

Sistema

–

Alessandro
Bosetti

*

Le problème de la multiplicité rétrécissant dans l'unité - lorsque différents objets semblent identiques - et, au contraire, de l'unité explosant en multiplicité - lorsqu'un objet est doublé ou reproduit en plusieurs "copies" - est abordé dans une spéculation sonore, à travers un dispositif d'échantillonnage et de recombinaison. Quand pouvons-nous dire que la voix est une et non multiple? Et comment pouvons-nous le prouver?

Assis côte à côte à la même table, munis chacun d'une pédale, les deux "interprètes" conversent tandis que leurs voix sont doublées: ils naviguent à travers un protocole musical composé de fragments de conversation recombinés afin de négocier une conversation performative et polyphonique.

**

Double pour l'accordéoniste Vincent Lhermet / sur une proposition de David Christoffel - commande du Festival d'Automne à Paris en 2018

These Foolish Things pour le clarinettiste Gareth Davis / commande du festival Eclat à Stuttgart en 2019

Wild Broadcasting co-écrit avec la flûtiste Anne Gillot

Ces trois solos constituent avec 2X0 et Sistema un ensemble appelé les « Pièces à Pédale ».

Les deux pièces 2X0 et Sistema ont été créées en novembre 2021 au festival Instants Fertiles à Saint-Nazaire.

Commandes, production et diffusion: Athénor scène nomade - CNCM, Saint-Nazaire. Co-production: Gmea - CNCM, Albi et Studio Eole, Toulouse. Avec le soutien de la Sacem et le partenariat du Laboratoire de Mathématiques Jean-Leray et LS2N de Nantes Université.

L'ensemble des Pièces à Pédale a été joué à Saint-Nazaire, à Albi accueillies par le Gmea - CNCM et à Marseille, par le Gmem - CNCM.

En 2018, à l'invitation d'Athénor, le compositeur et artiste sonore Alessandro Bosetti rencontre la chercheuse Assia Mahboubi du LS2N (Laboratoire des sciences du numérique) de Nantes Université. De longues conversations naissent de leurs rencontres et de leurs expérimentations, notamment dans le cadre d'un projet partagé avec des jeunes du lycée Michelet à Nantes. L'un et l'autre se questionnent, confrontent leurs pratiques et leurs recherches et se bousculent dans leurs concepts et leurs idées: il y est question de comment formaliser en langage logique et mathématique, les systèmes de règles et d'interactions qui animent les partitions et les compositions d'Alessandro Bosetti, souvent générées à partir de conversations et bavardages quotidiens.

Concepts scientifiques et artistiques entrent en dialogue: la théorie des automates finis, les paradoxes entre flux temporels discrets et continus, la modélisation des états des parlants dans une conversation plus ou moins absurde, etc... deviennent le terrain de jeu sur lequel Alessandro Bosetti et Assia Mahboubi imaginent de nouvelles compositions.

De leurs "occupations" réciproques et de leurs convergences inattendues, le compositeur propose à la mathématicienne, un duo sous forme de conversation, Le double de zéro - ou comme nous avons pris l'habitude de l'appeler: 2X0 -, sur le sujet de l'unité et de la multiplicité appliqués à la voix.* Pour ce duo, le compositeur revient à un dispositif mis au point antérieurement pour la création de trois solos avec les musiciens Vincent Lhermet, Gareth Davis et Anne Gillot** : une pédale - ou foot-switch -, un dispositif électro-acoustique simple et réduit à l'essentiel.

L'année suivante, la rencontre entre le compositeur et la chercheuse fait contamination et s'étend à d'autres chercheurs mathématiciens du Laboratoire de mathématiques Jean Leray et du LS2N de Nantes Université. Un groupe de 5 chercheurs - Marianne Bessemoulin, Loig Jezequel, Guilhem Jaber, Claude Martinez, Aymeric Stamm - rejoint les deux protagonistes pour continuer à partager la réflexion, à débattre de principes et tenter de nouvelles expériences. Le compositeur a le désir de créer une œuvre d'ensemble, sorte d'opéra-bavardage infiniment renouvelable, réunissant les trois musiciens des solos chacun muni d'une pédale et quatre chercheurs en conversation. Cette œuvre s'appellera Sistema, en référence au « système » élaboré par le compositeur et les chercheurs, accompagnés de Charles Bascou, assistant musical, pour la conception du logiciel.

Ce premier numéro des Carnets Art x Sciences consacré à Sistema à réfléchir ensemble ; qqes pistes :

documenter la recherche et la réflexion

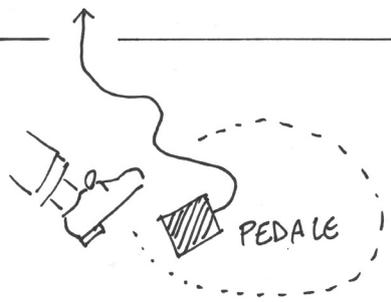
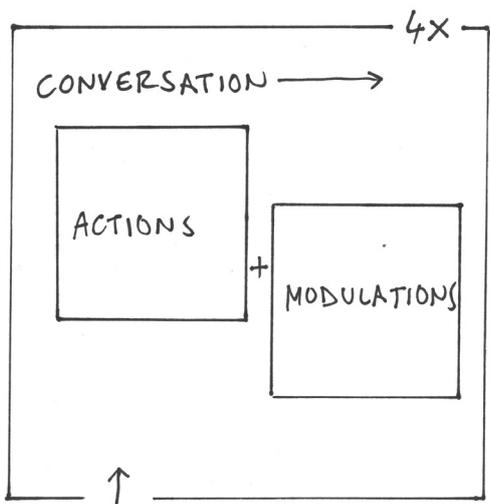
qu'est-ce qui passe quand artiste et chercheurs se rencontrent ; qu'est ce qui se raconte dans la relation

qqs mots sur la forme de ce cahier là : conversation / dialogues

- Mais du coup vous avez réussi, dans Sistema, hier, à renverser un peu, à réussir à le faire un petit peu planter ou pas du tout ?
- Vous voulez pas me répondre ?
- C'est pas très poli vous pourriez peut-être euh...
- Quelqu'un pour me répondre ?
- Est-ce que...
- Vous voulez parler de vos balades du dimanche, je n'sais pas vous avez pas l'air de... mais personne m'entends, mais vous voulez pas me répondre oui ?
- Enfin c'est pas possible. Est-ce que vous voulez faire une balade ?
- Pas question d'aller faire une balade maintenant, on est au travail.
- Tu crois pas que ce serait une bonne idée quand même ?

Qu'est-ce que c'est *Sistema* ?

Alessandro Bosetti s'intéresse à la voix sous toutes ses formes et aux interactions paradoxales entre la musique et le langage. Adolescent, il est fasciné par des voix mal placées dans la musique. Par exemple, celle du chef d'orchestre Riccardo Muti, à la Scala de Milan lors d'une répétition à laquelle il assiste avec sa classe, qui parlait à son orchestre en donnant des indications, non "après" ou "entre" les musiques mais "pendant". Celles de Glenn Gould et de Keith Jarrett qui grommelaient pendant leurs interprétations et que les ingénieurs du son essayaient à tout prix de gommer des enregistrements mais qui laissaient néanmoins une ombre incongrue derrière le son cristallin du piano. "Quelle horreur!", déclarait sa grand-mère, grande passionnée du piano romantique et du silence des salles de concert. Ou encore celle de Charles Mingus qui incitait ses bandmates lors de leurs solos ; des incitations clairement audibles dans de nombreux enregistrements. Puis il est marqué par les différentes formes de hackling lors de concerts de musique expérimentale et de noise, par les cris du public lors une représentation théâtrale du Kabuki entendue à Tokyo en 2003, et par un spectateur qui, lors de l'une de ses performances à Baltimore en 2006, lui lance « ce que vous faites c'est du magnifique karaoké expérimental ». Un commentaire que Bosetti a gardé comme un compliment et une référence pour le travail dans les années suivantes.



Qu'est-ce que c'est Sistema ?

A.B.: Sistema est une pièce pour quatre chercheurs en mathématiques et logique et trois musiciens. Les deux groupes sont disposés en cercles concentriques : un cercle plus étroit avec les quatre voix et un cercle plus large avec les trois instrumentistes. Ce qui est demandé aux quatre voix, c'est d'avoir une conversation. Une conversation complètement libre – on peut parler de n'importe quel sujet qui vient à l'esprit – mais ordonnée par des instructions envoyées au casque.

Il y a deux types d'instructions. Quatre actions fondamentales : commence, arrête, boucle, imite. Et huit modulations organisées en opposition : approbation/opposition, interaction/isolement, parle/chante, question/réponse.

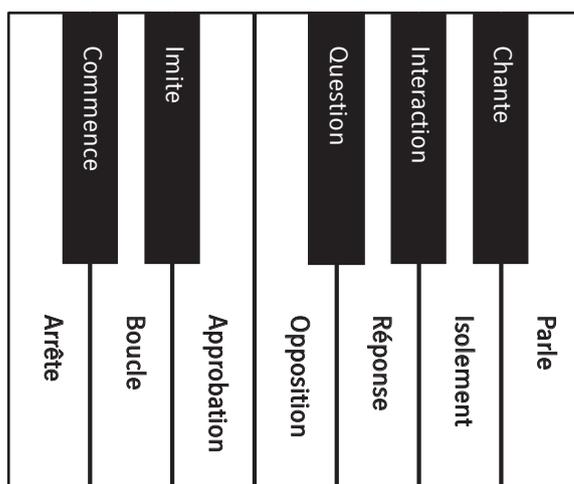
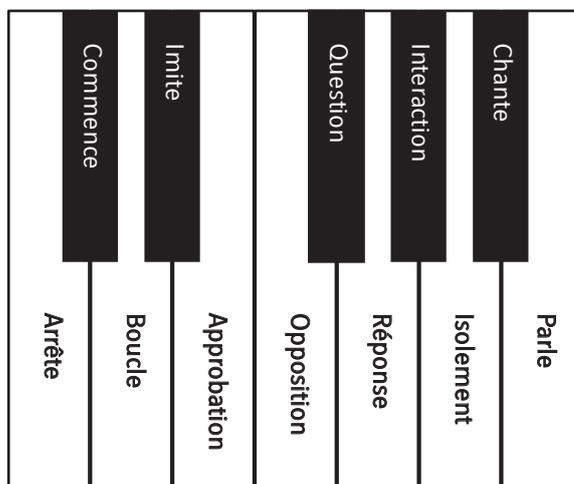
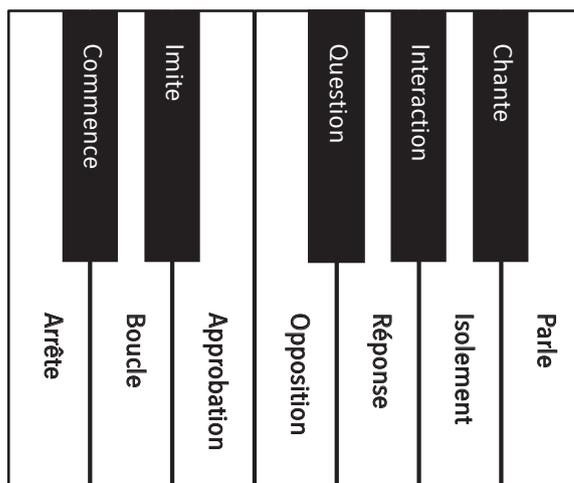
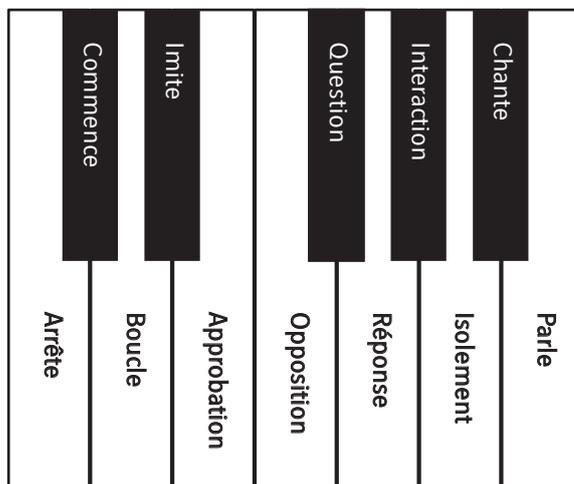
Les instructions peuvent être cumulées. On peut recevoir par exemple une instruction qui dit « commence + boucle » ou « commence + boucle + opposition ». Selon la composition des instructions qui arrivent, chaque personne parle donc d'une manière ou d'une autre.

