



### Un virtuose de l'informatique sonore

Entretien avec Jean-Claude Risset (réalisé par Valérie Schafer)

---

*Jean-Claude Risset a réussi à mettre à l'unisson sa carrière de chercheur et sa passion pour la musique. Agrégé de physique en 1961, docteur d'État en sciences physiques en 1967, après des débuts à Orsay dans le domaine de l'électronique, il s'impose rapidement comme un pionnier de l'informatique musicale.*

*Deux séjours aux Bell Laboratories dans les années 1960 auprès de Max Mathews et John Pierce lui permettent de développer des travaux sur la synthèse des sons par ordinateur et leurs applications musicales. Il n'aura de cesse alors de poursuivre ses recherches sur l'informatique sonore et la composition du son, notamment à partir de 1972 au Centre universitaire de Marseille-Luminy, à l'Ircam de 1975 à 1979 et au LMA (Laboratoire de mécanique et d'acoustique) du CNRS à Marseille.*

*Chercheur internationalement reconnu — il reçoit la médaille d'or du CNRS en 1999 —, il est aussi un compositeur et musicien réputé dont les œuvres<sup>1</sup> ont été récompensées par de nombreux prix, depuis le Premier prix de piano UFAM, qu'il obtint en 1963, jusqu'au Prix René Dumesnil de l'Académie des Beaux-Arts (2011), en passant par le Premier prix de la musique numérique au Concours international de Bourges (1980), le Prix Ars Electronica en Autriche (1987), le Grand Prix National de la musique (1990), le Quartz d'honneur Pierre Schaeffer (2008) ou le Grand Prix Giga-Hertz (2000).*

*Il revient pour nous sur un demi-siècle de recherches dans le domaine de l'informatique musicale, évoquant tour à tour la naissance de la programmation dans*

---

1. <http://brahms.ircam.fr/jean-claude-risset>

*le domaine des sons aux Bell Laboratories, les travaux de Chowning à Stanford, la naissance de l'Ircam ou encore celle du temps réel.*

Valérie Schafer<sup>2</sup>

Valérie Schafer : *Jean-Claude Risset, vous venez de publier aux éditions Hermann un ouvrage intitulé Composer le son, repères d'une exploration du monde sonore numérique : Écrits, volume 1. Vous y avez réuni trente textes (dont sept en anglais) qui reviennent sur votre recherche à la fois scientifique et musicale depuis les années 1960, des Bell Laboratories à l'Ircam, de Stanford au Laboratoire de mécanique et d'acoustique (LMA) du CNRS à Marseille, en passant par Luminy. Pourquoi ce livre ?*

Jean-Claude Risset : L'histoire des débuts de l'informatique sonore — l'usage des ordinateurs et du domaine numérique pour traiter les sons —, est très mal connue. Son extraordinaire rapidité d'évolution a eu pour corollaire une tendance à l'oubli, alors que certains principes restent importants et valides à travers le renouvellement des techniques. Les développements de techniques ouvrent sans cesse de nouveaux domaines, c'est un fait ancien dans la science. On peut penser à la lunette de Galilée dans le domaine astronomique. De même l'ordinateur, dans le domaine du calcul, puis dans d'autres domaines et notamment dans le domaine sonore, a ouvert une nouvelle ère. Les premiers travaux qui ont porté sur cette rencontre, contrairement aux impressions de certains, ne sont pas périmés. Ils étaient marqués par la nécessité de dégager des principes avec soin, et ces principes restent valables.

Au début de l'informatique, dans les années 1950-1960, les ordinateurs étaient coûteux, complexes, difficiles d'accès et considérablement plus lents qu'aujourd'hui, d'autant que la manière dont ils étaient gérés imposait d'importants délais d'attente. Pour toutes ces raisons, il était important de réfléchir avant de soumettre des programmes hâtivement rédigés. Dans ce cas ils n'auraient de toutes façons pas fonctionné, les ordinateurs étant très sensibles à la moindre faute de grammaire informatique. Il était donc indispensable de soumettre des programmes bien pensés, réfléchis. Plus tard, à partir des années 1970, mais surtout dans les années 1980 et 1990, il y a eu l'apparition du temps réel. Auparavant, lorsque l'on fabriquait un son qui durait dix secondes, l'ordinateur avait besoin de plus de dix secondes pour calculer tous les nombres nécessaires à sa genèse, à sa synthèse, et on ne pouvait pas modifier les sons en les écoutant. Avec le temps réel, pour calculer ce même son de dix secondes, il faut moins de dix secondes, par conséquent on peut intervenir en écoutant le son.

---

2. Valérie Schafer, CNRS, ISCC. Entretien co-publié avec la revue *Technique et Science Informatique* (TSI).

C'est un progrès extraordinaire, c'est ce que font les instrumentistes, qui corrigent leur son en l'écoutant. Mais cela a aussi donné lieu à un déluge de réalisations et d'applications hâtivement rédigées, qui ont pu entraîner parfois une régression en termes de recherche. Les gens se sont dit qu'ils n'avaient plus besoin de connaissances sur le son pour en réaliser, l'intuition et la manipulation prenant le pas sur la connaissance des principes. Mais en réalité ce n'est pas vrai. C'est un peu comme le Rubik's Cube, que l'on peut manipuler et tourner indéfiniment, mais avec lequel, sans stratégie, on peut mettre des siècles à arriver à la solution.

Pour revenir au livre donc, c'est la musicologue Márta Grábocz, qui travaille au laboratoire d'excellence GREAM (Groupe de Recherches Expérimentales sur l'Acte Musical) de l'université de Strasbourg, qui m'a convaincu de le réaliser<sup>3</sup>. Au cours de ma carrière j'ai publié un grand nombre d'articles, plus d'une centaine, dont certains sont de circonstance, mais dont d'autres sont à mon sens encore valides et valables aujourd'hui. Dans cet ouvrage j'essaie de considérer le problème du son numérique pour la musique d'une manière assez générale, et pour cela j'ai sélectionné des textes que j'ai articulés autour de cinq thèmes. . .

