

LECLERC Jean-Marie: "L'ordinateur: instrument du XXième siècle", Pédagogique vol. 2 no. 2 avril 1977, p. 13-17.

[13]

L'ordinateur: instrument du XXe siècle
Les propos ont été recueillis par Jean-Marc Leclerc et Yves Bertrand. Les recherches ont été effectuées et le texte écrit par Jean-Marc Leclerc, agent de développement pédagogique. Entretien avec Iannis Xenakis, directeur du CEMAMu Centre de Mathématiques et d'Automatique Musicales.

Connu à Montréal par le Polytope de Montréal de l'Exposition Universelle, La Société de Musique Contemporaine, les musialogues (1) [(1) musialogues: de MUSIQUE et diALOGUES. Inaugurées en 1969 sous la direction de Madame Maryvonne Kenderghi, de la faculté de musique de l'Université de Montréal, ces rencontres ont pour but de rompre «les barrières à la fois entre les disciplines des diverses facultés et écoles de l'université et entre les universitaires et le reste de la société». Y sont conviés «les grands noms de leur génération, les autorités de leur discipline, les non-conformistes, les jeunes en recherche», afin de partager avec le public leur présence, leurs propos et les résultats de leurs travaux». (Documentation de musialogues, pour l'interview-itinéraires de Xénakis, le 8 décembre 1976).] et ses conférences de mars 1973, (2) [(2) Conférences données du 5 mars au 5 avril 1973 à l'Université de Montréal.] Iannis Xenakis nous accordait, le 9 décembre 1976, une entrevue sur le thème «L'ordinateur, instrument du XXème siècle». (3) [(3) Nous remercions vivement Madame Maryvonne Kenderghi, de la SMCQ, qui nous a présentés à Iannis Xenakis.]

Créateur fécond --plus de cinquante œuvres musicales, trois ouvrages, dix-sept articles de revues, plusieurs conceptions architecturales,--- humaniste affirmant le lien entre connaissance, art, et action, Iannis Xenakis offre à ses contemporains l'apport essentiel d'une réflexion en profondeur sur la cybernétique appliquée.

En offrant aux membres de la communauté universitaire ces propos de Xenakis, nous faisons confiance à leur «démon de l'analogie»: (4) [(4) L'expression est d'André Gide. (NRF n° 33, 1er juin 1919.)] telle considération touchant la musique où l'Université de Paris n'est pas étrangère à ce qui arrive ou devrait arriver ici, surtout quand cet «ici» a le moyen d'être à l'avant-garde de la technologie.

Les textes en exergue commentent l'entrevue. La date même de ces textes révèle chez Xenakis la continuité d'une pensée qui, loin d'être une uniformité, apparaît dans ses œuvres comme l'approfondissement et la «tête chercheuse» (5) [(5) L'expression est de Xenakis (Musialogue du 8 décembre 1976).] d'une des démarches fondamentales au XXème siècle.

Vous étudiez présentement les possibilités d'une utilisation pédagogique de l'ordinateur.

Nous sommes en effet à mettre au point un système s'adressant à la fois aux enfants et aux adultes, et qui permettra de \emph{composer} sans avoir à passer par le code spécialisé qu'est le solfège.

\footnote{Ces recherches s'effectuent au \cemamu CEMAMU (CEntre de Mathématiques et d'Automatique MUsicales), dirigé par Xenakis. Dans l'esprit de ses promoteurs, le Centre doit rester un lieu d'expérimentation et de formation, ouvert à tous ceux qui, intéressés par ce type de problèmes, voudraient utiliser son matériel de conversion. Tout sera fait, dit Xenakis, pour y préserver la recherche fondamentale de la «\~dictature des chapelles». Car «\~l'initiative ne doit pas venir d'une direction supérieure, mais des tentatives enthousiastes de ceux qui, malgré les difficultés, s'agglutinent à cette planche lancée au gré des intelligences et des talents» (Revue l'ARC, \no 51, p.\~81).}\par

Car, qu'est-ce que composer, sinon appeler des sons tirés d'un stock et les organiser, les filtrer, les moduler, les monter, les mixer? Un enfant peut, par exemple, enregistrer sa voix, la convertir numériquement, puis l'utiliser en tant que matériau sonore. Une fois stocké, un son peut être rappelé, réentendu à volonté. Deux sons peuvent être rappelés en superpositions, donc déjà en com-position.\par