Ces instructions sont des petits fragments enregistrés et envoyés par un logiciel selon une timeline qui est donnée par des coups de pédales actionnés par les instrumentistes. Ceux-ci ont une partition et jouent une musique qui n'a – en principe – rien à voir avec ce qui est dit. Dans cette musique ils ont des rendez-vous, des moments qui sont liés à des gestes musicaux, des moments où ils commencent, d'autres où ils s'arrêtent, des accents. Ces moments sont synchronisés et marqués sur les partitions par des coups de pédales. En donnant les coups de pédales, les instrumentistes envoient une impulsion à Sistema – je pense qu'on peut appeler Sistema, à ce moment, ce logiciel ; c'est plus facile pour comprendre de quoi on parle – et alors Sistema envoie de nouvelles instructions.

Comment les instructions sont-elles distribuées ?

A.B.: c'est l'objet du travail que nous avons fait ensemble. D'abord il faut que cette distribution soit logique : on ne peut pas dire à quelqu'un de s'arrêter s'il n'a pas commencé, on ne peut pas dire à quelqu'un de répondre à une question s'il n'y a pas eu de question avant – même si là c'est plus subtil ! parce qu'il peut y avoir par exemple des questions précédentes auxquelles on fait allusion –.

Sistema envoie des instructions toujours organisées sur une configuration à quatre et distribuées sur quatre canaux, c'est une polyphonie à quatre voix.



Le choix des actions fondamentales et des modulations est quelque chose que nous avons déterminé ensemble. J'ai proposé plusieurs instructions dont nous avons discutés. Nous avons réduit, séché, simplifié, en se disant que c'est « là c'était moins intéressant » ou « pourquoi pas condenser, on en prend deux et on les met ensemble », etc.

Il ne s'agit pas d'un système philosophique ou d'une ontologie complète, mais plutôt d'un petit système fermé et arbitraire. Nous avons choisi ce système avec lequel il y a déjà plein de choses à faire, plein de formes qui peuvent se construire. Ce qui est drôle, c'est que les actions fondamentales ajoutées aux modulations font douze. Ce qui correspond aux douze touches du clavier chromatique. Nous pourrions même faire l'expérience de les mettre sur les touches d'un clavier et ainsi avoir quatre octaves. Chaque octave étant une des quatre personnes, nous pourrions le jouer à la main comme si on jouait avec des marionnettes vocales. Mais nous ne le faisons pas!

Y a-t-il eu des ramifications théoriques ?

A.B.: la discussion est partie dans plusieurs directions. Par exemple, avec Aymeric Stamm, nous avons échangé sur les technologies de l'émotion-détection qui sont intéressantes pour lui et que — au contraire — je fuis.

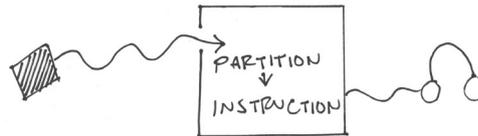
Ce qui est revenu encore et encore dans la discussion, c'est la théorie des automates qui nous semblait être quelque chose qui décrivait bien les états successifs des instructions envoyées. Puis il y a eu la question de la temporalité à l'intérieur des automates, avec la question posée par Assia Mahboubi: « mais le temps c'est quoi dans ce processus? comment on va déterminer cela? »

Quand tu dis que la pièce est écrite, c'est-à-dire que tu imagines les partitions pour les instrumentistes écrites et figées ?

A.B.: oui, elles sont plutôt figées. C'est une partition qui a l'air très traditionnelle, mais avec cette particularité d'une correspondance entre certains gestes, à certains moments, avec ce symbole qui est un P encerclé et qui représente un coup de pédale. Le P encerclé ne spécifie pas les instructions, les instrumentistes ne savent pas ce que ce coup de pédale va envoyer. Les pédales marquent seulement une scansion du temps.

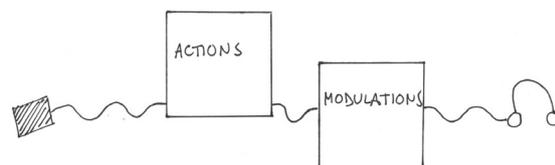
Donc, le contenu du signal déclenché par la pédale est complètement géré par Sistema ?

A.B.: exactement. Sistema fonctionne sur des scénarios différents. Avec Charles Bascou, nous avons imaginé la possibilité de scénarios. Par exemple il y a des moments où Sistema fait des formes qui fonctionnent toutes avec des questions / réponses. D'autres, où il dessine des formes qui sont faites par des oppositions groupes / solos : par exemple, quelqu'un qui pose des questions et un groupe qui répond. Sistema pourrait aussi fonctionner de manière complètement aléatoire et utiliser tout son répertoire de bifurcations et de ramifications.



Est-ce que c'est un scénario comme ça qui est joué pour toute la pièce : choisi en amont et utilisé durant toute la pièce ? Ou au contraire dans Sistema, il y a plusieurs scénarios qui peuvent changer au cours de la même pièce ?

A.B.: les scénarios changent, évoluent, se fondent les uns dans les autres. J'ai essayé de créer une forme continue où l'on ne perçoit pas les césures. Sur sa durée prévue d'une demi-heure - au maximum trente-cinq minutes -, j'aime qu'elle soit perçue comme un geste unique.



Le dialogue qu'on aurait, par contre, serait libre ?

A.B.: le dialogue est libre et vraiment très différent chaque fois. Pour moi c'est très important qu'il n'y ait pas de type de prédétermination. J'aime bien qu'on arrive à chaque fois, avec la tête libre. Rien n'est interdit, ça peut être très scientifique, très technique, ça peut être très banal... mais un principe très important pour moi est qu'il n'y ait jamais une préparation avant. Je veux vraiment qu'on arrive à chaque fois concentrés, éveillés, avec une sorte d'intensité, mais sans avoir pensé avant à ce que on va faire. Il faut repousser cette question jusqu'au moment où commence la performance. L'enchaînement des séquences musicales est le même. L'enchaînement de la conversation par

contre est toujours différente. Chaque public fera une expérience différente de Sistema. La qualité - si on peut le dire ainsi! - du type de conversation est très aléatoire.

Mais le temps c'est quoi dans ce processus?

A.B.: pour celui qui parle, le temps importe peu, il n'est pas obligé d'y penser — il y a quelque chose qui te dit « tu commences, tu t'arrêtes », finalement pourquoi se presser, pourquoi accélérer, pourquoi ralentir... on s'en fiche du temps. On le perçoit mais on ne peut rien faire. Ça viendra, on sera obligé après le coup de pédale de s'arrêter ou de chanter.

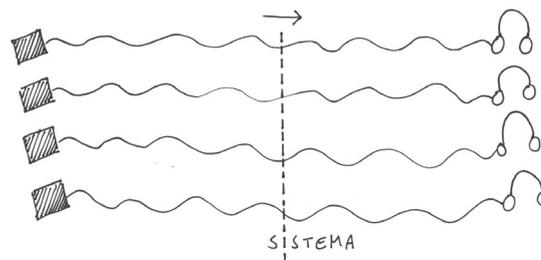
Alors que pour les instrumentistes, c'est tout le temps à propos du temps. Ils sont obligés d'y penser tout le temps. Les instrumentistes ont quand même une liberté par rapport au temps dans Sistema. Ils ont la partition mais ils l'interprètent d'une certaine manière, avec leur tempo. C'est eux les maîtres du temps, finalement. Mais ils ont un temps commun qui est partagé par eux trois, un temps commun plus ou moins élastique. Il y a une sorte de respiration.

Y'a pas un métronome derrière qui...

A.B.: des fois il y a! Il y a des pièces qui sont plus métronomiques et des pièces qui sont plus rubato.

Rubato ça veut dire voler : tu accélères ou tu ralentis, librement. C'est une musique qui a une scansion rythmique, métrique, mais cette scansion est interprétée librement. On peut soudainement accélérer ou ralentir. Ce sont des choses qui se font beaucoup dans les ensembles, avec des respirations, en se regardant. Ce sont des choses qui, quand on les regarde écrites, semblent peut-être très carrées. Et quand elles sont jouées, il y a une sorte d'oscillation de la temporalité qui est faite par le corps du performer et dans la manière d'être ensemble. Je pense qu'il y a beaucoup de ça dans ce qui détermine les endroits où les coups de pédales sont envoyés. Pour celui qui discute, le moment où il est le plus libre, est le moment où il parle. Car quand il s'arrête, il stresse un peu pour savoir ce qu'il va dire au prochain coup de pédale où il devra parler. C'est en effet parfois stressant mais cela me fascine aussi.

Puis il y a le niveau des instructions simples — stop, go — très carrées qui s'opposent à la pensée, à ce qui est dit, aux émotions. Des moments où ça chauffe un peu dans le groupe et des moments où ça se refroidit. Ce sont des choses qui ne sont pas du tout formalisées dans la pièce.



Un arbre de dérivation d'une composition d'instructions de Sistema écrite dans le λ -calcul, un modèle de calcul disposant d'un système déductif basé sur la théorie des types.

$$\begin{array}{c}
 \frac{\frac{\frac{\vdash \text{chante} : \text{flux} \rightarrow \text{flux} \quad y : \text{flux} \vdash \text{imite } y : \text{flux}}{y : \text{flux} \vdash \text{chante}(\text{imite } y) : \text{flux}}{\vdash (\lambda y. \text{chante}(\text{imite } y)) : \text{flux} \rightarrow \text{flux}} \quad \frac{\frac{\frac{x : \text{phrase} \vdash x : \text{phrase} \quad \vdash \text{opposition} : \text{phrase} \rightarrow \text{phrase}}{x : \text{phrase} \vdash \text{opposition } x : \text{phrase}}{\vdash \text{repete} : \text{phrase} \rightarrow \text{flux}}}{x : \text{phrase} \vdash \text{repete}(\text{opposition } x) : \text{flux}}}{\vdash \lambda x. (\lambda y. \text{chante}(\text{imite } y))(\text{repete}(\text{opposition } x)) : \text{phrase} \rightarrow \text{flux}}
 \end{array}$$

Le rêve de Guilhem Jaber.