V. S. : *Commençons par le premier thème si vous le voulez bien.*

J.-C. R. : Il aborde la manière dont l'ordinateur peut faire des sons et étendre le vocabulaire musical. En gros il s'agit de voir comment l'ordinateur permet de réaliser des sons sur plan, comme l'architecte réalise la conception d'un immeuble sur plan. Pour faire du son sur un instrument, il faut d'abord construire l'instrument, des structures vibrantes. Elles ont par nature une structure mécanique particulière, qui interdit par exemple de faire avec un violon le son d'une trompette. Alors qu'avec un même programme d'ordinateur, si l'on sait simuler les sons du violon et de la trompette, il est possible de passer graduellement du son du violon à celui de la trompette. Dans le domaine des instruments on peut certes le faire par une espèce de fondu enchaîné, mais dans l'étape intermédiaire l'oreille entend très bien deux sons, ce n'est pas une véritable métamorphose. Avec la démarche de l'analyse par synthèse — qui consiste à réaliser le son, à en faire la synthèse et à l'analyser en supprimant dans cette synthèse certains aspects qui ne sont pas pertinents à l'oreille — on a une véritable révolution. Elle permet de comprendre ce qui compte vraiment dans le son : si vous donnez une description du son et qu'il manque un aspect, l'oreille entendra ce manque. Certaines complexités du son ne sont pas pertinentes, d'autres sont significatives. Ce qui compte pour la musique, ce n'est pas la structure mathématique ou physique, mais ce qui est perçu auditivement, et cet aspect de la perception est absolument décisif. Sur un instrument, les musiciens savent bien par expérience quel type de son la structure acoustique est capable de produire, mais dans le cas de l'ordinateur on est devant une page blanche et il faut des repères.

---

3. Márta Grábocz a rédigé la préface de l'ouvrage.

V. S. : *Ce thème est-il un moment particulier de vos recherches ou est-il transversal à votre carrière ?*

J.-C. R. : C'est un thème assez permanent que celui de la synthèse et de la perception. Il s'agit de se rendre compte de ce qui passe à l'audition dans la structure objective, du passage de la structure objective à la structure subjective. Ce ne sont pas les aspects physiologiques des sons — je trouve d'ailleurs ce terme impropre — mais bien la perception qui est l'aspect important : les gens n'entendent pas tous de la même façon, mais l'intersubjectivité est extrêmement importante, c'est-à-dire les aspects communs, le fait que personne n'entende les sons supérieurs à 20 000 Hz ou inférieurs à 20 Hz, que l'on soit extrêmement sensible aux aspects de fréquence, peu au détail des spectres, etc. On a la possibilité d'une véritable approche scientifique de la perception sonore. Celle-ci était extrêmement sommaire auparavant. Par exemple les traités d'acoustique anciens vous donnaient la structure physique du son de trompette, de violon, etc. La première chose que j'ai faite aux laboratoires Bell quand j'ai eu l'occasion d'utiliser la synthèse a été d'essayer ces recettes, mais cela ne marchait pas du tout.

Mon premier travail a donc été d'essayer d'imiter les sons cuivrés qu'on n'arrivait absolument pas à simuler, et je me suis aperçu qu'on ne pouvait pas faire une description statique du son. On donnait l'intensité, la fréquence, le spectre, etc., mais ce qui caractérise la trompette, ce n'est pas un spectre déterminé, c'est le fait que le spectre s'enrichit en aigus quand l'intensité augmente, c'est-à-dire un aspect dynamique et relationnel.

Ensuite j'ai eu constamment cette préoccupation de savoir ce qui passait dans l'audition et de développer des illusions auditives. Descartes disait que nos sens nous trompent et ne donnent qu'une illusion de la réalité. Mais, plus tard, le physiologiste Purkinje a dit que les illusions sont des erreurs des sens mais des vérités de la perception, c'est-à-dire qu'elles mettent à nu nos mécanismes perceptifs, car après tout nos sens sont nos seules fenêtres sur le monde, avec le cerveau qui nous permet de les mettre en relation avec un fond commun de connaissances et notre apprentissage.

---

*Les sons paradoxaux, extrait d'un entretien accordé à François Bazzoli et Thierry Fabre en mai 2000*

*François Bazzoli : Vous avez réalisé tout un travail sur ce que l'on appelle les sons paradoxaux. Est-ce que ces sons ont nourri votre travail musical ?*

*Jean-Claude Risset : Oui, énormément.*

*Thierry Fabre : Mais qu'est-ce qu'un son paradoxal ?*

*J.-C. R. : Ce peut être un son qui monte sans fin. Normalement, après une dizaine d'octaves, on est dans les ultrasons. Mais certains sons audibles*

*peuvent continuer de monter trois heures, mille octaves, indéfiniment. C'est paradoxal. On peut appeler ce phénomène « illusion » si l'on fait la relation avec la physique. Mais c'est une vérité de la perception. J'ai produit à ce sujet un travail scientifique qui nous instruit sur la façon dont on entend. Il permet de dire qu'il faut corriger ce que disent les manuels de physique, à savoir : la hauteur correspond à la fréquence, point. Ce n'est pas si simple. J'ai commencé ce travail à l'occasion de la création d'une musique de scène pour une pièce de Pierre Halet, Little Boy, le nom de code de la bombe d'Hiroshima.*

Bazzoli François et Fabre Thierry, « Jean-Claude Risset »,  
La pensée de midi, 2000/2, n° 2, p. 68.

---

Cela a été constamment dans mon champ d'étude car la musique est faite pour être entendue. Il y a des structures sur le papier — et je ne dis pas que cela n'a pas d'intérêt : quand on lit une musique, on peut imaginer la manière dont elle va sonner, mais cette écoute intérieure n'est jamais complète, comme Boulez lui-même le reconnaît. Pour ce qui est des sons qui ne sont pas instrumentaux, à partir de la structure physique on ne peut imaginer comment ils vont sonner sans faire l'expérience de l'écoute ou sans avoir des pères.

