

# Métaboles sonores

Nicolas Tixier<sup>1</sup>

28 janvier 2009

L'effet de métabole est un phénomène collectif dans lequel émergent une multitude d'éléments en interaction. Ces éléments pour un laps de temps assez court, sous une forme ou une autre, apparaissent et disparaissent continuellement. Il est possible d'observer des effets de métabole dans les différentes modalités sensorielles. Les odeurs sur le marché constituent souvent une belle métabole olfactive. Le feu avec les flammes, le scintillement des reflets dans l'eau, laisse entrevoir ce que pourrait être une métabole visuelle par exemple. Tous les éléments bougent en permanence, très rapidement. On pense en capter un, et c'est un autre qui est déjà là. C'est à la fois tout le temps différent et tout le temps identique. D'un point de vue sonore, on retrouve cet effet dans les environnements complexes mettant en jeu du public et des activités à caractère collectif (marché, piscine, cours de récréation, etc.). L'espace sonore est constitué d'éléments qui passent en permanence d'un premier plan sonore au fond sonore en étant immédiatement remplacés par un autre.

De nombreux musiciens contemporains ont essayé de composer des morceaux qui seraient métaboliques à l'écoute. On peut citer bien sûr les célèbres *métaboles* d'Henri Dutilleux<sup>2</sup> et le *Métastasis* d'Iannis Xenakis<sup>3</sup>, mais on pourrait trouver aussi de nombreux exemples dans les compositions de Michel Chion<sup>4</sup>, de Steve Warring, ou encore de Steve Reich, etc. Le résultat en général, s'il répond d'un désordre certain et d'une dynamique souvent imprévisible, laisse assez peu la possibilité d'une analogie avec la métabole telle qu'on essaye de la définir. Cette

---

<sup>1</sup> Ce texte est en partie issu de Nicolas Tixier, *Morphodynamique des ambiances construites*, Thèse de Doctorat Sciences pour l'ingénieur spécialité architecture. École Polytechnique de l'Université de Nantes, Cresson & Acroe sous la direction de Jean-François Augoyard, assisté d'Annie Luciani et de Pascal Amphoux, 6 novembre 2001, 376 p., 1 vidéo & 1 CD audio. Le travail sur la métabole sonore a bénéficié de la collaboration de Nicolas Rémy, Björn Hellstrom, Samuel Laveaud.

<sup>2</sup> Dutilleux Henri (1964). *Métaboles*, Orchestre National de l'ORTF, dir. Ch. Münch (enr. 1967). CD audio Erato, réf 2292-456989-2.

<sup>3</sup> Xénakis Iannis (1954). *Metastasis*, pour orchestre (avec Eonta, Phthoprakta) Orchestre national de l'ORTF, dir. Maurice Le Roux. CD audio Chant du Monde, réf. CDM LDC 278368.

<sup>4</sup> Chion Michel (1995). *Gloria*, mini-CD audio Metamkine, Cinéma pour l'oreille.

impression, que ces compositions ne sont pas métaboliques, est liée à l'idée que dans une métabole, rien ne doit être extraordinaire, il ne doit pas y avoir de surprise forte. Tout l'espace sonore doit presque être donné à l'avance. C'est son arrangement qui évolue, sa dynamique interne que l'on perçoit.

L'effet de métabole permet d'aborder les délicates et complexes questions de l'émergence, du même et du différent. Il semblerait que l'effet de métabole ne peut sans doute pas être décrit par un système de notation<sup>5</sup>. Il apparaît par lui-même, en lui-même, sans intervention extérieure et souvent d'une imprévisible façon. Son apparition se fait sous des configurations dynamiques spécifiques d'éléments multiples confinés dans un même espace et en interaction les uns les autres.

