

# Vers une mécanique de l'imaginaire... Réflexions étoilées sur la composition algorithmique Towards a mechanics of the imaginary

Jean Piché

Volume 4, numéro 1-2, 1993

Électroacoustique-Québec : l'essor

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/902069ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/902069ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

1183-1693 (imprimé)

1488-9692 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Piché, J. (1993). Vers une mécanique de l'imaginaire... Réflexions étoilées sur la composition algorithmique. *Circuit*, 4(1-2), 103-112.  
<https://doi.org/10.7202/902069ar>

Résumé de l'article

Témoignage d'un compositeur sur l'utilisation qu'il fait dans ses oeuvres d'algorithmes de génération musicale, créant des oeuvres dites virtuelles, provoquant un transfert de connaissance de la machine au compositeur et suscitant des réflexions sur la complexité de surface de la musique contemporaine.

# Vers une mécanique de l'imaginaire...

## réflexions étoilées sur la composition algorithmique

Jean Piché

---

Quel compositeur, les coudes sur une table de bistro, repoussant avec angoisse la date de tombée de la dernière commande, n'a pas rêvé d'un automate où l'idée se ferait matière *sui generis*. Les artistes étant, dans la plupart des cas, des êtres paresseux, plus personne ne s'étonne que, depuis Guido d'Arezzo en 1026, les protocoles, les techniques et les procédures propres à leur métier fassent l'objet d'investigations toujours plus aventureuses. La « machine à composer » — qu'il s'agisse de dés, du Yi-king ou du dernier « soft » en temps-réel — restera encore longtemps ce que poursuit tout compositeur pantouflard.

Boutade, certes, car si les compositeurs s'étant lancés dans cette aventure pensaient se simplifier l'existence... Le temps investi dans le développement d'outils générateurs utilisables excédera largement le temps qu'il faudra mettre pour la composition directe d'une œuvre équivalente (nous reviendrons plus loin sur les bénéfiques marginaux de la première approche). Mais, mis à part son aspect prosaïque et pragmatique, l'idée fait son chemin au point de devenir aujourd'hui un des sujets les plus discutés dans les recherches de pointe en informatique musicale. L'étonnant pouvoir de calcul des ordinateurs personnels contemporains et l'avènement d'outils logiques intuitifs y sont pour quelque chose. Il est maintenant possible, même pour le compositeur peu ou pas spécialisé, de formaliser par l'informatique un système entièrement personnalisé de génération et de traitement compositionnel.

Je discuterai ici d'expériences personnelles dans le développement d'algorithmes de génération musicale et des raisons qui m'ont poussé à explorer cette avenue. De ces expériences se dégagent trois observations sur les conséquences esthétiques de ce travail : 1<sup>o</sup> un nouveau type (à ne

pas confondre avec *genre*) d'œuvres musicales émerge, ayant un lien avec l'improvisation ; nous les appellerons œuvres *virtuelles* ; 2° le transfert de la connaissance qui s'établit entre le compositeur et la machine dans le processus de formalisation de la pensée musicale engendre une espèce de mécanique du *soi musical* provoquant une prise de conscience profonde du geste en musique, de ses causes et de ses conséquences ; 3° la puissance générative de méthodes dérivées de formalismes mathématiques communs (stochastiques et autres) remet profondément en cause la valeur culturelle associée à la complexité de surface en musique contemporaine.

Ceci étant dit, il est essentiel de souligner que la composition algorithmique est indépendante du style, du langage et de l'esthétique. Ses applications dépassent largement les besoins du compositeur électro-acoustique. Le compositeur peut y explorer la polka tout autant que le dodécaphonisme en passant par la musique concrète et le rock industriel. La nature du territoire reflétera le choix du compositeur, et rien d'autre.

