



HAL
open science

Le langage harmonique d'Hermeto Pascoal et son apprentissage par une intelligence artificielle

Marc Chemillier, Jean-Pierre Cholleton

► **To cite this version:**

Marc Chemillier, Jean-Pierre Cholleton. Le langage harmonique d'Hermeto Pascoal et son apprentissage par une intelligence artificielle. 2024. hal-04764291

HAL Id: hal-04764291

<https://hal.science/hal-04764291v1>

Preprint submitted on 3 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

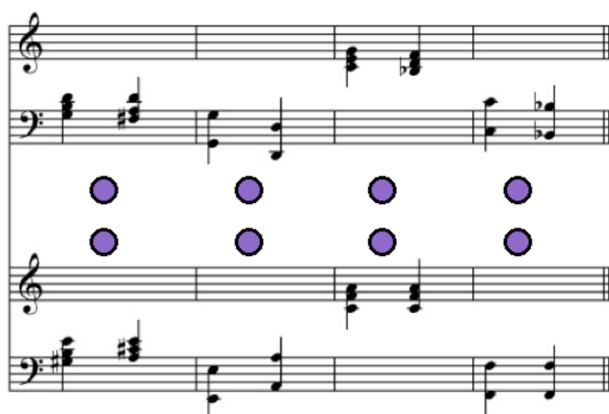
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le langage harmonique d'Hermeto Pascoal et son apprentissage par une intelligence artificielle. Conversation avec Jovino Santos Neto

Marc Chemillier, Jean-Pierre Cholleton

Jovino Santos Neto a été le pianiste du groupe d'Hermeto Pascoal de 1977 à 1992. Depuis, il est resté le dépositaire informel du patrimoine artistique de ce grand musicien brésilien. A deux reprises, il est intervenu dans le séminaire de l'EHESS Modélisation des savoirs musicaux relevant de l'oralité en mai 2013 et mai 2015, en s'exprimant en français car il parle cette langue couramment. Le présent article reprend le contenu du premier séminaire qui était consacré au langage harmonique d'Hermeto Pascoal et à des expériences d'apprentissage automatique de ce langage par une intelligence artificielle développée en collaboration par le CAMS (EHESS) et l'IRCAM.

Le langage harmonique d'Hermeto Pascoal fascine depuis plusieurs décennies les amateurs de sa musique par sa richesse et l'acuité auditive exceptionnelle de son inventeur. Plusieurs travaux universitaires y ont été consacrés, depuis les analyses de (Neto 1999, 2000), les recherches sur le fameux *Calendario do som* composé par Hermeto dont on parlera dans cet article (Costa 2006 ; Coasta & Borém 2013 ; Rosado 2019), ou les efforts de formalisation pour décrire son langage (Chouvel et al. 2002 ; Chouvel 2005). L'accordéon a sans doute tenu une place importante dans le développement harmonique d'Hermeto. Il a en effet très tôt joué de l'accordéon 8 basses, instrument brésilien assez rudimentaire qualifié de « pied de chèvre » comme le rappelle Jovino, qui comporte 8 boutons à la main gauche pour jouer des basses ou des triades. Cet instrument donne des sons différents selon que l'on tire ou que l'on pousse le soufflet. Jovino explique comment Hermeto a créé un univers chromatique avec cet instrument *a priori* non chromatique, en pressant plusieurs boutons en même temps pour superposer des triades. Les sonorités jouées par ces 8 boutons sont indiquées ci-dessous avec pour chacun les deux résultats obtenus en poussant ou en tirant le soufflet :



Jovino montre comment Hermeto les combine pour créer une harmonie sophistiquée. Par exemple, en superposant la basse *fa* du dernier bouton avec le deuxième accord du premier bouton *fa#-la-ré*, on obtient les notes d'un accord de septième de dominante altéré sur *fa* avec 9 bémol *solb* (*fa#*) et 13 *ré*, auquel il suffit d'ajouter un *mib* pour compléter sa sonorité d'accord de dominante.