On retrouve dans l'étymologie<sup>6</sup> du mot le verbe *baller*, qui en ancien français signifie *danser, remuer, se balancer*", en grec "*se trémousser*", une façon plaisante de caractériser un ensemble d'éléments définis qui se réorganisent dans une dynamique permanente, les uns par rapport aux autres autant que chacun par rapport à l'ensemble.

L'effet de métabole est peut-être un des effets les plus difficiles à cerner. Est-il seulement possible de l'enregistrer ? Si la relation que nous entretenons avec l'espace participe de son émergence (immersion, relations entretenues avec les éléments du contexte, production sonore, etc.), on ne peut sur un enregistrement sonore qu'en illustrer le critère collectif et mouvant. On ne peut qu'en obtenir une représentation plus ou moins éloignée du ressenti qui demande une participation corporelle. Mais cette nécessité de l'*in situ* pour qu'il y ait réellement effet n'est pas spécifique à l'effet de métabole, mais sans doute est-ce le propre de

---

<sup>5</sup> Malgré les essais de musiques aléatoires ou chaotiques de Iannis Xenakis par exemple. Sur ce sujet, on peut voir les différentes tentatives de notation musicale de phénomènes "complexes" dans le très beau livre : Xenakis Iannis (1992). *Formalized Music - Thought and Mathematics in music*, New-York : Pendragon revised edition.

<sup>6</sup> "Métabole : n.f. est emprunté (1553) au latin impérial "*metabola*", métabole "changement", employé comme terme de rhétorique et de musique chez Quintilien. Lui-même est calqué du grec *metabolé* "déplacement", d'où "changement, échange", quelque fois en mauvaise part "inconstance, mobilité"; le mot est formé de meta (méta -) et de ballein (*baller*). Le mot est introduit au XVI<sup>e</sup> siècle dans sa double spécialisation : il est employé comme terme de rhétorique pour un changement dans les mots ou dans les phrases, et en musique (1578) pour une transformation dans l'ordre du rythme ou de la mélodie." In *Le Robert, Dictionnaire historique de la langue française* (1995) Sous la direction d'Alain Rey, Paris : Éd Dictionnaires le Robert, p. 1232.

"Bal : n. m. est le déverbal (1150-1200) de l'ancien et moyen français *Baller* (v. 1165) "danser", "remuer, se balancer" (av. 1249). Ce verbe est sorti d'usage vers la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle *Baller* est issu du bas latin *ballare* "danser" (Saint Augustin), qui se rattache par le sens au grec *ballizien* "se trémousser, danser", mais dont la forme interdit l'hypothèse d'un emprunt direct", p. 165.

tous les effets sonores. Aussi pour fonctionner les représentations font-elles appel à notre expérience.

### ***Difficultés d'une quantification***

Pour l'instant, l'effet de métabole semble surtout se caractériser par sa grande difficulté à être abordé par les outils *classiques* de l'acoustique physique. En effet, nous avons testé dans une courte étude si certains critères de métrologie acoustique pouvaient à partir du signal sonore être susceptibles de quantifier une structure métabolique<sup>7</sup>. Les résultats de cette étude vont plutôt montrer que non. Voici résumés, les objectifs et la conclusion.

L'objectif initial de ce travail est double :

Il consiste dans un premier temps à établir une base de donnée sonore d'espaces métaboliques urbains. Ce travail se présente sous la forme d'un CD audio<sup>8</sup>. Il regroupe 26 fragments sonores de différents lieux urbains où le caractère métabolique de l'espace sonore peut être appréhendé : des marchés, des rues piétonnes, des collèges, une piscine, un restaurant universitaire, des galeries commerciales, etc. Cette appréhension se fait au travers d'une grille d'écoute qui met en comparaison les fragments les uns par rapport aux autres. L'analyse de ces terrains a permis de mettre en évidence des causes circonstancielles (plus ou moins déjà connues et assez évidentes) à l'apparition de l'effet de métabole :

- Dimension architecturale : des espaces plutôt fermés que cela soit par du bâti ou par des dispositifs mobiles,
- Dimension physique : la présence de réverbération, voire de plusieurs types de réverbération (temps différent) qui peuvent s'entendre d'un même point d'écoute,
- Dimension sociale : des activités humaines ayant un caractère collectif.