## Cosmologie de l'imaginaire

---

Considérons l'ensemble de tous les sons possibles, acoustiques et synthétiques. Pour faire bonne mesure, ajoutons la somme de toutes les combinaisons possibles de ces sons. Dans cet univers, le compositeur choisira au mieux de sa connaissance les agencements sonores propres à transmettre une expérience de sa vision esthétique. Cependant, devant l'océan des possibilités, un esprit aventureux confronte toujours le « que se passerait-il si... » et le « qu'est-ce qui se cache derrière... ». Désir profond de se surprendre soi-même, sans doute !

Je propose donc un paradigme : l'exploration spatiale (interstellaire, cosmique etc.). Découvrir ce qui se cache, entendre l'« in-entendu ». Tout y passera : étude des chartes du ciel connu, principes de navigation céleste, systèmes de guidage et de propulsion, recrutement et entraînement de l'équipage, sans oublier un calendrier de performances publiques où l'on découvrira peut-être des territoires insoupçonnés.

## Ces machines à découvrir...

---

La composition algorithmique partage avec l'ingénierie spatiale un but ultime : explorer des territoires inconnus. Pour ce faire, nous construisons des sondes, espèces de vaisseaux téléguidés que nous lançons vers une région de l'espace et qui rapportent la musique qui y existe. L'espace est la somme totale de tous les sons et de toutes ses organisations, la sonde spatiale est l'œuvre, la composition en est la construction et la « performance<sup>(1)</sup> », le voyage.

Poursuivons l'analogie. Une sonde spatiale aura comme composantes principales le moteur, le système de guidage et, dans le cas de vols habités, un module de pilotage. Chaque programme d'exploration d'un nouveau quadrant de l'espace nécessitera la construction d'une nouvelle sonde (d'une nouvelle œuvre).

Les moteurs et les systèmes de guidage de la sonde feront l'objet des choix les plus importants de l'ingénieur (compositeur). Les moteurs seront les mécanismes de génération brute de l'œuvre. Programmes stochastiques, probabilités, processus markoviens, automates cellulaires, nombre d'or, fractals et chaos sont, entre autres, disponibles pour propulser notre sonde vers un territoire choisi. La nature et la distance de celui-ci influencera grandement nos décisions.

Le système de guidage harnache la puissance de nos moteurs et définit un parcours cohérent pour la sonde. L'ingénieur devra ici montrer toute sa science de la musique, puisque l'ensemble de la théorie musicale est sa boîte à outils. Harmonie, contrepoint, tensions, répétitions, manipulations sérielles sont autant de méthodes de structuration du trajet. Sans compter tous les aspects formels du voyage à entreprendre.

Après la construction du prototype, suivra une série exhaustive de tests en laboratoire. Corrections, raffinements seront apportés à l'appareillage pour assurer un voyage intéressant mais éliminant autant que possible les surprises désagréables. Si l'œuvre (sonde) doit comporter un équipage (interprètes), on portera une attention toute spéciale à l'ergonomie du poste de pilotage (position des manettes de contrôle, accélérateurs, etc.). Un plan de vol sera établi (partition) pour guider la direction initiale du véhicule.

(1) Terme entendu ici au sens anglais de *représentation*, de *concert*. (N.d.É.)

Le jour du lancement arrivé, le public est convié à venir observer avec l'ingénieur et l'éventuel équipage les péripéties, en grande partie inconnues, du vaisseau. Derniers préparatifs, « initialisation » des variables, démarrage. Corrections de parcours. Accidents ? Émerveillement ?

## Œuvres virtuelles

---

Une fois l'exécution terminée, la sonde est entièrement récupérable. On apportera sans doute des modifications aux moteurs ; le guidage sera amélioré ; on concevra un nouveau plan de vol, peut-être. Toutefois, l'œuvre restera dédiée et adaptée à l'exploration d'une seule et infime partie de l'espace sonore. La puissance de l'engin (sa valeur culturelle ?) sera évaluée non seulement à la richesse du territoire qu'il fréquente mais aussi à ses capacités de réutilisation.