V. S. : *Il faut aussi une solide formation musicale. . .*

J.-C. R. : Les personnes qui ont contribué le plus au début à enrichir ce domaine ont en effet une préoccupation musicale. J'ai moi-même une double formation, scientifique et musicale : j'ai d'abord fait du piano et de la composition pour les instruments. John Chowning est au départ un musicien, qui avait envie de déborder le domaine instrumental, de faire des sons nouveaux. Il connaissait la musique électronique qui existait déjà, mais il la trouvait un peu empirique, insuffisamment vivante. Avec l'ordinateur, se disait-il, on doit pouvoir réaliser une musique plus travaillée et concertée, plus puissante. Il s'est alors plongé dans l'informatique dans les années 1960, et il a fait par la suite des découvertes majeures, scientifiques et techniques aussi bien que musicales. Max Mathews était aussi un musicien passionné, il jouait du violon. C'est lui qui a créé l'informatique sonore aux Bell Laboratories, qui a fait les premières synthèses par ordinateur, et d'ailleurs en même temps les premiers enregistrements numériques, sur les gros systèmes informatiques de l'époque, et ce dès 1957, avant l'invention du laser.

V. S. : *Et vous, quand avez-vous découvert les ordinateurs ?*

J.-C. R. : La première fois que j'ai eu recours à un ordinateur, ce n'était pas pour une recherche musicale mais pour une recherche sur la physique des hautes énergies au laboratoire de l'accélérateur linéaire d'Orsay, où je devais analyser des décroissances

de courbes radioactives pour essayer de démêler trois composantes radioactives qui décroissaient en même temps. Il y avait des calculs épouvantables, c'était redoutable. J'ai eu recours à un ordinateur au centre d'étude naval de l'ONERA<sup>4</sup>. Il était très lent, ombrageux, mais je me suis rendu compte de sa puissance. La physique des hautes énergies est un domaine passionnant, mais extrêmement complexe du point de vue technique. On passait des nuits entières sur l'accélérateur, mais moi j'avais cette passion de la musique et je voulais qu'elle débouche. J'ai entendu parler des travaux que menait Max Mathews aux Bell Laboratories. Mon professeur Pierre Grivet, qui a créé l'Institut d'électronique à Orsay, enseignait les travaux de John Pierce, qui a forgé le terme transistor et dirigé l'équipe qui a inventé le premier transistor aux Bell Laboratories.

Je mentionne cette invention du transistor car elle me semble extrêmement importante. Le transistor est certainement la plus extraordinaire invention de l'électronique ! Alors que beaucoup de gens pensent aujourd'hui que les chercheurs devraient se consacrer à des recherches qui ont des applications immédiatement « utiles », il faut rappeler que le transistor n'a pas été inventé dans le cadre de la recherche appliquée, mais en faisant appel à des notions entièrement nouvelles, des études fondamentales sur les effets de la mécanique quantique dans les solides. De même on n'a pas inventé l'ampoule électrique en essayant de perfectionner la bougie... John Pierce, qui est aussi un des pères des satellites de communication, était très intéressé par la musique, et il a protégé Max Mathews pour qu'il puisse développer cette informatique numérique qui devait être très utile pour la musique mais aussi la parole ou la téléphonie.

---

*Discours de Jean-Claude Risset à l'occasion  
de la remise de la médaille d'or du CNRS en 1999*

*Après l'agrégation de physique, passée en 1961, j'entrai comme attaché de recherche au CNRS dans le laboratoire du Professeur Pierre Grivet, le « patron » de l'électronique à Paris. À l'Institut d'Électronique Fondamentale ont été accomplis de remarquables travaux, comme ceux de mon ami Jean-Pierre Renard sur le magnétisme et les très basses températures. On y pratiquait la résonance magnétique nucléaire pour élucider la structure des solides, et je commençai à travailler sur la ferroélectricité sous la direction de Jacques Hervé. Mais l'appel de la musique se faisait de plus en plus pressant. J'avais montré quelques compositions à André Jolivet, dont j'admirais les œuvres novatrices comme Mana et Cinq incantations, et il m'avait encouragé à continuer : j'ai travaillé l'harmonie et le contrepoint avec Suzanne*

---

4. Office national d'études et de recherches aéronautiques, créé en 1946, dont le nom devint ensuite « Office national d'études et de recherches aérospatiales ».

*Demarquez et la composition avec lui. L'été 1962, j'ai suivi le cours d'été de son Centre français d'humanisme musical : j'y ai rencontré nombre de musiciens, et j'ai pris la résolution de quitter le CNRS pour me consacrer à la musique. J'étais très intimidé pour annoncer cela à Pierre Grivet, parfois explosif, et je fus stupéfait de sa réaction : « c'est peut-être une idée. Mais pourquoi ne resteriez-vous pas au CNRS pour explorer ce qui peut se faire scientifiquement dans le domaine de la musique ? ».*

<http://www.cnrs.fr/cw/fr/pres/compress/risset2.htm>

---

Pierre Grivet a écrit à John Pierce et lui a proposé que je puisse travailler avec Max Mathews sur la synthèse des sons aux Bell Laboratories. J'ai été aidé pour partir par la Direction générale de la recherche scientifique et technique (DGRST), dirigée notamment ensuite par Hubert Curien, avant qu'il ne devienne ministre de la recherche. J'ai obtenu une bourse du Comité qui s'est appelé Calculatrices, puis Calculateurs (on ne parlait pas encore d'ordinateur), avec comme parrain Jacques Dondoux, ingénieur au CNET, qui deviendra Directeur du CNET, puis en 1981 Directeur Général des Télécommunications. Dans ce cadre j'ai pu partir aux Bell Laboratories en 1964 et 1965, où j'ai réussi à simuler le son de la trompette, avant de revenir faire mon service militaire au CNET à Lannion, qui était évidemment intéressé par mon expérience.

