

UE de musique (2 cours de 2h = 4h) :
Improvisation assistée par ordinateur
et modèles d'automates finis

Marc Chemillier

Master M2 Atiam (Ircam), 2023-2024

<http://ehess.modelisationsavoirs.fr/atiam/atiam.html>

marc.chemillier@ehess.fr

European Research Council (ERC) projet REACH 2020-2025

Agence Nationale de la Recherche (ANR) projet MERCI 2019-2023

Plan du cours n° 1

- Le logiciel d'improvisation Djazz
- Pierre Barbaud : origines des IA musicales génératives
- L'improvisation vue comme relation musicale

Plan du cours n° 2

- Automates finis : construction de l'oracle des facteurs
- Test d'acceptabilité : avatar de Toots Thielemans
- Transformations manuelles de Djazz et validation (trombinaison)
- Contexte culturel : improvisation Djazz sur la cithare malgache

COURS n° 1 (2h)

1. Le logiciel d'improvisation Djazz

1.1 Caractéristiques du logiciel Djazz

Basé sur une **pulsation régulière**, Djazz recombine des séquences enregistrées dans sa mémoire comme le fait un improvisateur lorsqu'il s'entraîne. Son improvisation étant **idiomatique** (contexte culturel), l'enjeu est d'obtenir un résultat **acceptable** pour les musiciens de cette culture.

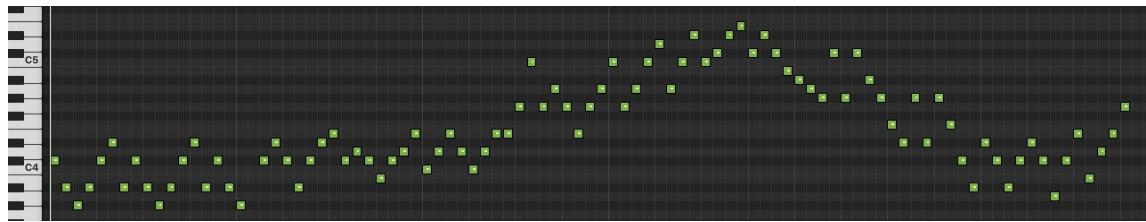
Dans cette vidéo en duo de Djazz avec le célèbre cithariste malgache Justin Vali (qui a joué avec Peter Gabriel et Kate Bush), la pulsation est

- soit une battue **manuelle** (cf. ralenti à la fin)
- soit un **clic** de percussions d'Ableton Live

<http://digitaljazz.fr/2023/06/19/videos-djazz-avec-justin-vali/#masoala>

Le logiciel peut faire des improvisations **hybrides** en mélangeant diverses bases de données captées avec plusieurs musiciens différents. Dans la vidéo précédente, le solo à 2:50 provient d'une transcription de Joe Zawinul en concert au Munich Piano Summer en 1985 (à 13:03, Partie I) :

<https://www.youtube.com/watch?v=6WQfeplhzT4&t=783s>



1.2 Pulsation et harmonies

Djazz peut capter ce que joue un musicien **en direct** et recombiner les séquences enregistrées en tenant compte du rythme et des harmonies.

<https://www.youtube.com/watch?v=J52SEoHvx1o>



La pulsation est groupée en deux niveaux (**grille**) :

