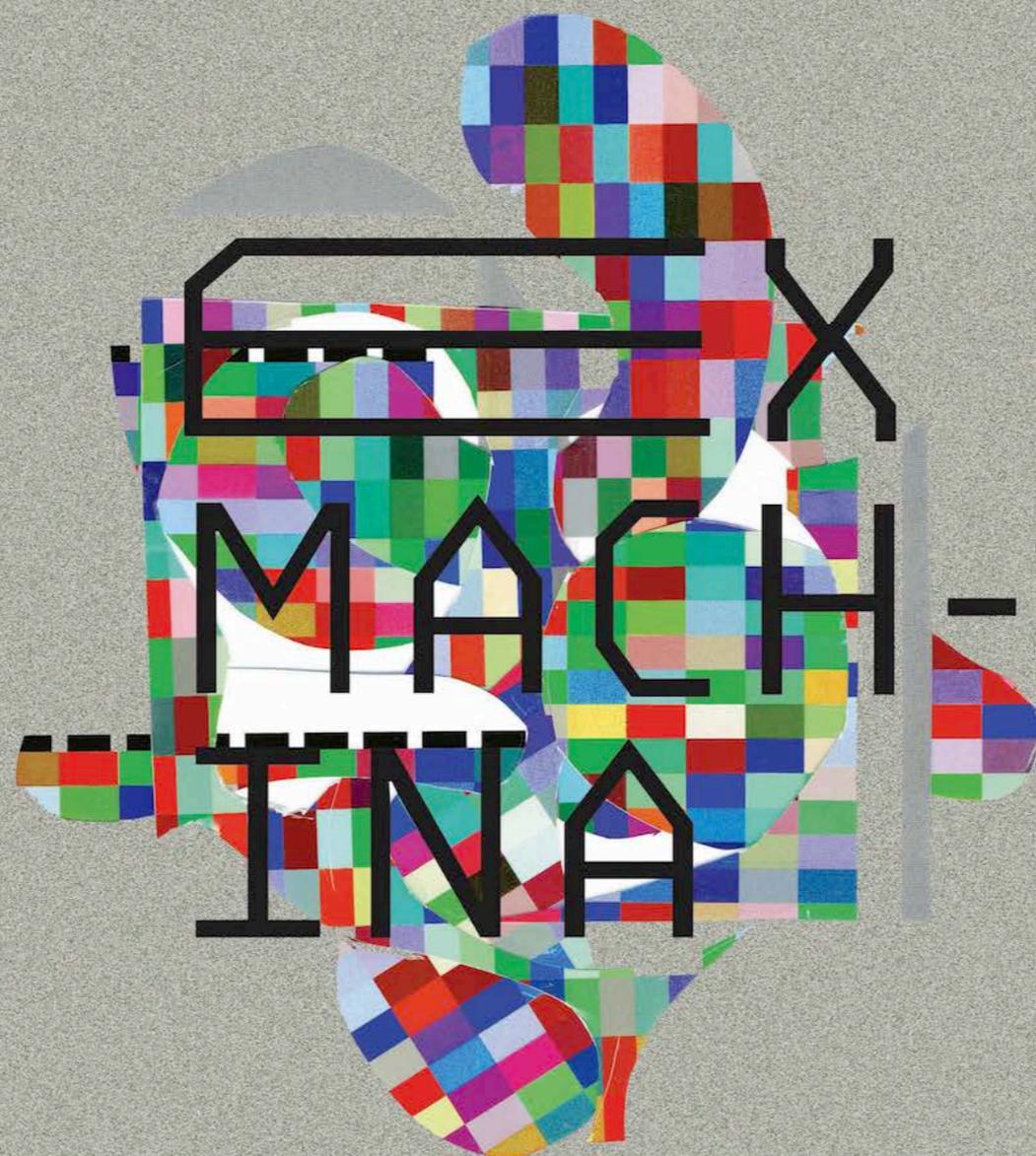


ONJ  
ACTION  
CULTURELLE



**EX MACHINA** - Orchestre National de Jazz  
Dossier d'accompagnement

---



## L'Œuvre

# EX MACHINA - Orchestre National de Jazz

**STEVE LEHMAN ET FRÉDÉRIC MAURIN** COMPOSITIONS

**FANNY MÉNÉGOZ** FLÛTE, FLÛTE ALTO, PICCOLO  
**CATHERINE DELAUNAY** CLARINETTE, COR DE BASSET  
**STEVE LEHMAN** SAXOPHONE ALTO  
**JULIEN SORO** SAXOPHONES TÉNOR ET SOPRANO, CLARINETTE  
**FABIEN DEBELLEFONTAINE** SAXOPHONE BARYTON, CLARINETTE, FLÛTE  
**FABIEN NORBERT** TROMPETTE, BUGLE  
**JONATHAN FINLAYSON** TROMPETTE  
**DANIEL ZIMMERMANN** TROMBONE  
**CHRISTIANE BOPP** TROMBONE  
**FANNY METEIER** TUBA  
**CHRIS DINGMAN** VIBRAPHONE  
**STÉPHAN CARACCI** MARIMBA, VIBRAPHONE, GLOCKENSPIEL  
**BRUNO RUDER** PIANO  
**SARAH MURCIA** CONTREBASSE  
**RAFAËL KOERNER** BATTERIE

**JÉRÔME NIKA** CRÉATION ÉLECTRONIQUE GÉNÉRATIVE ET  
COLLABORATION ARTISTIQUE

**DIONYSIOS PAPANICOLAOU** RÉALISATION INFORMATIQUE MUSICALE  
IRCAM

**FRÉDÉRIC MAURIN** DIRECTION

**ERWAN BOULAY ET GUILLAUME JAY** SON

**GÉRARD ASSAYAG** COLLABORATION SCIENTIFIQUE IRCAM-STMS  
(ÉQUIPE REPRÉSENTATIONS MUSICALES)

Après *Dancing in Your Head(s)* et *Rituels*, l'Orchestre National de Jazz présente *Ex Machina*. Ce nouveau programme, conçu par Steve Lehman et Frédéric Maurin en étroite collaboration avec Jérôme Nika, chercheur de l'IRCAM, explore des directions musicales inédites en utilisant la technologie actuelle pour intégrer à l'orchestre des interactions entre les musicien-ne-s de l'orchestre et un ordinateur.