*V. S. : Le Centre national d'études des télécommunications (CNET) ne s'intéressait pas à la musique. . .*

J.-C. R. : En effet, au CNET je n'ai pas travaillé sur la musique, sujet tabou, même si le CNET a construit un convertisseur numérique-analogique pour l'EMAMU, Équipe de mathématiques et d'automatique musicale du compositeur Iannis Xenakis : dans les milieux scientifiques, la musique apparaissait alors comme une chose inutile. . . la danseuse. Au CNET, il s'agissait de travailler sur la synthèse et la reconnaissance de la parole. À l'époque on disait déjà que dans cinq ans il n'y aurait plus de cartes perforées ou de clavier, que l'on échangerait directement avec la machine par la voix. On entend le même discours aujourd'hui, cinquante ans plus tard : le but qui s'éloigne sans cesse. La synthèse d'une parole de qualité pose de grandes difficultés. Certaines sont linguistiques et phonétiques. D'autres sont voisines de problèmes musicaux, par exemple donner à une phrase une intonation naturelle, proche de la musicalisation d'un phrasé. Évidemment le CNET était bien plus petit que les Bell Laboratories, mais il s'intéressait de près aux travaux menés outre-Atlantique. Non loin de Lannion se trouve Pleumeur-Bodou, où le radôme a capté le 11 juillet 1962 les premières images transmises par satellite depuis les États-Unis. Dans cette aventure, John Pierce a joué un rôle fondamental : il a proposé l'usage des satellites

pour les télécommunications sept ans avant le Spoutnik, puis il a dirigé les projets Echo et Telstar, mettant en œuvre la communication satellite entre Andover (Maine) et Pleumeur-Bodou. Je me souviens que dès les années 1960 John Pierce, Max Mathews, John Chowning et moi étions convaincus de l'importance de la communication de données de synthèse pour la poursuite de notre effort de recherche, et nous envisagions la possibilité de le faire par satellite entre la France, Stanford et le New Jersey où se trouvaient les Bell Laboratories — ce que nous avons mis en œuvre en 1976 à l'Ircam.

V. S. : *Au CNET vos recherches s'éloignent de la musique...*

J.-C. R. : Oui, mais je repars ensuite aux Bell Laboratories de 1967 à 1969. Je retrouve la recherche musicale avec les logiciels modulaires de synthèse de Max Mathews. Celui-ci était un véritable génie de la conception. Il s'est vite aperçu que l'on pouvait, plutôt que d'écrire un nouveau programme pour chaque son, proposer un logiciel modulaire. C'est le principe du Lego ou du Meccano, où quelques pièces permettent de construire des édifices et structures organisées. Ce principe de modularité remonte à Alexandre Humboldt, le frère de l'explorateur, un linguiste qui a montré que les langues partent d'un petit nombre d'éléments, les phonèmes, à partir desquels on arrive en les assemblant à la diversité des énonciations. Le système d'Humboldt s'applique à d'autres domaines : la chimie montre que toutes les substances résultent de la combinaison de quelques dizaines d'éléments. Mathews a donc mis en œuvre un logiciel comportant un petit nombre de modules à fonction déterminée (oscillation, bruit aléatoire, enveloppes) : à partir de ces modules, on peut fabriquer ce qu'il a appelé par analogie un instrument, calculant le son d'une manière spécifique. Chaque instrument peut produire différentes notes. En définitive, avec ce seul programme, on peut synthétiser une immense variété de sons. Quand on le maîtrise, il suffit de spécifier les données pour fabriquer un son, pour le restituer ou en fabriquer des variantes.

V. S. : *Ce programme était opérationnel lorsque vous arrivez aux Bell Labs ?*

J.-C. R. : Les premières versions de ce programme l'étaient, encore primitives, mais il y avait un potentiel illimité. On pouvait fabriquer une combinaison de modules pour faire des sons très simples, mais il n'y avait pas de limites à la complexité de la structure que l'on pouvait essayer, car on ne s'imposait pas la contrainte du temps réel. Plus la structure du son était complexe, plus il fallait attendre, mais on n'était pas limité. Alors qu'avec le temps réel, il faut que le calcul de la musique aille plus vite que la musique, si je puis dire, ce qui impose une limite à la complexité.

Il a été très vite évident qu'un son d'orchestre est d'une immense complexité : on ne peut remplacer douze violons par un seul violon amplifié. L'oreille a des capacités et des exigences que l'on sous-estimait complètement. Quand on écoute un chœur qui chante à l'unisson, la qualité sonore est très particulière (on parle d'effet choral).



L'oreille est capable d'apprécier la multiplicité des sources. Elle a aussi développé d'autres capacités très importantes : quand on écoute un son de 30 décibels, un son doux, on reconnaît tout de suite si la source est proche ou éloignée. Heureusement ! Cela nous avertit par exemple d'un danger lointain. On le fait quotidiennement, mais une telle reconnaissance fait appel à des mécanismes extrêmement complexes qu'on ne sait pas automatiser. L'audition est un sens extraordinairement élaboré, d'une fragilité très grande aussi.

V. S. : *Justement, toutes ces recherches ont-elles eu directement d'autres applications ?*

J.-C. R. : Le monde de la recherche est assez cloisonné. Mais ces recherches ont bien sûr été utilisées en musique. Les Bell Laboratories étaient un laboratoire privé mais qui se considérait comme ayant des impératifs de service public, en tous cas c'était la position de John Pierce et de Max Mathews, qui voulaient mettre la synthèse du son à disposition du public et en particulier des artistes. Ainsi, quand j'ai été invité aux Bell Laboratories dans les années 1960, j'étais chercheur mais également compositeur en résidence. Les logiciels de synthèse Music IV et Music V ont été donnés aux universitaires, aux musiciens. C'est ainsi que les programmes se sont propagés. En 1975 l'Ircam a pu travailler immédiatement en utilisant des programmes déjà développés, ceux que John Chowning avait reçus et complétés à Stanford.