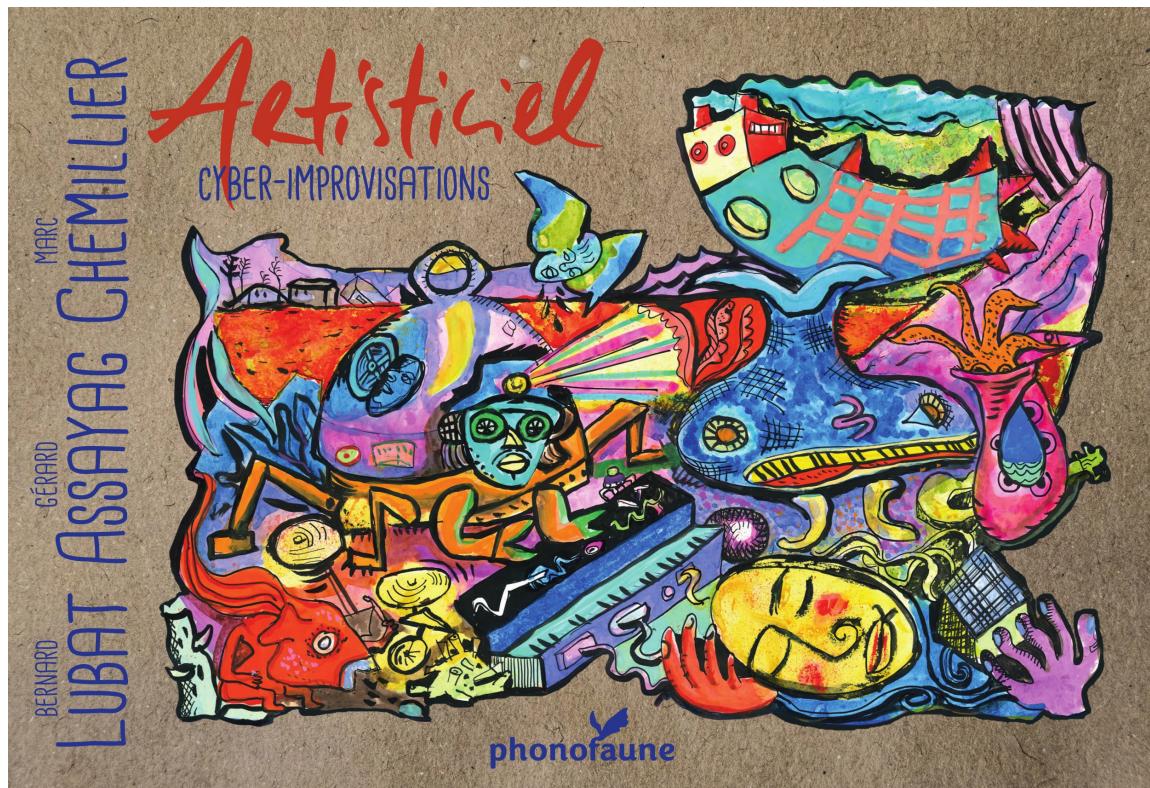
- cases du Launchpad (approx. « mesures »)

- onglets Launchpad (chapitres refrains-couplets)

Grâce à ces deux types de boutons, l'utilisateur de Djazz peut se recalier avec des musiciens live.

Djazz peut aussi « oublier » la pulsation pour faire de **l'improvisation libre** (on fixe une pulsation arbitraire qui sert de **grain** pour la recombinaison comme des sortes de pixels) :

<http://digitaljazz.fr/2021/05/27/artisticiel/>



1.3 Interactions manuelles (Launchpad)

Du point de vue co-créatif, Djazz est plus proche de **l'instrument « intelligent »** que de **l'agent** (pas « d'écoute artificielle » sauf la captation en direct). Mais il peut intégrer l'écoute de l'utilisateur en apprentissage supervisé

- on joue soi-même sur un instrument,
- on réécoute ce que le logiciel a capté
- on évalue les données (bons ou mauvais).

La recombinaison de Djazz se fait ensuite en privilégiant les bons passages.

Djazz permet à l'utilisateur d'agir instantanément dans l'improvisation (réactivité) :

- touches de mesures/chapitres pour jouer des séquences particulières (phrases à l'unisson avec les musiciens live)
- en participant soi-même au processus de recombinaison (touches changeant de zone de mémoire)
- en transformant en temps réel les séquences de Djazz (touches de bouclages/accélérations)

2. Pierre Barbaud : origines des IA musicales génératives

Pierre Barbaud, Roger Blanchard, Jeanine Charbonnier, entretien et extraits musicaux sur la musique algorithmique, magazine sonore *Sonorama*, n° 38, mars 1962.