En utilisant un symbole facile, on peut dessiner les sons sur la table graphique et en recevoir immédiatement le résultat sonore. Nous percevons déjà, ici, le pas en avant apporté par l'informatique par rapport à tous les autres moyens de faire des sons, c'est-à-dire que nous pouvons penser la composition musicale de manière très immédiate et très facile. En effet, on ne joue plus avec les sons en imagination seulement, avec possibilités de réalisation future, mais dans l'immédiateté, dans la réalité. Dans le [14] cas des enfants et des adultes, cela facilite énormément les choses. Vous vous rendez compte, du même coup, qu'on peut remplacer tous les studios de musique électronique par une unité comme celle-là parce que, de toutes les fonctions, la plus simple, la plus bête et la plus nécessaire, c'est le montage: découper un son, le coller ailleurs. Ensuite, c'est le mixage. L'ordinateur simplifie ces fonctions: réentendre un son, le renvoyer au stock ou le garder, le combiner avec d'autres, fabriquer une séquence et l'entendre, la modifier - toutes ces opérations s'exécutent facilement et rapidement. Il en est de même des autres fonctions: filtrages, accélérations, modulations, qui peuvent être incluses dans un logiciel et utilisées avec les autres paramètres à la discréption du compositeur. Et je parle toujours de l'enfant... justement, l'ordinateur permet de programmer toutes ces données et de les obtenir non plus au petit bonheur, mais sur commande et de façon ordonnée.

Ce n'est pas en réfléchissant uniquement sur le logiciel de l'ordinateur que vous seriez arrivé à de tels résultats. Il fallait une analyse de la musique et du logiciel de l'ordinateur. C'est un

travail interdisciplinaire.

Interdisciplinaire, je ne sais pas... À l'échelle du cas le plus élémentaire, il s'agit de relier le domaine des nombres et tous les ensembles totalement ordonnés de la musique. À un niveau plus complexe, ça va tout seul: il reste à travailler sur ces ensembles ordonnés au moyen d'appareils mathématiques.

À votre avis, l'ordinateur permet-il de dépasser la théorie de la connaissance que nous avons actuellement?

```
\Frame{t}{%
\renewcommand{\thempfootnote}{\arabic{mpfootnote}}
\page{14} «Les principaux avantages que j'ai eus à utiliser les machines sont les suivants:
\begin{itemize}
\item[a)] Le calcul long et laborieux fait à la main est réduit à néant. Les vitesses de calcul des machines, (\ldots) sont très grandes. D'où économie de temps.
\item[b)] Le compositeur, ainsi libéré des calculs fastidieux, peut davantage se consacrer aux problèmes généraux que pose la nouvelle forme musicale et explorer les plis et les recoins de cette forme en modifiant les valeurs des données initiales. Par exemple, il peut tester toutes les combinaisons instrumentales allant des instruments solistes, en passant par les orchestres de chambre, jusqu'aux grands orchestres. Le compositeur devient, à l'aide des cerveaux électroniques, une sorte de pilote appuyant sur des boutons, introduisant des coordonnées et surveillant les cadrans d'un vaisseau cosmique naviguant dans l'espace des sons à travers des constellations et des galaxies sonores que seulement par le rêve lointain il pouvait entrevoir jadis. Maintenant, il peut les explorer à son aise, assis dans un fauteuil.
\item[c)] Le programme, c'est-à-dire la liste des opérations séquentielles qui constituent la forme musicale nouvelle, est une objectivation de cette forme. Le programme peut par conséquent être expédié à n'importe quel point de la terre qui possède des cerveaux de type semblable et être exploité par n'importe quel compositeur-pilote.
\item[d)] Du fait de certaines incertitudes introduites dans le programme, un compositeur-pilote peut imprimer sa propre personnalité dans le résultat sonore qu'il obtiendra.\footnote[Xenakis, Iannis, \textit{Musique Architecture}, Paris, Casterman, 1971, p.~31.]{}
\end{itemize}}
```

