

## **I. 1. « Passages » de Jean-Claude Risset**

Nous avons choisi d'étudier « Passages », pièce mixte pour flûte et bande parce que la qualité et la diversité des sons contenus dans sa partie électronique sont remarquables et parce qu'elle illustre bien les enjeux de la musique mixte. La bande a été entièrement réalisée par synthèse sur ordinateur.

Commandée par la Biennale de Venise, « Passages » y a été créée, en 1982, par Roberto Fabbriciani à l'occasion de la Conférence Internationale de Musique par Ordinateur organisée par le Laboratoire d'Informatique Musicale de la Biennale (LIMB). Par la suite, elle a été jouée dans divers pays par des interprètes de renom. « Passages » est éditée par les éditions Salabert dans la collection « La flûte contemporaine ».

Avant d'écrire « Passages », Jean-Claude Risset avait écrit une pièce pédagogique : « Mixte »<sup>1</sup>, destinée à familiariser les jeunes interprètes avec les musiques mixtes. « Passages » est une version reprise, retravaillée et prolongée de « Mixte ».

De nombreuses techniques de synthèse ont été utilisées dans cette pièce qui illustre, d'une certaine manière, une partie des recherches de Jean-Claude Risset sur la synthèse sonore. Elle apparaît donc comme une concrétisation de divers concepts musicaux qui ont pu être mis au point lors de ses explorations du timbre et de la synthèse.

L'analyse de « Passages » va reposer sur l'écoute, l'étude de la partition et l'examen des listings informatiques ayant servi à programmer les sons électroniques. Plusieurs textes nous serviront également de référence : [Ruschkowski André – 1996], [Risset – 1983], [Risset – 1996]. Pour l'écoute, nous disposons de l'enregistrement de « Passages » joué par Pierre-Yves Artaud (éditions Wergo) ainsi que d'un disque ne contenant que la partie électronique (éditions Salabert) destiné à être utilisé pour les interprétations de la pièce par un flûtiste en concert.

Tous les paramètres ayant servi à la synthèse des sons constituant la bande ont été notés et conservés par Jean-Claude Risset, ce qui permet de reconstituer la partie électronique, son par son, et de l'explorer dans ses moindres détails.

Après une étude descriptive de la pièce, nous donnerons quelques repères concernant les hauteurs utilisées dans la pièce. Nous décrirons ensuite les types de sons qui forment la partie électronique et les techniques employées par Jean-Claude Risset pour les synthétiser. Enfin, avant de conclure, nous indiquerons le fonctionnement des routines utilisées par le compositeur pour l'aider à agencer et structurer les données.

Nous avons placé en annexe à ce chapitre les indications biographiques et discographiques concernant Jean-Claude Risset.

### **I.1.1. Structure temporelle de la pièce**

La pièce est divisée en deux parties principales, correspondant à deux index sur le disque compact commercialisé par les éditions Wergo. Sur les 13'52 de la pièce, la première partie dure 8'40 et la seconde 5'12. Ruschkowski remarque un rapport égal au nombre d'Or<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> « Mixte » est une pièce publiée sur CD avec partition par Heugel, « Œuvres faciles pour flûte (ou hautbois) et bande magnétique » (1984), collection Mélanges, vol. 2.

<sup>2</sup> Le nombre d'or, utilisé également en musique par Bela Bartok, Iannis Xénakis ou John Chowning vaut  $(1+\sqrt{5})/2=1.618$ . Ici  $8'40 / 5'12 = 1.67$ , valeur proche du nombre d'or. Jean-Claude Risset indique qu'il n'a pas utilisé ce rapport intentionnellement mais qu'il accorde toujours de l'importance aux rapports de durées des différentes sections qu'il établit souvent de façon graphique lors de l'élaboration de ses pièces.

Dans le CD de l'édition Salabert, la partie électronique est divisée en 6 parties de durées respectives : 3'04, 2'41, 2'51, 0'56, 0'22 et 3'55.

Jean-Claude Risset établit une division de la pièce en 8 sections, durant respectivement : 1'24, 0'46, 0'57, 2'40, 2'53, 1'16, 2'42 et 1'14 [Risset-1983].

date	0:00:00	0:01:24	0:02:10	0:03:07	0:05:47	0:08:40	0:09:34	0:09:56	0:12:38	0:13:52
section	1	2	3	4	5	6		7	8	fin
durée	0:01:24	0:00:46	0:00:57	0:02:40	0:02:53	0:01:16		0:02:42	0:01:14	
pistes Salabert	1			2	3	4	5	6		
durée	0:03:07			0:02:40	0:02:53	0:00:54	0:00:22	0:03:56		
pistes Wergo	1					2				
durée	0:08:40					0:05:12				

tableau

Tableau 1 : tableau des différentes divisions de la pièce « Passages ».

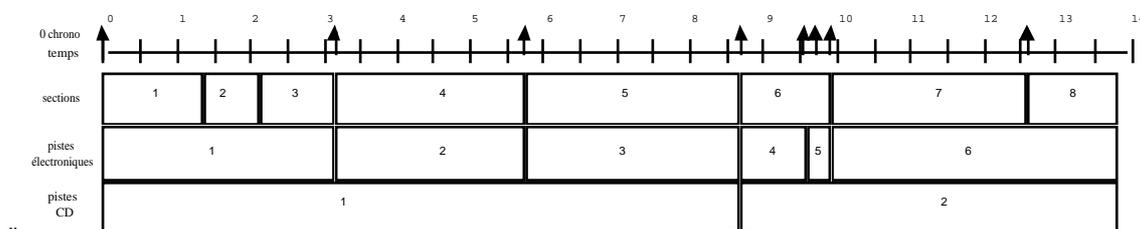


Figure 1 : schéma mesuré des différentes divisions de la pièce « Passages ».

### I.1.2. La partition<sup>3</sup>

Les pièces mixtes offrent l'avantage, par rapport aux pièces purement électroniques, d'être plus faciles à analyser puisqu'il existe une partition en notation traditionnelle, au moins pour la partie instrumentale.

Cette partition est constituée de trois portées. Celle du haut concerne la flûte solo, alternativement flûte et piccolo, celle du bas est pour la bande et celle du milieu indique le temps. A part un court passage vers le centre de la pièce, la notation n'est pas mesurée mais notée chronologiquement (en mn et sec.). Le musicien peut utiliser un chronomètre pour être synchrone avec la bande. Cette bande est fractionnée en plusieurs parties et à chaque départ, le chronomètre doit être remis à zéro.

La forme de notation de la bande dans un système à part est assez particulière. La notation de la bande sert surtout au soliste qui a ainsi des points de repères graphiques correspondant aux types de sons qu'il doit entendre. Aucune information précise sur l'origine et les techniques de synthèse n'est donnée. Par contre, les symboles jouent bien leur rôle au cours d'écoutes synchronisées. Dans ce cas, ils permettent une orientation réelle et précise dans la pièce mais leur examen en détail, uniquement visuel, ne donne que des informations très limitées.

Jean-Claude Risset utilise trois groupes de symboles graphiques.

On observe d'abord des lignes montantes ou descendantes qui décrivent des glissandos dont la densité, les pentes, les fréquences et les amplitudes sont facile à interpréter.

<sup>3</sup> Dans les paragraphes qui suivent, les numéros de pages indiqués font référence à la partition de « Passages » parues aux éditions Salabert.

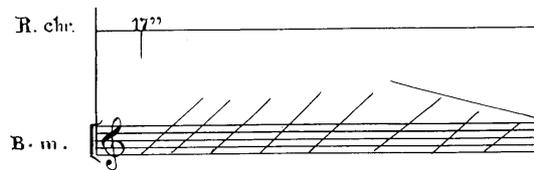


Figure 2 : lignes extraites de la partition (p5).

Plus loin et utilisés de façon plus courante, on observe divers types de lignes irrégulières, sous forme d'oscillations ou de montagnes russes. L'interprétation des variations de pentes est alors plus difficile. Ces lignes correspondent à des sons ou à des groupes de sons comportant souvent des modulations. La courbe indique, selon le cas, les variations d'amplitudes ou les contours de fréquences.