Le processus de création s'articule autour de l'interaction musicale homme-machine, à l'heure où l'intelligence artificielle se développe également dans de nombreuses disciplines. Cette aventure artistique de l'ONJ révèle de nouvelles pratiques, de nouveaux usages dans le champ de l'improvisation et de l'écriture pour grand ensemble de jazz, et connecte la machine à l'humain en l'intégrant comme un nouvel instrumentiste qui augmente l'orchestre.

L'ordinateur devient un instrument permettant de composer dans de nouvelles directions et un instrument au service de la performance et de l'improvisation. Avec ce programme, décliné en deux parties, l'une écrite par Steve Lehman, l'autre par Frédéric Maurin, l'ONJ propose aux auditeurs une nouvelle expérience musicale et sonore qui regarde vers le futur de la musique.



## Quelques mots-clés

Dans *Ex-Machina*, un **dispositif numérique** (la librairie DYCI2 développée par Jérôme Nika au sein de l'équipe Représentations Musicales de l'Ircam dirigée par Gérard Assayag) s'immisce dans l'orchestre et interagit avec les musiciens.

Grâce à ce logiciel, la machine réagit en temps réel à ce que certain·e·s musicien·ne·s jouent et « improvise » avec eux.

Les logiciels et le développement de l'**intelligence artificielle** sont ainsi **au service de la création musicale** : il s'agit de dépasser les limites de l'orchestre traditionnel en recherchant de nouveaux timbres, des sonorités et des textures à la fois originales et innovantes ainsi que des nouveaux comportements d'improvisation.