---

*Musique mixte : « rencontre du 3<sup>e</sup> type », extrait du Parcours de l'œuvre de Jean-Claude Risset par Vincent Tiffon sur le site de l'Ircam*

*Grâce au logiciel modulaire Music de Max Mathews, Risset réalisera de nombreux essais de synthèse reproduits sous forme de « recettes » dans le catalogue An Introductory Catalogue of Computer Synthesized Sounds (1969), encore utilisé aujourd'hui dans les versions plus récentes du logiciel, Cmusic et Csound. Le logiciel Music est un logiciel « boîte à outils », façonnable selon les volontés des compositeurs, qui répond pleinement au désir de Risset de pérenniser le savoir, qu'il soit scientifique ou musical. Risset composera sans discontinuer des sons de synthèse, le plus souvent inouïs, même si la synthèse imitative lui permettra aussi des jeux d'illusion, de présence/absence entre des sons de synthèse imitative et les sons, comme dans Mirages (1978) et Songes (1979). Risset compose indifféremment pour sons électroniques entendus seuls ou pour sons électroniques associés à des instruments acoustiques. [...] Son choix d'une mixité « historique » et non d'une mixité avec électronique « temps réel », où l'univers instrumental est prolongé par des sons électroniques générés au moment du jeu, provient de sa méfiance envers*

*ce qui relève d'une trop grande allégerance à la spontanéité du jeu ou encore d'une soumission aux contraintes économiques.*

<http://brahms.ircam.fr/jean-claude-risset>

---

V. S. : *Vous avez participé à la naissance de l'Ircam.*

J.-C. R. : L'Ircam est un institut purement musical voulu par Pierre Boulez, qui a obtenu du Président Georges Pompidou un financement spécial. Boulez m'a confié la direction artistique du département ordinateur de l'Ircam : pour l'assurer, j'ai demandé un détachement de quatre ans de mon poste universitaire. Les premières réalisations informatiques de l'Ircam poursuivent directement les recherches sur la synthèse des Bell Laboratories et celles de Chowning.

V. S. : *John Chowning était à Stanford, où vous êtes aussi passé ?*

J.-C. R. : J'y ai fait plusieurs trimestres d'enseignement entre 1971 et 2007. C'est une prestigieuse université privée qui a un département de musique et des moyens extraordinaires. C'est là que Chowning a, dans les années 1960, implanté la synthèse par ordinateur pour la musique, à l'Artificial Intelligence Laboratory de John McCarthy, le créateur de Lisp. Ce laboratoire d'intelligence artificielle disposait d'ordinateurs puissants pour l'époque et programmés selon des concepts nouveaux. En 1974, John Chowning a créé le CCRMA (*Center for Computer Research in Music and Acoustics*).

J'ai débuté aux Bell Laboratories en 1964, et Chowning a lui aussi commencé à travailler sur ordinateur la même année. En septembre 2014, un colloque organisé à Bordeaux par François-Xavier Féron a célébré le cinquantenaire de nos recherches. Au départ John Chowning a rencontré beaucoup de résistances, mais en définitive sa recherche a explosé. Il a appris sur le tas, il n'avait pas initialement de formation scientifique, et pourtant il a fait de véritables découvertes scientifiques. Ainsi il a le premier compris — avant les spécialistes des sciences cognitives — comment l'oreille distingue une flûte et un violon jouant à l'unisson. John Chowning a déposé un brevet d'invention sur une technique de synthèse extrêmement puissante utilisant la modulation de fréquence d'une façon spéciale pour faire des sons. Ce brevet rapporte plus à l'université de Stanford que n'importe quel autre brevet, de physique ou de chimie par exemple, à l'exception je crois d'un brevet de biologie. Et au départ sa première candidature à la *tenure* avait été rejetée<sup>5</sup> !

V. S. : *Comment se sont faits vos premiers contacts avec John Chowning ?*

---

5. Aux États-Unis ou au Canada, le système de la *tenure* offre une sécurité d'emploi permanent dans l'enseignement supérieur (par opposition à des renouvellements périodiques).

J.-C. R. : Ils se sont établis par contact direct et par l'entremise d'articles. John Chowning a visité les Bell Laboratories en décembre 1967. Il venait d'inventer cette méthode de synthèse par modulation de fréquence (FM) que j'ai évoquée, mais il avait déjà travaillé sur les illusions de mouvement sonore : il avait produit des sons qui, venant de haut-parleurs fixes, donnaient l'impression de se rapprocher, de s'éloigner, de tourner autour de nous. En jouant sur les paramètres de la FM, Chowning pouvait provoquer des changements de timbre très frappants. Il nous a généreusement indiqué ses données de synthèse, que j'ai notées : j'ai pu facilement reconstituer ces sons que j'ai utilisés dans ma composition *Mutations*. Cette facilité de transmission m'a marqué. À l'occasion d'un premier cours de synthèse musicale donné par Mathews à Stanford en 1969, j'ai réalisé un catalogue de sons dans lequel étaient indiquées les recettes de synthèse pour chaque son et l'enregistrement des sons obtenus. Ce catalogue a été très important pour la pédagogie. Peu après, Chowning a lu l'article que j'avais publié sur la synthèse de la trompette, article qui indiquait que le spectre s'enrichissait en fréquences aiguës quand le son devenait plus fort. Il a vu qu'il pouvait facilement mettre en œuvre cette variation spectrale par la méthode FM. En moins d'une heure, il a réalisé des sons cuivrés remarquables : ce principe relationnel lui a permis d'étendre la gamme des sons synthétisés par la FM. Ce sont donc des collaborations *in absentia*, à distance, qui se sont nouées.

À la création de l'Ircam, John Chowning a contribué à accélérer le démarrage des recherches : en 1974, il a reçu à Stanford une équipe de l'Ircam (avec Pierre Boulez et les chefs de département, Vinko Globokar, Luciano Berio, Gerald Bennett et moi), et l'Ircam a choisi le même ordinateur que le CCRMA, pour pouvoir faire fonctionner tout de suite les logiciels. Le problème d'adaptation était alors très épineux. Brian Harvey est venu de Stanford travailler dans le département ordinateur que je dirigeais. Dès 1976, nous pouvions communiquer par un protocole liant l'Ircam et Stanford par l'intermédiaire du réseau téléphonique à l'aide de modem — un E-mail (sans ADSL) avant la lettre. Nous nous étions interrogés sur le financeur de cette communication extrêmement commode mais probablement coûteuse et jamais facturée : c'était l'hôpital de Stanford qui avait permis cette liaison expérimentale.

Par la suite, j'ai invité Chowning en 1979 à venir travailler à l'Ircam. Cela lui permettait de se délivrer de ses tâches administratives. Il y a réalisé de magnifiques synthèses de voix chantées, et il a travaillé sur la manière dont l'oreille peut distinguer deux sons différents.