Guilhem Jaber travaille en sémantique formelle, donc sur la question du sens, ou comment représenter la question du sens mathématiquement ; pas pour n'importe quel type de langage, mais pour ce qu'on appelle un langage idéal, comme les langages logiques et de programmation.

A.B. : C'est quoi un langage idéal ? Ça existe ?

G.J. : C'est un peu une opposition entre, d'un côté, la langue naturelle - comme le français, l'anglais... - et de l'autre côté, les langues idéales qui sont une manière de construire de nouveaux langages. Des langages mieux structurés qui n'ont plus d'ambiguïtés. C'est un mouvement qui commence avec Leibniz au XVII^e siècle et sa *Characteristica Universalis* et qui a été développé par le logicien allemand Gottlob Frege à la fin du XIX^e siècle qui a essayé de comprendre comment sortir la logique du niveau de la langue naturelle, telle qu'elle a été conçue par les Grecs, Aristote et les stoïciens, puis par les scolastiques au Moyen Âge. Une logique issue de la rhétorique qui présentait des limitations car très vite, on s'est mis à tourner en rond.

A.B. : Ainsi, avec Leibniz il y a eu une nouvelle approche du langage, une nouvelle façon d'aborder la question ? Quelque chose qui pouvait séparer les choses de ce monde de celles de «l'autre» ? Donc une langue d'ici-bas, distincte d'une langue idéale, céleste ?

G.J. : En effet, l'idée s'est développée de construire une nouvelle langue qui soit idéale, avec des symboles, une syntaxe et une sémantique propres. On s'est retrouvé alors avec une opposition entre langue naturelle et langue idéale. Et c'est un point qui m'intéresse car j'en trouve l'écho dans *Sistema* : il y a la langue des instructions qui est un peu la langue idéale, et qui va agir, en plus, sur la langue naturelle, la langue que l'on parle, la langue orale.

A.B. : Et comment peut-on essayer de mieux comprendre dans *Sistema* cette articulation qu'il y aurait entre les deux niveaux de langue, cette langue idéale - la langue des instructions - et la langue naturelle ?

G.J. : Revenons à ces débuts de la langue idéale. Je parlais de Frege. Il est arrivé à un moment où les mathématiques étaient en crise — ce qu'on appelle la crise des fondements. C'était l'époque de Cantor qui avait conçu la théorie des ensembles ; on se retrouvait avec des paradoxes logiques. Cela a donné lieu au développement de la logique mathématique, à partir de l'approche algébrique de Boole, pour arriver à un langage idéal dans lequel on pouvait éviter tous ces soucis-là. Puis dans la continuité, il y a eu le développement de ce qu'on appelle les langages de programmation, où la question était plutôt de comprendre ce que l'on pouvait calculer.

A.B. : C'était quand ?

G.J. : Dans la première partie du XX^e siècle, avant-même l'arrivée des ordinateurs. Les premiers travaux sont ceux de Turing notamment, dont l'objectif était de répondre à la question posée dès Leibniz : est-ce qu'on peut résoudre tel problème de manière systématique ? Existe-t-il un programme informatique, un algorithme, qui permet de le résoudre ? »

À ce niveau-là, il y a une idée nouvelle, celle de rendre matérielle une idée, dans le sens « un calcul ».

Une fois que les ordinateurs sont apparus, on pouvait exécuter des programmes. Un concept qui était, disons, dans le monde des idées, pouvait maintenant être décrit par un programme et devenir d'un coup matérialisable. On pouvait l'exécuter sur une machine et voir le résultat.

A.B. : Donc là, même la langue céleste s'est incarnée...

G.J. : Effectivement, cela a permis de tisser des ponts entre matérialisme et idéalisme. On s'est retrouvé avec ces deux types de langues idéales, la logique mathématique et les langages de la programmation. Quels sens ont ces phrases écrites dans ces langues-là, dans ces langues idéales ? Comment leur associer un sens ? C'est là où mes travaux se situent.

Un programme, si on veut comprendre ce qu'il fait, il faut lui donner un sens. Et pour faire ça, il y a beaucoup de possibilités. Il y a notamment deux notions qui sont essentielles, que l'on retrouve à la fois dans l'étude de ces langues idéales qui m'intéressent, et dans les langues naturelles que les linguistes, par exemple, étudient. Ce sont les notions de compositionnalité et de contextualité..

A.B. : Tu peux développer un peu ces concepts ?

G.J. : Ce sont des pistes de réflexion. Contextualité, c'est l'idée de dire que le sens d'une phrase dépend du contexte. Par exemple, si je dis « aujourd'hui il pleut », ça suppose déjà de savoir aujourd'hui c'est quand ? Si je dis « je suis triste », de savoir qui est je, qui parle. Cette notion intervient énormément dans la langue naturelle, mais elle intervient aussi dans la langue idéale. Par exemple, le sens d'un programme informatique va dépendre du contexte de la machine qui l'exécute, de l'interaction avec l'environnement. Et autour de cette question du contexte, il y a l'idée de comprendre ce qu'est l'environnement.

A.B. : Cela me fait directement penser à des situations que l'on retrouve dans de nombreuses œuvres liées au nouveau roman ; chez Nathalie Sarraute, Alain Robbe Grillet, Claude Simon ou encore Samuel Beckett, par exemples. La contextualité y était délibérément modulée, variable ou indéfinie et toute la langue prenait soudain une autre couleur et un autre sens. Et dans Sistema ?

G.J. : Dans Sistema, c'est assez apparent. Si nous prenons, par exemple, une instruction comme « boucle/en chantant », « boucle » va forcément dépendre du contexte : qu'est-ce qui a été dit pour savoir comment exécuter cette instruction. L'instruction seule n'a pas de sens, on ne peut pas lui donner de sens tant qu'on ne sait pas ce qui a été dit autour. Pour étudier ça, il faut être capable de réifier le contexte, de lui donner un statut qui soit un statut mathématique. Dans les travaux qui m'intéressent, c'est de se dire que le contexte peut être aussi décrit, formalisé dans le langage. Mais c'est là où dans Sistema cela me semble plus compliqué à aborder. Car on se retrouve avec un contexte qui sera au niveau de la langue naturelle alors que l'instruction est à un niveau en dessous. Et là je trouve qu'il y a une question d'articulation entre les deux niveaux sur laquelle qu'il est assez intéressant de réfléchir.

A.B. : Tu parlais aussi de compositionnalité ...ce qui n'a rien à voir, du moins directement, avec la composition musicale.

G.J. : La notion de compositionnalité est de vouloir comprendre une phrase du langage en la décomposant. C'est suivre ce qu'on appelle l'atomisme logique. Si je dis « boucle en chantant », je devrais être capable de comprendre son sens en regardant juste le mot « boucle » et les mots « en chantant », en décomposant ma phrase en plusieurs parties et en reconstruisant le sens à partir de ces atomes qui seraient d'un côté l'instruction « boucle » et de l'autre côté la modulation « en chantant ».

A.B. : Il y aurait donc d'une part l'aspect «flux» et d'autre part celui des atomes linguistiques et des différents éléments de la composition qui se lient entre eux. Tout cela étant négocié avec la compréhension de l'auditeur qui lie le tout dans un continuum perceptif, qui met tous les éléments en ordre dans un nouveau contexte ?

G.J. : Les deux questions de contextualité et de compositionnalité sont reliées. Si on s'intéresse, par exemple, aux questions de la sémantique que l'on pourrait donner à Sistema, il s'agirait d'un dialogue, mais d'un dialogue qui me semble

complexe à articuler parce qu'il y a différents niveaux d'interprétation : les instructions que l'on reçoit, les interactions qui ont lieu entre les différents acteurs, entre les instructions que l'on reçoit... Les structures mathématiques à explorer pour réfléchir à cette question du sens me semblent intéressantes. Je travaille beaucoup sur ce qu'on appelle la sémantique d'interaction et la sémantique de dialogues. Au niveau des langages de programmation, on s'intéresse à réifier l'environnement et à voir la sémantique d'un programme comme étant un dialogue entre le programme et son environnement. Le programme demande quelque chose à l'environnement, l'environnement lui répond.

A.B. : Sistema n'arrête pas de prendre en compte les "affordances" que la situation et la conversation lui proposent.

G.J. : C'est là où l'on peut se poser la question si ce type de programme, d'outil là, pourrait être utile à Sistema, en termes de représentation du sens qu'auraient, par exemple, les instructions que l'on reçoit ?

A.B. : Bien sûr, il serait certainement utile pour créer un modèle de fonctionnement de la composition, une forme de partition qui tienne plus explicitement compte de l'environnement dans lequel elle opère.

G.J. : J'ajouterais qu'il y a un aspect encore plus lointain, plus énigmatique pourrait-on dire ! Dans Sistema, quand on parle, on peut parler de Sistema — du système même —. La langue orale parle alors elle-même du langage des instructions. On se retrouve dans une expérience réflexive : je peux interroger ce que fait Sistema.

Imaginons qu'en parlant comme ça, cela donne une liberté aux instrumentistes, comme de choisir telle et telle instruction par rapport à ce qu'ils entendent. On pourrait s'amuser comme ça à formuler des paradoxes logiques : "si je viens de dire ça cela, cela suppose que le musicien doit faire ceci, mais en faisant ceci il va ré-influencer ma manière de parler" etc. Des espèces de boucles de rétroaction comme ça, qui seraient en écho avec des paradoxes logiques, ou alors des points aveugles que l'on peut retrouver en logique, du type de ce que l'on appelle théorème d'incomplétude de Gödel, qui posent des limites à ce que l'on peut connaître avec la logique.

B

♩ = 80

69 (slightly pitched air sound)

Paetrol Bass Recorder

Contrabass Clarinet in Bb

Accordion

Ⓟ (start) (...)

4/4

7/4

5/4

13/4

dal niente, colour tremolo

dal niente, colour tremolo

Ⓟ

Ⓟ

Ⓟ

Ⓟ

1	Parle (Question Droite)	Parle (Réponse)	Parle (Chante)	Parle (Question Face)
2	Parle (Réponse)	Rien (Réponse)	Parle (Chante)	Rien (Chante)
3	Parle (Réponse)	Rien (Réponse)	Parle (Question)	Parle (Réponse Face)
4	Parle (Réponse Gauche)	Rien (Réponse)	Parle (Question)	Rien (Question)

Ⓟ

Ⓟ

B. Rec.

Cb. Cl.

Acc.