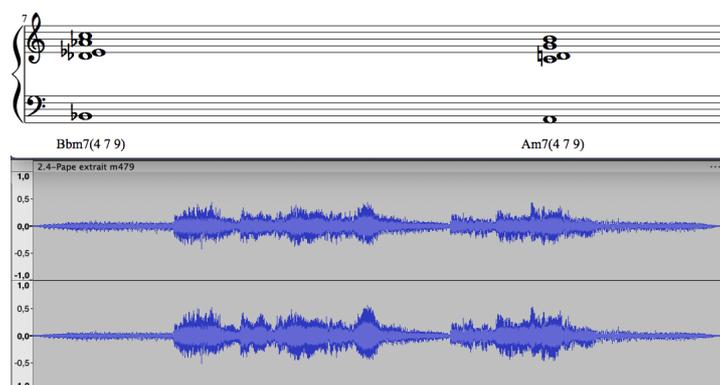


On trouve un principe similaire à une transposition près décrit par Itiberê Zwarg, le bassiste du

groupe d'Hermeto, dans l'introduction au recueil de compositions qu'il a publié en 2018 (*Oficina de Música Universal*). Il explique par exemple comment l'accord de septième de dominante altérée G13b9 est obtenu comme superposition de deux triades *sol-si-ré* et *mi-sol#-si* (auxquelles il faut ajouter la septième *fa*).

C'est l'un des aspects principaux du langage harmonique d'Hermeto qui consiste à obtenir des harmonies complexes avec un système très simple de triades. Comme le souligne Jovino, son langage n'est pas atonal, mais se rapproche plutôt de la polytonalité telle qu'elle a été pratiquée par les compositeurs de la première moitié du XXe siècle, notamment en France et au Brésil. Quand il était enfant, Hermeto lançait des pierres sur les fers à cheval du maréchal-ferrant et reproduisait à l'accordéon les sons obtenus en superposant des triades à la main gauche et des notes isolées à la main droite. C'est ce qui a donné le morceau « Ferragens » (= morceau de fer) de 1980 avec des harmonies qui sonnent comme des sons complexes. On peut l'entendre sur le CD *Planetário da Gávea* (enregistrement live à Rio en 1981, Far Out Recordings, FARO229DCD), Plus tard avec son groupe, il pratiquait un exercice consistant à reproduire avec les instruments (sax, piano, etc.) le son métallique inharmonique des cloches du percussionniste du groupe Pernambuco. C'est le sens de l'expression « Brésil universel » utilisée par Jovino qui exprime l'idée que dans le Brésil, il y a tous les sons possibles. On part de là où l'on est né, puis on étend ses possibilités en faisant des choses qui restent très simples, mais dont la combinaison produit des résultats complexes.

Hermeto a développé également un concept très étonnant appelé « *som da aura* » qui montre ses capacités d'oreille exceptionnelles. Il s'agit de détecter les notes correspondant aux inflexions d'une voix parlée, puis d'harmoniser la mélodie obtenue. C'est un peu différent de la reproduction des sons complexes métalliques décrits ci-dessus car dans la phase d'harmonisation, les accords utilisés ne reproduisent pas le spectre de la voix, mais forment un système harmonique autonome propre à Hermeto comme on le verra plus loin. Une vidéo sur YouTube montre la création d'un *som da aura* à partir d'un extrait de la voix de l'acteur Yves Montand (<http://www.youtube.com/watch?v=SrgveUpwCnM>). Plusieurs morceaux dans les albums de son groupe sont composés de cette manière. « Pensamento Positivo » (pensée positive), « Aula De Natação » (leçon de natation) et « Quando As Aves Se Encontram, Nasce O Som » (quand les oiseaux se rencontrent, naît le son) viennent de *Festa dos Deuses* (CD Polygram, PLGBR 510 407-2, 1992). « Tirulirul » (commentaire d'un match de football !) et « Vai Mais Garotinho » (idem, Garotinho était un grand joueur brésilien) viennent de *Lagoa Da Canoa Município De Arapiraca* (CD Som Da Gente, SDG-021/84, 1984). En 1992, le Pape Jean-Paul II s'est rendu au Brésil et Hermeto a harmonisé un extrait de son discours pour un morceau qui devait figurer sur le disque *Festa dos Deuses*. Jovino explique que ce titre est finalement resté inédit car l'obtention des droits nécessaires pour intégrer la voix du Pape a pris tellement de temps au fil de démarches compliquées conduisant jusqu'au Vatican que lorsque l'autorisation est arrivée, c'était trop tard, le disque était déjà sorti.