Sans pousser à outrance ce jeu de l'esprit, nous avançons qu'un nouveau type d'œuvres est devenu possible, qui utilise les capacités structurantes en temps réel de l'informatique. Une œuvre n'est pas livrée dans un moule permanent mais se dévoile dans un nouveau sous-ensemble musical d'une interprétation à l'autre. Le concept d'interprétation en sera élargi, cela va sans dire. Si l'ensemble des règles régissant la génération de l'œuvre est assez souple, on pourra obtenir d'un seul ensemble, non pas une œuvre fixe et descriptible, mais une classe d'œuvres. J'ai choisi d'appeler ces ensembles « musiques virtuelles ». Non pas au sens symbolique ou descriptif de la virtualité, mais en son sens littéral. L'« œuvre » n'est pas un artefact mais une description formalisée de son mécanisme générateur.

L'œuvre virtuelle partage certainement des caractéristiques avec l'œuvre ouverte et l'improvisation. La différence essentielle est que, dans l'œuvre virtuelle, les processus de prise de décision « en cours de route » sont entièrement formalisés. Le trajet proposé et les méthodes utilisées demeurent sous l'entière responsabilité du compositeur.

## Performance ou instance<sup>(2)</sup> d'un voyage

---

La performance publique (une instance de l'œuvre) deviendra l'occasion d'observer les sondes en fonction mais ne pourra servir qu'à une évaluation statistique de la qualité des processus créatifs lui ayant donné vie. Chaque fois que l'œuvre est jouée, on observe une région différente du même territoire.

À plusieurs égards, une telle esthétique reste problématique et, il faut l'avouer, très dangereuse. Avant de risquer une performance « inconnue », le compositeur devra insuffler à l'œuvre une potentialité générative assez puissante pour s'assurer d'un pourcentage relativement élevé de « succès ». En début de concert, il ne connaîtra, somme toute, que les grandes lignes formelles de la musique à entendre. En cela, il partagera avec l'auditeur le plaisir de la découverte et, éventuellement, les déceptions d'une musique moins réussie, puisque les lois probabilistes réservent toujours des surprises, parfois heureuses, parfois malheureuses.

L'évaluation critique des œuvres « virtuelles » est donc aussi problématique. Certes, un informaticien ou un compositeur partageant les mêmes préoccupations pourront examiner d'un œil entraîné la pertinence, l'élégance et la puissance de la mécanique générative d'une œuvre. Mais, pour l'auditeur neutre, la qualité de l'œuvre ne *pourra* devenir évidente qu'après une écoute de quelques instances de l'œuvre.

Quoiqu'on puisse élaborer des œuvres restant en vase clos, l'interprète pourra occuper une place de choix dans l'œuvre virtuelle. Le compositeur peut donner à celui-ci toute la latitude souhaitée. Les variations dynamiques du jeu, les altérations de tempi et même les fausses notes occasionneront peut-être des bifurcations importantes dans le comportement de l'œuvre. Le choix des interfaces (percussions, vents, claviers, etc.) conditionnera bien sûr la liberté de jeu. Dans une œuvre virtuelle bien pensée, l'interprète-aventurier trouvera un monde musical ouvert. D'une exécution à l'autre, il apprendra à guider la sonde vers des territoires particulièrement prometteurs.

(2) « On appellera *instance* l'actualisation sensible que peut engendrer un programme-source, matrice ou hypertexte. » (N.d.É.) (P. Lévy, 1987).