Je ne sais pas si on peut la «dépasser», mais on va certainement plus loin dans les applications. Entendre une mélodie, c'est reconnaître des variations de fréquences. C'est donc un détecteur que nous avons. Et tout devient beaucoup plus simple: la mélodie n'est plus une chose mystérieuse en soi. C'est \emph{après} qu'elle devient mystérieuse. Mais au premier abord, c'est un événement de la mécanique de l'intelligence. Et pourquoi ne pas utiliser l'oreille

pour percevoir des cercles, distinguer les cercles des tangentes, etc.? Il n'y a aucun mathématicien qui ne passe pas par les symboles. Ces symboles sont graphiques, mais ils pourraient être sonores. Est-ce qu'on peut, par exemple, dans le cas de la logique, imaginer un signal sonore qui correspondrait au signe égal? Par définition, non, mais par convention, oui.

On peut même penser à créer une écriture symbolique sonore, à condition de créer des symboles sonores adéquats. Mais ici intervient autre chose: est-ce que cela vaut le coup de passer par le son pour ce type de problème qui est tellement bien résolu visuellement? Car l'oeil est très rapide. Par contre, faut-il conserver à l'oreille ce qui lui appartient en propre? L'oeil [15] est incapable d'analyser un fréquence dans une couleur; mais l'oreille, oui.

C'est un domaine tout nouveau, mais qui peut se développer de façon extraordinaire d'ici une génération ou deux, car la technologie permettra de faire ce type d'expériences: joindre tous les phénomènes, tous les périphériques de l'homme -ses mains, ses yeux, ses oreilles, sa peau.

Au fond, réintroduire le corps dans la connaissance...

--- Absolument. Voici un cas où j'ai suggéré des expériences - qui d'ailleurs n'ont pas été faites, parce que les gens étaient trop paresseux. Vous prenez les courbes statistiques d'une variable quelconque: la bourse, le coût de la vie, l'inflation. Je suppose que vous voulez y reconnaître des périodicités: des influences saisonnières, par exemple. Une analyse statistique peut vous les donner. Mais si vous passez cette courbe par un convertisseur numérique analogique, vous pouvez entendre cette courbe et en reconnaître les périodicités à l'oreille, qui est d'ailleurs un détecteur formidable.

Quand vous êtes en face de l'ordinateur, de quel ordre sont les problèmes?

--- Il faut viser juste... Mais, voilà, comment viser juste lorsque tout bouge? Tout est tellement fragile...

Par exemple, dans la synthèse des sons, vous pouvez commencer comme l'Ircam (7)[(7) Institut de recherche et de coordination Acoustique/Musique.] va faire certainement: partir de superpositions de courbes sinusoïdales avec des formes transitoires. Donc, partir d'une sorte de plate-forme déjà plus ou moins explorée et exploitée. Explorée par la musique électronique, par les instruments de musique, ou par la théorie de l'analyse et de la synthèse harmonique. Il faut, bien sûr, une part d'intuition pour doser les choses, mais l'intuition n'est pas aussi profonde que celle qui mettrait en question cette plate-forme même.

Pourquoi mettre en question cette plate-forme même?

```
\Frame{ht}{%
\renewcommand{\thempfootnote}{\arabic{mpfootnote}}
\page{15} Pour une expression des forces vitales de l'homme
d'aujourd'hui, l'éthos musical ne peut plus passer par l'atmosphère
humide du romantisme du XIXe siècle qui est évincé de toutes ses
positions évidentes ou crypto.\par
```

La nouvelle génération n'est pas romantique, n'est pas classique, n'est pas néoclassique. Elle est autre. Sans titre pour l'instant mais avec un visage. Les sports, la politique, l'avion, la télévision, les servo-mécanismes, l'atome sont des traits. La musique qui doit exprimer ses forces morales et intellectuelles ne peut plus être une musique de salon linéaire.