4/4

9/4

3/4

5/4

12/8

13/8

14/4

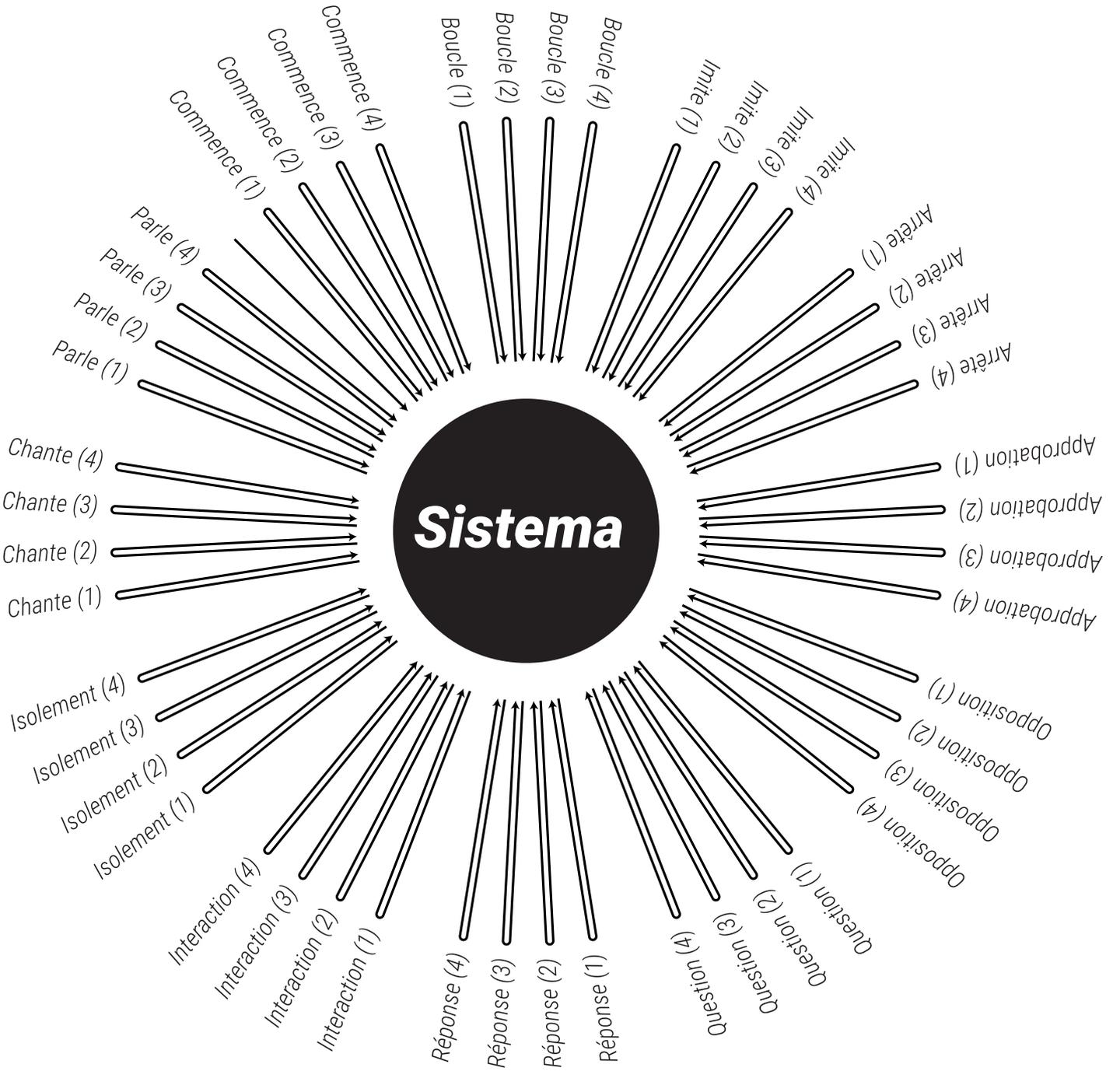
Ⓟ

Ⓟ

Ⓟ

**On a parlé des transports,
on a parlé d'un voyage
au bord de la mer, on a
parlé de confinement, on a
parlé de liberté, de textes,
de lexiques, de langage
naturel, de langage naturel,
de langage naturel, de
langage naturel, de langage
naturel, de langage naturel,
de langage naturel, de
langage naturel, de langage
naturel, de langage naturel,
de langage naturel, de
langage naturel, de langage
naturel, de langage naturel,
de lan—**

Sistema



La vérification de Loïg Jezequel.



Le domaine de recherche de Loïg Jezequel est ce qu'on appelle largement la « vérification », dont l'objectif est de s'assurer que des systèmes, en général informatiques, fonctionnent correctement. Plus précisément, il fait du model-checking, c'est-à-dire, grossièrement, comment représenter ces systèmes par des automates que l'on va utiliser ensuite pour en vérifier des propriétés.

A.B. : Qu'est-ce qu'un automate ?

L.J. : Quand on fait référence aux automates dans les discussions rapportées ici, on parle en réalité d'objets mathématiques dont le nom complet est « automates finis ». Un automate fini est constitué d'un ensemble fini d'états - en général représentés par des ronds quand on dessine des automates - et d'un ensemble fini de transitions - en général représentées par des flèches - qui permettent de passer d'un état à un autre et auxquelles on peut donner des noms. Les automates finis peuvent être utilisés pour modéliser et analyser des programmes informatiques - chaque état représentant une évaluation possible de l'ensemble des variables du programme et chaque transition représentant l'effet d'une ligne de code sur ces variables - mais aussi de nombreux autres types de systèmes.

A.B. : Au contraire dans Sistema, les automates ont servi d'inspiration pour construire le logiciel qui génère les instructions et pouvoir imaginer les ramifications dans le temps.

L. J. : En fait dans Sistema, tel que je comprends la façon dont Charles Bascou a utilisé des automates pour programmer le logiciel, le model-checking serait plutôt pour appréhender l'ensemble des choses possibles, des choses qu'on a le droit de faire. Et donc générer des séquences d'ordres et de modulations qui soient cohérentes, au sens qu'il n'y aura pas une question après une réponse ou bien qu'on ne sera pas appelé à imiter alors que personne n'est en train de faire quelque chose. Et je me demande si on ne pourrait pas tourner la réflexion dans l'autre sens, en utilisant les automates pour vérifier si le système qu'on utilise est bon, s'il fonctionne bien ; par exemple on pourrait se demander si, en suivant un scénario qui a été écrit, quoiqu'on fasse, on va toujours réussir à trouver quelque chose à faire après.

A.B. : Sûrement. Mais il serait beaucoup plus difficile de l'utiliser pour analyser le flux de la discussion orale, avec toutes ses ambiguïtés linguistiques et émotionnelles. La conversation a tendance à encercler les blocages, à déborder à travers des fissures causées par les incohérences du système.

L. J. : Et en fait je pense que dans la version actuelle des actions fondamentales et des modulations il n'y a pas trop de blocages et on peut toujours trouver quelque chose à faire, mais on pourrait imaginer qu'avec d'autres actions fondamentales et d'autres modulations, ce ne soit pas forcément le cas.

A.B. : Alors une première question « classique » qu'on aurait à se poser, serait : est-ce que pour

tout scénario on va être capable de générer une suite d'instructions — infinie parce qu'on ne sait pas la longueur de la pièce — dans tous les cas ? Est-ce qu'on va toujours réussir à en générer une ?

L.J. : Même si on sait en générer une, en fait ce n'est pas forcément suffisant. Parce qu'il se peut que le processus aléatoire qui choisit la séquence de choses qu'on doit faire, choisisse une séquence qui n'est pas celle-ci. Donc la question, la vraie question, qu'on veut et qu'on doit se poser, c'est : est-ce que, quoiqu'on fasse au début, on sera toujours capable de le prolonger par la suite dans quelque chose qui fonctionne ? Et si ce n'est pas le cas – donc là les questions que je pose sont plutôt du domaine de la vérification –, si on se rend compte qu'il peut y avoir des séquences pour lesquelles à un moment on soit bloqué, il faut se poser la question de ce qu'on appellerait le contrôle, **qui serait :**

A.B. : Comment faire pour m'assurer que l'ordre que je donne à un instant donné va garantir que jamais dans le futur, je vais me retrouver bloqué et ne plus être capable de donner un ordre ?

L.J. : Ça ce sont les questions, à mon avis, qu'on peut se poser sur le système tel qu'il est actuellement. Et je pense que la réponse est « oui ». On peut faire un peu tout ce qu'on veut parce que le système est finalement peu contraint. Ensuite on peut se demander ce qui se passe si on change le système : est-ce que dans ce nouveau système on peut toujours trouver un mot et puis ensuite — en vérification — pouvoir faire des choses un peu plus évoluées, comme, par exemple, caractériser les systèmes qui seraient valables pour Sistema ? Est-ce qu'on pourrait les utiliser en n'ayant pas de risque de se retrouver bloqués ? Alors là il faudrait se poser des questions sur comment on décrit, mathématiquement, un système.

Parce qu'en fait le système qu'on utilise actuellement est basé sur notre intuition. On sait qu'une question, ça vient avant une réponse. On sait que pour imiter quelqu'un, on a besoin que cette personne parle. Des choses comme ça. Mais si on voulait prouver mathématiquement des choses là-dessus, il faudrait savoir exprimer, dans un formalisme quelconque, ces relations entre les choses qui se passent.

Il faudrait, Alessandro, par exemple, que quand tu écris des nouveaux systèmes, tu aies un formalisme pour décrire ton système et précisément pour décrire que telle modalité nécessite telle autre.

A.B. : Certainement qu'au début je n'avais rien de tel dans la tête. Il est possible par contre qu'inconsciemment certaines règles aient

commencé à se cristalliser avant que je ne m'en rende compte. C'est peut-être une façon assez courante de fonctionner.

L. J. : Ça, ça peut toujours se représenter par des automates, en tout cas dans notre cadre qui est relativement simple, où ce qui nous intéresse, c'est la succession des choses et pas forcément, le temps entre les choses. Je pense qu'avec les automates, on pourrait décrire des systèmes de manière générale.

A.B. : Mais enfin, qu'est-ce que c'est un système?