<http://ehess.modelisationsavoirs.fr/seminaire/seminaire11-12/04-25jan12-MB+PB/sonorama/sonorama.html>

Exemple de java générée par le programme de Barbaud dans le film *Chronique d'un été*, de Jean Rouch et Edgar Morin, 1960 (java de Pierre Barbaud à 57'09). Ce film est le manifeste du cinéma-vérité. Il est paradoxal que dans ce film qui critiquait le côté feint et artificiel des sentiments au cinéma, la musique soit artificiellement composée par une machine :

« Je parle du film documentaire et non du film romanesque. Bien sûr, c'est par la voix du cinéma romanesque que le cinéma atteint et continue d'atteindre ses vérités les plus profondes : vérité des rapports entre les amants, les parents, les amis ; vérité des sentiments et des passions, vérité des besoins affectifs du spectateur. Mais il y a une vérité que ne peut saisir le film romanesque et qui est l'authenticité du vécu. »

« Le cinéma a besoin d'une mise en scène, de mise en cérémonie, d'arrêt de la vie. Et, d'autre part, chacun se masque, se munit d'un masque supplémentaire devant la caméra. Le cinéma ne peut pénétrer dans l'intimité de la vie quotidienne vraiment vécue. »

(J. Rouch & E. Morin, *Chronique d'un été*, rééd. 2019, p. 15-16)

Page sur les algorithmes de Pierre Barbaud (voir code Lisp avec OpenMusic dans projets de Licence d'informatique à l'Université de Caen) :

<http://ehess.modelisationsavoirs.fr/marc/publi/grammaires/grammaires.html#barbaud>

L'idée de remplacer les humaines par des machines pour produire de la musique se trouve aujourd'hui au cœur de l'actualité avec la possibilité de créer par IA des chansons en imitant la voix de chanteurs connus :

<https://www.dailymotion.com/video/x8lqeof>

Drake and The Weeknd - "Heart on my sleeve", mai 2023

3. L'improvisation vue comme relation musicale (c'est-à-dire avec des humains)

3.1 Relation de Djazz avec les musiciens d'un groupe de world music

<https://www.youtube.com/watch?v=tsTI2M0OBWg&t=217s>

Solo d'ordinateur sur le morceaux *Save The Earth* du guitariste malgache Charles Kely Zana-Rotsy, enregistré le 13 mars 2018 (avec Julio Rakotonanahary, basse, voix, Fabrice Thompson, percussions). Film: <http://bit.ly/FilmEHESSCharlesKelyZana-RotsyDjazz>

Comparaison avec le solo original de Brad Mehldau :

<https://www.tiktok.com/@digitaljazz/video/7043331222591835398>

3.2 Relation de Djazz avec les musiciens de TikTok

TikTok a favorisé la réalisation de chorégraphies amateur sur des musiques connues. En retour, les musiciens ont investi TikTok pour créer des musiques sur des chorégraphies.

Exemple d'improvisation piano/Djazz en rythme avec une vidéo de pingouins :

<https://www.tiktok.com/@digitaljazz/video/7011622607472659717>

Sélection par apprentissage supervisé : les riffs de piano house sont joués au clavier, puis sélectionnés en leur attribuant une pondération selon qu'ils sont jugés plus ou moins bons. Dans cette vidéo TikTok, l'ordinateur improvise en suivant le rythme des pingouins avec des phrases qui ont été sélectionnées par ce processus d'évaluation, ce qui améliore considérablement l'improvisation produite par la machine.

Improvisation piano/Djazz accompagnant une chorégraphie déjantée de Cale Brown (7 millions d'abonnés TikTok) sur *Rasputin* de Boney M :

<https://www.tiktok.com/@digitaljazz/video/6968953201945038085>

Duo avec le claviériste Mezerg (pastèque connectée à Playtronica, pédales de batterie) :

<https://www.tiktok.com/@digitaljazz/video/6921756409822481669>

Le jeu de l'ordinateur est un mélange de transcriptions de George Duke et de Keith Jarrett (*si vous connaissez ces grands pianistes de jazz, à vous de retrouver ce qui vient de chacun ???*).