Elle doit sortir dans les vastes acquisitions des formes de vie et de pensée de cette génération. La théorie et le calcul des probabilités est un instrument fécond et qui ouvre de nouveaux horizons non seulement dans la «manipulation» (technique) mais aussi dans la «conception».\par

```
\hrulefill\par
\footnotesize{Lettre de Iannis Xenakis à \scherchen Hermann
Scherchen, le 18 septembre 1956, publiée dans \emph{Gravesaner
Blätter} \no 6, 1956.}\}
```

D'abord, parce qu'elle n'est qu'une théorie et, comme toute théorie, elle est mortelle. Ensuite, parce qu'il y a quelque chose d'illogique à se tordre le cou pour regarder un objet, à ne pas se tourner franchement vers cet objet. Je veux dire que ce qu'on aurait dû voir, c'est bien le signal lui-même, c'est-à-dire une courbe avec des propriétés.

Mais pour cela il faut d'autres méthodes. On les trouve, ces méthodes, avec l'introduction, au début du XX^e siècle, des notions de corrélation, d'auto-corrélation, de cybernétique. Et les problèmes se posent dès lors en termes d'identité, de périodicité et de continuité.

Vous avez fait allusion à la «justesse» de l'intuition. L'utilisation rationnelle de l'ordinateur est-elle nécessairement basée sur des intuitions?

Oui. L'ordinateur ne peut donner que des résultats, calculer selon vos instructions. Et si vos instructions ne sont basées sur aucune intuition, vous suivez au petit bonheur une combinaison de formules, de systèmes ou de chaînes -- ce qui d'ailleurs ne fait pas une idée.

[16]

Mais si vous avez une direction, une intuition, une «idée», comme on dit, et que vous êtes tête, et que vous essayez, vous pouvez avoir des surprises, évidemment, comme vous pouvez, au bout d'un certain

temps, en cherchant fort, tomber juste.

Il se peut aussi qu'ayant une intuition, vos méthodes ne soient pas bonnes. À supposer alors que vous changiez de méthode et que vous trouviez la bonne, c'est votre intuition initiale qui vous fera reconnaître la vraie direction.

L'intuition est un guide fondamental, aussi bien de recherche que de connaissance -- et de pratique, naturellement. On ne peut séparer intuition et raisonnement. Cette dichotomie est complètement farfelue et stupide. Malheureusement, c'est un cliché qu'on a enseigné dans les écoles et qui se continue dans la vie politique et ailleurs.

\Frame{ht}{%
\renewcommand{\thempfootnote}{\arabic{mpfootnote}} \page{15} «La pensée de l'homme est une réalité constamment mouvante. On a cru, au XIXe siècle, que sa pensée était éternelle et on a essuyé des quantités de déboires dans tous les domaines, aussi bien politique que physique et même mathématique. Nous ressentons encore les contre-coups de cette dislocation formidable. Mais nous n'avons pas encore perdu complètement cet assujettissement aux choses données, qui deviennent tout-à-coup des déités qu'on ne peut plus trahir. Je crois qu'une bonne partie de la population terrestre s'est débarrassée de l'emprise de la religion, mais l'a remplacée par des idéologies politiques ou des scientismes à outrance. Il semble que l'homme ne soit pas encore capable de vivre dans le doute perpétuel. Pourtant cette incertitude de l'existence, de la connaissance --de tout-- est une chose avec laquelle on peut très bien vivre et d'une manière beaucoup plus riche qu'avec des certitudes.»

I. Xenakis

Que reprochez-vous précisément à l'enseignement?

--- De n'être pas axé sur la création. Il est orienté sur la connaissance sèche et isolée de la pratique. On enseigne la musique aux instrumentistes et aux chanteurs sans leur en révéler les structures et la connaissance interne -- sans leur apprendre à faire de la musique. Cela ne va pas.

Autre exemple: j'enseigne à Paris. Quand un étudiant sent la nécessité de s'approcher d'autres domaines et de travailler d'une manière plus complexe, il se trouve démunie. C'est qu'il a des connaissances scientifiques, mais en pièces détachées, comme jetées sur une table -- ce qui ne donne pas une pensée scientifique, et encore moins le sens de la création scientifique.

Je me demande si cette persistance à enseigner des choses démontrées une fois pour toutes ne va pas tuer toute régénération scientifique...

À votre avis, la vraie connaissance est tout autre. Elle est

intuitive et rationnelle...

Xenakis --- Et d'«action», au sens où elle n'est pas passive. Si elle est passive, elle n'a pas de valeur. La connaissance, au sens profond, c'est celle qui agit: c'est Athena, qui était en même temps guerrière...