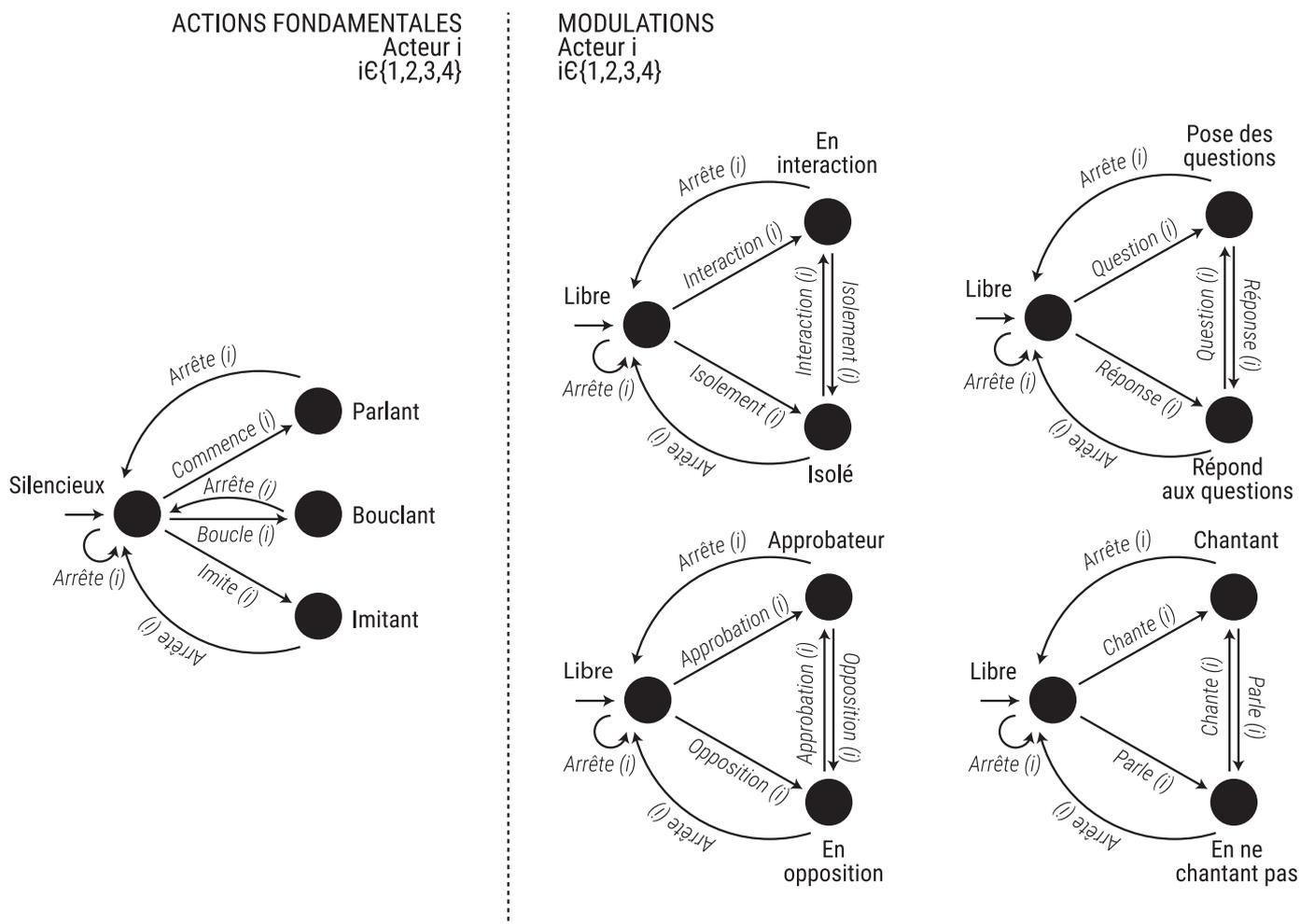
L. J. : C'est un ensemble d'ordres, un ensemble de modalités, et des contraintes entre ces ordres et ces modalités. Une fois qu'on aurait ce système, représenté par des automates, on pourrait se poser les questions présentes: est-ce que je vais toujours réussir à utiliser ce système quel que soit le scénario? Est-ce que je dois faire attention à ce que je demande aux participants pour être sûr de pas me retrouver bloqué?

A.B. : J'ai vu plein de représentations d'automates avec des petits cercles, et je me demandais si on pouvait trouver une manière de représenter Sistema avec ce langage? Si c'est quelque chose qui est faisable? Est-ce que c'est quelque chose qu'on peut faire sur un grand bout de papier?

L.J. : Un très grand bout! Si on abstrait les quatre personnes, peut-être. Et surtout je pense qu'on peut faire une représentation modulaire, c'est-à-dire avec des modalités ou des ordres qui ne sont pas vraiment liés entre eux. On n'est pas obligé de les représenter dans le même automate. On peut faire des automates beaucoup plus petits mais qui fonctionnent tous en parallèle. Et là, tu pourrais probablement avoir une représentation, par des automates, visuelle, j'imagine, sur une feuille de papier comme ça, oui.

A.B. : Par curiosité, et aussi un peu ignorance, un automate, je le visualisais vaguement comme un graphe orienté mais c'est uniquement ça ou ça peut être des représentations différentes?

L. J. : C'est un graphe orienté avec en plus des étiquettes sur les arcs, un sommet qui est identifié comme étant le point de départ et un ensemble de sommets qui sont identifiés comme étant les objectifs. Sachant que là, dans le cadre qu'on a, on s'en fiche un peu des objectifs puisque notre seul intérêt, c'est d'essayer de pouvoir continuer tout le temps à progresser.



12 C

109

B. Rec.

Cb. Cl.

Acc.

1	Boucle (Chante)	Boucle (Chante)
2	Imite (Parle)	Rien (Parle)
3	Imite (Parle)	Rien (Parle)
4	Imite (Parle)	Rien (Parle)

114

B. Rec.

Cb. Cl.

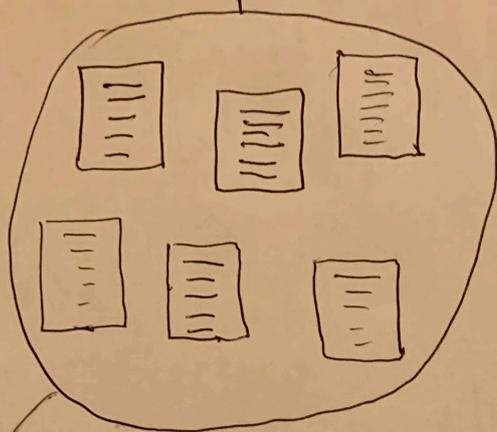
Acc.

Un. Bon, un monologue, un monologue à partir de rien. On peut commencer un nouveau voyage. Un voyage un peu plus à l'ouest cette fois. Donc, si on repart en bateau, en bateau sur l'atlantique, qu'est-ce qu'on rencontre en premier, les Açores ou pas les Açores? Peut-être Madère. On s'arrête à Funchal.

Deux. Eh bon. On s'est encore retrouvés dans la même situation qu'hier. On parle de rien. On se contredit sur rien. Vraiment une discussion creuse; Et j'ai l'impression qu'on est reparti pour parler chacun de son côté. C'est assez délicat parce qu'il faut essayer de pas se laisser influencer par les autres et par exemple en commençant à dire ça j'ai l'impression d'être déjà influencé par Marianne parce que je pense que je le dis parce que j'ai capté —

Trois. Donc maintenant je vais pouvoir enfin refaire un petit peu le point parce que là on est repartis sur l'approbation-opposition c'est vraiment hyper compliqué, je crois que c'est vraiment le truc le plus difficile finalement, et puis donc là on pourrait peut-être faire une démonstration à Aymeric de ce qu'on a fait hier, c'est-à-dire que on est en isolement, mais finalement on entend ce que disent les autres. Et donc —

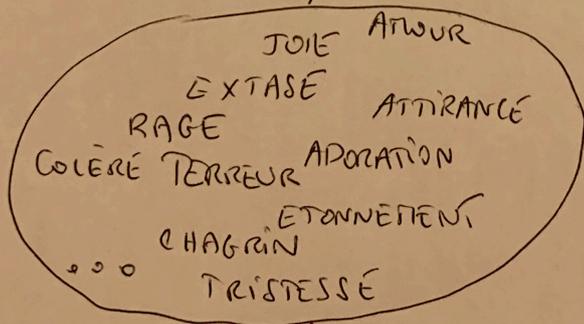
TEXTES DE RÉFÉRENCES



TOKENISATION

DICTIONNAIRE

"BRAVO"	JOÏE
"LOUP"	PEUR
"CRIER"	COLÈRE



EMOTIONS

MODÈLE MATHÉMATIQUE

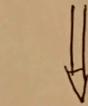
Mot dont on veut prédire le contexte émotionnel

$$\pi(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon$$

probabilités que le mot reflète classe émotion

mots environnants

terme d'erreur



APPRENTISSAGE (MACHINE LEARNING)



PREDICTIONS

- CLASSIFICATION D'UN TEXTE EN PHASES ÉMOTIONNELLES
- CORRELATION ENTRE PHASES ÉMOTIONNELLES DE LA CONVERSATION SISTEFA ET PARTITION JOUÉE PAR LES MUSICIENS

Les statistiques d'Aymeric Stamm.



Aymeric Stamm est ingénieur de recherche, expert en information statistique. Il s'intéresse à comprendre des phénomènes observables par le biais de modèles probabilistes qui sont estimés à partir d'un corpus de données récoltées. L'approche classique consiste à proposer un modèle simple à partir de notre compréhension du phénomène étudié. L'apprentissage automatique par l'ordinateur offre la possibilité de proposer des modèles bien plus complexes mais moins interprétables. Il mène une réflexion sur les circonstances dans lesquelles l'une ou l'autre approche est plus pertinente. Les deux sont-elles d'ailleurs mutuellement exclusives ? Un domaine particulièrement porté par l'approche d'apprentissage automatique est l'analyse de sentiment qui pourrait permettre une analyse a posteriori de *Sistema*.

A.S. : Quand on joue la pièce - qui est l'entrée -, on va mesurer, en sortie, deux sources d'informations: une source musicale et une source textuelle. Il faut être capable de voir comment on veut traduire ces informations: qu'est-ce qu'on veut en garder pour les analyser? Ce qui va m'intéresser au niveau des statistiques, c'est: est-ce que je suis capable de créer un lien entre l'entrée et la sortie, c'est-à-dire entre mon modèle de Sistema, qui est ce fameux graphe qui évolue dans le temps, et ce que j'ai écouté, capté en sortie, c'est-à-dire les deux sources d'information qui sont la musique et les voix?

(Représentation du graphe qui évolue dans le temps)?

Sachant que là il faudrait quand même être capable de faire un certain nombre de choses. Sur la voix, il faudrait qu'on soit capable, à partir d'un flux audio, de décortiquer les différents mots. Et voir comment est-ce qu'on voudrait utiliser l'information musicale: est-ce qu'on veut extraire les notes ou quelques autres paramètres?

A.B.: C'est intéressant parce que jusqu'à présent on s'est intéressé à l'aspect formel, syntaxique du système et du langage. Alors que, dans ta perspective, tu veux regarder directement la matérialité de ce qui en ressort: la voix, les fréquences de la musique, les émotions. Ceux-ci sont potentiellement beaucoup plus irrationnels, chaotiques et difficiles à décrire.

A.S. : On a deux sources d'informations en sortie. Comment est-ce qu'on crée un modèle qui essaie de savoir s'il y a un lien entre ces deux sources d'informations de sortie et le modèle de graphe, qu'on a fait au départ, du modèle de Sistema?