### À CONSULTER

Une brève histoire de la Musique Assistée par Ordinateur, Sacem Université

<https://usbeketrica.com/fr/article/breve-histoire-musique-assistee-par-ordinateur> (2019)

## Orchestre augmenté

À l'orchestre habituel, s'ajoute un dispositif numérique qui vient interagir en temps réel avec les musicien·ne·s. Ce dispositif est notamment capable de générer de nouvelles sonorités qui se combinent et s'ajoutent aux sons produits par les instruments de l'orchestre.

On entend alors des timbres inédits que les instruments seuls ne peuvent créer...

Les technologies utilisées permettent de réaliser des interactions en temps réel avec les musicien·ne·s de l'orchestre (mode on-line ou real time) mais également de générer par avance des sons qui complètent les timbres de l'orchestre (mode off-line).

## CAO (Composition Assistée par Ordinateur)

Le développement de l'informatique, et notamment la généralisation de l'utilisation de l'ordinateur au début des années 1980, bouleversent profondément les pratiques, y compris la manière de composer de la musique.

Une nouvelle forme de création musicale fait son apparition.

Elle repose sur le développement de logiciels qui offrent un nouveau champ de recherche et d'expérimentation sonore aux compositeurs.

Interaction entre instruments et logiciels, nouvelles sonorités, programmation, *machine learning* ... les possibilités sont désormais infinies !

L'IRCAM est au centre de toutes ces nouvelles technologies depuis sa création en 1977.



## Improvisation et dispositif numérique

Improviser consiste à produire un discours musical de manière instantanée et spontanée, sans support écrit, en étant plus ou moins « guidé » par un contexte musical prédéfini et par une intention. Lorsqu'ils jouent, les musiciens de jazz alternent souvent **entre des parties écrites et des parties improvisées**. L'improvisation fait partie de la nature même de ces musiques dites « improvisées ».

Mais improvisation ne veut pas dire absence de règles, ni absence de cadre, bien au contraire. Il existe plusieurs types d'improvisation : on peut improviser à partir d'une partie déjà écrite, selon une suite d'accords déterminés, selon un motif joué auparavant par d'autres instruments, selon le style musical du morceau ou selon un autre auquel on veut faire référence...

Et l'on peut improviser également sans aucun cadre prédéfini !

Dans *Ex Machina*, l'improvisation se fait aussi avec un **dispositif numérique** qui **apprend** à partir du jeu des musiciens et **génère** une improvisation qui interagit avec le discours produit par le·a musicien·ne. Elle élabore son improvisation comme un artiste, qui puise dans son jeu, dans celui de ses partenaires et dans sa mémoire musicale.

### Comment improvise une machine ?

Comme un humain, la machine s'appuie sur sa mémoire (des parties déjà mémorisées et « travaillées » en amont de la performance) et de ce qu'elle entend dans le contexte de la performance (en temps réel).