D'ailleurs, quand Platon a-t-il été condamné? Le jour où il a essayé de réaliser ses théories. Et Marx?, Et Lénine? Peut-on se dire philosophe si l'on en reste à la discussion et à la critique?... C'est trop partiel...

J'admetts cependant que les grands penseurs, dans le domaine physique ou mathématique, ont été des penseurs avant d'être des réalisateurs, au sens où ils étaient des prophètes, des pronostiqueurs, qui montraient la direction des choses, sans passer d'une manière globale et immédiate à l'action. La théorie des ensembles, pratiquée de tout temps, a été formulée par Cantor, qui s'est retiré d'une sorte d'action pour travailler en pensée, dans une action beaucoup plus universelle et potentielle, action où, d'ailleurs l'art est présent, au sens où il y a création, comme dans toute théorie nouvelle: mathématique, physique ou révolutionnaire.

[17]

Est-ce que l'ordinateur peut être parfois obstacle à la découverte?

Bien sûr! Car l'ordinateur est quand même basé sur une certaine technique de la pensée: la logique binaire. Mais elle est peut-être trop limitée, ce qui veut dire que l'ordinateur tel qu'il est actuellement ne devrait pas couvrir d'une manière impérialiste tous les domaines. Une fois qu'on en est conscient, on doit être sur ses gardes.

Vous essayez de dépasser le binaire?

```
\Frame{ht}{%
\renewcommand{\thempfootnote}{\arabic{mpfootnote}}
\page{17} La recherche a fourché tôt, au Vie siècle, en suivant
presque exclusivement le déterminisme, conséquence de la
logistique\ldots\par
```

Mais la dent du hasard n'a pas été complètement dégagée. Que serait l'humanité si la recherche avait d'abord fourché sur le hasard?...

La dent du hasard (indéterminisme) en musique conduit à la théorie des probabilités, et à la musique stochastique... La pensée stochastique est le seul outil puissant car elle gouverne l'asymétrie, la symétrie, l'individu, la masse, comme nulle autre méthode...

La tâche des générations immédiates est de poursuivre l'intégration de la musique à ce champ à peine entamé, par la formalisation et

l'axiomatisation. D'autres branches de la pensée, la logique combinatoire, les topologies, les géométries doivent y être inscrites. Dans ces directions, elles devront se faire aider par les ordinateurs et les machines à servo-commandes...

```
\hrulefill\par
\footnotesize{(I, Xenakis, Pochette du disque de Metastasis ---1954,
\textit{Le Chant du monde}, LDX A ---8363[78368]).}}
```

Je ne sais pas si c'est «dépasser» le binaire. Ce serait plutôt «ne pas rester pris dans le binaire». Voilà: rester détaché, tout en utilisant les choses.

Comment avez-vous pris vos distances vis-à-vis l'ordinateur?

En allant à côté de l'ordinateur et des mathématiques. La physique, par exemple, donne des modèles extraordinaires, mais à côté des mathématiques: la description de la formation des galaxies en spirale est une science qui s'est développée assez récemment, mais l'intuition était là bien avant les mathématiques.

Les mathématiques sont là pour fonder ou formuler quelque chose. Quand nous nous demandons: «Comment, à partir d'un gaz qui est amorphe, un mouvement se crée-t-il lentement, prend-il des formes, des phases déterminées?» Cette question ne vient pas des mathématiques. Elle est relativement récente, mais elle vient de l'intuition et de l'observation, d'une intuition observatrice.

C'est donc l'intuition de trouver quelque chose à côté des ordinateurs qui nous permet d'aller plus loin, même dans le domaine propre de l'ordinateur, c'est-à-dire de créer des machines beaucoup plus riches que les ordinateurs de la structure actuelle.

Au fond, l'ordinateur n'est qu'une étape.

...Comme les bateaux. Ils étaient valables jusqu'à l'arrivée des hydroglisseurs...

Jean-Marc Leclerc

```
%\%
% Illustrations:
%
```

-Photo de Xenakis

```
%
% Corrections
%
[15] disloquation -> dislocation
[16] régénération -> régénération
[17] hydro-glissoir -> hydroglisseur
```