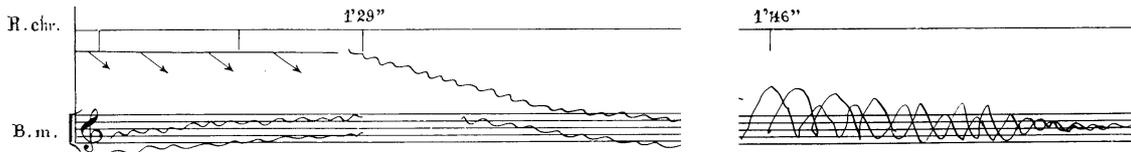


Figure 3 : lignes extraites de la partition (p7).

On trouve également une écriture en notes qui indique la hauteur des sons électroniques. Il s'agit d'une écriture destinée à faciliter la lecture de la partition en faisant ressortir les rapports harmoniques avec la flûte solo.

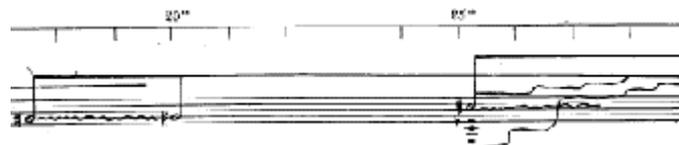


Figure 4 : hauteurs extraites de la partition (p9).

### I.1.3. Description de la pièce

Nous adopterons pour cette description les divisions de la pièce en différentes sections établies par Jean-Claude Risset.

#### A) I<sup>ère</sup> section

La pièce commence par un motif joué à la flûte qui se termine par la note do<sub>3</sub> environ 12'' après le début. La bande apparaît sur cette dernière note, avec des glissandos dont le timbre s'inspire de celui de cette note de flûte. Ce sont des sons bruités créés par une très rapide modulation aléatoire de l'amplitude d'une onde sinus.

La flûte se met ensuite à imiter les glissés ascendants de la bande.

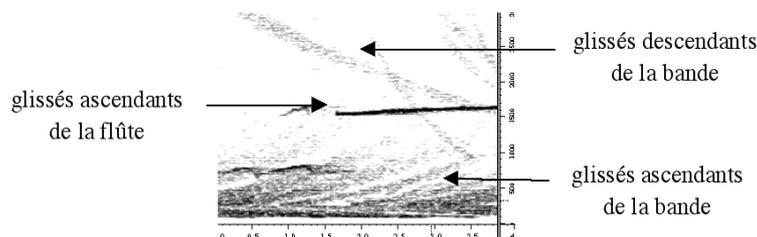


Figure 5 : glissés de la flûte sur ceux de la bande (p5 - 17'')(exemple sonore n°1).

Aux glissés ascendants s'ajoutent progressivement des glissés descendants.

La flûte déploie divers modes de jeu contrastant avec le son de la bande : jeu de percussions irrégulières sur les clés de la flûte combinées avec des notes en pizzicato. Cela débouche sur des phrases jouées staccato de façon très dynamique sur les glissés de la bande. La flûte tient alors un rôle soliste très net.

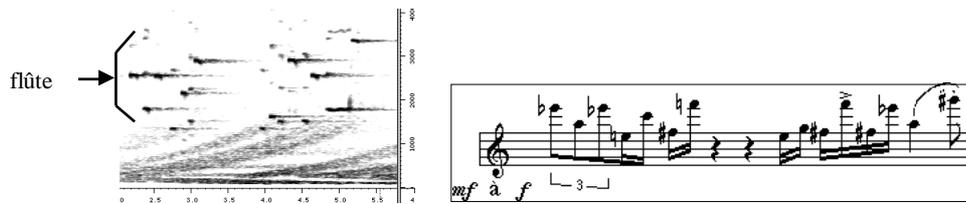


Figure 6 : staccato de la flûte sur les glissés de la bande (p6 - 40'')(exemple sonore n°2).

Vers 57'', on observe une première rupture. La flûte reprend les imitations des glissés de la bande pour laisser apparaître un nouvel élément constitué par des sons multiphoniques. Les glissandos de la bande s'arrêtent. La flûte termine seule cette section en un jeu mélodique rapide.

### B) II<sup>e</sup> section

La flûte reprend de rapides staccatos qui se transforment en flatterzunge. Ceux-ci se diluent à leur tour dans un nouveautype de sons produits par la bande. Il s'agit de glissés ascendants mais, cette fois-ci, fortement modulés. Les transformations et modulations du timbre électronique ressemblent à celles qui sont obtenues avec les flatterzunge. Il s'établit une ressemblance entre le timbre de la bande et celui de la flûte, ressemblance qui s'étend au-delà de la sonorité typique de la flûte (flatterzunge, souffle, sons éoliens, trilles).

Sur la partie électronique, très modulée, la flûte reprend des staccatos rapides puis la bande revient à son tour pour faire progresser le dialogue. Elle introduit une nouvelle sonorité sans pour autant changer son jeu de modulation de timbre.

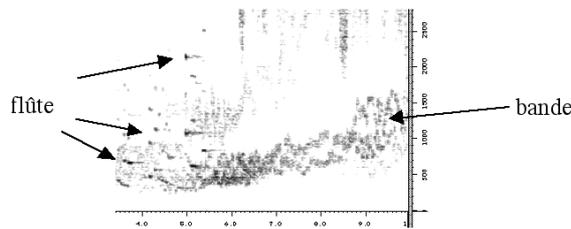


Figure 7 : modulations aléatoires de hauteur sur la bande (p7 - 1'24).

Les modulations de hauteur sur la bande s'amplifient pour finir en une sorte de mélodie dont le dernier élément reprend une phrase de la flûte (1'58). Ce sont les premières hauteurs clairement jouées par la bande.

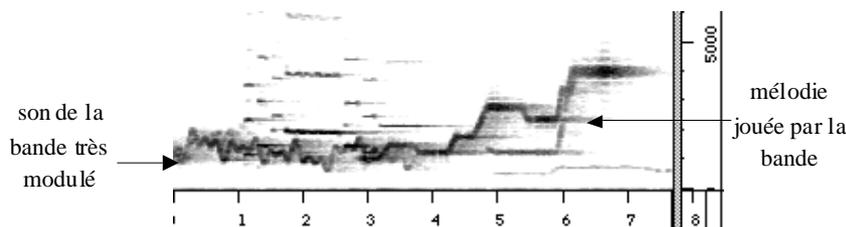


Figure 8 : premières notes jouées par la bande (p7-8 - 1'57), cf. figure IV-15 (exemple sonore n°3).

### C) III<sup>e</sup> section

Vers 2'05 le troisième type de sons de la bande apparaît. Il s'agit de sons longs de hauteurs stables et plus lisses que les précédents (sans modulation). Au lieu de modulations rapides et aléatoires comme dans les sections précédentes, les sons comportent des variations harmoniques qui créent une sorte d'effet de « phasing ». La flûte répond par des sons en « whistle tone », produisant un peu les mêmes variations harmoniques, entrecoupées de quelques motifs courts appuyés. Ce dialogue se termine vers 3' par la flûte qui joue en harmoniques un arpège irrésolu.

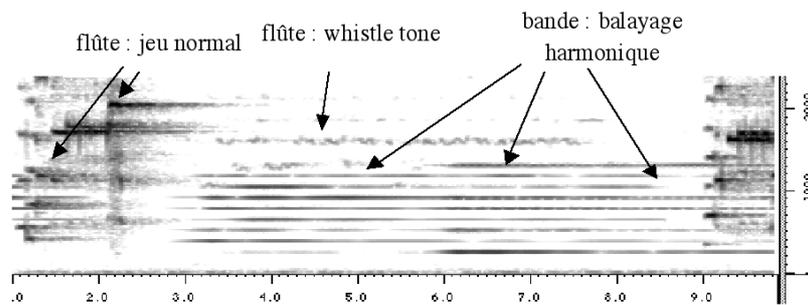


Figure 9 : sons lisses avec balayages harmoniques (p8-9 – 2'40) (exemple sonore n°4).

#### D) IV<sup>e</sup> section

Cette section démarre après un point d'orgue et une première remise à zéro du chronomètre.