V. S. : *Cette évocation de l'Ircam m'amène à votre retour en France après votre expérience aux Bell Laboratories. Vous revenez en 1969 à Orsay.*

J.-C. R. : C'était une période difficile, marquée par la crise économique. La recherche avait perdu beaucoup de fonds. J'espérais pouvoir continuer mes recherches sur un ordinateur à Orsay, mais ce n'était pas facile. J'ai alors reçu une proposition qui ne se refusait pas. À Marseille se créait le centre interdisciplinaire de Luminy,

à la limite du parc national des Calanques. Quelques pionniers, dont Daniel Kastler, qui était un physicien de haut vol et le fils du prix Nobel, voulaient créer un centre d'excellence, un peu à la manière de Princeton, une faculté pluridisciplinaire et incluant la musique. La musique et les arts étaient entrés à l'université dans la foulée de mai 68, alors qu'auparavant seule la musicologie y était représentée. Ma thèse de 1967 portait sur la synthèse des sons musicaux, avec l'intitulé Sciences physiques : elle me permettait de diriger un département de musique dans une université. Il y avait à Luminy la volonté de créer un contexte scientifique ambitieux dans le cadre duquel la musique pouvait s'inscrire, alors que cette discipline n'était pas considérée comme un thème de recherche légitime à Orsay et dans la plupart des institutions scientifiques. Avant d'avoir l'estampille des Bell Laboratories, j'avais failli être mis à la porte du CNRS !

V. S. : *Le même CNRS qui vous attribue la médaille d'or en 1999, le signe d'une vraie évolution du regard porté sur la musique ?*

J.-C. R. : J'espère que c'est une vraie évolution. Cette médaille d'or est pour moi un grand honneur, mais les innovations scientifiques de mes recherches pouvaient à elles seules la justifier. Mes recherches utilisant la méthodologie d'analyse par synthèse ont remis en cause des notions implicitement admises. J'ai pu ainsi réaliser des sons qui paraissent baisser lorsqu'on double toutes les fréquences qui les constituent. J'ai aussi produit des battements rythmiques qui paraissent ralentir si on double la vitesse de défilement du magnétophone sur lequel on les joue. Il ne s'agit pas de simples trucages : ces illusions ou paradoxes révèlent les mécanismes de la perception auditive. Les attributs de la perception — hauteur, rythme — ne sont pas de simples décalques des paramètres physiques — fréquence, cadence de répétition : ils sont élaborés par des stratégies complexes, qui ne sont pas des fantaisies de la nature. Ces mécanismes sont justifiables dans le cadre de la théorie de l'évolution : l'audition est le meilleur sens d'alerte. La musique est un luxe de l'audition, elle tire parti de ses possibilités extrêmement raffinées. Pour moi la recherche sur l'audition a aussi été une recherche de nouveaux territoires musicaux.

V. S. : *La médaille d'or du CNRS récompense davantage vos recherches sur l'audition ?*

J.-C. R. : Non, pas seulement, mais aussi le développement du potentiel informatique dans le domaine sonore et musical. La synthèse des sons par ordinateur date de 1957, mais ce n'est qu'en 1987 qu'un ordinateur commercial est sorti avec une bonne qualité de synthèse sonore. À lui seul, un ordinateur ne peut produire de sons à la demande : de 1957 à 1987 il fallait pour cela équiper l'ordinateur d'un convertisseur numérique-analogique de précision, un équipement très spécial et délicat à implanter. Ce n'est qu'en 1987 que Steve Jobs, qui travaillait alors chez NeXT, a sorti le Cube, le premier ordinateur conçu avec une attention portée aux messageries

sonores et à la qualité du son. Actuellement Apple fait plus de profits avec les applications sonores et musicales qu'avec le reste. La pop music s'est emparée de tout cela tardivement — pas toujours avec des résultats sonores passionnants —, car la musique commerciale n'utilise encore qu'un iota des possibilités.

V. S. : *Nous évoquions Luminy avant que je ne vous parle de la médaille d'or du CNRS. Comment s'est fait le passage de l'un à l'autre ?*

J.-C. R. : L'enseignement que j'ai dirigé à Luminy n'a duré que deux ans. Je ne suis pas sûr que les raisons de cette suppression vous intéressent dans le détail, c'est un contexte post-soixante-huitard complexe. J'ai été nommé professeur d'université de musique en 1973, l'année même où le département de musique de l'université a été supprimé ! Je suis resté à Luminy pour fonder un petit laboratoire d'informatique musicale, et j'y ai donné des enseignements de physique et de psychologie expérimentale. Dans ce contexte difficile qui a vu la fin de l'enseignement de la musique et des arts plastiques à Luminy, l'ordinateur local nous a été retiré. Suivant les directives du plan calcul des années 1960-1970, on nous a imposé d'utiliser l'ordinateur du centre de calcul de l'université. Or le convertisseur nécessaire à la synthèse des sons ne pouvait pas être connecté à cet ordinateur central. Alain Colmerauer s'est également trouvé en difficulté. Inventeur de la programmation logique avec le logiciel PROLOG, il voulait mettre en œuvre une conversation homme-machine en langage naturel qui nécessitait un ordinateur séparé. Pour pouvoir poursuivre nos recherches, nous avons fait ensemble une demande à la DGRST, soutenue par Daniel Kastler. Hubert Curien a accordé la subvention... avec priorité pour l'informatique musicale : mes recherches avaient débouché plus tôt que celles de Colmerauer.

---

*Discours de Jean-Claude Risset à l'occasion  
de la remise de la médaille d'or du CNRS en 1999*

*Notre ordinateur produisit ses premiers vagissements à Luminy en 1974, alors que John Chowning et Jim Lawson visitaient notre laboratoire. Nous avons accueilli trois compositeurs suffisamment avertis pour pouvoir utiliser seuls les programmes de synthèse : l'Australien Barry Conyngham, venant à Luminy après un an à Princeton, puis le Canadien Denis Lorrain et le Français Marc Battier. J'eus le temps de réaliser un paradoxe rythmique et une œuvre, Dialogues, pour quatre instruments et ordinateur, dans laquelle j'ai mis en scène des liens étroits — rencontres du troisième type — entre les sons de la bande et ceux des instruments. J'avais demandé un détachement de quatre ans : je devais partir à Paris en 1975 pour mettre sur pied le département ordinateur de l'Ircam.*

<http://www.cnrs.fr/cw/fr/pres/compress/risset2.htm>

Après quatre ans à l'Ircam, je suis revenu à Luminy de 1979 à 1985, et j'ai dû assurer un enseignement de physique, tout en candidatant chaque année pour repasser au CNRS. Finalement j'ai obtenu un poste au CNRS en 1985.