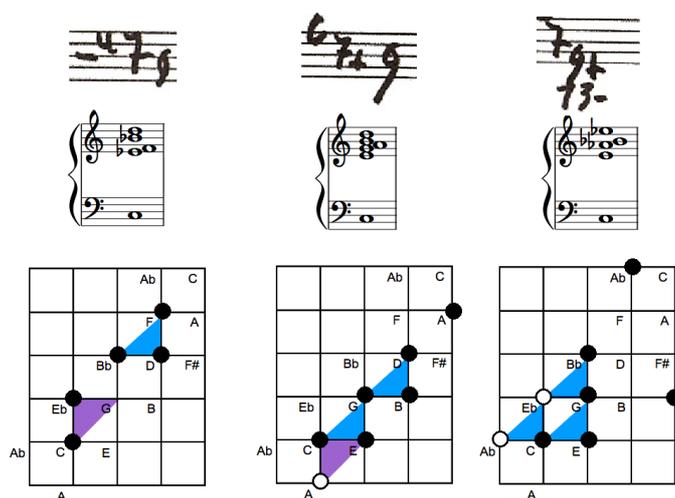
[ajouter le texte dit par le Pape]

Dans ces harmonisations de la voix parlée, on retrouve des accords familiers du langage harmonique d'Hermeto Pascoal. Celui qui est sans doute le plus caractéristique est l'accord mineur avec quarte. L'extrait de voix du Pape harmonisée par Hermeto comporte deux accords de ce type qui s'enchaînent par demi-ton descendant (voir ci-dessus).

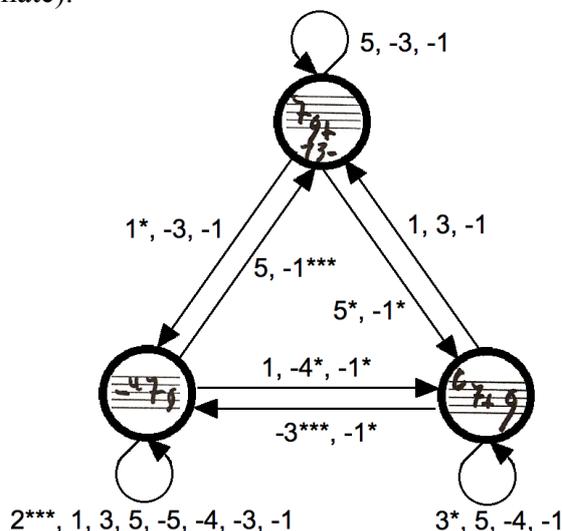
Un document d'une valeur inestimable pour accéder au langage harmonique d'Hermeto Pascoal est le *Calendario do som* composé du 23 juin 1996 au 23 juin 1997. Les partitions indiquent la mélodie en notation musicale et les accords associés notés par Hermeto de manière extrêmement précise avec tous les enrichissements souhaités par lui. Trois accords reviennent très souvent : mineur avec quarte (noté - 4 7 9), majeur avec sixte (noté 6 7+ 9), septième de dominante altérée avec 9 dièse et 13 bémol (noté 7 9+ 13-). Jovino souligne qu'Hermeto a de petites mains. Il ne joue pas ces accords en les déployant sur le clavier, mais en les ramassant en position serrée.