La première différence avec les sections précédentes est un déploiement du jeu de la flûte. Celle-ci jouait plutôt des motifs courts, en variant beaucoup les modes de jeu et en dialoguant avec la bande. Là, le jeu est plus continu, discursif. La bande réalise un véritable accompagnement, jouant à la fois la fondamentale, note tenue très identifiable, avec un vibrato très prononcé se transformant parfois en trilles, et à l'arrière-plan, des enrichissements harmoniques produits par des textures lisses arpégées, animées par un procédé de « phasing », qui s'enchaînent en fonction des phrases de la flûte. On remarque à plusieurs endroits une interpolation sonore des notes tenues de la bande qui sont relayées par la flûte en un son de même hauteur avec un vibrato de même intensité.

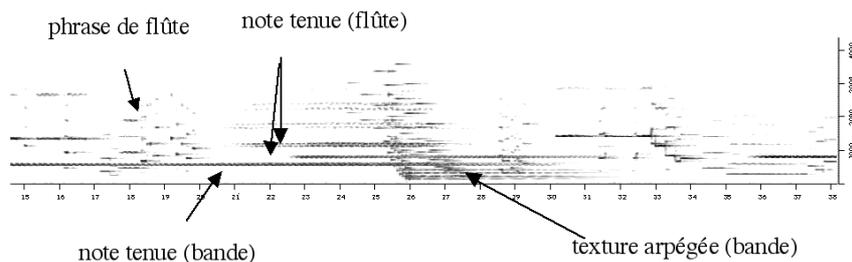


Figure 10 : accompagnement de la flûte par la bande (p10 - de 0'50 à 1'10) (ex. sonore n°5).

Petit à petit, la bande s'enrichit et comporte même de petites notes qui viennent répondre à la flûte.

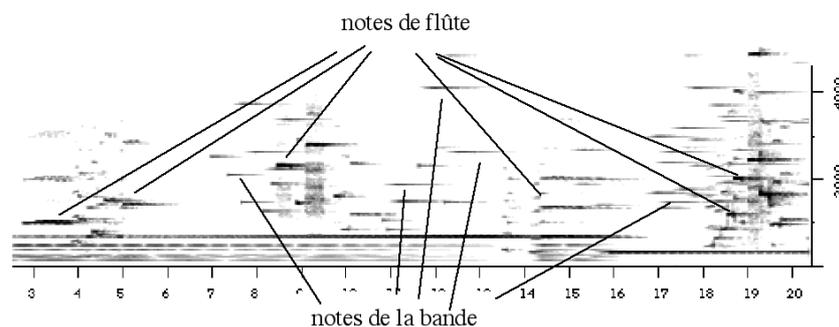


Figure 11 : accompagnement de la flûte par la bande (p11 - de 1'45 à 2'05) (exemple sonore n°6).

#### E) V<sup>e</sup> section

Dans cette partie la bande prend son autonomie. Pendant environ une minute et demie, le principe du solo instrumental accompagné par une bande disparaît au profit d'une construction orchestrale, ou au moins polyphonique, à l'intérieur de la bande. Le jeu de la flûte est écrit pour la première fois avec une notation mesurée. Ce passage est sériel, les notes étant spécifiées par un programme qui transforme — déploie, inverse, transpose... — des séries de hauteurs et de durées.

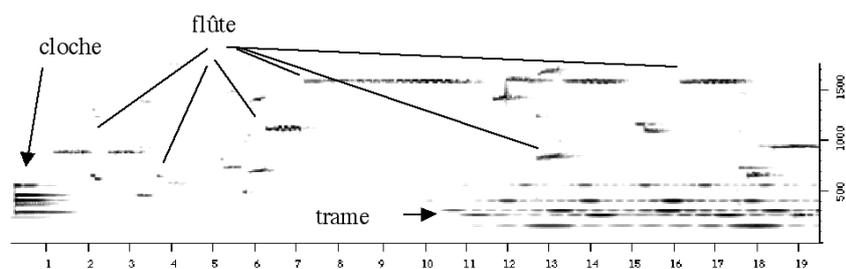


Figure 12 : sons percussifs (pseudo-cloches) et sons polyphoniques (p13 -0'35 à 0'55)  
(exemple sonore n°7).

A cet endroit, l'action musicale s'éloigne du soliste, devient moins claire pour l'auditeur et s'écarte de « l'art de générer clairement et gestuellement les sons » ainsi que l'observe Ruschkowski [Ruschkowski – 1996, p. 86].

La voix de la flûte se fait plus hésitante. La flûte, par divers modes de jeu, donne l'impression de chercher à influencer le développement de la bande : flatterzunge en glissés, staccatos appuyés, et — élément nouveau — des trilles dans le registre aigu. La bande réagit au jeu de la flûte. Elle modifie sa dynamique et son ambitus. Cela semble se produire en totale interaction avec le jeu de la flûte.

L'imitation de la flûte par la bande se transforme ensuite en sons électroniques plus métalliques. Les deux instruments s'individualisent. On observe encore de nombreuses imitations des phrases musicales de la flûte par la bande, jusqu'à un point culminant où, comme cela est indiqué dans la partition, le son électronique devient celui d'une clarinette (7'25). La séquence se poursuit avec des sons imitant les cuivres<sup>4</sup> (7'40) créant un grand contraste avec le son de la flûte piccolo.

Vers la fin de la section la bande revient sur des sons de flûte avec une nette diminution d'intensité en conclusion de la première partie de la pièce.

#### F) VI<sup>e</sup> section

La VI<sup>e</sup> section débute la seconde partie de la pièce (nouvel index sur le CD Wergo). On remarque immédiatement l'apparition d'une notation mesurée traditionnelle. Après une courte introduction faite de sons de percussions électroniques auxquels la flûte répond avec des variations de timbres, des flatterzunge et du vibrato, Jean-Claude Risset définit un tempo (noire=120) et une mesure (6/4, 5/4, 4/4...).

La bande ne joue que des sons percussifs, parfaitement synchronisés avec les notes de la flûte. La flûte joue des noires et des croches dont la structure rythmique double exactement les notes de percussion de la bande. Pour la première fois, il y a un unisson rythmique entre le soliste et la bande. Sur le plan des hauteurs, on observe une alternance entre des marches doublées ou du contrepoint. Cette forme d'interaction dure environ 60 sec. à la suite de quoi le rythme s'arrête soudain sur une suspension. La section suivante débute sur cette suspension avec le déploiement d'une nouvelle texture.

<sup>4</sup> Ces sons ont un timbre typique donné par la méthode de synthèse employée : la synthèse par modulation de fréquence. Quelques années plus tard, avec le succès commercial du synthétiseur DX7 Yamaha (1983), ce type de sons deviendra très populaire puis aussi très stéréotypé en raison de la répartition particulière des fréquences dans le spectre des sons produit par synthèse FM ce qui n'empêchera pas certains compositeurs de l'utiliser de façon personnelle (John Chowning dans « Stria » ou « Phone » par exemple)

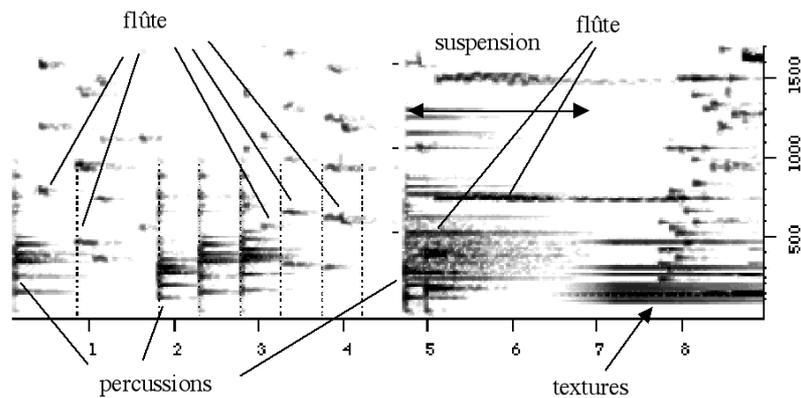


Figure 13 : fin de la VIe section, début de la VIIe section (p18 -5"-12") (exemple sonore n°8).