Dans un second temps, à partir de ces 26 fragments sonores, il s'agit de tester les critères "classiques" de la métrologie acoustique pour voir s'ils sont susceptibles de quantifier une

---

<sup>7</sup> Ce travail a été principalement mené par Laveaud Samuel (1998). *L'effet de métabole. Possibilité d'une caractérisation acoustique ?*, Mémoire de maîtrise de Physique et Application, Université Joseph Fourier, Grenoble : Cresson, sous la direction de Jean-Jacques Delétré avec l'encadrement de Nicolas Rémy et de Nicolas Tixier.

<sup>8</sup> Tixier Nicolas, Laveaud Samuel, Rémy Nicolas (1998). *Effet de métabole. 26 fragments sonores en milieu urbain*, CD audio, Grenoble : Cresson, Contrat Arassh Région Rhône-Alpes.

structure sonore métabolique. En effet, si la métabole est définie par "l'instabilité de la structure sonore perçue dans le temps"; cette structure peut-elle être décrite par une évolution temporelle des niveaux sonores grâce à un histogramme (pourcentage de temps passé en fonction du niveau par bandes de fréquences) ou par des analyses fréquentielles des signaux sonores remarquables (attaque, niveau, timbre, etc.)? Et si la métabole est définie par "la distinction des parties ou de l'ensemble"; peut-on trouver des intervalles pour des critères favorables à l'émergence de l'effet de métabole comme le temps de réverbération<sup>9</sup>, la clarté<sup>10</sup>, l'intelligibilité<sup>11</sup>, etc. (c'est-à-dire principalement des critères basés sur une décroissance de l'énergie sonore) ?

À l'issue de ces analyses principalement comparatives sur l'ensemble des terrains d'étude, il est apparu difficile de cerner des critères métrologiques susceptibles de caractériser toute structure sonore métabolique à partir uniquement du signal. Un critère qui s'avère pertinent pour une situation ne l'est plus pour une autre. Par exemple, la forme de l'évolution temporelle ( $L_{eq}$  50 ms) pour le fragment d'un marché permet d'un seul coup d'œil de voir sans ambiguïté deux périodes bien différenciées. La connaissance du fragment sonore permet, ensuite, de désigner la période métabolique. Par contre, ce critère, qu'il faudrait encore mieux définir (c'est-à-dire en préciser le caractère non-stationnaire du signal) est beaucoup moins significatif pour d'autres lieux qui peuvent eux aussi être des marchés. Il en est allé de même pour les différents paramètres.

---

<sup>9</sup> "**Le temps de réverbération** est un critère classique de l'acoustique, bien corrélé avec diverses sensations sonores (...). Le critère de durée de réverbération pour tout spectre sonore (large bande) se note sous la forme  $TR_{60}$ . Physiquement, c'est, pour un point éloigné de la source, la durée que met un bruit stable pour décroître de 60 dB lorsqu'il est brutalement coupé. Cette durée s'exprime en secondes. On peut également définir une durée de réverbération pour chaque octave." In Odion Jean-Pierre, Chelkoff Grégoire (1995). *Testologie architecturale des effets sonores*, Grenoble : Cresson, multig., p. 39.

<sup>10</sup> "**La clarté** est un critère fondé sur le ratio entre énergie et temps. Il s'agit, pour une impulsion sonore, du rapport de l'énergie qui nous parvient pendant les x premières millisecondes avec l'énergie qui nous parvient après ce délai. La notation est ensuite traduite en décibels en prenant dix fois le logarithme du rapport. "x" est généralement choisi entre 50 et 80 millisecondes ( $C_{50}$ ,  $C_{80}$ ). Plus l'énergie nous parvient tôt, plus le lieu est qualifié de clair. Inversement, il sera dit brouillé." Ibid. p. 39.