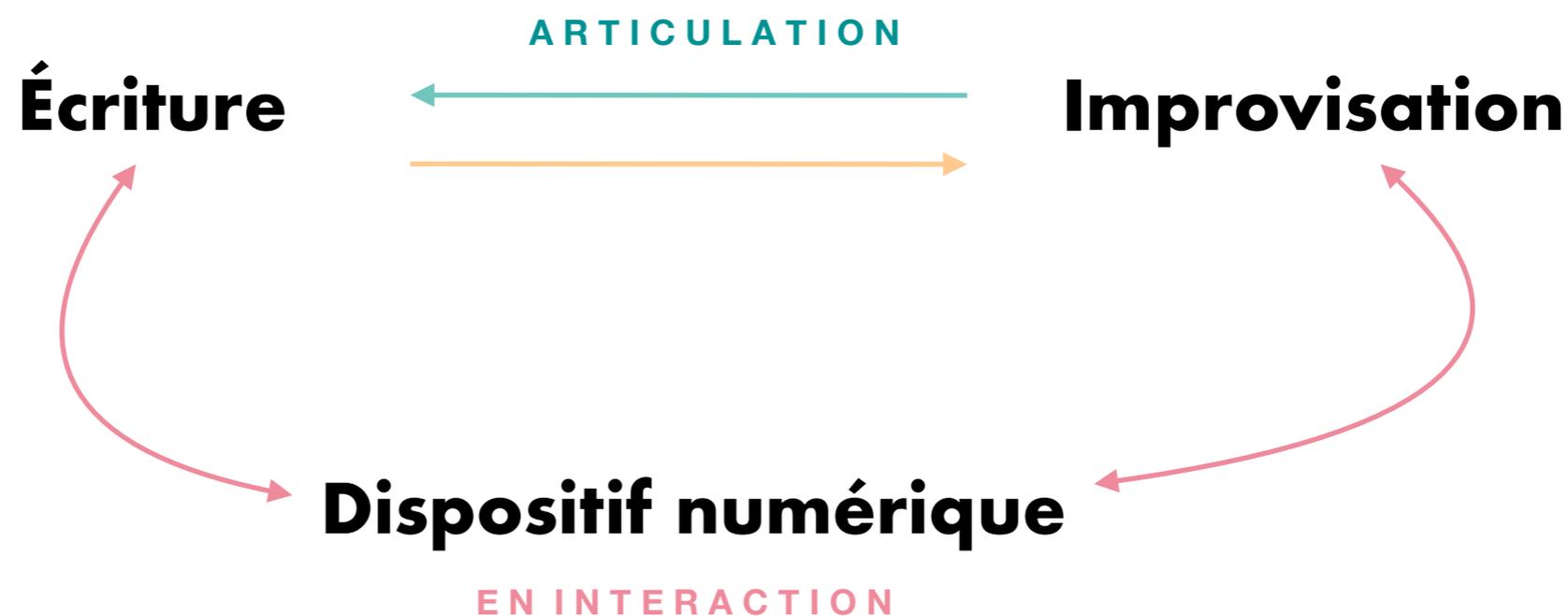
Les musicien·ne·s répètent avec la machine et le chercheur Jérôme Nika qui la contrôle afin de régler les paramètres qu'elle prendra en compte chez l'improvisateur·trice avec qui elle interagit. Ils présentent une infinité de réglages possibles.

Ces recherches et ces expérimentations sont menées, pour le programme *Ex Machina*, en partenariat avec l'IRCAM et le projet REACH de l'équipe « Représentations musicales ».



**La machine joue différents rôles** : elle participe au processus d'écriture mais aussi au processus d'improvisation.

Elle peut permettre la transposition pour l'orchestre de timbres complexes ou non musicaux. Elle joue aussi certaines parties qui sont écrites pour elle. Elle apprend en temps réel ou en amont à partir du jeu des musicien•ne•s et génère une improvisation à partir de ces éléments.





## Au cœur du processus de création

# Avec Frédéric Maurin, co-compositeur de Ex Machina

### Comment envisages-tu ces recherches et ces expérimentations que tu mènes lorsque tu écris de la musique ?

Ce qui me plaît, c'est de jouer avec des timbres qui ne sont pas ceux que l'on manipule habituellement en orchestre. Parfois, ça peut être jouer avec les paramètres du timbre, parfois ça peut être ajouter une couche électronique à la pièce. Les techniques de la musique spectrale sont des idées et des processus théoriques qui me permettent d'aller chercher de la nouvelle matière. Contrairement à lorsque j'écris de la musique uniquement acoustique, lorsque j'utilise l'électronique j'arrive souvent à une matière qui n'était pas exactement ce que je souhaitais mais c'est le jeu de ce travail d'expérimentation et ça apporte de l'imprévu qui peut être très fertile !