### G) VII<sup>e</sup> section

Cette section débute par une nouvelle remise à zéro du chronomètre ainsi que par une modification très nette de la notation graphique de la partie électronique. On observe des lignes comportant beaucoup de reliefs, très dentelées.

« Ces lignes sont à rapprocher des panoramas des Alpes suisses que l'on trouve dans *Gruppen* » [Ruschkowski – 1996, p. 90].

Jean-Claude Risset utilise dans la partition les termes « fluide, cursif » pour indiquer un changement de climat dans le déroulement de la pièce.

Les sons électroniques sont du même type que les textures qui ont été présentées dans la première partie de la pièce mais ils sont beaucoup plus denses. Il s'agit de sons continus, formés d'un mélange de partiels inharmoniques à évolution semi-percussive ou lente. Ces sonorités sont présentes jusqu'à la fin de la pièce. Leur densité et leur vitesse varient, avec une diminution de complexité vers la fin de la section. Les sons alternent entre des sons proches de la flûte et des sons de cloches.

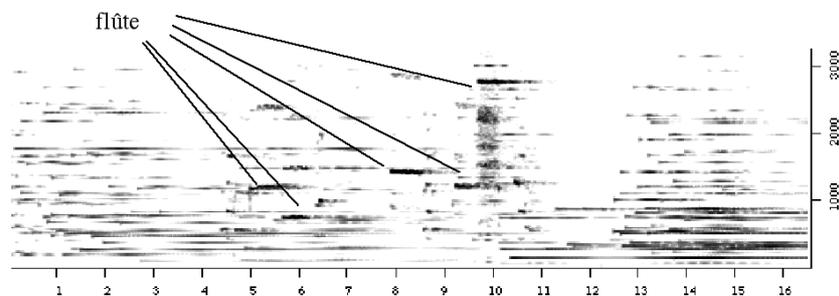


Figure 14 : textures fluides (p18 -0" - 17") (exemple sonore n°9).

La flûte et la bande discourent alternativement de façon assez lyrique. Les deux instruments jouent sur des plans relativement voisins. Les interactions se situent surtout sur le plan des dynamiques, avec des intensités de jeu qui dépendent à chaque fois de l'action de l'autre acteur. On peut également noter des relations harmoniques entre la flûte et les sons électroniques. La flûte reste assez indifférente aux flux électroniques et dans cette section s'en tient à un rôle de soliste.

### H) VIII<sup>e</sup> section

La dernière section débute, sans remise à zéro du chronomètre, par une diminution d'intensité de la bande et de la flûte. La flûte joue des notes tenues très lentes que la bande prolonge et transforme en sons de voix chantée. C'est là une dernière sonorité qui arrive de façon assez surprenante.

Le morceau se termine par une note de flûte tenue en trille dans les aigus.

Dans cette section, Jean-Claude Risset joue sur l'identité de la flûte. Le flûtiste joue et chante en même temps pendant que la bande joue des sons de flûte qui se transforment en

voix par modification de leur spectre vers un spectre vocal sur une fondamentale donnée. On constate que l'aspect vocal apparaît quand un vibrato irrégulier est introduit graduellement sur la fondamentale<sup>5</sup>.

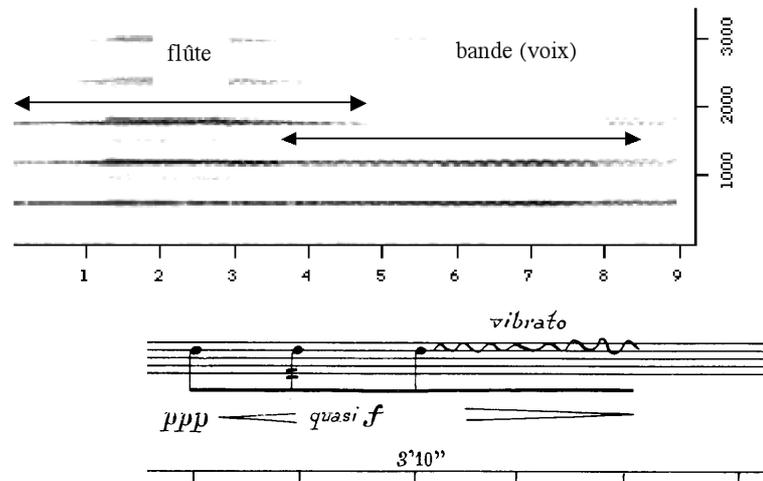


Figure 15 : transformation de la flûte en voix (p22 – 3'08-3'17)(exemple sonore n°10).

## Conclusion

Le rôle de la bande dans cette pièce peut prendre toutes sortes de formes : accompagnement harmonique complexe, accompagnement rythmique percussif, dialogue en contrepoint, doublage, prolongement du son. André Ruschkowski en donne une très bonne interprétation :

« En général on a l'impression que la partie électronique oscille entre contraste et commentaire. Le soliste domine la scène et la bande présente des réactions au second plan. Aux deux extrêmes, on trouve d'un côté la bande très proche du soliste jusqu'à une imitation du timbre typique de la flûte voire également des modes de jeu de la flûte, de l'autre on trouve une autonomie de la bande qui peut se développer jusqu'à déployer une polyphonie d'évènements indépendants. Entre ces deux pôles, on trouve des transitions variées, à la fois sur le plan du timbre que de la structure musicale. » [Ruschkowski-1996, pp. 80-81]

L'étude harmonique et l'étude des sons électroniques qui suivent vont nous permettre de détailler le rôle de la bande et les relations qui la lient avec la flûte.

### I.1.4. Analyse harmonique de « Passages »

Nous indiquerons dans ce paragraphe certains points qui permettent d'expliquer les choix du compositeur, en particulier à propos des liens qui existent entre les notes de la partition de la flûte et les fréquences des partiels constituant les sons électroniques.

Dans la première section, la flûte insiste sur la note « do3 ». Les glissés ascendants et descendants de la bande débutent tous sur cette note. La flûte termine cette section également sur le « do3 » juste avant de présenter un « lab ». Le do est une note omniprésente dans la pièce, utilisée soit comme note pivot, soit comme note génératrice d'harmoniques.

Dans la deuxième section, il est plus difficile de trouver des notes cardinales. La flûte joue des motifs rapides dans lesquels on retrouve souvent le do, le sol# (ou lab) et une nouvelle note, le mib. La bande change constamment de hauteur et comporte de fortes modulations aléatoires qui ne permettent pas de savoir quelles notes sont jouées exactement. A la fin de cette section, la bande joue une mélodie partant du do3 pour arriver deux octaves au dessus, sur le si5.

<sup>5</sup> Phénomène mis en évidence par Mike Mc Nabb et John Chowning (cf. [Risset-1983, p. 71]).





Figure 20 : 6<sup>e</sup> motif (p13, 3<sup>e</sup> système et p15, 2<sup>e</sup> système, joué par la bande) (ex. sonore n°11).

Au cours de cette section, les textures inharmoniques jouées par la bande évoluent. Ces textures sont construites à partir de fondamentales très basses (16 Hz à 36 Hz) dont seules certaines harmoniques élevées (10<sup>e</sup>, 16<sup>e</sup>, 19<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 34<sup>e</sup> par exemple) sont utilisées.

Dans la sixième section (p16 à 18) — première section de la seconde partie de la pièce —, la flûte reprend le thème qu'elle avait présenté dans la section précédente mais la bande, au lieu de jouer sur des motifs sériels indépendants comme c'était le cas, joue à l'unisson rythmique et parfois mélodique avec la flûte, « battues rythmiques qui semblent préparer une parade » [Risset-1983].

Cette section se termine et culmine avec un accord déjà joué dans la quatrième section — accord construit à partir des harmoniques élevées de do<sub>0</sub> — qui se déploie en une libération d'harmoniques aiguës. La flûte retourne sur les harmoniques d'un do grave et finit par le do<sub>3</sub>.

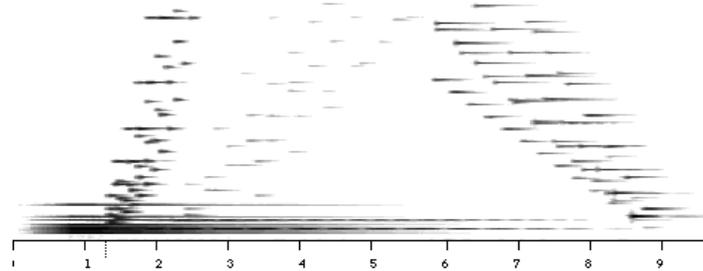


Figure 21 : sonagramme montrant le déploiement des harmoniques (exemple sonore n°12).