Après on pourrait faire varier, éventuellement, les modulations ou les actions, et alors on aurait, pour des actions et des modulations qui changent, un flux texte et un flux audio différents en sortie. On pourrait alors imaginer des problématiques de classification, enfin de clustering en l'occurrence. Donc essayer de voir, pour certaines modulations, si on est capable de regrouper des actions et des modulations qui donnent toujours lieu à un flux audio de sortie qui est un peu similaire, dans une certaine manière à quantifier.

A.B.: Il y a une sorte de prolifération des critères...

A.S. : On peut analyser les différentes sorties, les classer, essayer de décrire ces différents groupes qu'on a constitués et voir comment on avait fait pour produire des musiques, des discours, des conversations.

Après il y avait toute la discussion que j'avais lancée sur les détections des émotions. Mais on va là vers quelque chose, il me semble, vers quoi, Alessandro, tu ne voulais pas trop aller.

A.B.: C'est vrai, ce sont des thèmes auxquels je résiste. Ils me provoquent des réactions plutôt ... émotionnelles! Par contre je suis très intéressé à t'écouter sur ta pratique dans ce domaine.

A. S : J'utilise beaucoup le logiciel R en ce qui concerne les statistiques. Il existe plusieurs outils informatiques qui explorent l'analyse des sentiments. L'un d'entre eux explore la question de la détection des émotions: on a essentiellement appris à un classificateur à dire l'émotion principale d'un texte à partir d'une base de données de 1500 mots classés en 6 catégories - colère, dégoût, peur, joie, tristesse et surprise -. Vous lui donnez alors un mot, une phrase ou un texte et il vous indique la probabilité de la présence de ces émotions dans le texte que vous avez donné. Un autre outil informatique est intéressant mais il ne donne que la polarité, c'est-à-dire si le texte est plutôt positif ou négatif. Il le fait sur la granularité des phrases, c'est-à-dire qu'il extrait les phrases du texte d'entrée et propose un score de polarité pour chaque phrase identifiée.

A.B.: En ce qui concerne les sentiments, cela m'intéresse beaucoup et en même temps cela me fait un peu peur - et c'est une peur, celle de l'apprentissage automatique, de l'imitation d'un choix intelligent - qui m'habite depuis longtemps et qui mérite peut-être d'être explorée. Pour des raisons instinctives, j'ai toujours préféré une esthétique où interviennent des robots, des machines pensantes ou parlantes, mais volontairement maladroites et rudimentaires, car je sais déjà que je ne suis pas du tout intéressé par le fait que ces machines parviennent à fonctionner «à fond», mais je suis très intéressé quand elles fonctionnent «un peu».

A.S. : T'as déjà travaillé dans ce sens?

A.B.: J'ai travaillé sur une machine à parler qui réorganise des fragments de ma voix enregistrée (MaskMirror) et les choisit au hasard dans des catégories syntaxiques. J'ai toujours aimé travailler à ce niveau. Mais dès qu'on m'a proposé la reconnaissance vocale et la possibilité que la machine puisse réellement

« comprendre » ce que je disais, mon intérêt s'est rapidement émoussé. C'est un intérêt différent de celui d'un chercheur qui travaille peut-être dans un environnement d'entreprise et pour qui les objectifs sont différents des miens. Par exemple faire en sorte qu'un service client fonctionne vraiment bien. Je déteste le service clientèle, je ne veux pas qu'il fonctionne bien, et malheureusement il fonctionne de mieux en mieux, c'est presque un triomphe technologique de ces dix dernières années.

A.S. : C'est vrai, ça avance à grands pas, il y a aussi des grands intérêts économiques et des grands investissements dessus.

A.B. : Si vous me dites que les sentiments en question pour l'analyse des sentiments sont la colère, le dégoût, la peur, la joie, la tristesse et la surprise, il m'est très difficile de comprendre ce que je peux en faire. Évidemment, je sais ce que sont la colère, le dégoût, la peur, la joie, la tristesse et la surprise. Je les rencontre souvent dans la vie de tous les jours. Mais en même temps, dans l'univers du Sistema, je ne sais pas ce que nous sommes ou je fais semblant de ne pas le savoir.

A.S. : Est-ce que tu peux t'expliquer un peu plus sur ça ?

A.B. : Tout d'abord, je ne sais jamais si la musique est joyeuse ou triste ou dégoûtante ou... La musique me donne des émotions très fortes mais ce sont des émotions qui vont bien au-delà de ces mots. Bien sûr, je sais ce qu'est conventionnellement de la musique "joyeuse". Mais en même temps, dans ma vie de musicien, je prétends ne jamais savoir et je ne connais jamais le nom des émotions que je ressens lorsque j'écoute de la musique. Pas plus que je ne connais le nom des émotions que la musique, que j'écris, devrait provoquer. De même, lorsque j'invite quatre « parleurs » à participer dans Sistema, je ne leur dis pas quel caractère doit avoir leur conversation. Il s'agit, là aussi, d'une sorte de parti pris esthétique. Tant qu'ils respectent strictement les règles et les instructions données par casque, tout va bien pour moi. Ils peuvent aussi parler de choses très déprimantes du début à la fin de la pièce ; ça me va. C'est un choix de regarder ces conversations de manière abstraite, avec une certaine distance musicale, peut-être pas entièrement humaine. J'aime beaucoup mettre en place une sorte de suspension du jugement, créer un objet esthétique dans lequel, cependant, je ne décide jamais de ce qui est beau et de ce qui est laid.

A.S. : Tu as peur d'une influence «extérieure» sur la musique ou ton travail artistique ?

A.B. : Oui une chose qui me fait peur, par exemple, c'est de construire des appareils qui doivent être connectés à l'internet pour fonctionner. Par idiosyncrasie, j'aime penser à mes pièces comme à des univers autosuffisants. J'ai une vision légèrement névrotique de l'internet comme un trou dans notre quotidien d'où s'échappe beaucoup d'énergie, comme un trou dans la coque d'un vaisseau spatial d'où s'échappe tout l'oxygène.

Donc paradoxalement ce que tu me proposes est très intéressant mais je me demande comment on pourrait lui faire générer de l'excès, pour qu'il puisse fonctionner de manière absurde et inutile. Par exemple, en faisant des patchworks émotionnels qui n'existent pas dans la nature ou en poussant le feedback émotionnel au paroxysme.

A. S. : J'aime bien ton point de vue de dire que si l'on essaye de catégoriser par exemple des émotions, c'est compliqué, car déjà il n'y a pas six émotions quand on écoute une musique, mais plein de choses qui se passent. Et puis sur une même musique, ça ne va pas être la même chose pour deux individus. Et puis sur les trois minutes de musique ou les trente minutes de musique, je vais passer par tout un tas d'états.

A. B. : Oui, il y a une sorte de blocage de mon côté, lié à la question « ça sert à quoi ce truc ? ». Je n'ai pas de réponse à cette question. La réponse est plus esthétique. Ou peut-être une réponse pourrait être : « ok, ça sert à faire du bruit », dans le sens où parfois, quand il y a des blocages, des malentendus, des choses qui font rire, de l'ironie, des émotions n'importe lesquelles, il y a quelque chose de sonore qui se passe qui peut être intéressant.

J'ai une sorte de refus instinctif par l'emotion learning. Mais c'est vrai que, en réinventant ce type de catégories d'une manière qui n'est pas du tout utilitaire, ça peut être très intéressant de penser des distributions de modules émotionnels qui soient faits aléatoirement comme dans la musique de John Cage.

Un peu de politique dans *Sistema*.

- Est-ce qu'on veut faire des expériences pour voir un système où il y a de vraies interactions et pas forcément une action d'un ensemble sur un autre ?
- Qu'est-ce que ça pourrait être un loopback ?
- Bah si on voulait vraiment une action réflexive, les voix elles-mêmes auraient une pédale ...
- On peut aussi leur dire « répète » ou « arrête », et du coup eux aussi répéteraient leurs instructions.
- Sauvez-moi j'en peux plus !
- De nuances ? Par exemple « parle très fort », « parle très peu fort » ça probablement influencerait les musiciens, j'imagine, qui vont essayer peut-être en permanence, au minimum, d'entendre les gens qui parlent, et donc si on parle vraiment peu fort ils vont probablement diminuer leur volume de jeu.
- Oui, ça va se passer un peu naturellement ...
- S'il y avait cette interaction, je pense que ça induirait des comportements beaucoup plus imprévisibles, qui seraient beaucoup plus compliqués à modéliser, je ne parle pas d'un point de vue esthétique mais d'un point de vue d'expérience.
- C'est vrai qu'au début ça me semblait quand même très hiérarchique comme système. Maintenant de plus en plus je vois que c'est plein de hiérarchisations et c'est intéressant de voir comment on pourrait changer pour que tous les éléments d'un système aient le même niveau de contrainte et le même niveau de liberté.
- Et ceux qui ont le moins de liberté finalement ce ne sont pas ceux qui parlent, mais les musiciens. Parce que les musiciens ont une partition qui leur dit quoi jouer, quand appuyer sur la pédale, et en plus quand ils appuient sur la pédale ils ne choisissent même pas ce que ça fait. Ils ne font qu'appuyer.
- C'est le règlement.

- Alors que nous – ce qui parlent – si on s’entraînait à faire beaucoup de fois la pièce, on pourrait sans doute trouver des stratégies pour influencer les musiciens.
- C’est-à-dire?
- Les faire jouer plus vite/moins vite, plus fort/moins fort. Les surprendre.
- Mais si ce qui parlent auraient une pédale, ils appuyèrent quand ?
- Pour se venger quand ils sont pas contents!
- Oui.
- Mais on pourrait aussi avoir des règles qui nous disent quand appuyer sur la pédale, par exemple toutes les trois fois où on entend un ordre dans l’oreille on appuie sur la pédale.
- Quand il y a un moment que tu trouves très excitant, ou très ennuyant, tu appuies!
- Next!
- Il pourrait le faire tout seul en fin de compte.
- C’est vrai. Mais s’il le faisait tout seul il n’y aurait pas l’aspect où nous on va sans doute appuyer, pas exactement quand il nous le dit, mais quand ça vient dans notre conversation.
- Les gens qui parlent peuvent aussi renvoyer à un autre automate qui dirait aux musiciens de passer de telle modulation à telle modulation.
- Du moment qu’on ne triche pas avec les règles, on a le droit de dire « ah, jouez plus fort, jouez plus fort, jouez plus fort », et il y a des chances que ça finisse, peut-être, par les influencer!
- Ou l’inverse. Ça peut finir très mal. Très très fort.
- C’est un peu optimiste.
- Mais ça veut dire, en gros, construire un double système. Parce qu’il faudrait reconstruire une machine qui est un peu pareille, mais qui va dans l’autre sens.
- Ça, c’est pour l’année prochaine.
- Ça donne des idées ça...
- Vous me regardez là, c’est mon tour?
- Oui!

Si l'intelligence a été absorbée par des algorithmes non conscients qui fonctionnent néanmoins plus efficacement que l'esprit – une description abrégée de la révolution informatique – il est facile d'imaginer, comme prochaine étape, que la conscience subisse quelque chose de similaire. Mais nous rencontrons ici des obstacles inattendus. L'intelligence peut être conçue comme une succession d'états discrets, simulés en principe même en dehors de l'esprit. Mais qu'en est-il de la conscience ? Ici, malgré la profusion d'écrits qui en traitent, il est inévitable d'arriver à un constat paralysant : personne ne sait de quoi est faite la conscience.