Ces harmonies privilégiées par Hermeto s'expriment comme superposition de triades selon le schéma linéaire habituel de construction en tierces successives : fondamentale, tierce, quinte, septième, neuvième, onzième, treizième. Mais on peut les représenter autrement dans un schéma bi-dimensionnel qui fait apparaître des triades en « position serrée » comme le suggère Jovino dans sa remarque précédente, et qui pourraient rappeler les combinaisons sur l'accordéon 8 basses qu'Hermeto pratiquait quand il était petit. Cette représentation bi-dimensionnelle comporte un axe horizontal gradué en tierces majeurs et un axe vertical gradué en tierces mineures. Elle vient d'une formalisation de la musique utilisant la théorie algébrique des groupes (Balzano 1980, Chemillier 1987). Toute note de la gamme chromatique à 12 degrés peut être représentée de façon unique par un couple de coordonnées sur ces deux axes (c'est une propriété mathématique liée au fait que 12 est le produit de 4 fois 3, et que 4 et 3, symbolisant respectivement la tierce majeure et mineure, sont des entiers premiers entre eux).

Le schéma ci-dessous indique les trois accords les plus fréquents du *Calendario* avec le chiffrage manuscrit d'Hermeto, la notation musicale des accords sur la basse *do* [manque la quinte *sol* au-dessus de la basse], et leur représentation bi-dimensionnelle. Dans ce quadrillage, les points voisins forment des triangles orientés vers le bas pour les triades majeures (en bleu) et vers le haut pour les triades mineures (en violet). L'accord d'Hermeto (- 4 7 9) mineur avec quarte comporte une triade majeure évidente *sib-ré-fa* superposée au-dessus de la triade mineure de base *do-mib-sol*. Pour les deux autres accords, la décomposition en triades est moins visible. Hermeto utilise la notation (6 7+ 9) pour l'accord majeur avec sixte. Cela pourrait indiquer que c'est bien une sixte qu'il souhaite, et non une treizième issue de la superposition habituelle des tierces. Dans quelle triade peut-on intégrer cette sixte pour former une superposition de triades reconstituant l'accord ? Tout simplement dans la triade mineure *la-do-mi* qui se trouve au-dessous de la triade principale *do-mi-sol*. L'accord majeur avec sixte est ainsi obtenu, en position serrée, comme superposition de trois triades *la-do-mi*, *do-mi-sol* et *sol-si-ré*. Si l'on avait considéré le *la* comme une treizième et non comme une sixte, cela obligerait à inclure l'une des triades *ré-fa-la* ou *ré-fa#-la*, donc à ajouter une onzième *fa* dièse ou naturel qui ne figure pas dans la notation d'Hermeto. Le dernier accord (7 9+ 13-) septième de dominante altérée avec 9 dièse et 13 bémol s'obtient de la même manière comme superposition en position serrée de trois triades *lab-do-mib*, *do-mi-sol* et *mib-sol-sib* sans note ajoutée absente de la notation d'Hermeto (mais contrairement à ce qu'on a souligné précédemment pour l'accord majeur avec sixte, c'est bien la treizième qui est notée et non la sixte probablement parce que la présence simultanée de 9+ et 13- empêche de constituer une triade avec la onzième).



Le *Calendario do som* constitue une source de données d'un intérêt considérable pour tester un système d'apprentissage automatique sur des connaissances harmoniques. Pour avoir une idée du modèle sous-jacent à un tel système, on peut faire des statistiques sur les enchaînements des trois accords ci-dessus tels qu'ils apparaissent dans le *Calendario* et les représenter par un automate, c'est-à-dire un ensemble de flèches indiquant les transitions possibles comme ci-dessous. À partir d'un échantillon de morceaux, on a regardé les mouvements de la fondamentale qui correspondent à l'enchaînement entre ces trois accords. Par exemple dans les compositions d'Hermeto, l'enchaînement d'un accord majeur avec sixte vers un accord mineur avec quarte se fait le plus souvent par un mouvement de la fondamentale descendant d'une tierce mineure (c'est-à-dire vers la tonalité relative), par exemple C67+9 vers A-479. C'est ce qui est noté -3*** dans la transition correspondante de l'automate. Ou encore, deux accords mineurs avec quarte peuvent s'enchaîner ensemble si la fondamentale monte d'un ton, par exemple C-479 vers D-479 (transition notée par une boucle 2*** dans l'automate).



