et formants (Distingue les instruments entre eux)

Qu'est-ce que la gamme tempérée?

- Division de l'octave en 12 demi-tons égaux (racine 12<sup>e</sup> de 2)

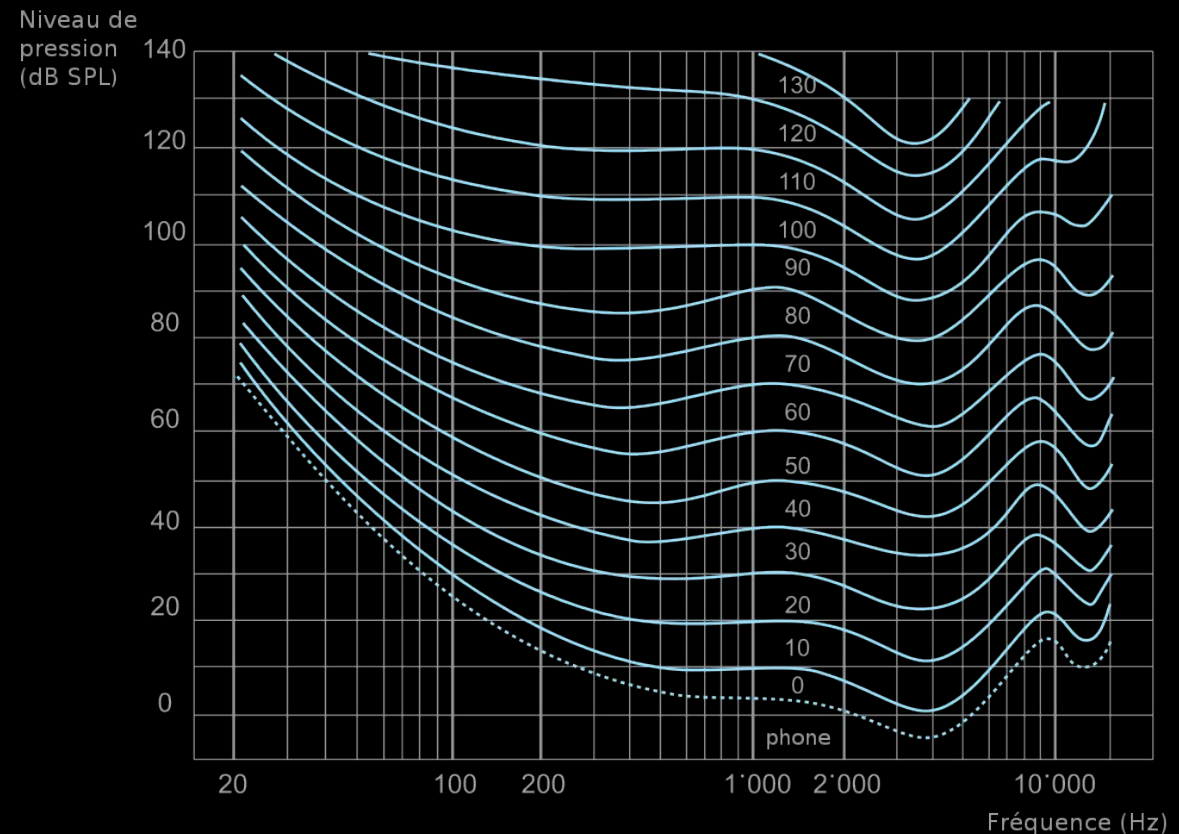
# QUELQUES NOTIONS DE PSYCHO-ACOUSTIQUE

Un son musical n'est pas toujours perçu... et il n'est pas toujours perçu tel qu'il est (!)

- Hauteurs = 20 à 20 000 Hz
- Intensités = 0 à 120 dB
- Durée min = 0.1 s
- Intervalle min = 1/8 de ton
- Timbre & attaque

Tout n'est pas jouable!