Encore de la politique.

— Je voudrais te demander, l'aspect politique, ça m'intéresse. Cette histoire d'avoir le droit de dire oui et seulement oui. Sur le niveau purement politique, tu trouves que c'est un système autoritaire, qu'il y a un côté autoritaire ?

— Oh oui !

— Pire que ça ! C'est clairement autoritaire puisqu'on doit changer d'état immédiatement.

— Y'a pas vraiment de punition si on ne le respecte pas. Je dirai même, personne ne le saura parce qu'on est le seul à savoir, dans son casque, ce qu'on nous a dit de faire.

— À part si on se met à en parler, si on essaye de monter un syndicat et de se mettre en grève.

— Le compositeur ou le RIM (Realisateur en informatique musicale) pourraient imaginer nous faire répéter, remettre dans une situation désagréable (rires), reposer les mêmes questions jusqu'à ce qu'on ait la bonne version.

— Que tu dises la phrase qu'il faut dire.

— Voilà.

— C'est pas ça que je voulais !

— On recommence ! Plus naturel !

— Recommencez vous vous êtes trompés.

— Encore. Répétez.

— Autoritaire ! Le dictateur du langage ! Non !

— Y'a pas « recommence ». Y'a « commence », mais y'a pas « recommence ». On va faire ça !

– Bon, donc je vois que tout le monde a envie d'aller se promener à Nantes.

– Non pas moi.

– Non mais... c'est vrai ?

– Ah non, ça m'intéresse vraiment pas.

– Faut pas exagérer quand même, c'est intéressant à visiter.

– Ouais peut-être qu'on connaît un peu trop maintenant qu'il faut, t'as raison... c'est peut-être pas très intéressant

– Non j'ai pas raison, enfin je veux dire c'est toi qu'as raison.

– Bah moi...

– Oui c'est vrai t'as raison, on connaît jamais complètement une ville.

– Oui non mais je suis totalement d'accord avec toi.

– Franchement j'aurai pas dû dire ça t'as raison

– Mais si t'aurais dû dire ça t'as bien fait enfin faut s'exprimer, c'est important.

– Non non j'suis d'accord avec toi faut s'exprimer effectivement. Euh donc t'avais totalement –

– Donc oui, j'suis d'accord.

– Tu dis n'importe quoi, arrêtes.

– Oui non mais c'est vrai j'aurai pas dû dire ça.

– Mais bien sûr que si fallait dire ça évidemment.

– Oui bah j'suis d'accord donc je le dis.

– Mais non mais tu dis n'importe-quoi...

– Oui je dis n'importe quoi, ça c'est totalement vrai que je dis n'importe quoi.

– T'essaye de m'embrouiller non, il faut dire toujours la vérité.

– Oui j'essaye un p'tit peu de t'embrouiller, tu vas te rendre compte de l'expérience malheureuse dont j'ai été victime hier. Que j'ai pas encore eu le temps de te raconter. Ça t'intéresserais j' imagine de savoir ?

– Mais arrête mais non mais j'en ai rien à, mais même, je veux même pas que tu me parles en fait. Je sais même pas.

– Bon d'accord OK. C'est bon je te parles plus je suis d'accord.

– Mais dis-moi mais racontes moi tu me proposes un truc et puis après tu t'arrêtes tu me racontes même plus.

– Oui c'est vrai c'est un peu bête.

– Non mais arrêtes, arrêtes, tu vas pas non plus me la raconter c'est bon.

– Ok. Ok ok je suis d'accord avec toi ça vaut pas le coup de le raconter de toute façon comme ça tu vas te rendre compte par toi-même.

– Mais racontes !

– Mais non mais évidemment que je veux que tu me racontes, depuis tout à l'heure je te le dis.

– Ok, alors je te raconte.

– Tu vas devoir être en opposition systématique avec tout ce que je te dis.

– Non mais tu dis n'importe quoi. C'est pas possible.

– J'le crois même pas.

– Non mais c'est vrai. Je dis n'importe quoi. Vu qu'je sais pas ce qui va se passer euh... t'as raison. C'est –

– C'est vrai il a raison. Tu sais pas ce qui va se passer

– Non, pas du tout, c'est l'inverse qui se passe

– Ah oui oui oui, j'avais pas vraiment bien réfléchi mais tout compte fait...

– Tu vois tu comprends. Tu comprends.

– Oui oui je comprends.

– Enfin je suis pas sûr. Là j'ai un doute.

– Ouais c'est vrai peut-être qu'en fait je comprends pas vraiment.

– Bah laisse moi t'expliquer.

– Avec plaisir.

– Et moi qui pensai que tu étais tout à fait en opposition.

– Oui oui je suis tout à fait en opposition tu as raison.

– Pourtant tu as l'air d'être d'accord.

– Oui, je suis d'accord, tout à fait tout à fait, avec tout

– C'est difficile à dire. On dirait que tu comprends exactement l'inverse de ce que je te dis.

– Oui, je comprends exactement l'inverse de ce que tu me dis.

– Alors je vais te dire exactement l'inverse de ce que je pense.

– Ah ben d'accord, super.

– Ça risque de nous emmener loin.

– Oui, je suis d'accord ça va nous emmener vraiment loin, ça m'a l'air d'être une idée merveilleuse.

– Je suis arrivé au bout de l'idée

– Euh oui, oui oui.

– Non, j'ai des ressources t'inquiètes pas.

– Ah oui c'est vrai t'es sans doute pas...

– Mais non, mais tu dis vraiment n'importe quoi! Il a pas du tout de ressources franchement. Tu vois je suis sûre qu'il va être coincé là.

– Oui c'est vrai t'as raison t'as raison je le connais bien en plus et c'est vrai qu'il a vraiment pas beaucoup de ressources.

– Non mais t'exagères quand même un peu, comment tu peux dire ça, franchement, bon, dans une certaine mesure il manquait peut-être un peu de ressources mais de dire qu'il en a vraiment pas c'est quand même un peu abusif

– C'est vrai que j'exagère parce que c'est vraiment pas sympa de dire ça à propos de quelqu'un et...

– Non mais t'es plutôt sympa quand même, je suis pas d'accord tu peux pas dire ça, t'es quand même plutôt sympa en général.

– C'est vrai que je suis... je me trouve plutôt sympa aussi.

– Ah bah dis-donc quelle modestie.

– Bah oui c'est vrai c'est vrai je suis modeste.

– Bah non, mais pas du tout, ohlala

– C'est vrai que je le reconnais, j'ai exagéré, je suis pas vraiment modeste.

– Ah mais t'es vraiment une girouette donc je vais pouvoir te faire dire à peu près.

– Eh bien moi par contre je suis d'accord c'est une histoire qui est bien présentée, euh, on comprends tout depuis le début, on pourrait la réécrire et ce serait exactement la même chose.

– Non mais comment tu peux dire ça c'est une histoire mais sans queue ni tête, on ne sait même pas de quoi on parle et t'es d'accord avec ça et tu trouves que c'est bien construit? Non là je peux pas te laisser dire des choses pareilles.

– Il me semblait qu'il y avait un début, une fin.

– Bah je vois aucun début, la fin bah elle est pas là vu qu'on est encore dedans, donc nan, c'est... c'est complètement faux.

– Mais nan, nan, nan, tu recommences, tu peux pas dire ça, je suis pas d'accord pour que tu t'appropries ce que je dis et que tu le prennes à ton compte.

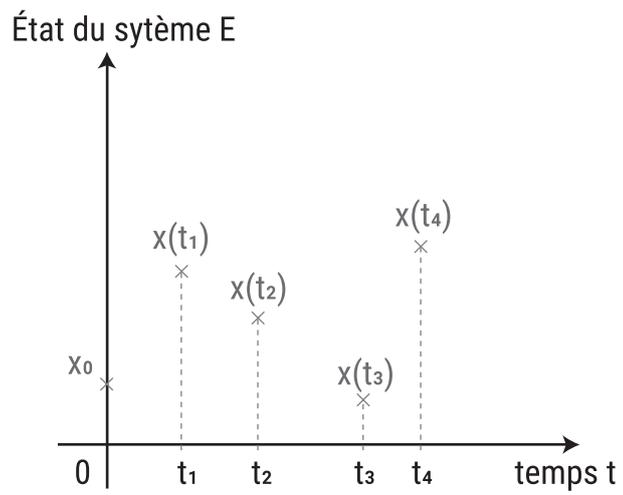
– Bah, le fait de t'écouter me permet de penser la même chose que toi.

– Mais, tu trouves que j'abuse ne faisant ça?

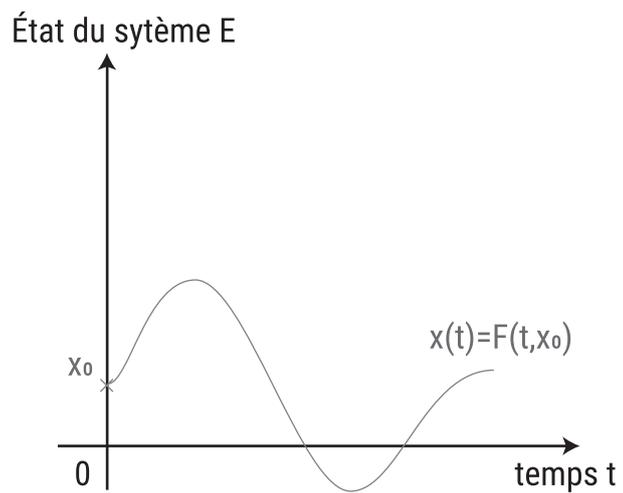
– Nan, nan quand même pas, c'est pas si grave.

– C'est pas si grave.

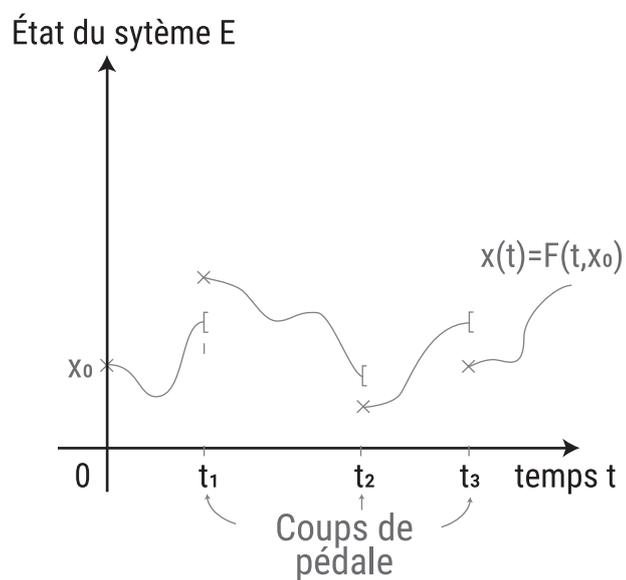
SYSTÈME À TEMPS DISCRET



SYSTÈME À TEMPS CONTINU



SYSTÈME À TEMPS PAR MORCEAUX



Les équations de Marianne Bessemoulin.