<sup>11</sup> "**L'intelligibilité** est un critère directement lié à l'intelligibilité de la parole en fonction du bruit ambiant masquant. Ce critère est noté STI (Speech Transmission Index). Ce critère évolue entre 0 et 1. L'intelligibilité est considérée comme excellente lorsque le STI est égal ou supérieur à 0,9. Elle est bonne pour des valeurs autour de 0,8, moyenne pour 0,5, etc." Ibid. p. 39

Sachant qu'il existe bien d'autres "incarnations" de l'effet de métabole dans notre environnement<sup>12</sup>, il était de toutes façons très ambitieux, voire un peu irréaliste, de prétendre extraire de ces analyses des critères immuables pour toute situation.

Cependant, il est clair que les tests réalisés dans cette étude constituent une base sur laquelle des travaux ultérieurs pourront s'appuyer, à savoir :

1. Tout traitement du signal doit pouvoir être envisagé dans une logique à la fois temporelle et fréquentielle. L'analyse fréquentielle en temps réel offre des possibilités intéressantes, mais on pourrait se tourner aussi vers des techniques d'analyse temps-fréquences par ondelettes<sup>13</sup> qui mettent en valeur les dynamiques dans le signal. Elles permettraient de mieux caractériser cette "similitude des timbres, des hauteurs, des intensités" qui constitue une structure sonore métabolique.
2. Il faudrait aussi interroger plus finement le rôle de l'espace dans l'établissement de ces structures sonores. Les critères de l'acoustique des salles semblent, dans ce sens, pouvoir répondre à nos exigences. Même s'il a été impossible de mener à bien toutes les mesures (car les manipulations pour mesurer ces critères sont souvent difficiles voire impossibles en espaces publics ouverts), nous pouvons supposer que, comme nous avons commencé à le faire, dans une certaine gamme de valeurs, on puisse dire que certains favorisent, ou non, l'émergence d'un effet métabolique (réverbération, clarté, etc...).

Ce travail avait deux objectifs. Le premier consistait à la réalisation d'un CD audio pouvant servir de base de données de fragments "à forte valeur métabolique". Le second avait

---

<sup>12</sup> Cf. les travaux de Pascal Amphoux, (1993). *L'identité sonore des villes européennes, guide méthodologique*, Op. Cit. Il propose trois facteurs pour qualifier "le métabolisme d'un environnement sonore" : la clarté compositionnelle, la distinctibilité, la complexité. La clarté compositionnelle peut à son tour être subdivisée en quatre types de structures métaboliques : les structures informelles, les structures duales, les structures schizophoniques et les structures emboîtées.

<sup>13</sup> L'analyse par ondelette consiste à faire une analyse de Fourier par "fenêtre" afin de retrouver la dimension temporelle. En effet, l'analyse de Fourier oblige à choisir comme variable soit le temps soit la fréquence. Pourtant "nos expériences quotidiennes - notamment nos sensations auditives - imposent une description en termes de temps et de fréquences" [Gabor 1946]. La technique consiste à prendre une ondelette aux divers morceaux du signal. Le produit d'un morceau du signal donne une courbe et l'aire située sous cette courbe est égale au coefficient d'ondelette. Un morceau du signal qui ressemble à l'ondelette donne un gros coefficient, un morceau qui change lentement donne un petit coefficient. Ainsi **les ondelettes font ressortir les variations du signal**. D'après Burke Hubbard Barbara (1995). *Ondes et ondelettes. La saga d'un outil mathématique*, Paris : Éd. Pour la Science.