- Densité orchestrale = 10 sons/s



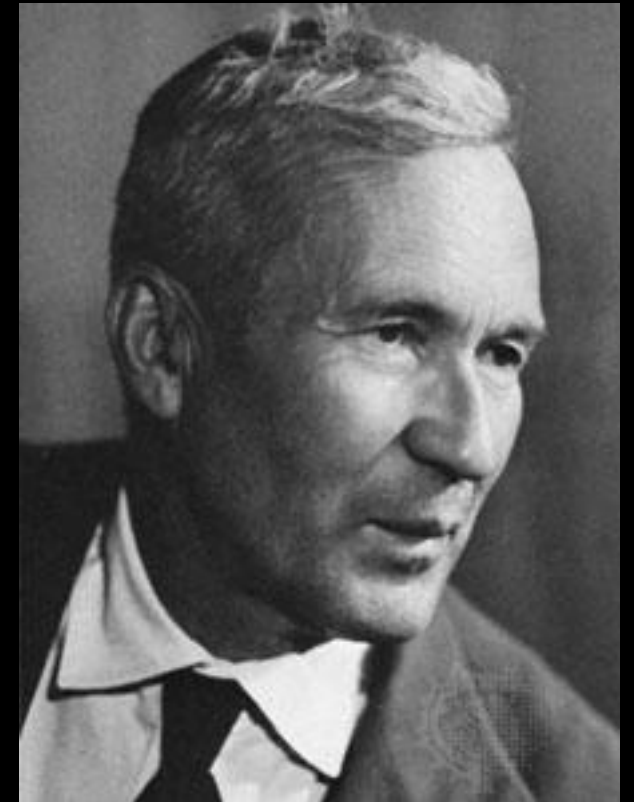
# QUELQUES NOTIONS DE PROBABILITÉS

- Définition formelle (Kolmogorov, 1933)
- Lien entre le discret et le continu

En pratique, on interprète la probabilité de manière statistique:

- Loi forte des grands nombres (Kolmogorov, 1929)
- Théorème de la limite centrale (Laplace, 1809)
- Hasard indiscernable de la complexité

[4] William Feller, *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*, 3<sup>e</sup> édition, Éd. Wiley, 1957



# CONTEXTE SOCIO-HISTORIQUE

- Paris dans les années 50
- La classe de Messiaen
- Le cercle de Schaeffer: la musique concrète
- Le sérialisme intégral: Boulez, Nono, Stockhausen
- Les démarches exploratoires: Varèse, Berio, Ligeti
- Influence des musiques orientales



[5] Louise Paquette, *Xénakis et la formalisation scientifique de la pensée musicale*, Mémoire de maîtrise, Faculté de Musique de l'Université de Montréal, 1981

# LE PROBLÈME DE LA MASSE SONORE

Xenakis fait une critique radicale de la musique de son temps:

- Le (sur-)déterminisme de la musique sérielle engendre une complexité inintelligible

-COMME LA NAISSANCE DE LA PHYSIQUE STATISTIQUE-

- Les lois de probabilité permettent d'appréhender le chaos
- S'oppose à l'improvisation: c'est une démission
- Du « n'importe quoi »... mais pas n'importe lequel!

# AXIOMATIQUE MUSICALE

- I. « Tout son est une intégration de grains, de particules élémentaires sonores, de quanta sonore. »
- II. « Chacun de ces grains élémentaires a une triple nature: la durée, la fréquence et l'intensité. »
- III. « Ces trois caractéristiques du son peuvent être associés à des nombres réels –en particulier, elles ont une structure d'*ordre total* »
- IV. « Ces trois grandeurs sont indépendantes les unes des autres »

Note: Il reprend donc de la conception sérielle le traitement du son en ses différents paramètres. Aussi, le 4<sup>e</sup>, le timbre, est *a priori* (choix de l'instrumentation). Par ailleurs, on peut décider de corréler les grandeurs.