Quand tu es compositeur, il y a une dimension de recherche. Mais ce qui fait que l'oeuvre est terminée et qu'elle te plaît, c'est que, à un certain moment du processus, même si tu ne sais pas trop pourquoi tu en es là, tu es arrivé à des choses qui te plaisent et qui te font vibrer et tu as réussi à transposer dans le monde réel ce que tu entendais dans ta tête. J'espère que la musique que j'écris est perçue par celles et ceux qui l'écoutent simplement comme de la musique ! Le travail qu'il y a derrière n'a aucune valeur artistique en soit, c'est juste ce qui permet de comprendre le processus d'écriture pour ceux que ça intéresse.

### Dans *Ex Machina*, comment la machine va-t-elle s'intégrer à l'orchestre ?

Le plus important pour moi est de trouver une fusion entre les sources électroniques et l'orchestre. C'est en tout cas ce que l'on recherche.

In fine, on ne veut pas avoir d'un côté l'orchestre puis de l'autre l'électronique. Je ne veux pas que la machine ressemble à Hal dans *2001, l'Odyssée de l'espace* !

L'objectif est que le public qui écoute le concert ne sache pas d'où ça vient de la même façon que face à un orchestre on perçoit parfois le son comme un tout sans vraiment savoir d'où chaque composante vient. Je veux que ça marche, que ça

sonne, sans une mise en scène qui mettrait en avant de façon un peu artificielle l'intelligence artificielle.

### Quelle sera la place de la machine dans le concert ?

Ce qui m'intéresse, c'est qu'elle puisse réaliser des choses que l'humain ne peut pas faire. Je souhaite qu'elle puisse s'articuler avec l'écrit mais aussi avec l'improvisation. Mais cela pose beaucoup de questions : à quel moment le dispositif interagit en temps réel ? Pour l'improvisation, comment adapter les capacités de la machine à proposer des interactions avec l'improvisateur ? Il peut y avoir aussi des interactions déjà établies à l'avance qui seraient à déclencher dans le contexte musical. Quand c'est en temps réel, les éléments peuvent aussi être déclenchés de manière plus aléatoire, tout au moins en apparence.

### Quel est l'intérêt d'introduire de l'aléatoire dans la musique ?

Ce n'est pas de l'aléatoire au sens où la machine pourrait faire n'importe quoi. Il peut y avoir une dimension en partie aléatoire dans la manière dont les décisions sont prises par la machine, pour donner l'impression qu'elle ne répond pas systématiquement de la même manière à une même proposition, de la même façon que les humains ne répondent pas de façon systématique. Ainsi, l'aléatoire permet de mimer la spontanéité qui existe dans une interaction avec un musicien.

L'aléatoire m'intéresse car il permet d'amener les solistes ailleurs. Ce que la machine génère emmène la musique ailleurs, dans un endroit où elle n'aurait pas été si la machine n'avait pas été là... Si on peut se passer la machine ou si on peut arriver à la même chose avec un humain, autant ne pas l'utiliser.

Au delà de cette question de l'aléatoire, le travail avec la machine nous permet aussi de questionner la notion de libre arbitre. Dans les pratiques artistiques, et en particulier dans l'improvisation, sommes nous, comme la machine soumis à des mécanismes dont la causalité est déterminée et dont la complexité des séquences nous fait croire, vu de loin, que nous sommes libres ? Ou bien faisons nous vraiment des choix ?

## *Pistes pédagogiques*

# L'interaction homme-machine, un défi, des questionnements

**Ex Machina** Littéralement « issu de la machine », *Ex Machina* renvoie à l'expression latine **Deus ex machina**.

Celle-ci désigne le procédé utilisé dans la tragédie grecque pour figurer **l'entrée sur scène d'une divinité**.

Les acteurs qui incarnaient les dieux dans la pièce apparaissaient spectaculairement (généralement lors du dénouement) à l'aide de mécanismes (grue, trappe...). De là découle l'expression du « dieu sortant de la machine ».