## Une mécanique de l'imaginaire ?

---

La phénoménologie de l'acte compositionnel et l'étude des protocoles décisionnels dans l'élaboration d'une œuvre sont des disciplines jeunes. Otto Laske, en 1970, fut le premier à proposer un squelette théorique couvrant les mécanismes psycho-cognitifs gérant le geste de composition. Cette application de l'intelligence artificielle est une science difficile, hautement spéculative, mais curieusement pertinente pour le compositeur «cosmonaute». Parce qu'il s'opère dans l'élaboration interactive d'une œuvre virtuelle un véritable transfert (en anglais, *transference*) de la connaissance entre le compositeur et sa création. Point commun sans doute, puisque la partition demeure toujours la trace de l'imagination. Mais l'implantation «mécanique» et algorithmique d'une sonde musicale laisse une trace des règles formelles et non pas du résultat musical, celui-ci étant en grande partie inconnu.

Il s'agit ici de l'aspect le plus fascinant et envoûtant de ce travail. Après l'ajout d'une poutre de soutien, d'un mécanisme de calibration des hauteurs ou d'une soupape de variation dynamique, on observe, progressivement, l'idée se faire matière. Une incarnation de la pensée musicale (du *soi* musical) du compositeur dans une structure générative indépendante volant de ses propres ailes. À plus d'un titre, cette structure représente une cristallisation directe et matérielle des raisons qui ont incité le compositeur à se pencher vers telle ou telle autre solution musicale.

Je soupçonne que ces traces concrètes seront une mine d'or pour le musicologue. L'analyse *a posteriori* d'une partition est une chose. L'analyse de ses mécanismes générateurs en est une autre. Plus guère de place pour la spéculation !

## Petite critique de la complexité

---

La première victime des expérimentations avec des formalismes de génération musicale automatique est sans doute l'idée que la complexité doit en soi être le produit d'un talent particulier. On nous avait pourtant avertis !

Depuis les interrogations lancées par Xenakis (et John Cage) au milieu des années 1950 sur l'opportunité idéologique (et pratique) de la série généralisée, il est étonnant que la complexité comme *plus-value culturelle* soit toujours prisée dans l'expression musicale contemporaine. Bien sûr, d'aucuns ont le verbe plus intolérant que la *praxis*: que donnerait-on, après l'analyse structurelle profonde d'une œuvre compliquée, pour connaître les raisons qui poussent les compositeurs « purs et durs » à faire reposer un choix final sur tel agencement plutôt que tel autre ? Serait-ce une question d'outillage (conceptuel et mécanique) ? L'accès désormais aisé aux outils informatiques logiques et matériels relance ce débat. L'obtention d'une complexité structurelle de surface (dans le processus de la composition) est maintenant relativement simple. S'il n'est pas toujours possible de faire prendre des vessies pour des lanternes, on pourra sûrement parier qu'une complexité de surface ne s'accompagne pas toujours d'une complexité sous-jacente.

Un petit jeu pour iconoclaste en mal de divertissement consisterait à élaborer un circuit algorithmique où les paramètres de la hauteur, de la dynamique et du timbre seraient tributaires de règles de permutation simples. Après avoir synthétisé avec les sonorités instrumentales habituelles, en respectant les protocoles acceptés d'ambitus et de dynamique, et fait fausser un certain pourcentage de notes, on introduit quelques incertitudes quant au rythme et au débit. Dans un rassemblement de copains « experts », on propose d'entendre quelques œuvres rapportées d'un récent voyage (ne donner que des extraits). Jouez à « Devinez qui est le compositeur » !

Est-ce pour cette raison que plusieurs des recherches fondamentales en formalisation compositionnelle (systèmes-experts) s'attardent à l'implantation de modèles structuraux connus, comme l'écriture contrapuntique simple ? Sans priser particulièrement la production prévisible de l'application de ces algorithmes, il est certes plus facile pour le chercheur de vérifier la pertinence des résultats !

Dans un langage musical où les règles sont culturellement (mais pas explicitement) partagées (nous entendons ici un partage implicite à l'audition, sans référence à un système analytique), il est à première vue surprenant qu'il soit très difficile de créer des algorithmes convaincants. L'ensemble des règles de l'harmonie tonale, du contrepoint élémentaire et des structures simples est pourtant bien connu. Cependant, leur implantation dans un système décisionnel complexe en vue de la génération automatique de pièces tonales — en musique populaire, par exemple — s'avère d'une complexité déconcertante.