Dans la septième et avant-dernière section de la pièce (p18 à 21), on trouve des structures inharmoniques fluides dont les partiels ont été calculés à partir de spectres de cloches, de tamtams et de gongs. Ces données ont diverses provenances. Certaines valeurs proviennent par exemple des cloches du « Poème Electronique » (1958) de Varèse. Les tamtams et les gongs, sont décrits dans le catalogue de Jean-Claude Risset de 1969. Dans cette section, la partie électronique joue plusieurs fois une même partition où se succèdent cinq ensembles de partiels. La première fois, les partiels sont décalés dans le temps et leur enveloppe d'amplitude est plutôt lente. Ensuite, les partiels se rapprochent progressivement. A la fin, ils sont synchronisés avec des attaques percussives.

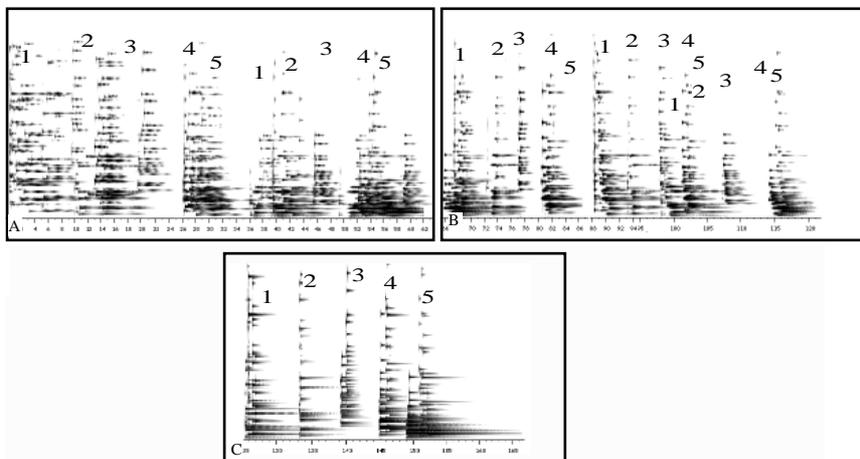


Figure 22 : sonagramme donnant l'évolution dans le temps des structures inharmoniques.

Dans la section finale (p22 à 23), la flûte ralentit et reprend la note do3, tenue puis reprise par la bande. Elle enchaîne ensuite quelques notes tenues pour terminer par un sol#4.

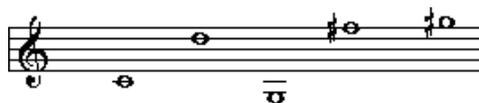


Figure 23 : notes tenues de la dernière section.

## En résumé

Dans cette pièce, on rencontre de nombreux développements harmoniques basés sur la note do. La note sol# est également une note cardinale.

Par ailleurs des variations sérielles sont réalisées à partir de plusieurs motifs de référence.

Enfin, certains modèles spectraux instrumentaux sont utilisés pour générer des harmonies.

### I.1.5. Etude des sons électroniques de " Passages "

« Passages » a entièrement été synthétisée à Marseille à l'aide du programme MusicV sur un ordinateur modeste (64 bytes de mémoire vive et 10 Mo de disque). Cela a amené Jean-Claude Risset à produire une succession de séquences de courtes durées qui ont été assemblés par la suite.

Les partitions écrites pour le programme MusicV ayant toutes été conservées, il est possible de resynthétiser exactement n'importe quel son utilisé dans la pièce, soit avec le programme MusicV lui-même, soit, après un travail supplémentaire de traduction, avec d'autres programmes comme Csound ou Max/MSP par exemple.

#### I) Les sons modulés

##### • Glissés lisses (turbulences)

Les sons avec des composantes bruitées que l'on trouve dans la première section sont produits par les modulations aléatoires d'une onde sinusoïdale, pour une largeur de bande de 20% de la fréquence de cette onde. La fréquence de cette onde sinusoïdale part du do3 (262 Hz) pour arriver à une valeur dix fois supérieure (2620 Hz). Pendant ce trajet, l'amplitude diminue.

Plusieurs sons de ce type sont superposés avec de légers décalages temporels ce qui crée un tourbillon ascendant.

Un autre glissé descendant (de 262 Hz vers 87 Hz) est superposé au premier et reprend le même type de modèle.

« Un tel comportement spectral est inspiré d'un modèle mis en évidence dans l'analyse des phénomènes de turbulence. » [Risset — 1983, p. 69]

« L'énergie injectée à une certaine fréquence est progressivement convertie en énergie à hautes fréquences » [Risset — 1996, p. 68]

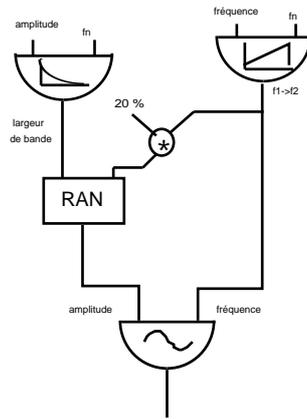


Figure 24 : schéma de l'instrument utilisé pour les sons glissés.

• **Modulation de hauteur**

Dans la deuxième section apparaissent des sons à composantes bruitées mais modulés de façon plus complexe que les précédents (cf. § I.1.3-B). Plusieurs phénomènes de modulations se superposent. Aux phénomènes de modulations d'amplitude aléatoires qui produisaient le son bruiteux se rajoutent des modulations d'amplitudes. Les courbes qui contrôlent les variations de hauteurs des sons sont données dans des tables qui contiennent des harmoniques qui se succèdent dans le temps (par exemple 1, 3, 4, 7, 17, 27), et qui sont interprétées comme des contours mélodiques. Ces fonctions sont associées à des modulations aléatoires qui les rendent confuses et donnent des contours légers et fluides aux sons, comme des arpèges jouant sur plusieurs notes.

• **Contrôle des hauteurs**

A la fin de la deuxième section (cf. Figure 8) la modulation aléatoire diminue et la hauteur devient plus claire, ce qui rapproche le son de la bande de celui de la flûte.

• **Vibrato**

Dans la quatrième section, la flûte joue des notes tenues avec un vibrato qui se transforme insidieusement en trille. La partie électronique reproduit le même phénomène.

Cette transformation est réalisée de la façon suivante : la modulation de fréquence est faite non pas à partir d'une onde sinusoïdale mais d'une onde comportant les harmoniques 1 et 3, cette dernière ayant une amplitude trois fois moins forte. Si ces harmoniques sont en phase, l'onde se rapproche d'une onde carrée puisqu'ils correspondent aux premiers termes d'une série de Fourier : une onde de ce type produit donc une espèce de trille. En déplaçant la phase, la forme d'onde change, devenant plus fluctuante et produit un vibrato. Le passage d'une forme à une autre est assuré automatiquement en attribuant au troisième harmonique une fréquence légèrement différente du triple de la première. Le déphasage s'effectue donc automatiquement à un rythme qui dépend de cette différence de fréquences (ici le déphasage est de 0,3 Hz soit une alternance trille-vibrato-trille en trois secondes environ).

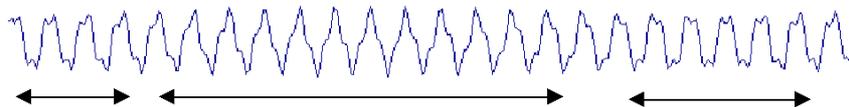


Figure 25 : évolution de la forme d'onde résultant de la somme de deux ondes de fréquences  $f$  et  $3f + \epsilon$  (exemple sonore n°13).