Si aujourd'hui ces procédés théâtraux ne nous apparaissent plus comme magiques, reste l'idée que ces deux éléments, la divinité (ou la toute-puissance) et les machines, peuvent être associés. La machine est ce qui permet à un événement extraordinaire d'advenir, elle accomplit ce que l'homme ne peut pas réaliser.

Restent alors des interrogations qui existent depuis la tragédie grecque : **la machine peut-elle tout ? Comment se comporte-t-elle, en tant qu'homme, face à cette toute-puissance ?**

## Une intention ex machina ?

Certes, il n'y a plus de dieu dans la machine, mais il est possible de considérer que la machine peut être dotée d'une **intention**.

La machine réussit à organiser des éléments disparates, séparés, elle introduit une logique et du sens là où il n'en existait pas.

Elle apprend en temps réel et en amont à partir du jeu des musiciens et génère une improvisation à partir de ces éléments et à partir de modèles mémorisés.

Il existe bien sûr un certain **contrôle de l'homme** sur la machine, mais quelle est sa proportion ?

C'est ce contrôle qui peut être interrogé ou questionné au cours d'une performance artistique.

## Improvisation et machines

La question posée par le programme *Ex Machina* n'est peut-être pas tant le pouvoir de la machine que **la confrontation entre la machine et les musiciens**. Comment réussit-on à faire musique ensemble ? Se comporte-on avec une machine comme des sujets semblables ou comme un sujet face à un objet ?

Plus particulièrement, quelle est la place des machines dans une démarche artistique ?

Pour Bob Ostertag, artiste visuel et spécialiste de l'improvisation avec machines, l'improvisation est par exemple une pratique qui ne saurait se passer de la présence d'un être sensible :

« Ce que l'improvisation signifie, c'est qu'un humain doit encore être là.

Le sens de l'improvisation place celle-ci comme le dernier rempart pour affirmer que des humains doivent être présents dans la production de musique. »

Bob Ostertag (2017)<sup>(1)</sup>



### *Pour aller plus loin* sur la relation hommes-machines :

#### ARTICLE

- « La co-créativité homme-machine va changer radicalement notre expérience musicale » Entretien avec Gérard Assayag, directeur de l'équipe *Représentations musicales* de l'IRCAM <https://vertigo.ircam.fr/article/detail/la-co-creativite-homme-machine-va-changer-radicalement-notre-experience-musicale/> (2019)
- « Une brève chronologie subjective de l'usage de l'intelligence artificielle en composition musicale » par Jean-Louis Givitto, IRCAM <https://www.ircam.fr/article/detail/une-breve-chronologie-subjective-de-lusage-de-lintelligence-artificielle-en-composition-musicale/> (2020)
- « Quelle musicienne est l'intelligence artificielle ? », *Musique & web*, France Musique <https://www.francemusique.fr/emissions/musique-web/musique-web-du-mardi-06-fevrier-2018-58303> (2018)
- « DYCI2 agents: merging the "free", "reactive", and "scenario-based" music generation paradigms. », Jérôme Nika, Ken Déguernel, Axel Chemla-Romeu-Santos, Emmanuel Vincent, Gérard Assayag, International Computer Music Conference Oct 2017, Shanghai, China. fahal-01583089f <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01583089/document>

#### OUVRAGE

- *Condition de l'homme moderne*, Hannah Arendt

#### FILMS

- *Métropolis* (1927)
- *2001, L'Odyssée de l'espace* (1968)
- *Blade Runner* (1982)
- *Her* (2013)

#### SÉRIES TV

- *Real Humans* (2012)
- *Westworld* (2016)

#### CONFÉRENCE

- « Composer l'interaction musicale humain-machine », conférence TedX École Centrale Lyon, Jérôme NIKA, [https://www.youtube.com/watch?v=PhCnmnUVzC4&ab\\_channel=TEDxTalks](https://www.youtube.com/watch?v=PhCnmnUVzC4&ab_channel=TEDxTalks)

<sup>(1)</sup>Conférence Workshop ImproTech à Philadelphie (2017), cité par Marc Chemillier, « Le jazz et l'intelligence artificielle, de la présence aux traces », février 2020, p. 49, dans Gérard Assayag, Marc

## Pistes pédagogiques / lycée

# Influences et inspirations : La musique spectrale

La musique spectrale, courant qui apparait en France dans les années 1970, est d'abord une certaine manière de considérer et de penser le matériau musical.