COURS n° 2 (2h)

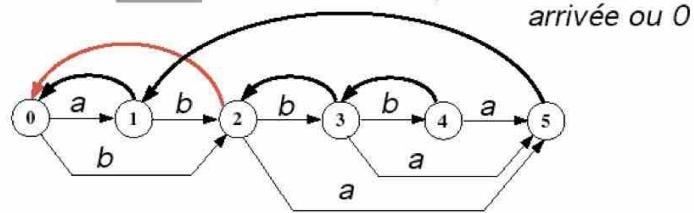
4. Automates finis : construction de l'oracle des facteurs

Construction de l'oracle des facteurs en GIF animé :

<http://ehess.modelisationsavoirs.fr/atiam/atiam10/2010%20oracle.gif>

-> efficace: construction linéaire en temps + espace
=> adapté à l'interaction temps réel

a b b b a sans flèche => créer flèche + suivre lien
flèche ou état 0 => stop + créer lien vers
arrivée ou 0



5. Test d'acceptabilité : avatar de Toots Thielemans

Pour prendre en compte les **critiques** sur ce que produisent les logiciels d'improvisation, nous menons des enquêtes de terrain. Exemple de **test d'acceptabilité** avec un avatar de l'harmoniciste Toots Thielemans sur Body & Soul avec Bill Evans. Peut-on distinguer l'improvisation humaine et celle de Djazz ? Réponses mitigées, mais l'utilisation du bouclage identifie Djazz .

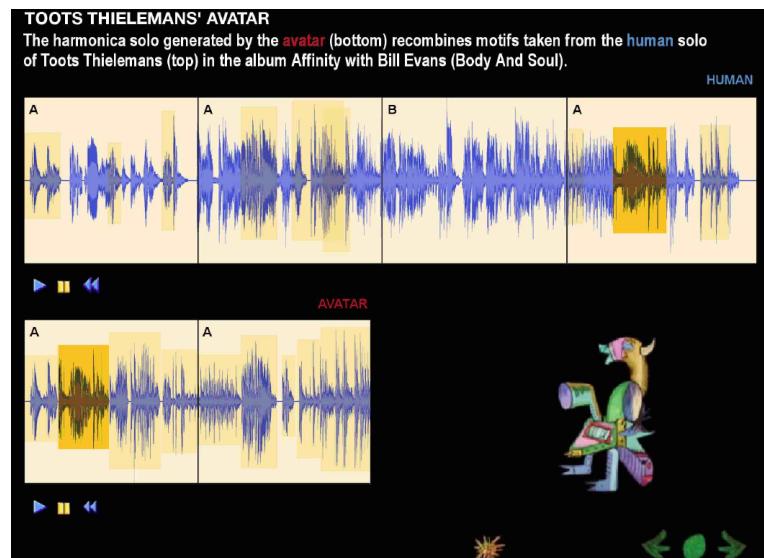
<https://www.tiktok.com/@digitaljazz/video/7061712025054940421>

Solo d'harmonica extrait par un algorithme de séparation de sources de Shlomo Dubnov et Ke Chen, improvisation de Marc Chemillier avec Djazz porté sur les nouveaux Macintosh par Mikhail Malt.

Séminaire de l'EHESS présentant l'avatar de Toots Thielemans :

<https://www.youtube.com/watch?v=D3SqtIPJ1OA>

Décomposition et recontextualisation des motifs.



6. Transformations manuelles de Djazz et validation (trombinaison)

6.1 Transformations manuelles (Launchpad) sur le morceau *Cécile, ma fille*

<https://www.youtube.com/watch?v=WHQaHkd5koM>

Solo de Bernard Lubat sur *Cécile ma fille* (C. Nougaro) qui est ensuite disloqué par l'ordinateur (accélération, superposition polyphonique), puis commentaires de Lubat, février 2013.

6.2 Appréciations de Bernard Lubat sur des transformations manuelles

<https://www.youtube.com/watch?v=4ZwWrU3BHRU>

Transformations (bouclage, accélération) dans une improvisation de l'ordinateur sur le morceau *J'aime pour la vie*, et commentaires de Bernard Lubat, 11 novembre 2011. Problème du motif « tico tico » résultant de notes mal articulées par le musicien humain mais qui sont ensuite multipliées par la machine.