## J) Les textures

### • Textures à balayages harmoniques

Des explorations harmoniques sont produites au moyen d'un *phasing* : à une onde complexe comprenant des harmoniques choisies (6, 7, 9, 10 ; ou 3, 4, 6, 7, 9 ; ou encore 2, 4, 6, 7, 10) se superposent des ondes similaires jouées à des fréquences très voisines (par exemple : 262 Hz, 262,02, 262,04, 262,06, ...); cela provoque des battements à 0,02 Hz pour la fondamentale, à 0,04 Hz pour le second harmonique et ainsi de suite. On trouve ces textures dans la section 3 ainsi que dans la section 7.

### • Textures fluides ou à attaques percussives

Dans la septième section de la pièce, des structures inharmoniques sont construites à partir de listes de triplets (fréquence, durée et intensité) définissant chacun une composante partielle du son (cf. Figure 26).

Afin de produire un son, il faut associer à chaque composante une courbe dynamique, ou enveloppe d'amplitude, contrôlant l'évolution de son intensité au cours du temps.

Si l'on choisit une enveloppe comme celle de la courbe ( $\alpha$ ), toutes les composantes ont des attaques synchronisées et décroissent de façon à ce que les partiels les plus graves aient la résonance la plus longue ; les sons ressemblent alors à une cloche ou à un gong dont le timbre peut également être perçu comme un accord. Une enveloppe de ce type favorise une perception globale, synthétique, du son : on perçoit en général une hauteur dominante, souvent ambiguë, et une certaine couleur résultant de l'harmonie mais on a la sensation d'un « objet sonore » unique.

Par contre, si on garde la même structure harmonique en lui adjoignant une enveloppe comme celle de la courbe ( $\beta$ ), on obtient un son fluide. Les différentes composantes ont des durées différentes, les maximums et les minimums ne sont pas placés en même temps et il est possible de distinguer ces composantes auditivement.

« Cette désynchronisation favorise une perception plus analytique : « l'intérieur du son » paraît diffracté en arc-en-ciel comme la lumière dans un prisme et l'impression d'un unique objet sonore est remplacée par celle d'une trame fluide et irisée. » [Risset – 1983, p. 70]

Enfin, il est possible de décaler plus ou moins le moment d'apparition de chaque composant — courbe ( $\gamma$ ) — et d'utiliser des enveloppes partiellement fluides ou partiellement percussives, pour ajouter à l'effet de dispersion des composantes.

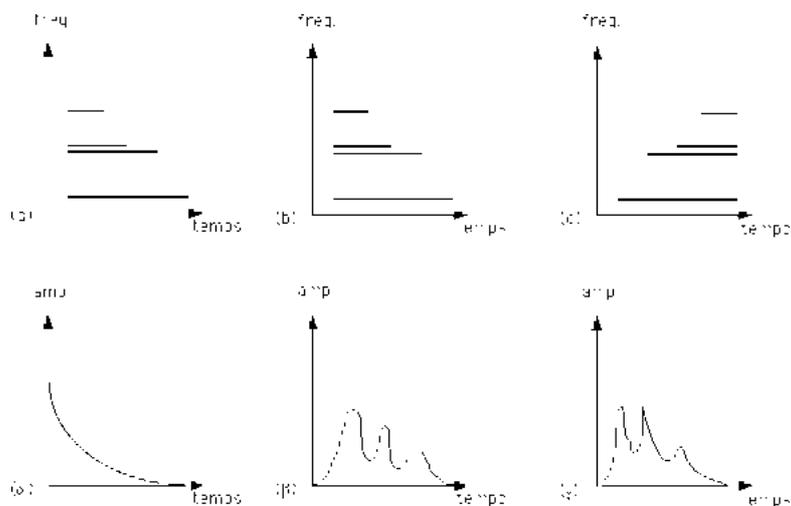


Figure 26 : différents assemblages des éléments d'une structure de partiels.

La septième section de la pièce insiste sur la dialectique focalisation/distribution. Les enveloppes ont été choisies de manière à fournir des profils de *smorzando* et des rebonds du son.

On entend tout d'abord des sons fluides - comme avec les courbes ( $\beta$ ) ou ( $\gamma$ ). Ces sons fluides (à 2'05" du début de cette section) fusionnent en sons de cloches imaginaires, en cristallisant les composants dispersés.

### K) Les simulations instrumentales

Comme le remarque André Ruschkowski [Ruschkowski-1996, p. 81], les techniques de synthèse et de traitement des sons électroniques de Risset sont fortement empreintes des instruments traditionnels acoustiques. Cette pensée « instrumentale » se démarque de façon très nette de la démarche de l'école française de musique concrète — l'idée d'élargissement du son et de distanciation — mais aussi de la vision à empreinte orchestrale de l'électronique en tant que continuum sonore, vision de la musique allemande de Cologne des années cinquante.

La plupart des modèles de synthèse utilisés sont décrits dans le « Catalogue des sons synthétisés par ordinateur » (Laboratoires Bell, 1969)<sup>6</sup>.

#### • Cloches (exemple n°430 du catalogue)

Les sons de cloches sont inharmoniques et les composantes aiguës diminuent plus vite que les composants graves. Ils sont généralement produits par synthèse additive.<sup>7</sup>

#### • Percussions (exemples n°400, 410, 440 du catalogue)

Divers sons de percussions sont utilisés dans cette pièce.

On retrouve l'exemple n°400 du catalogue correspondant à une caisse claire. Ces sons sont formés par addition d'une bande de bruit centrée sur les fréquences aiguës (entre 3000 et 4000 Hz) simulant l'effet du timbre caractéristique des caisses claires, d'une onde sinus et d'un spectre inharmonique obtenu par le développement d'une série harmonique défective sur une fondamentale très basse (fondamentale à 20 Hz et harmoniques 10-16-22-23 par exemple).

On retrouve également l'exemple n°410 (*drumlike*) assez similaire et l'exemple n°440. Ce dernier permet de légers glissés de la hauteur du son (*pitched drum*).

#### • Flûte (exemple n°100 du catalogue)

Les sons de flûtes sont obtenus par modulation - en partie aléatoire, en partie périodique — d'une onde qui contient essentiellement la fondamentale.

#### • Clarinette (exemple n°150 du catalogue)

Les sons de clarinette sont produits par distorsion non-linéaire d'une onde sinusoïdale selon un procédé mis en œuvre par Jean-Claude Risset en 1968 puis développé par Daniel Arfib.

#### • Cuivres

Les sons de cuivres sont produits par synthèse en modulation de fréquence en couplant l'indice de modulation avec l'enveloppe dynamique du son.

---

<sup>6</sup> Le catalogue a été réédité dans « The historical CD of Digital Sound Synthesis », Wergo 2033-2.

<sup>7</sup> Les sons de cloches ont été souvent employés en synthèse sonore. On en retrouve chez Edgar Varèse (Poème Electronique - 1958), Jonathan Harvey (Mortuos plango, Vivos voco - 1980), Jean-Baptiste Barrière (Hybris - 1988), Gilbert Amy (La variation ajoutée) et bien d'autres. On en trouve aussi comme modèle d'écriture instrumentale chez des compositeurs spectraux comme Tristan Murail (Gondwana - 1980). Les modèles de simulation varient : modèle additif (E. Varèse, J.-B. Barrière, J. Harvey, J.-C. Risset), synthèse par formes d'ondes à harmoniques défectives (J.-C. Risset), modèle FM (T. Murail).

• **Voix**

La transformation du son de la flûte en son vocal est obtenue de la façon suivante : le son, formé d'une onde simple (quasi-sinusoïdale) est fortement modulé en amplitude (tremolo), la modulation diminue alors qu'est introduite une onde plus riche, ayant le spectre d'une voix. Mais le caractère vocal apparaîtra seulement après quelques secondes, quand une modulation de fréquence, ou vibrato, de 5 – 6 Hz se met à animer le spectre, accompagnée par une légère modulation aléatoire (cf. Figure 15).

Ce mode de jeu fait apparaître plusieurs identités illusoires, alternativement une voix de soprano et une voix de basse.<sup>8</sup>

**I.1.6. Etude des outils compositionnels : les PLF**

Les fonctions PLF sont des sous-routines écrites en Fortran dans MusicV par Jean-Claude Risset pour l'aider à effectuer des calculs répétés et en particulier à modifier des structures de données automatiquement. Il s'agit là des fonctionnalités parmi les plus avancées du programme MusicV.