l'ambition de vouloir définir des critères qui décrivent une structure sonore métabolique, c'est-à-dire une structure sonore dans laquelle, un auditeur pourrait percevoir un effet de métabole. En soi, cet objectif n'a donc pas été atteint. Mais on retrouve par cette conclusion provisoire l'essence même de certains effets sonores qui est justement qu'ils échappent à tout réductionnisme monodisciplinaire et causaliste. Ils sont une façon de nommer un moment dans lequel une particularité *advient*. Cette particularité, portée par l'émergence d'un phénomène, peut faire événement. C'est-à-dire qu'elle *fait effet* dans notre *espace-temps-sonore* quotidien. En résumé, **les effets sonores traversent et débordent les disciplines pour devenir caractéristiques d'une prégnance dans une dynamique vécue**. Par cette formulation, on rejoint l'hypothèse qu'une des composantes significantes majeures dans la perception (ou plus exactement dans l'association perception-action-représentation) de certains phénomènes sensibles se situe dans la dynamique de son organisation spatio-temporelle. Dynamique par laquelle ils s'actualisent en interaction avec un sujet en contexte.

Dans cette optique, nous avons dans un travail de DEA<sup>14</sup> proposé un usage de la Théorie des Catastrophes<sup>15</sup> de René Thom pour rendre compte de discontinuités perceptives significantes en utilisant des schémas analytiques abstraits (catastrophes élémentaires)<sup>16</sup>. Il s'agit de représentations qui utilisent un espace axé quantitativement, mais topologiquement qualitatif. Cet espace décrit des lieux de singularités et de bifurcations. Ce que Jean Petitot appelle "le problème de la transformation de non-linéarités au niveau signal, en véritables phénomènes critiques, porteurs de catégorisations perceptivo-cognitives"<sup>17</sup>. Les endroits singuliers (bifurcations, saut, etc.) représenteraient le temps et le lieu de l'effet. Il y a catastrophe lorsqu'une variation continue des causes entraîne une variation discontinue des effets. Il y a catastrophe, dit Thom, dès qu'il y a discontinuité phénoménologique.

---

<sup>14</sup> Tixier Nicolas (1997). *Apports de théories morphodynamiques à l'approche des ambiances construites*, Grenoble : mémoire de D.E.A. Ambiances architecturales et urbaines, sous la direction de Pascal Amphoux, Isitem / Cresson.

<sup>15</sup> "La théorie des catastrophes a pour objet, à partir d'une morphologie donnée empiriquement ou de phénomènes discontinus, de reconstruire le modèle dynamique le plus simple qui puisse l'engendrer." in *Dictionnaire des mathématiques* (1983). Paris : Éd. P.U.F., Bouvier A. et Georges M., sous la direction de François le Lyonnais, [2<sup>ème</sup> édition].

<sup>16</sup> "C'est bien le concept de catastrophe qui fournit la première synthèse entre phénoménologie et objectivité physique" in Petitot Jean (1985). *Morphogenèse du sens*, Op. Cit., p. 40.

<sup>17</sup> Petitot Jean (1994). "La sémiophysique : de la physique qualitative aux sciences cognitives", in *Passion des Formes* (sous la dir. PORTE M), Fontenay-St Cloud : ENS Editions, pp. 499-545.

Tout en représentant de façon discursive (les schémas se racontent) les modes d'apparition d'un effet ainsi que les passages d'un effet à un autre, ces schémas permettent une nouvelle structuration du champ des effets en traitant la question même des passages de la structure, ou d'un agencement quelconque à l'effet.