6.3 Notion de « trombinaison » conceptualisée par Bernard Lubat

Bernard Lubat : « *Au lieu de recombiner, il faudrait « **retrombiner** » [= déformer], c'est-à-dire tiiiioupdadadi... Comme nous le faisons quand le doigt passe à côté ou joue une appogiature qu'on n'avait pas prévue et dont on fait quelque chose. Dans tous les chorus f.i.d. solo exécuté par un musicien sur une grille] tu as ça, à part les mauvais qui sont parfaits. C'est le défi pour que la machine joue vraiment. Les endroits où ce n'est pas intéressant, c'est parce que ce sont des erreurs naïves, alors que quand l'improvisateur fait des erreurs, il subjectivise, il ne s'excuse pas. Là ça prend la tête ces erreurs, c'est*

de la mauvaise musique. »

extrait de :

Marc Chemillier, Jérôme Nika, « Étrangement musical » : les jugements de goût de Bernard Lubat à propos du logiciel d'improvisation ImprotoK, *Cahiers d'ethnomusicologie*, vol. 28, 2015, pp. 61-80.

<https://journals.openedition.org/ethnomusicologie/2496>

7. Contexte culturel : improvisation Djazz sur la cithare malgache

7.1 Cithare malgache dans une séance de possession

La cithare marovany de Madagascar est jouée dans les séances de transe de possession pendant des heures. L'étude de l'improvisation à cette échelle de temps nous a conduits à utiliser des **capteurs MIDI** sur la cithare. Vidéo d'une séance de possession *tromba* dans le Sub de Madagascar filmée en août 2000 par Victor Randrianary avec le cithariste Velonjoro.



7.2 Contramétricité dans le rythme du hochet malgache

voir analyse dans l'article:

Marc Chemillier, Julien André, Jean Pouchelon, Jérôme Nika, La contramétricité dans les musiques traditionnelles africaines et son rapport au jazz, *Anthropologie et Sociétés* 38(1), 2014, pp. 105-137, <https://hal-mnhn.archives-ouvertes.fr/hal-01059314/document>

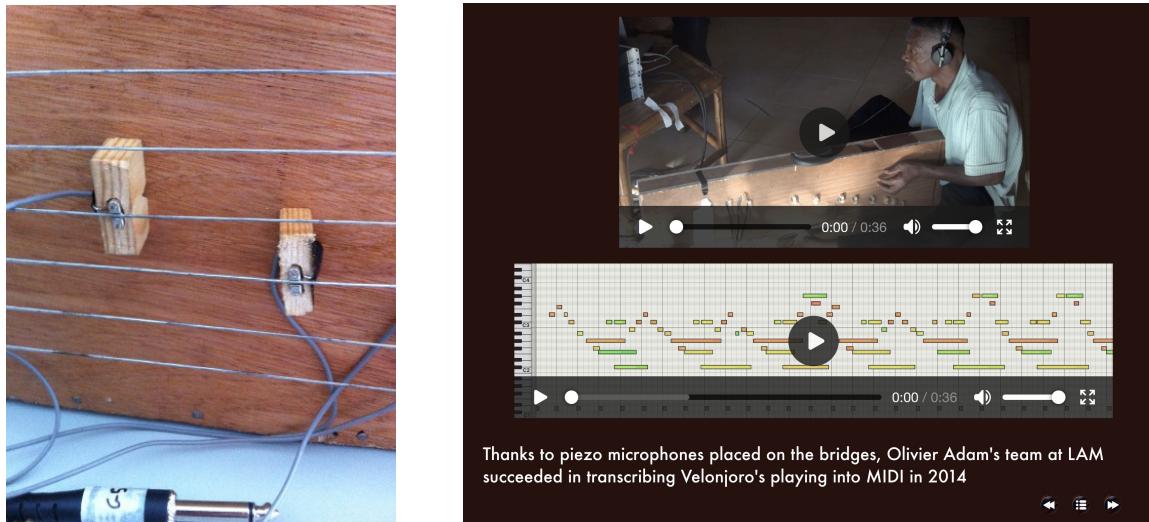
Expérience de battue avec le public lors d'un concert à Marseille en 2019 :

<https://www.youtube.com/watch?v=nLxLn-0B3ts&t=256s>

7.3 Transcription MIDI de la cithare malgache

Avec Olivier Adam au LAM, nous avons utilisé des micros piezo placés entre les cordes

et les chevalets (thèse de Dorian Cazau en 2015, mémoire M1 de Linda Rahaoui en 2023). L'enregistrement se fait en écoutant un hochet pour avoir une grande **précision rythmique** dans les données MIDI qui ont permis d'entraîner Djazz. Le critère d'acceptabilité était de pouvoir **jouer en duo** avec le cithariste Velonjoro.