Plusieurs types de PLF sont utilisés par Jean-Claude Risset dans « Passages ».

**L) PLF de type 1 : déformation**

A partir de motifs de référence (ensemble de notes) les PLF de type 1 permettent de construire de nouveaux motifs dont les paramètres sont déduits des motifs de référence par différentes transformations : translation, transposition, agrandissement, inversion, etc...

On trouve des exemples d'utilisation de PLF1 dans la partition de « Passages » page 13, 2<sup>e</sup> système, page 14 et page 15.

Pour utiliser ces PLF, on suppose que pour les différents motifs, les paramètres sont rangés dans un tableau similaire au tableau nommé SV1 ci-dessous.

		action time – durée – intensité – fréquence – n° d'enveloppe					
exemple :							
1 <sup>er</sup> motif :							
SV1	0	50	1	.5	1000	440	3
			1.5	.25	1000	880	2
2 <sup>e</sup> motif :							
SV1	0	65	.	.	.	.	.
			.	etc.	.	.	.

L'appel à la fonction PLF se fait de la manière suivante :

PLF 0 1 P4 P5 P6 P7 P8...P25

Chaque paramètre permet d'effectuer une modification particulière. Par exemple, le dix-huitième paramètre (P18) donne le taux de transposition en demi-ton.

**M) PLF de type 2 : développements harmoniques**

Les PLF de type 2 servent à construire des développements harmoniques. On donne une note de départ, ou fondamentale, puis des paramètres définissant le mode d'apparition des harmoniques à partir de cette fondamentale.

L'appel à la fonction PLF se fait de la façon suivante :

PLF 0 2 P4 P5 P6 P7 P8 P9(α)

<sup>8</sup> On retrouve ce type d'hybridation chez John Chowning (Phoné - 1981) ou chez Jonathan Harvey (Mortuos plango, Vivos voco—1980) mais aussi en écriture instrumentale chez divers compositeurs classiques ou contemporains.

P4 = indique pour combien de notes suivant l'appel à la PLF la PLF va agir  
 |P5| = indique le nombre de composantes à ajouter à chaque note  
 $P5 < 0 \Rightarrow$  fréquence de la note = fréquence précédente + P9 ( $f / f + \alpha / f + 2\alpha / \dots / f + P5 \cdot \alpha$ )  
 $P5 > 0 \Rightarrow$  fréquence de la note = fréquence précédente x P9 ( $f / f \cdot \alpha / f \cdot \alpha^2 / \dots / f + \alpha^{P5}$ )  
 P6 = séparation temporelle entre les composantes  
 P7 = multiplicateur d'amplitude d'une composante à l'autre  
 P8 = décroissance de durée d'une composante à l'autre  
 P9 = facteur de fréquence additif ou multiplicatif (si = 0 : engendrement harmonique)

### N) PLF de type 3 : transformation de structures spectrales

Ce type de PLF permet d'appliquer des transformations à des structures spectrales.

On en trouve des exemples page 21 (2'05) ou page 18 (0'') avec des cloches fluides.

Ces transformations vont s'appliquer sur des structures inharmoniques préalablement créées dans un tableau similaire à celui présenté ci-dessous et dénommé SV1.

adresse de la structure ; nbre de composés ; amplitude ; hauteur ; n° de l'instt		freq	durée	amp			
exemple :							
SV1	0	1250	7		450	394	3
		240	10	150			
		277	9.5	150			

PLF3 permet de restituer des structures avec transposition des durées et des fréquences selon les valeurs des paramètres données dans l'appel à la fonction PLF. Si la durée indiquée est nulle, la durée est modifiée en rapport inverse avec la fréquence. Si la fréquence indiquée est nulle, on prend celle de la définition SV1. On peut décaler les composantes les plus courtes pour que les temps d'attaque soient retardés de façon à ce que les composantes se terminent toutes en même temps.

L'appel à la fonction PLF peut être effectué de la façon suivante :

PLF 0 3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11

P4 = indique sur combien de notes, suivant l'appel à la PLF, la PLF va agir  
 P5 = adresse de la structure appelée  
 P6 = fréquence voulue, le cas échéant  
 P7 = amplitude voulue, le cas échéant  
 P8 = durée voulue, le cas échéant  
 P9 = incrémentation de la durée  
 P10 = n° d'instrument  
 P11 = décalage temporel (0 = pas de décalage, 1 = toutes les notes finissent en même temps)

### O) PLF de type 4 : prolongements harmoniques

Les PLF de type 4 ressemblent aux PLF de type 2. Ils permettent de réaliser des prolongements harmoniques, c'est-à-dire d'ajouter des partiels (harmoniques ou non) à une fondamentale. Ici, les partiels ne sont pas nécessairement liés par une relation géométrique simple. Leurs valeurs relatives sont données numériquement, par des listes. Il est possible de décaler dans le temps chaque partiel.

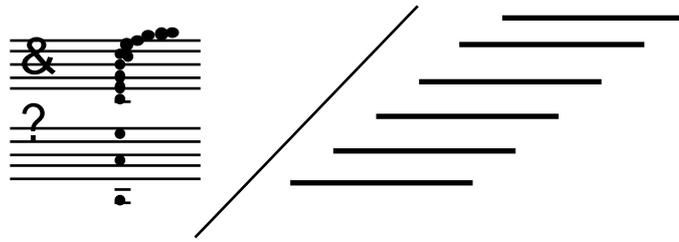


Figure 27 : développement desynchronisé d'une série harmonique.

Appel PLF :

PLF 0 4 P4 P5 P6 P7 P8 P9 <-> P19 P20 <-> P30

P4 = indique sur combien de notes, suivant l'appel à la PLF, la PLF va agir

P5 = si >0 la série est harmonique, si <0 la série est subharmonique

P6 = ségrégation temporelle de base entre composantes (pour être multipliés par des multiples de P20 etc.)

P7 = multiplicateur d'amplitude

P8 = décroissance de la durée d'une composante à la suivante (divisé par 1.1, 2° par (1.1)<sup>2</sup> etc.)

P9 à P19 = multiplicateurs des fréquences (par ex. pour série harmonique : 2, 3, 4, 5, ..)

P20 à P30 = décalages temporels (pour que ça soit régulier 1, 1, 1, 1)

Exemples d'utilisations

```
INS 0 1 ; IOS P5 P7 B3 F2 P30 ; IOS B3 P6 B3 F1 P29 ; OUT B3 B1 ; END
GEN 0 2 1 1 1 ; GEN 0 4 2 .001 0 1 128 .04 511
PLF 0 4 4 -11 .1 1.1 0 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 2 3 2 4 3 5 4 3 ;
PLF 0 4 3 11 .1 0.9 0 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 2 1 2 3 2 4 3 5 4 3 ;
NOT 0 1 .3 300 466 ;
. . . . 493 ;
. . . . 554 ;
```

### P) PLF de type 6 : base de donnée

Ce type de PLF sert à gérer des données spectrales structurées. Il permet d'appeler une structure, de lui assigner un instrument et de la déformer en modifiant ses paramètres comme l'intensité des composantes, leur hauteur, leur durée ou leur décalage dans le temps.

Exemple de structure spectrale :

adresse de la structure ; nbre de composts ; amplitude ; hauteur ; n° de l'instt /									
/ freq durée amp /									
exemple :									
BELL CATALOG :									
SV1	0	1210		11		1400		230	3 /
		224	20	150 /	225	18	150 /	368	13 150 /
		369.7	11	270 /	476	6.5	400 /	680	7 180 /
		800	5	220 /	1094	4	200 /	1200	3 200 /
		1504	2	420 /	1628	1.5	200		
Appel à PLF :									
PLF	0	6	/ n. composants / adresse / fréq. / amp. / dur. / inc. durée / n° inst.						

### I.1.7. En manière de conclusion

En plus d'un panorama varié de techniques de synthèse, cette pièce nous offre une démonstration des types d'interactions pouvant exister entre un instrumentiste et une partie électronique. La difficulté des pièces pour instrument et bande est souvent l'inflexibilité qu'elle impose aux interprètes. La bande ne peut pas changer de tempo et le

musicien doit se plier à cette contrainte. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une pièce où la partie électronique soit contrôlée en temps réel, la construction est ici suffisamment élaborée et subtile pour que l'interaction soit très avancée et prenne des formes variées - unisson, dialogues, contrechants...