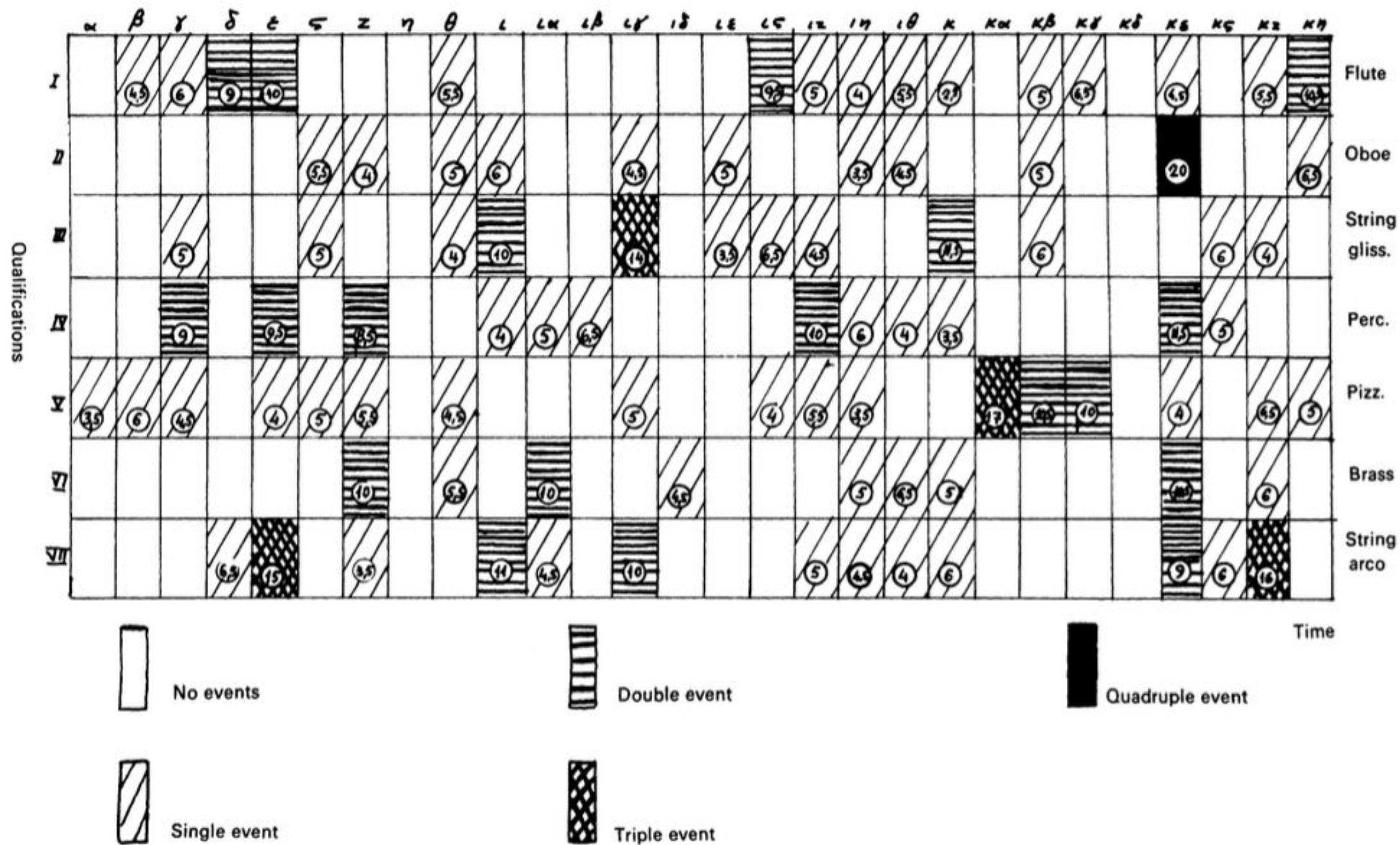
# LA CONSTRUCTION D'ACHORRIPSIS: LES DENSITÉS



- LOI DE POISSON (événements rares; compteur geiger)

$$P_k = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

- 7 timbres (groupes de 3 instruments) x 28 unités de temps  
= 196 cases
- Général, lignes et colonnes!