Le courant naît des possibilités offertes par le développement d'appareils d'analyse sonore (tels que le sonographe) qui permettent de **décomposer le son**.

*Spectrale renvoie au **spectre harmonique** du son : c'est l'ensemble des fréquences qui composent le son et qui constituent la spécificité de son timbre.*

Comme son nom l'indique, les compositeurs du courant spectral s'intéressent au spectre harmonique et sonore, mais pas que : ils étudient le **phénomène sonore** et explorent les **propriétés acoustiques** des composantes du son pour la composition de leurs œuvres.



### ZOOM SUR... LE TIMBRE

Une voix chaude, enveloppante, clair...  
Tous ces adjectifs caractérisent le **timbre** de la voix.

Comme il définit la nature d'une voix, le timbre caractérise la nature du son : le timbre est une de ses composantes, aux côtés de sa hauteur et de son intensité.

Scientifiquement, le timbre peut être analysé via un sonographe, qui propose une « photographie du son » et de ses composantes physiques.

Ils analysent les fréquences du son, l'organisation de ses **harmoniques** ou de ses **partiels**, son **attaque**, son **évolution** dans le temps ou encore sa **disparition**.

Le courant spectral, c'est un intérêt porté au **devenir d'objets sonores dans la durée**.

Quand on écoute une œuvre spectrale, on peut être surpris.e par la dilatation du temps qui s'opère. On perd nos repères habituels, le temps est parfois étiré ou contracté.

C'est par exemple le cas de l'œuvre *Vortex Temporum* dans laquelle Gérard Grisey joue avec notre perception du temps.

### Écoutes

**Gérard Grisey (1946-1998)**

*Partiels* (1975)

*Vortex Temporum* (1994 - 1996)

**Tristan Murail (né en 1947)**

*Gondwana* (1980)

*Désintégrations* (1982-1983)

**Georg Friedrich Haas (né en 1953)**

*In vain* (2000)

Dans *Ex Machina*, les techniques de la musique spectrale permettent d'aller chercher une **matière sonore différente**, des **timbres nouveaux** ou encore de faire résonner des **accords inattendus** qui colorent la musique d'une manière surprenante.

Pour ce faire, les compositeurs Steve Lehman et Frédéric Maurin ne se limitent plus à la gamme tempérée qui divise l'octave en douze demi-tons. Ils ont recours à des micro-intervalles et au spectre harmonique et inharmonique des sons pour créer **un univers harmonique plus riche, plus complet**.

 **Écoutes**

**Steve Lehman Octet**

*Echoes* (2009)

*Autumn Interlude* (2014)

**Ping Machine**

**(Frédéric Maurin)**

*Trona* (2014)

*Kodama* (2016)

*Pour aller plus loin*  
sur le spectre sonore et la musique spectrale :



**VIDÉO**

- « Spectre et timbre d'un son », cours pour Terminale  
<https://mathrix.fr/physique-chimie/intensite-et-niveau-sonores/spectre-et-timbre-dun-son-2185>

**RADIO**

- « Tristan Murail. Chaque chose en son temps », *Musicopolis*, France Musique,  
<https://www.francemusique.fr/emissions/musicopolis/tristan-murail-chaque-chose-en-son-temps-94402> (2021)

**DOSSIER**

- « Représentation spectrale d'un signal » par Valérie Vidal, chercheuse au CNRS (Physique)  
<http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/Formatterre2012-spectre-signal-Vidal.xml>