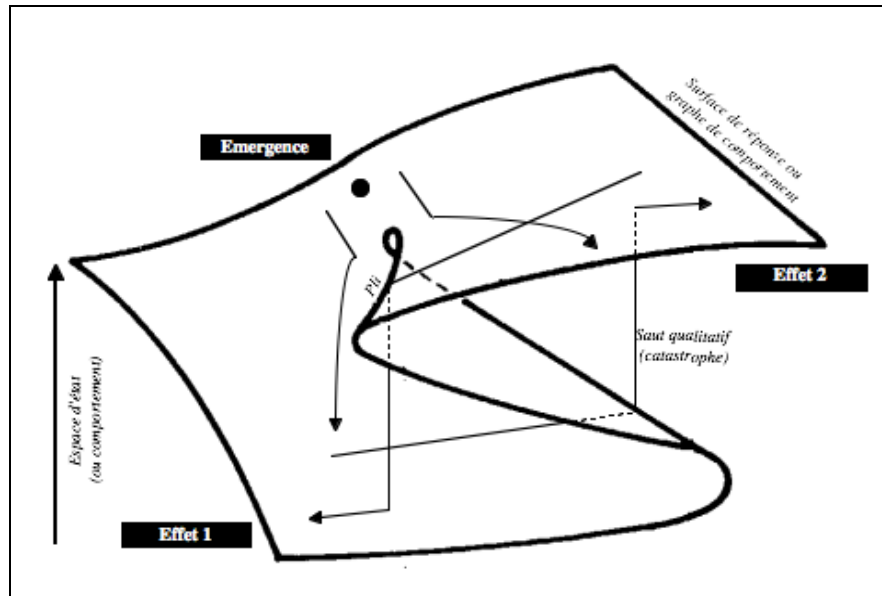


Figure 1 : La Fronce comme un des modèles discursifs élémentaires des passages d'un effet à un autre

Dans cette acception, on peut envisager l'effet de métabole comme une succession de changement (non uniformément rythmée) ; c'est-à-dire comme un enchaînement de passages d'une qualité topologique à une autre. Ces passages sont perçus comme des sauts qualitatifs (dans la nature et les caractéristiques des sons autant dans le type de l'effet). La métabole peut alors être considérée comme un effet fonctionnant à une échelle de type "meso" (intermédiaire) puisqu'il est la résultante d'un enchaînement d'autres effets liés par une organisation spatio-temporelle singulière : coupures, intrusion, irruption, disparition...

### ***Un temps non pulsé***

On vient de voir que la métabole ne semble relever d'aucune mesure (au sens musical : *battre la mesure...*), d'aucun rythme saisissable. Cette absence d'une mesure *mesurable* est donc une des caractéristiques de la métabole. En musique, quand on est en présence d'un rythme reconnaissable, on dit que l'on a affaire à un temps pulsé. **Dans une structure métabolique, on serait plutôt en présence d'un temps non pulsé.**

Gilles Deleuze, dans une conférence sur le temps musical<sup>18</sup> donné à l'Ircam en 1978, propose une interprétation de ce qu'est le temps non pulsé. Cette réflexion permet le passage entre une description *in situ* des phénomènes et le travail de modélisation numérique sur l'effet de métabole réalisé grâce au modèle physique.

En quoi consiste un temps non pulsé selon Deleuze ?

"Le premier cas, le plus évident de ce temps, c'est qu'il est une durée, c'est-à-dire un temps libéré de la mesure régulière ou irrégulière. Un temps non pulsé nous met donc en présence d'une multiplicité de durées, hétérochrones, qualitatives, non coïncidentes, non communicantes."

Privée de la cadence métrique comme solution classique d'analyse, la question devient alors de savoir comment cet ensemble de durées s'articulent entre-elles ? Deleuze propose de produire une articulation de ces durées non pas en aval de la production du signal (il emploie lui le terme d'"extérieur"), par l'instrumentation d'une mesure ou par l'écoute, mais en deçà, en amont, à la source, à "l'intérieur" même de la structure : "Une population d'oscillateurs moléculaires, de molécules oscillantes, mises en couplage, et qui assure la communication des rythmes ou de la transrythmicité."

Deleuze propose alors de parler de molécule sonore, non pas comme des métaphores, mais comme des entités bien concrètes qui seraient "mises ensemble en couplage", assurant une "communication interne"<sup>19</sup>. L'ensemble de ces molécules en relation (il nomme cet ensemble une "population moléculaire") générerait les durées hétérogènes propres à un temps non pulsé. De ce fait, si le temps non pulsé ne se qualifie pas de façon exogène, mais par sa structure endogène, on ne peut plus parler de forme, on ne peut que parler de matériaux à travers sa structure interne.