Nous développons depuis de nombreuses années une intelligence artificielle capable d'apprentissage automatique pour faire de l'improvisation musicale. En effet, le logiciel Djazz capte le jeu d'un musicien synchronisé avec une pulsation régulière et peut improviser sur ces données en suivant la pulsation et en respectant certaines contraintes, par exemple celles d'une grille harmonique prédéfinie. En gros, il peut improviser une mélodie sur une suite d'accords donnés à l'avance. Mais le logiciel est en fait beaucoup plus général. Les contraintes ne sont pas nécessairement harmoniques, elles peuvent être d'ordre rythmique, timbral, et même s'adapter à des musiques de cultures très différentes. En particulier, on peut inverser la relation entre mélodie et harmonie. Au lieu de fixer une suite d'accords, on peut fixer une suite de motifs mélodiques et le logiciel est capable de calculer une suite d'accords permettant d'harmoniser cette mélodie si on lui fournit les

données d'apprentissage adaptées. Pour les expériences concernant Hermeto, nous avons fabriqué des données en découpant certains morceaux du *Calendario* sous forme de suites de pulsations et en déterminant pour chacune d'elles quelles notes mélodiques Hermeto associe à l'accord noté dans la partition. Toute mélodie peut alors être découpée en motifs mélodiques délimités par les pulsations et le logiciel est capable de générer d'après le corpus, une suite d'accords harmonisant cette mélodie. La nouvelle version du logiciel Djazz développée par Daniel Brown dans le cadre de l'ERC REACH, qui devrait bientôt être distribuée gratuitement (voir <http://digitaljazz.fr>), intégrera ce niveau de généralité pour que l'utilisateur puisse définir lui-même les contraintes (harmoniques, mélodiques, rythmiques ou autres) avec lesquelles il souhaite contrôler la génération.

La richesse du langage harmonique d'Hermeto Pascoal se manifeste de façon spectaculaire dans les réharmonisations qu'il a proposées sur des thèmes connus. D'après Jovino, il en a effectué quatre sur le standard « Round Midnight » de Thelonious Monk. En voici une publiée sur le CD déjà mentionné *Festa dos Deuses*. On voit la densité harmonique de cette version (un accord par croche) et sa liberté par rapport aux accords du thème original (il commence par un accord de Mi majeur alors que le thème est... en Mi mineur). Cette liberté harmonique témoigne aussi d'une différence de conception entre musiciens brésiliens et nord-américains soulignée par Jovino. Dans le jazz, les musiciens improvisent généralement sur une boucle harmonique constituée de la suite d'accords du thème (même si ce principe s'est assoupli au fil des décennies, notamment à partir des années 1960 dans le jazz modal où l'apparition de pédales a progressivement remplacé les enchaînements harmoniques des thèmes). Avec le groupe d'Hermeto, les harmonies utilisées dans l'improvisation ne sont pas celles du thème, mais plutôt une version simplifiée (Jovino parle de réduction par « liposuccion ») permettant aux improvisateurs de faire les extensions qu'ils souhaitent selon leur talent et leur musicalité.

The image shows a musical score for the standard « Round Midnight ». It consists of two systems of staves. The top system, labeled 'Original', shows the melody in 4/4 time with a tempo of ♩ = 50. Above the staff are the original chords: E♭m, E♭m/D, E♭m/D♭, C m7(♭5), F m7(♭5), B♭7, E♭m7, and A♭7. The bottom system, labeled 'Festa dos Deus', shows a complex reharmonization. Above the staff are the new chords: E Maj7, E♭ Maj7, C♯m9, C Maj7(#11), B Maj7, G♯m9, G7#9(#5), G♭, E, C#7(13), D# B, G# E, B Maj7 G, B♭ Maj7 G♭, and F, D♭. The bass line in the bottom system provides a rhythmic and harmonic accompaniment to the reharmonized melody.