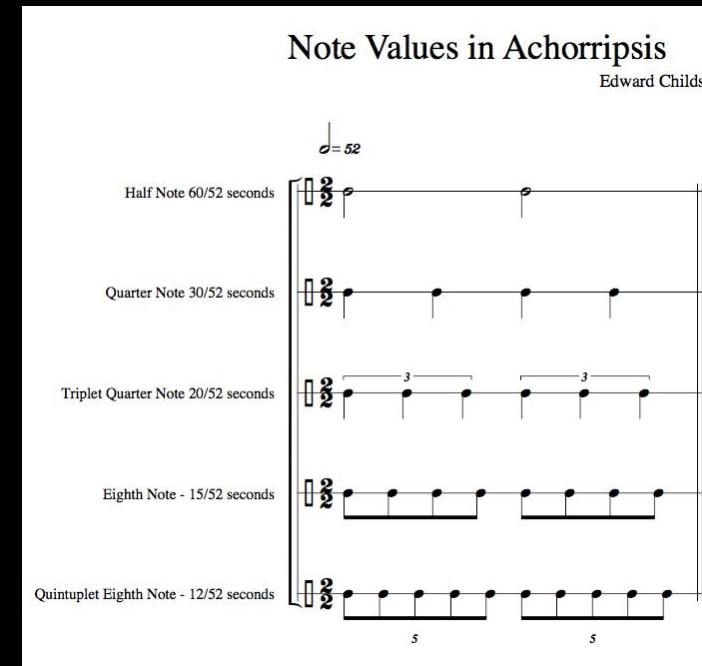


# LA CONSTRUCTION D'ACHORRIPSIS: LES DURÉES

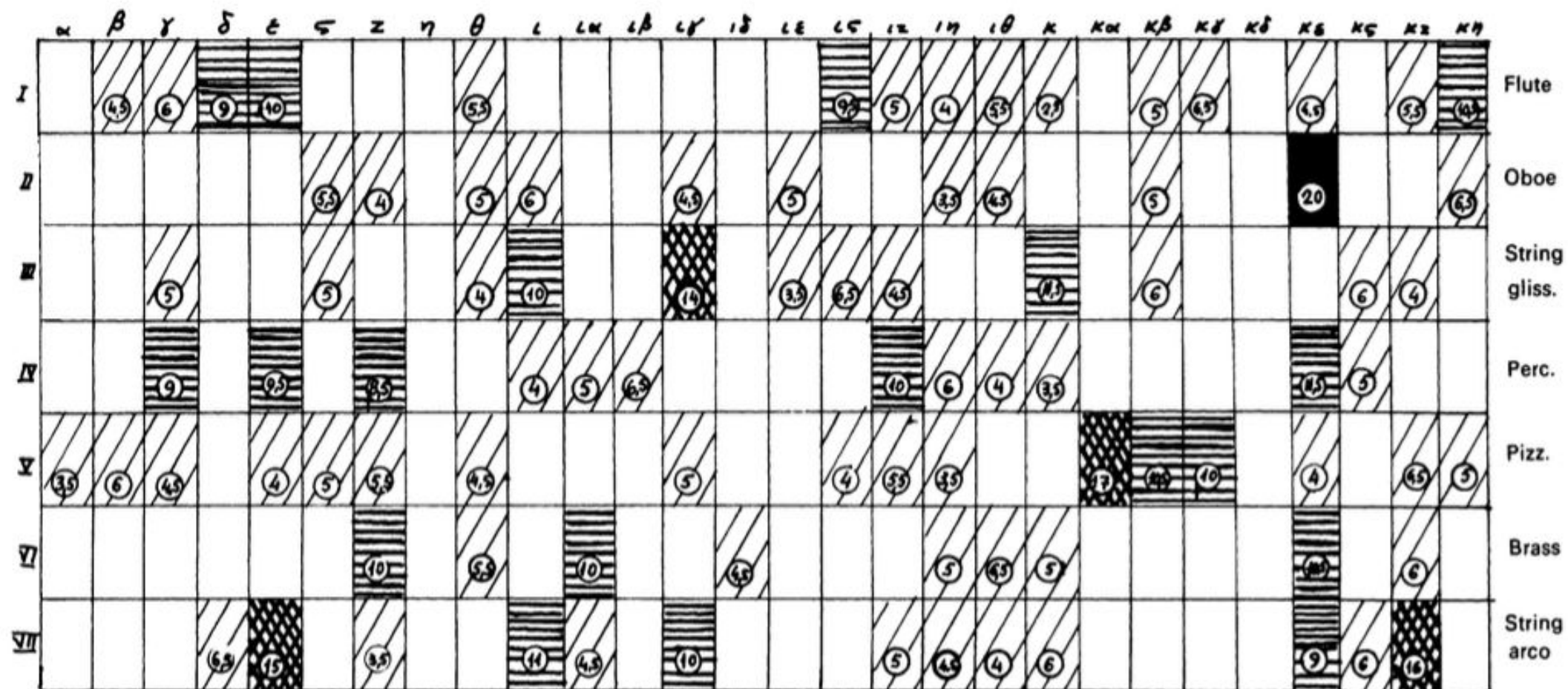
- LOI EXPONENTIELLE (« sans mémoire »: demi-vie et files d'attentes)