Dans un tel contexte, l'espace critique de l'auditeur est intuitivement beaucoup plus structuré que dans une situation — comme en musique de concert — où les auditeurs, même spécialisés, n'ont pas de dictionnaire et de grammaire leur permettant, à l'écoute et selon des règles relativement fixes, de décoder les œuvres entendues. Souvent l'œuvre contemporaine inventera même sa propre langue et sera tributaire de sa propre syntaxe.

Quoi qu'il en soit, les algorithmes vérifiables « à l'oreille » sont les plus intraitables. Comme l'a démontré William Schottstaedt dans la formalisation du traité de contrepoint de Fux (Loy, 1991), on peut s'attendre, au mieux, à un contrepoint automatique élémentaire qui ne manque aux règles que par la pauvreté de son imagination. Il reste donc que les explorations externes aux langages traditionnels sont peut-être les plus susceptibles de livrer des musiques intéressantes.

Toutefois, pour éviter de retomber dans le piège de la complexité arbitraire, je propose que pour être pertinente, une œuvre algorithmique (virtuelle ou non) soit tenue d'exposer son matériau de façon transparente et savoir rendre l'élégance de sa mécanique à l'audition. Le défi est de taille !

---

AMES, C. (1989), « A Formal Model of Ensemble Interaction », *Proceedings of the 2nd Connecticut Symposium on the Arts and Technology*, New London, Connecticut.

AMES, C. (1990), « Statistics and Compositional Balance », *Perspectives of New Music*, vol. 28, n° 1.

BEYLS, P. (1991), « Self-Organizing Control Structures Using Multiple Cellular Automata », in B. Pennycook (éd.), *Proceedings of the 1991 International Computer Music Conference*, San Francisco, International Computer Music Association.

BOLOGNESI, T. (1983), « Automatic Composition : Experiments with Self-similar Music », *Computer Music Journal*, vol. 7, n° 1, pp. 25-36.

DOLSON, M. (1989), « Machine Tongues XII: Neural Networks », *Computer Music Journal*, vol. 13, n° 3.

JONES, K. (1981), «Compositional Applications of Stochastic Processes», *Computer Music Journal*, vol. 5, n° 2, pp. 45-61.

LANGSTON, P. (1991), «IMG-1: An Incidental Music Generator», *Computer Music Journal*, vol. 15, n° 1, pp. 28-36.

LÉVY, P. (1987), *La machine-univers*, Éditions de la Découverte, p. 61.

LORRAIN, D. (1980), «A Panoply of Stochastic "Cannons"», *Computer Music Journal*, vol. 4, n° 1.

LOY, D. G. (1989), «Composing with Computers. A Survey of Some Compositional Formalisms and Programming Languages for Music», in M. Mathews et J. Pierce (éd.), *Current Directions in Computer Music*, Cambridge, MIT Press.