Pour terminer, nous présentons une harmonisation de « Round Midnight » réalisée avec le logiciel décrit précédemment. En écoutant cette version, Jovino a réagi de la manière suivante :

« C'est viable. Le plus intéressant pour moi, c'est la relation entre les notes et les accords. L'enchaînement suit une logique comme s'il y avait une « mélodie des accords », notamment les notes de bases qui créent une mélodie qui parfois marche en sens contraire par rapport au thème. La mélodie monte et la basse descend. J'appelle ça l'effet accordéon parce qu'il y a un mouvement contraire [soufflet]. »

Il a en revanche pointé le mouvement rythmique des accords trop répétitif selon lui (changement systématiquement à chaque pulsation en noires). Il faudrait varier le rythme harmonique. C'est une chose que l'on pourrait ajouter au programme car cette version donne l'impression, comme le dit Jovino, « d'être dans une maison pleine de miroirs ». Nous avons, depuis ce séminaire à l'EHESS, réalisé d'autres expériences d'harmonisation dans le style d'Hermeto avec le même prototype. L'une d'elle concerne la mélodie que le pianiste de jazz Herbie Hancock a proposé au jeune musicien britannique Jacob Collier pour son challenge #IHarmYou consistant à harmoniser les mélodies proposées par des chanteurs du monde entier. L'autre est une harmonisation dans le style d'Hermeto du bruit de grincement d'une porte. On trouvera ces exemples d'harmonisation sous formes de vidéos publiées sur le compte TikTok du logiciel Djazz avec une mise en scène fantaisiste inspirée par l'imagination débridée dont font preuve les tiktokeurs pour se filmer sur le réseau (<https://www.tiktok.com/@digitaljazz/video/6955529707861396742> et <https://www.tiktok.com/@digitaljazz/video/6962589198683589893>).

Bibliographie

Araújo Costa, F. (2006) *Análise e realização de 4 leadsheets do Calendário do Som de Hermeto Pascoal segundo os conceitos harmônicos de Arnold Schoenberg*. Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais, Pos-Doctoral Dissertation.

Araújo Costa, F. and Borém, F. (2013). Variação progressiva de schoenberg em hermeto pascoal: análise e realização de duas lead sheets do calendário do som. *Per Musi*, (28), 70-95.

Balzano, Gerald J. (1980). "The Group-Theoretic Description of 12-Fold and Microtonal Pitch Systems". *Computer music journal*, 4(4), 66-84.

Chemillier, M. (1987). "Monoïde libre et musique, première partie : les musiciens ont-ils besoin des mathématiques ?". *Informatique théorique et applications*, 21(3), 341-371
http://archive.numdam.org/article/ITA_1987__21_3_341_0.pdf

Jérôme Nika, Intégrer l'harmonie dans un processus informatique d'improvisation musicale, mémoire de Master Atiam, IRCAM, 2011.
<http://articles.ircam.fr/textes/Nika11a/index.pdf>

Costa-Lima Neto, L. (1999). *A música experimental de Hermeto Pascoal e Grupo (1981 – 1993): concepção e linguagem*. UNI-Rio, Dissertação de Mestrado

Chouvel, J.M., Assayag, G., Cholleton, J.P. (2002). La représentation hexagonale toroïdale, application à l'analyse harmonique de la musique d'Hermeto Pascoal. *Séminaire MaMux*.

Chouvel, J.-M. (2005). Représentation harmonique hexagonale toroïde, *Musimédiane* (Revue

audiovisuelle et multimédia d'analyse musicale), 1.

<https://www.musimediane.com/1chouvel/>

Costa-Lima Neto, L. (2000). The Experimental Music of Hermeto Paschoal e Grupo (1981-93): A Musical System in the Making. *British Journal of Ethnomusicology*, 9(1), 119–142.

Rosado, A. (2019). "Analyzing Hermeto Pascoal's Calendário do Som". LSU Doctoral Dissertations.