"Ce à quoi on assiste, [...] c'est à la naissance d'un matériau sonore qui n'est plus du tout une matière simple et indifférenciée, mais un matériau très élaboré, très complexe ; et ce matériau

---

<sup>18</sup> Conférence non publiée mais enregistrée et retranscrite. Elle est disponible sur le site Internet : [www.imaginet.fr/deleuze/TXT/IRCAM78.html](http://www.imaginet.fr/deleuze/TXT/IRCAM78.html) - Titre : Conférence sur le Temps musical, Paris : IRCAM, 1978 - La conférence est articulée à partir de 5 œuvres sélectionnées par Pierre Boulez. Toutes les citations entre guillemets de ce paragraphe sont issues du texte retranscrit de cette conférence. Texte initial non paginé.

<sup>19</sup> On peut quand même objecter à cette formulation que parler de molécules sonores serait un retour au phénomène. En reprenant les termes de Deleuze, c'est bien par la mise en couplage de la population moléculaire qu'il y a son, et non pas au niveau des molécules elles-mêmes. Il n'y a pas de molécule sonore, le son est une des conséquences de la structure et de ses interactions.



ne sera plus subordonné à une forme sonore, puisqu'il n'en aura pas besoin : il sera chargé, pour son compte, de rendre sonores ou audibles des forces qui par elles-mêmes, ne le sont pas, et les différences entre ces forces. Au couple matériel brut - formes sonores, se substitue un tout autre couplage matériau élaboré - forces imperceptibles, que le matériau va rendre audibles, perceptibles."

## **MÉTABOLE<sup>20</sup>**

Effet perceptif sonore décrivant les relations instables et métaphoriques entre les éléments composant un ensemble sonore. Figure classique de la rhétorique, la métabole caractérise l'instabilité dans le rapport structural qui lie les parties d'un ensemble, et donc, la possibilité de commuter dans n'importe quel ordre les composants élémentaires d'une totalité, la faisant percevoir comme étant en perpétuelle transition. En grec ancien, le mot *metabolos* signifie ce qui est changeant, quelque chose qui est en métamorphose. Ici, le changement considéré affecte le rapport des éléments qui composent l'environnement sonore, celui-ci pouvant se définir comme l'addition et la superposition de sources multiples entendues simultanément. (p. 86)

L'effet de métabole comporte deux critères fondamentaux :

- celui de l'instabilité de la structure perçue dans le temps ;
- celui de la distinctibilité des parties ou de l'ensemble dans une composition sonore donnée. (p. 86)

Dès qu'un sujet est en situation de perception réelle, il sélectionne ses figures ; ce sont les sons auxquels il portera attention. C'est un processus de synecdoque (prendre la partie pour le tout) qui semble alors être en action. Il existe pourtant des situations sonores créatrices d'effet de métabole, lorsque tout se fond, lorsque, d'un ensemble composite, n'émerge pas plus un son qu'un autre. De telles situations engendrent l'instabilité perceptive entre figure et fond. (p. 87)

Outre cette relativité existant entre figure et fond sonore, on peut comprendre l'effet de métabole par le phénomène qui consiste à ne pouvoir distinguer clairement les sons les uns

---

<sup>20</sup> In Augoyard Jean-François, Torgue Henry, et alii (1995). *À l'écoute de l'environnement - Répertoire des effets sonores*, Marseille : Éd. Parenthèses. Article rédigé par Grégoire Chelkoff.

des autres, à les percevoir plutôt comme un tout. (p. 88) [...] L'écoute "ordinaire" tend parfois à être métabolique. L'absence de toute intention perceptive favorise alors l'envahissement de l'oreille par l'ensemble des sons sans préférence. (p. 88).