« De nombreux interprètes arrivent à connaître la bande suffisamment bien pour pouvoir jouer d'une façon subtile et musicale sans se sentir contraints, réagissant à la bande au moins aussi bien qu'avec un autre interprète » [Risset-1996, p. 62].

La variété des modes de jeu de la flûte témoigne de sa richesse et de sa diversité sonore. Elle souligne, s'il était encore à le démontrer, que les instruments traditionnels disposent chacun d'une panoplie de sonorités très vaste.

Pour résumer la méthode utilisée par Jean-Claude Risset, nous classerons les divers sons qu'il a produits dans les catégories suivantes : sons très timbrés à vocation instrumentale (clarinette, cuivres, percussions), sons continus représentés essentiellement par une fondamentale en mouvement, sons à organisation spectrale (liste de partiels).

Dans la première catégorie, le travail a surtout consisté en l'élaboration préalable d'un modèle de synthèse sophistiqué. Pour la construction de la pièce, le compositeur s'est pratiquement limité à donner la liste des notes à jouer par les instruments. Il y a peu de travail spécifique de construction de timbre.

Pour la deuxième catégorie, le jeu porte surtout sur des variations de la fondamentale. Jean-Claude Risset a mélangé des enveloppes de fréquences (glissés ascendants et descendants, figures mélodiques) et diverses formes de modulations (d'amplitude et de fréquence) qui donnent au son du mouvement et le rapprochent plus ou moins de celui de la flûte.

Cette catégorie est prépondérante dans les premières sections de la pièce. Elle donne plus de libertés et de facilités au compositeur pour réaliser des mouvements continus de hauteur. Jean-Claude Risset utilise beaucoup les tables — progression d'un paramètre en fonction du temps — pour décrire l'évolution de la fréquence. D'autres tables sont utilisées également pour l'amplitude du son.

La dernière catégorie correspond à un jeu sur le spectre par des méthodes additives ou de choix de formes d'ondes. On distingue essentiellement deux méthodes. D'une part Jean-Claude Risset utilise des séries harmoniques défectives pour créer des textures qui ne sont pas perçues comme harmoniques puisque la fondamentale de ces séries est généralement très basse. D'un autre côté, il se sert de données provenant d'analyse de sons inharmoniques pour générer des spectres riches qu'il peut moduler ensuite librement. Dans les deux cas, on retrouve ces harmonies dans les phrases jouées par la flûte.

Nous terminerons avec cette citation d'André Ruschkowski qui souligne avec justesse en quoi le savoir-faire de Jean-Claude Risset en matière de synthèse sonore le conduit à produire une musique d'une grande finesse :

« *Passages*, comme la plupart des œuvres électroniques de Jean-Claude Risset, se démarque de celles de beaucoup de compositeurs de musique électronique par la transparence de ses images sonores. Par leur relatif dépouillement, elles produisent un effet dramaturgique et renforce la sensibilité de l'auditeur qui peut ainsi déceler des variations de timbre plus fines et plus précises.

Ainsi les pièces de Risset restent-elles très audibles sans pour autant avoir à craindre le reproche de manquer de richesse d'idées musicales et de manquer d'une pensée compositionnelle complexe. Au contraire, du fait que chaque détail reste très audible, la virtuosité pratiquée par Jean-Claude Risset en

relation avec la partie électronique se laisse appréhender facilement et l'écoute devient très consciente. »  
[traduction d'après Ruschkowski-1996, p81<sup>9</sup>]

### I.1.8. Tableau récapitulatif de la structure de Passages

partie électronique et chronomètre		CD Salabert	sections	temps	flûte	partition Salabert	électronique	remarques	score MusicV	
tk1	0:00:00	tk1	1	0:00:00	motif d'introduction	p5				
	0:00:12			imitation de la bande, bruitages, petits motifs rapides (mélismes)	p5-6	trajectoires glissées d'ondes sinus à amplitude modulées aléatoirement		p11-12		
	0:01:12			motifs de transition	p6-7					
	0:01:24		2	0:01:24	petits motifs rapides, légers et aigus	p7	ondes sinus bruitées mais avec variations discontinues de hauteur (aléatoire et séries harmoniques)	variations aléatoires de hauteurs surtout	variations plutôt lisses	p15-16
	0:01:46			p7-8						
	0:02:00			p8						
	durée : 0:02:10		3	0:02:10	whistle tones + quelques motifs courts et appuyés	p8	balayage de spectre, phasing		doublé dans les graves	p17-19
	0:03:07			0:02:45		p8-9				
	tk2			0:00:00		4				
	0:00:25		0:03:32	p10	+ structure fluide			p22-23		
0:02:40	0:01:00	0:04:07	p10-12	+ cloches						
tk3	0:00:00	tk2	5	0:05:47	jeu déployé plus lent ; duo en contrepoint avec la bande ; plusieurs instruments solistes et accompagnement	p12-13	cloches ± fluides		p26-28	
	0:00:53			0:06:40		p13-14	motifs sériels sons de flûte		p29-32	
	0:01:40			0:07:05		p14	motifs sériels sons de clarinette		p33	
	0:01:53			0:07:30		p14-15	motifs sériels sons de cuivres		p34	
	0:04:33			0:02:30		0:07:55	p15-16	sons de flûte		p35
tk4	0:00:00	6	0:08:40	jeu synchrone avec les percussions	p16-17	sons de percussions : toms, caisse claire, gong	p38: pitch variable / p39-40: pseudo percussion	p38-40		
0:00:54	0:09:34		p17-18		textures harmoniques décalées				+ quelques percussions	p41-42
tk5	0:00:00		0:01:16	7	fluide, cursif ; jeu en alternance avec la partie électronique tenue	p18-21	son continu, mélanges de partiels, inharmoniques, semi-percussifs et lents ; évolutions entre timbre et mélodie, entre percussion et nappe, polyphonies		p43-45	
0:00:22	0:03:21	0:12:01	p21-22			cloches				p47-49
tk6	0:00:00	8	0:12:38		jeu très lent ; repos ; son prolongé par la bande ; flûte -> voix	p22-23	son flûté -> voix (sop ou basse) par ajout de vibrato et variations spectrales	flûte->voix	p50-53	
	0:03:56		0:03:56	0:13:52						percussion

### I.1.9. Bibliographie

Pottier-2001: Pottier (Laurent), *Le contrôle de la synthèse sonore informatique - Cas particulier : l'utilisation du programme PatchWork*, thèse de doctorat, EHESS, Paris, 2001.

Risset-1983 : Risset (Jean-Claude), « Passages », *LIMB Bolletino*, n°3, 1983, p. 69-72.

Risset-1996 : Risset (Jean-Claude), « Comments on Passages », *Nähe Nachgedacht und Music Distanz der Gegenwart*, publié par Wolfgang Gratzer, éd. Wolke Verlag Hofheim, p. 59-78.

Ruschkowski-1996 : « Eine analytische Annäherung an Passages für Flöte und Tonband von Jean-Claude Risset », *Nähe Nachgedacht und Music Distanz der Gegenwart*, publié par Wolfgang Gratzer, éd. Wolke Verlag Hofheim, p. 79-92.

<sup>9</sup> « Passages wie auch das Gros seiner weiteren elektronischen Stücke zeichnet sich durch eine Transparenz des Klangbildes aus, die aus einem relativ sparsamen, dennoch aber dramaturgisch wirkungsvollen Einsatz elektronischer Mittel resultiert, und damit die Sensibilität des Hörers für feine und feinsten Klangvariationen sowohl herausfordert als auch schärft. Damit bleiben Issets Stücke in jeder Phase « durchhörbar » ohne sich deswegen dem Vorwurf mangelnden musikalischen Einfallsreichtums oder fehlender Komplexität kompositorischen Denkens auszusetzen. Im Gegenteil : dadurch, daß jedes Detail deutlich hörbar bleibt, läßt sich die von Risset praktizierte souveräne Virtuosität im Umgang mit den elektronischen Mitteln überhaupt erst zur Kenntnis nehmen und bewußt hörend nachvollziehen. »