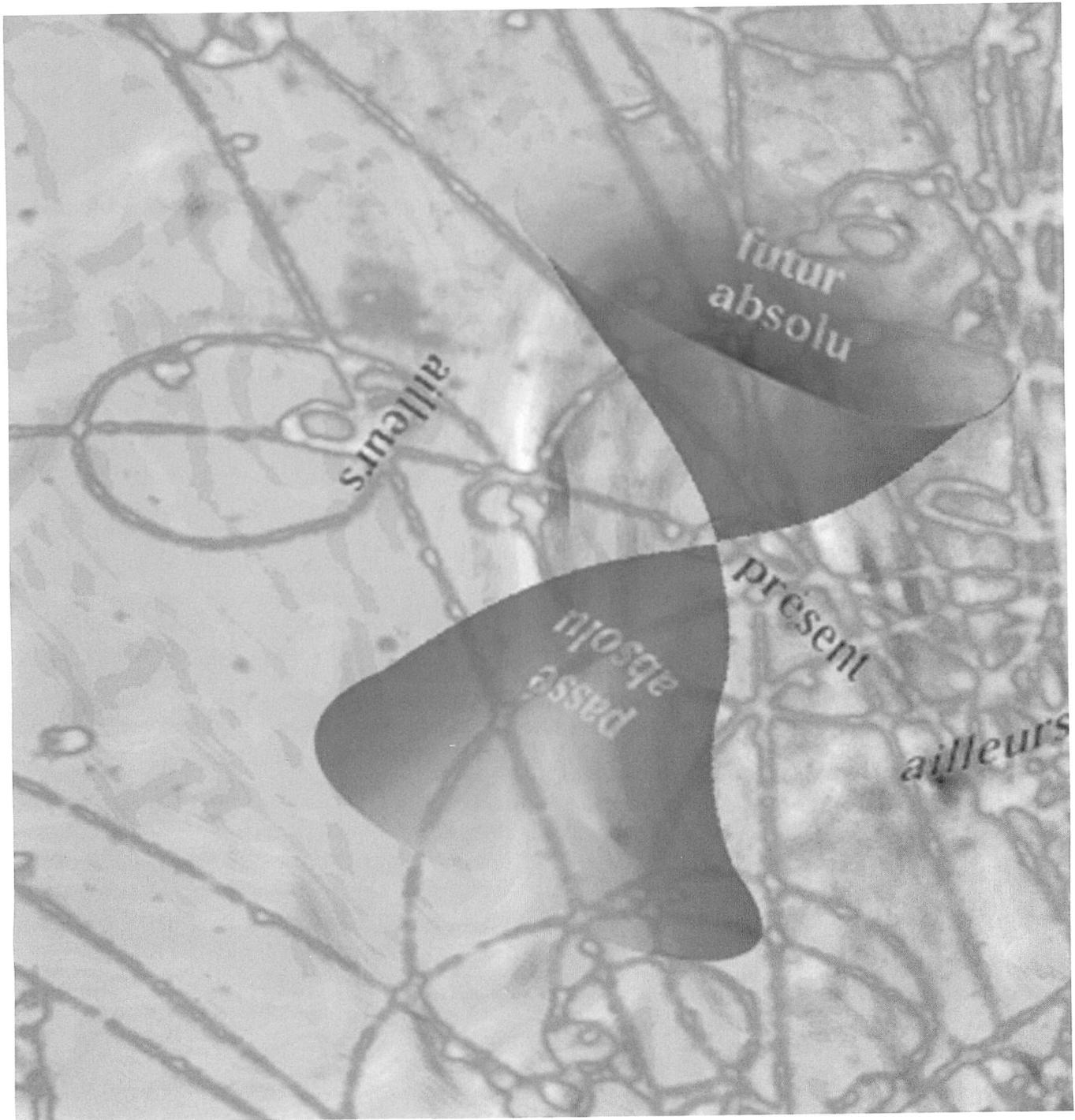
LOY, D. G. (1991), «Automatic Composition, Connectionism and Musiconomy» in B. Pennycook (éd.), *Proceedings of the 1991 International Computer Music Conference*, San Francisco, International Computer Music Association.

POPE, S. T. (1989), «Machine Tongues XI: Object-Oriented Software Design», *Computer Music Journal*, vol. 13, n° 2.

PRESSING, J. (1988), «Nonlinear Maps as Generators of Musical Design», *Computer Music Journal*, vol. 12, n° 2.

TODD, P. M. (1989), «A Connectionist Approach to Algorithmic Composition», *Computer Music Journal*, vol. 13, n° 4, pp. 27-43.

XENAKIS, I. (1963), «Musiques formelles», *La Revue musicale*, n°s 253-254, Paris, Richard Masse.



ailleurs

futur  
absolu

présent

passé  
absolu

ailleurs