7.4 Dialogue entre la cithare malgache et l'ordinateur Djazz

<https://www.youtube.com/watch?v=fJXLcTmDnXs>

Dialogue entre la cithare de Velonjo et l'ordinateur avec un son de piano, 10 juillet 2014. Le musicien valide par un mouvement de son pouce les productions de la machine.

Entretien avec Velonjo pour valider des transformations appliquées par la machine (bouclage, accélération) au jeu de Velonjo.

voir entretien dans:

Marc Chemillier, De la simulation dans l'approche anthropologique des savoirs relevant de l'oralité : le cas de la musique traité avec le logiciel Djazz et le cas de la divination, *Transposition. Musique et sciences sociales*, Hors-série 1, Musique, histoire, société, 2017, <https://journals.openedition.org/transposition/1685>

Duo avec le cithariste malgache Velonjoro. Cet enregistrement a été effectué en mai 2016 six mois avant le décès de Velonjoro survenu en janvier 2017. D'une certaine manière le logiciel Djazz garde une trace du jeu de Velonjoro comme une sorte d'avatar sonore et introduit une nouvelle forme de présence musicale assez troublante (voir plus loin).

<http://digitaljazz.fr/2019/07/20/virtual-duet-with-a-zyther/>

voir article :

Marc Chemillier, The smile of Velonjoro. Bi-musicality and the use of artificial intelligence in the analysis of Madagascar zither music, submitted to *Analytic Approach to African Music*, 2022.

<http://ehess.modelisationsavoirs.fr/marc/publi/Analytic%20Approach%20African%20Music-Chemillier.pdf>



7.5 Duo posthume de Velonjoro avec le cithariste world music Justin Vali

Velonjoro est décédé en janvier 2017. Plusieurs années après, dans le cadre du projet REACH, Justin Vali a écouté les enregistrements de Velonjoro et a eu envie de jouer en duo avec lui grâce à Djazz :

<http://digitaljazz.fr/2023/06/19/videos-djazz-avec-justin-vali/#sojerina>

Commentaire de Justin Vali sur ce duo (16 octobre 2022)

« *Pour moi, ce n'est pas évident, ni pour tous les citharistes. Peut-être même des joueurs vezo [gens du Sud-Ouest de Madagascar], par exemple Bekamby [un grand cithariste vezo décédé], ils ne jouent pas aussi vite que Velonjoro. [...] Pendant qu'on n'est pas encore complètement vieux, j'ai envie d'exploiter la rapidité, c'est mon défi. [...] Parfois, quand je suis là-dedans, ça va tout seul. Mais dès que je commence à réfléchir, je suis perdu [...]. Peut-être qu'il faut que je demande à son **esprit** [de Velonjoro] pour qu'il m'aide un petit peu à faire son morceau parce que c'est génial* ».

Ses réactions montrent qu'à l'intérieur d'un contexte culturel, il peut exister des sous-contextes avec leurs caractéristiques («normes culturelles») :

- Velonjoro est antandroy (Sud de Madagascar, tempos très rapides)
- Justin Vali est merina (Hautes-terres du centre, tempos plus lents)

Conception malgache des morts comme restant présents parmi les vivants (présence des esprits, rituels de retourlement des morts), confrontation avec thématique actuelle de l'IA comme vie après la mort, cf. article « Deuil et numérique : y aura-t-il une métavie après la mort ? », par Katia Dansoko Touré, *Libération*, 31 octobre 2022

https://www.liberation.fr/lifestyle/deuil-et-numerique-y-aura-t-il-une-metavie-apres-la-mort-20221031_MAHL6DJEBFADZFQSYMJ4JWJHB4/