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$$

Les points placés au hasard sur une droite = les *distances temporelles* entre les sons



[9] Edward Childs, *Achorripsis: a sonification of probability distributions*, International Conference on Auditory Display (Kyoto, Japon), 2002



No events



Double event



Quadruple event



Single event



Triple event

Time

# LA CONSTRUCTION D'ACHORRIPSIS: HAUTEURS

- LOI LINÉAIRE « DE XENAKIS » (moyenne de deux lois uniformes; simplicité)

$$f(x) = \frac{2}{a} \left(1 - \frac{x}{a}\right)$$

The image displays a musical score for the piece 'Achorripsis' by Iannis Xenakis, specifically section 1 through 28. The score is written on four staves (two treble and two bass clefs). Above the staves, a sequence of numbers from 1 to 28 is listed, corresponding to the measures. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and accidentals, illustrating the linear construction of pitches as described in the text.

[10] Ronald Squibbs, *The composer's flair: Achorripsis as music*,  
International Symposium Iannis Xenakis (Athènes, Grèce), 2006

20

Picc. *p*

Klar. Es *p*

Baßkl. B *f*

Viol. 3 *f*

Vcl. 3 *f*

Kb. 3 *f*

Picc.

Klar. Es

Baßkl. B

Xyl. *pp*

gr.Tr.

2 *pizz.*

Viol. 2 *pizz.*

3 *pizz.*

Vcl. 2 *pizz.*

3 *pizz.*

Kb. 2 *pizz.*

3 *pizz.*

Picc.

Klar. Es

Baßkl. B

Xyl.

H.-Bl.

gr.Tr.

2

Viol. 2

3

2

Vcl. 2

3

2

Kb. 2

3

# LA CONSTRUCTION D'ACHORRIPSIS: LES GLISSANDI

- LOI DE MAXWELL-BOLTZMANN (répartition gaussienne des vitesses; gaz classique)



$$f(x) = \frac{2}{a\sqrt{\pi}} e^{-\frac{v^2}{a^2}}$$

$$P(\lambda) = \theta(\lambda_2) - \theta(\lambda_1)$$
$$\theta(\lambda) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\lambda e^{-\lambda^2} d\lambda$$

La variation continue de hauteur dans le temps, possible chez les instruments à cordes, est considérée comme une vitesse: « Ce son glissé peut être assimilé sensoriellement et physiquement à la notion mathématique de vitesse » (Xenakis, 1956)

Ob.

Fag.

Kfag.

Xyl.

H.-Bl.

gr.Tr.

1

VI. 2

3

7

Vcl. 2

3

1

Kb. 2

3

Ob.

Fag.

Kfag.

1

Trpt.

2

Pos.

Xyl.

H.-Bl.

gr.Tr.

1

VI. 2

3

1

Vcl. 2

3

1

Kb. 2

3

# LA CONSTRUCTION D'ACHORRIPSIS: REMARQUES

- Transcription en notation traditionnelle
- Arrondissement pour valeurs discrètes
- Les intensités répondent à des buts purement musicaux
- Les deux grands glissandi à la fin
- Le but du jeu, c'est un *résultat musical*!

*« Ces lois, qu'on rencontre depuis peu dans une pléthore de domaines, sont de véritables diamants de la pensée contemporaine. Elles régissent les lois de l'apparition de l'être et de son devenir. Il faut bien comprendre qu'elles ne sont pas un but, mais de merveilleux outils de confection [...] »*  
(Xenakis, 1962)

## Avant-propos

Les glissandi de la main gauche seront rigoureusement continus et liés.

Chacune des nuances suivantes: ppp, pp, p, mf, f, ff, fff, inscrite sur les parties de l'orchestre, opère également sur les mesures qui suivent, et jusqu'à la rencontre de la nouvelle nuance qui la remplace.

Les Clarinettes sont écrites en notes réelles.

La Petite-Flûte sonne à l'octave supérieure des sons écrits.

Le Contre-Basson et les Contre-Basses, à l'octave inférieure des sons écrits.

Le do du Xylophone sonne 2 (deux) octaves plus haut.