V. S. : *Vous avez été à l'Ircam en détachement. . .*

J.-C. R. : Oui, je n'avais demandé qu'un détachement : je pensais bien que l'Ircam serait un endroit excitant mais difficile pour mener des recherches suivies.

V. S. : *Pourquoi ? On aurait tendance à penser qu'au contraire ce serait le cadre idéal ?*

J.-C. R. : Pierre Boulez a obtenu la création de l'Ircam par un *fait du prince* de la part du Président Pompidou. Dans les années 1960, Boulez avait quitté Paris en claquant la porte. Il était connu comme leader de l'avant-garde des compositeurs mais il était plus célèbre encore comme chef d'orchestre. Le Président Pompidou a voulu le ramener à Paris en lui promettant de financer un orchestre qui serait le meilleur du monde, mais Boulez lui a répondu qu'il dirigeait déjà les meilleurs orchestres, le New York Philharmonic Orchestra, l'orchestre de la BBC et celui de Cleveland. Ce que Boulez voulait, c'était un institut de recherche. Pompidou avait l'idée du Centre Beaubourg, futur Centre Pompidou, et l'Ircam a été créé comme département du Centre. Boulez considérait qu'il devait justifier le financement de cet institut par de nombreuses présentations au public. Mais une même institution ne peut être à la fois institut de recherche et palais de la découverte ! Au début de l'Ircam, les chercheurs étaient très sollicités. Il fallait faire visiter, expliquer à tout le monde, des classes de lycée aux spécialistes ou au roi de Belgique. . . Et je me suis opposé à Boulez qui envisageait la recherche comme une prestation de service finalisée — résoudre un problème technique en vue de la création d'une œuvre, puis un autre pour une autre œuvre. Boulez avait l'habitude des concerts d'orchestre, qui exigent une mise au point rapide. Le premier jour de répétition, le résultat sonore est lamentable, et au bout de trois jours le concert est un triomphe ! Une telle expérience ne prépare pas au temps long d'une véritable recherche, incertaine dans son calendrier et ses résultats. . . mais ce sont les recherches à long terme qui bouleversent le paysage.

Lors de mes années à l'Ircam, de 1975 à 1979, Boulez était peu présent à Paris, il dirigeait ses orchestres et la *Tétralogie* de Wagner à Bayreuth. Les départements — instruments, électronique, ordinateur, diagonal — ont commencé à travailler, mais les chargés aux relations publiques et artistiques organisaient une programmation et des visites très perturbantes pour les recherches. Il a fallu du temps pour équilibrer les activités. L'Ircam aujourd'hui une véritable structure de recherche reconnue par le CNRS, une programmation artistique et pédagogique, et une collaboration étroite avec l'Ensemble Intercontemporain qui donne de nombreux concerts.

V. S. : *Dans votre discours à l'occasion de la remise de la médaille du CNRS, institution que vous intégrez en 1985, vous soulignez d'ailleurs : « Il ne m'a pas été facile d'allier musique et recherche, et je n'aurais pu réussir si je n'avais bénéficié de ce suprême luxe du monde moderne, je veux dire le temps. Je tiens à en rendre grâce au CNRS [...] ».* Vous y notez aussi le soutien du département des Sciences pour l'ingénieur du CNRS, le SPI.

J.-C. R. : J'avais malheureusement omis d'y citer Jean Lagasse, qui fut, je crois, le premier directeur du département SPI (Sciences physiques pour l'ingénieur). Dans les années 1970, Lagasse avait apprécié mes recherches (j'avais présenté en particulier des cloches de synthèse composées comme des accords, qu'Olivier Messiaen avait aimées) et favorisé leur implantation au LMA de Marseille, une implantation souhaitée par le directeur du LMA, Bernard Nayroles, qui a été un soutien très important des recherches d'informatique musicale poursuivies par Daniel Arfib et moi. Dans ce laboratoire de mécanique et d'acoustique, la musique est un domaine marginal, mais des recherches musicales ont pu s'y développer. J'ai par exemple continué au CNRS mes travaux pour mettre en œuvre un *Duo pour un pianiste*, travaux commencés en 1989 lorsque j'étais en résidence au Media Lab du MIT. Ce fut sans doute la première interaction homme-machine dans le domaine acoustique : un ordinateur accompagne le pianiste en le suivant à la trace. L'accompagnement n'est pas prédéterminé : il dépend de ce que joue le pianiste et de la façon dont il joue. L'ordinateur joue donc le rôle d'un partenaire invisible, programmé mais sensible, qui actionne les touches et les pédales du piano. Ce duo est jouable sur un piano acoustique muni d'une entrée et une sortie MIDI — *Musical Instrument Digital Interface* —, un protocole transmettant pour chaque note de musique un temps de début, un temps de fin, une valeur d'intensité et un numéro d'ordre : 60 correspondant en principe au do central du clavier, mais on peut utiliser cette numérotation pour désigner une note dans une gamme non chromatique.