Tous les instruments sans vibrato

## Distribution d'orchestre

- 1 Petite Flûte
- 1 Haut-Bois
- 1 Clarinette Mi b
- 1 Clarinette Basse Si b
- 1 Basson
- 1 Contre-Basson
- 2 Trompettes
- 1 Trombone
- 1 Xylophone
- 1 Wood-Block
- 1 Grosse-caisse
- 3 Violons
- 3 Violoncelles
- 3 Contre-Basses

**Durée:** approximative 7 minutes

Création: 24 Aout 1958

Buenos Aires, Amigos de la musica

Sous la direction de Hermann Scherchen

## Vorbemerkung

Die Glissandi der linken Hand sind unbedingt ohne Unterbrechung und gebunden zu spielen.

Jede der in den einzelnen Orchesterstimmen angegebenen dynamischen Bezeichnungen: ppp, pp, p, mf, f, ff, fff gilt solange, bis sie durch eine neue ersetzt wird.

Die Klarinetten klingen wie notiert, die kleine Flöte eine Oktave höher, das Kontrafagott und die Kontrabässe eine Oktave tiefer. Das \*c\* der Xylophon-Stimme klingt 2 Oktaven höher.

Alle Instrumente ohne Vibrato

## Orchesterbesetzung

- 1 kleine Flöte
- 1 Oboe
- 1 Klarinette in Es
- 1 Baßklarinette in B
- 1 Fagott
- 1 Kontrafagott
- 2 Trompeten
- 1 Posaune
- 1 Xylophon
- 1 Holzblock
- 1 große Trommel
- 3 Violinen
- 3 Violoncelli
- 3 Kontrabässe

**Spieldauer:** ca. 7 Minuten

Uraufführung: 24. August 1958

Buenos Aires, Amigos de la musica

Leitung Hermann Scherchen

# Achorripsis

Yannis Xenakis  
(1957)

$\text{♩} = 52$

© 1958, 1986 BOTE & BOCK, Berlin · Aufführungsrecht vorbehalten  
Eigentum für alle Länder: Bote & Bock · Berlin / Wiesbaden  
Printed in Germany · Hergestellt in Berlin (West) · B & B 21471 (693)

2003:2032

# ON RÉÉCOUTE! ACHORRIPSIS (1957)

- « Jets de sons » en grec
- 21 instruments (cuivres, bois, cordes, percussions)
- Durée totale de la pièce = 7 minutes
- Écoute (la dernière minute de la pièce)



[1] Enregistrement sonore: Orchestre philharmonique du Luxembourg, dir. Arturo Tamayo, Timpani, 2009

# CONCLUSION-BIBLIOGRAPHIE

Pour aller plus loin: Métastasis, Pithoprakta (théorie des probabilités), Nomos Alpha (théorie des groupes), Persephassa (théorie des cribles), Polytopes (spectacles musique et lumière)...

- [1] Enregistrement sonore: Orchestre philharmonique du Luxembourg, dir. Arturo Tamayo, Timpani, 2009
- [2] Mâkhi Xenakis, *Iannis Xénakis: Un père bouleversant*, Actes Sud, 2015
- [3] Ulrich Michels, *Guide illustré de la musique*, Fayard, 1988
- [4] William Feller, *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*, 3<sup>e</sup> édition, Éd. Wiley, 1957
- [5] Louise Paquette, *Xénakis et la formalisation scientifique de la pensée musicale*, Mémoire de maîtrise, Faculté de Musique de l'Université de Montréal, 1981
- [6] Iannis Xenakis, *Kéleütha: écrits*, L'Arche éditeur, 1994
- [7] Iannis Xenakis, *Musiques formelles*, Éditions Richard-Masse, 1963
- [8] Linda M. Arsenault, *Iannis Xenakis's Acchorripsis: The Matrix Game*, Computer Music Journal, 26:1, 2002
- [9] Edward Childs, *Achorripsis: a sonification of probability distributions*, International Conference on Auditory Display (Kyoto, Japon), 2002
- [10] Ronald Squibbs, *The composer's flair: Achorripsis as music*, International Symposium Iannis Xenakis (Athènes, Grèce), 2006
- [11] Partition musicale: Acchorripsis, Bote & Bock, Berlin, 1958