---

*Note de programme : Huit esquisses en duo pour un pianiste*

*Voici sans doute le premier duo pour un seul pianiste : la seconde partie est jouée, sur le même piano — un piano acoustique, avec touches, feutres et marteaux — par un ordinateur qui suit le jeu du pianiste. Il faut pour cela un piano spécial — ici un Yamaha « Disklavier » — équipé d'entrées et de sorties MIDI. Sur ce piano, chaque note peut être jouée du clavier, mais aussi déclenchée par des signaux électriques qui commandent des moteurs pouvant abaisser ou relâcher les touches. Chaque fois qu'une touche est jouée, elle envoie un signal indiquant quand et à quelle intensité. Les signaux suivent la norme MIDI utilisée pour les synthétiseurs. Un ordinateur Macintosh reçoit cette information et renvoie les signaux appropriés pour faire jouer le piano.*

*Le programme établi pour l'ordinateur détermine de quelle façon la partie de l'ordinateur dépend de ce que joue le pianiste.*

*Avec ces huit esquisses, j'ai voulu explorer divers modes de relation temps réel entre le pianiste et l'ordinateur. [...] »*

Jean-Claude Risset

---

En 1993, j'ai participé à un concert transatlantique organisé au Musée de Nice par Michel Redolfi. Au MAMAC — Musée d'art moderne et d'art contemporain de Nice — en fin d'après-midi, Terry Riley, Michel Pascal, Luc Martinez et moi-même devons concerner avec David Rosenboom et Morton Subotnick, réunis à l'Electronic Café de Los Angeles en début de matinée en raison du décalage horaire. Michel Redolfi avait fait la réservation d'une liaison satellite permettant de transmettre par modem et vidéophone des codes MIDI et aussi des sons avec le logiciel Midiphone : à l'époque le débit d'information utilisable sur le World Wide Web était très insuffisant. Au MAMAC et à l'Electronic Café il y avait un piano à queue Yamaha Disklavier — pourvu d'une entrée et d'une sortie MIDI. Les deux pianos étaient connectés par la liaison MIDI. Ainsi ce qui était joué par l'un des participants sur le piano de Nice était entendu sur le piano de Los Angeles, dont les touches et les pédales étaient mises en mouvement sans qu'il y ait personne au clavier. Chacun des participants a joué — j'avais choisi *le Crépuscule matinal de midi* d'Erik Satie, puis mon *Duo pour un pianiste*. De ce duo je ne jouais qu'une partie, et mon ordinateur complétait : à Los Angeles, on entendait la version complète. Pour conclure le concert, Terry Riley (à Nice) a improvisé en duo avec David Rosenboom (à Los Angeles). Chacun entendait l'autre... avec un retard d'un quart de seconde environ — le temps irréductible nécessaire à la propagation du signal à la vitesse de la lumière —, le satellite relais étant à une altitude de 36 000 km. À Nice, David Rosenboom était entendu en retard sur Terry Riley, mais il entendait Terry Riley en retard sur lui : la relation entre les deux ne permettait qu'une synchronie très lâche. L'Atlantique est trop grand — ou la vitesse de la lumière trop faible — pour permettre des accompagnements transatlantiques précis. À moins que la téléportation quantique nous permette bientôt un transport instantané d'informations !

### Quelques ressources bibliographiques

Risset Jean-Claude. *Composer le son, repères d'une exploration du monde sonore numérique* : Écrits, volume 1, Hermann, 2014.

Risset Jean-Claude. *Du songe au son* : Entretiens avec Matthieu Guillot, L'Harmattan, 2008, désormais disponible en format Kindle.



Bazzoli François et Fabre Thierry. « Jean-Claude Risset », *La pensée de midi*, 2000/2, n° 2, pp. 66-73.

Pierce John R. *Le son musical* (livre avec CD d'exemples sonores), Pour la science – Belin, 1985.

Pierce John R. *An Introduction to Information Theory : Symbols, Signals and Noise*, Dover Books on Mathematics, Subsequent Edition, 1980.

Sur Max Mathews : « A Tribute to Computer Music's Founder », *Computer Music Journal*, Volume 33, Issue 3 – Fall 2009. <http://www.mitpressjournals.org/toc/comj/33/3>

### Ressources audiovisuelles

Portrait du compositeur Jean-Claude Risset, réalisé à partir d'entretiens et d'extraits de son œuvre. Émission *Opus* (1999) : <http://www.ina.fr/audio/01006830>

Le film réalisé pour la médaille d'or du CNRS par Jean-François Dars et Anne Papi-laut : <http://videothèque.cnrs.fr/video.php?urlaction=visualisation&method=QT&action=visu&id=394&type=grandPublic>

Lille, MESH/Théâtre du Nord, 3 février 2009 : démonstration du *Duo pour un pianiste* sur Disklavier (circa 28 min), <http://live3.univ-lille3.fr/video-campus/concert-disklavier-jean-claude-risset-2.html>

Montréal, McGill University, 17 mars 2011 : Conférence avec démonstration du *Duo pour un pianiste* sur Disklavier (1 h 26 min), <http://www.cirmmt.mcgill.ca/activities/distinguished-lectures/Risset>

Sur John Pierce : John Pierce, an oral history, conducted in 1992 by Andy Goldstein, IEEE History Center, Hoboken, NJ, USA. Trois parties :

[http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Oral-History:John\\_Pierce](http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Oral-History:John_Pierce)

[http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Oral-History:John\\_Pierce\\_\(Part\\_2\)](http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Oral-History:John_Pierce_(Part_2))

[http://www.ieeeahn.org/wiki6/index.php/Oral-History:John\\_Pierce\\_\(Part\\_3\)](http://www.ieeeahn.org/wiki6/index.php/Oral-History:John_Pierce_(Part_3))

### Webographie

Discours de Jean-Claude Risset à l'occasion de la remise de la médaille d'or du CNRS en 1999 : <http://www.cnrs.fr/cw/fr/pres/compress/risset2.htm>

Biographie et œuvres de Jean-Claude Risset sur le site de l'Ircam (par Vincent Tiffon) : <http://brahms.ircam.fr/jean-claude-risset>

Leonardo/Olats (l'Observatoire Leonardo des Arts et des Techno-Sciences) est une association culturelle de recherche et de publications en ligne dans le domaine des

arts et des techno-sciences. <http://www.olats.org/pionniers/pp/risset/risset.php>

Sur John Chowning : <http://brahms.ircam.fr/john-chowning>

Sur Pierre Boulez : <http://brahms.ircam.fr/pierre-boulez>

Max Mathews & John Chowning. Music Meets the Computer, 14 décembre 2004 (Computer History Museum), <https://www.youtube.com/watch?v=Hloic1oBfug>