Partant d'un phénomène réel, on essaye de traduire mathématiquement les éléments d'intérêt dans ce phénomène, ce qui conduit à un modèle mathématique. Ce sont souvent des problèmes issus de la physique qui nous intéressent mais ça peut être aussi des choses provenant de la biologie, des problèmes médicaux, etc. Marianne Bessemoulin s'intéresse à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, c'est-à-dire au calcul de solutions approchées de modèles mathématiques.

A.B. : Tu te tournes vers des phénomènes de la réalité et tu choisis de prendre certains aspects en considération ou tous ?

M.B. : On prend un certain nombre de choses en compte, mais pas toutes, car on ne va jamais pouvoir faire une description exhaustive de la réalité dans nos modèles mathématiques. On essaie traduire les phénomènes d'intérêt en un système d'équations pour décrire l'évolution du système qui nous intéresse au cours du temps.

A.B. : Quel est l'aspect de Sistema qui communique le plus étroitement avec ta recherche ?

M.B. : Je trouve que le pont direct qui peut se faire entre ma recherche et Sistema, c'est l'aspect « système dynamique » : la description de l'évolution d'un état. Partant d'un état donné, en mettant une loi de comportement, des contraintes, en fixant des paramètres, on observe comment va évoluer le système.

Dans mon domaine, le système, c'est le modèle qui essaye de décrire au mieux une expérience ou une réalité. Ici dans Sistema, le système est plutôt l'expérience en elle-même. Dans ce que je regarde, les équations mathématiques vont permettre, étant donné un état connu à un instant initial donné, de déterminer, à chaque instant ultérieur, un et un seul état (si notre modèle est bien posé) futur.

A.B. : Qu'obtenons-nous de ces équations ?

M.B. : Ça nous donne une connaissance mais pas une description exhaustive et précise. À un moment on a besoin d'une simulation, d'une expérimentation qui nous permet de mettre en pratique notre modèle mathématique, et d'observer concrètement ce qui se passe, sans reproduire l'expérience dans la réalité, mais en mettant en application notre modèle. Ce que je fais, c'est proposer des méthodes qui permettent de mettre en application des modèles mathématiques, via des méthodes numériques.

A.B. : Et donc cela t'amène à voir comment ce Sistema, cet objet qui est devant toi ?

M.B. : Je vois Sistema comme une simulation, un cas test, où on fixe les paramètres, notamment de l'environnement, le contexte qui a été déjà évoqué — c'est la partition pour les musiciens et c'est quel scénario est utilisé dans Sistema — et puis on a a priori la donnée initiale et on va regarder ce qui se passe, comment ces choses-là vont évoluer en étant soumises à toutes ces contraintes. Scientifiquement je suis incapable d'avoir des outils pour formaliser cette évolution, mais par contre ça me pose un certain nombre de questions plus philosophiques.

A.B. : J'aime ça, la description prend la forme d'une conversation...

M.B. : Premièrement sur la reproductibilité des simulations : ici on va avoir un cadre qui est fixé, mais finalement chaque expérimentation va amener à une réalisation qui va être unique et différente à chaque fois. On a donc tous les degrés de liberté, notamment au niveau du temps : les instrumentistes sont maîtres du temps par rapport à quand est-ce qu'ils activent la pédale. Et puis la plus grosse liberté, sur laquelle il n'y aurait aucun contrôle, c'est le contenu des conversations, le sens de ce qui va être dit, ou le non-sens d'ailleurs.

A.B. : Et puis ?

M.B. : La deuxième chose qui m'interroge c'est le temps dans Sistema : plusieurs fois on a parlé de système à temps discret. En fait je ne vois pas ça comme un système à temps discret mais comme un système à temps continu par morceaux. C'est-à-dire qu'entre chaque coup de pédale, les choses pour moi se passent de manière continue, et puis le coup de pédale c'est la discontinuité qui permet de repartir sur une nouvelle séquence de continuité. Je ne sais pas quoi en faire, mais ce sont mes réflexions.

A.B. : Ce que veut dire « continu par morceaux », c'est que, de temps en temps, tu dois lever ton crayon pour dessiner la courbe ?

M.B. : C'est ça. Du coup c'est un peu l'interaction du continu et du discret, ces coups de pédales qui sont discrets alors que notre interaction est continue.

A.B. : Cette réflexion est un peu le centre de toute la réflexion que nous partageons ici. Tout se résout dans la confrontation continue et discrète. Mais la question ne peut être abordée dans son ensemble. C'est trop vaste. Il faut le décomposer, choisir des points d'entrée.

M.B. : On peut étudier plein de caractéristiques d'un système dynamique, notamment quand on a des systèmes non linéaires. Ils ont des comportements qui sont vraiment très complexes et qui peuvent sembler imprévisibles, voir aléatoires, alors qu'ils sont complètement déterministes. Ça, c'est ce qui est appelé la théorie du chaos, cette apparente imprédictibilité. Là encore une fois on ne va pas s'intéresser à des solutions exactes, à savoir le comportement exact à chaque instant. Les choses qui sont intéressantes, c'est ce qui va se passer en temps long, selon le chemin qu'on va emprunter : est-ce qu'on va arriver à des états d'équilibre, à des états qui ne vont plus évoluer, à des points fixes ?

A.B. : Est-ce qu'il peut y avoir des comportements périodiques ? Est-ce qu'on va à l'infini répéter les mêmes instructions en suivant les règles qu'on s'est fixées ?

M.B. : Voilà. En ce qui concerne la relation avec les émotions, je me suis rendue compte que les modulations pour l'instant qui sont proposées, mis à part parler et chanter, ce ne sont que des modulations en rapport avec le sens. Donc on s'intéresse vraiment à la voix comme outil de communication et de transmission du langage. En fait en dehors du sens des mots, si on s'intéresse à l'impact émotionnel, il y a aussi beaucoup de choses qui passent par les caractéristiques de la voix, et qui sont plus ou moins indépendantes. On pourrait penser à des modulations sur l'intensité – chuchoter, crier... –, à des modulations sur la fréquence, sur le timbre et qui auraient une influence sur le système en lui-même. On pourrait voir ça comme une manière de créer un peu plus d'interaction avec les musiciens, qui sans doute seront peut-être encore plus sensibles à ces variations-là qu'à des variations de sens dans la conversation. L'interaction, pour l'instant n'est pas vraiment une interaction, c'est vraiment dans un seul sens, c'est-à-dire que le musicien suit sa partition et donne les coups de pédales, et les voix répondent à ces ordres, mais n'ont pas d'influence sur Sistema.

A.B. : Marianne, c'est quoi un système dynamique ?

M.B. : Un système dynamique est essentiellement la donnée de deux choses : un espace des phases, qui représente l'ensemble des états possibles du système, et une loi d'évolution, qui étant donné l'état du système à un instant initial décrit l'état du système à un instant t .

Dans le cas d'un système à temps discret, l'ensemble de temps T est typiquement l'ensemble des entiers naturels (on peut compter les éléments de T). Le système évolue par étape, la loi d'évolution va permettre de donner l'état du système à l'instant $n + 1$ en fonction de l'état du système à l'instant n .

Dans le cas d'un système à temps continu, l'ensemble de temps T est un intervalle de nombres réels positifs (c'est un ensemble non dénombrable, c'est-à-dire en gros qu'on ne peut pas "compter" ses éléments). Dans ce cas-là, la loi d'évolution va décrire le changement infinitésimal de l'état du système (introduction de la notion de dérivée, de systèmes différentiels). Par exemple, si on s'intéresse à la position d'un objet dans l'espace, l'évolution dans le temps va faire intervenir la notion de vitesse (dérivée première) et d'accélération (dérivée seconde).

A.B. : Et donc à ce moment-là on introduit un système dynamique à temps continu... par morceaux...

M.B. : Ce que je voulais dire par système dynamique à temps continu par morceaux, c'est un système hybride dans lequel serait décrit un processus continu (ici le flot sonore, formé de la musique et des conversations) piloté par un contrôleur à événements discrets (ici les pédales).

Mathématiquement, cela se traduirait par un automate à états finis, avec des systèmes différentiels associés à chacun de ces états discrets. L'état global à un instant donné est alors défini par une paire (q, X) , où q donne la situation (l'état discret, dans notre cas les actions fondamentales et/ou modulations s'appliquant) et X est la valeur du vecteur d'état, au sens du continu (plus difficile de définir cela : contenu de la conversation, tonalité des instruments, ...).

Cet état global (q, X) peut alors se modifier de deux manières :

- de manière continue par l'évolution temporelle de X régie par un système différentiel, associé à la situation courante q (qui, elle, reste inchangée)
- de manière discontinue, par une transition discrète entre un état discret q et un état discret q' , qui change brusquement la situation, et en général l'évolution de l'état continu X voire directement la valeur de cet état (saut de X).

Ce qui me pose problème ici, c'est que je n'arrive pas à voir comment définir l'espace des phases si on s'intéresse à une modélisation continue.

Par contre, l'espace des phases dans un contexte discret est clairement défini à l'aide des actions fondamentales et des modulations. Du coup, après réflexion, ce qui semble le plus réaliste serait effectivement de décrire Sistema comme un système à temps discret, ce qui ne nous donnerait pas une description exhaustive de ce qui se passe (objectif inaccessible...), mais des éléments essentiels sur l'évolution du système.

A.B. : Tu pourrais nous donner un exemple ?

M.B. : On pourrait faire l'analogie avec une boule de billard. Le mouvement de la boule s'effectue à temps continu. Mais si on se dit que globalement entre deux rebonds sur le bord de la table, la boule va aller en ligne droite à vitesse constante, on peut alors s'intéresser seulement à la suite des rebonds, c'est-à-dire à la position des impacts et à l'angle d'incidence pour chaque rebond. Du coup, on ramène l'étude d'un système dynamique à temps continu (la trajectoire de la boule de billard) à un système dynamique à temps discret (la suite des rebonds de la boule). Dans Sistema, un rebond = un coup de pédale, la trajectoire de la boule = le flot de la musique et de la conversation.

Ⓟ

Ⓟ

Ⓟ

Ⓟ

1

Rien
(Rien)

Rien
(Rien)

Parle
(Réponse | Rien)

Parle
(Rien)

Parle
(Question | Rien)

Rien
(Rien)

Parle
(Rien)

2

Rien
(Rien)

Rien
(Rien)

Rien
(Rien)

Parle
(Réponse | Rien)

Parle
(Rien)

Parle
(Question | Rien)

Rien
(Rien)

3

Rien
(Rien)

Parle
(Rien)

Parle
(Question | Rien)

Rien
(Rien)

Parle
(Réponse | Rien)

Parle
(Rien)

Parle
(Question | Rien)

4

Parle
(Réponse | Rien)

Parle
(Rien)

Parle
(Question | Rien)

Rien
(Rien)

Parle
(Réponse | Rien)

Parle
(Rien)

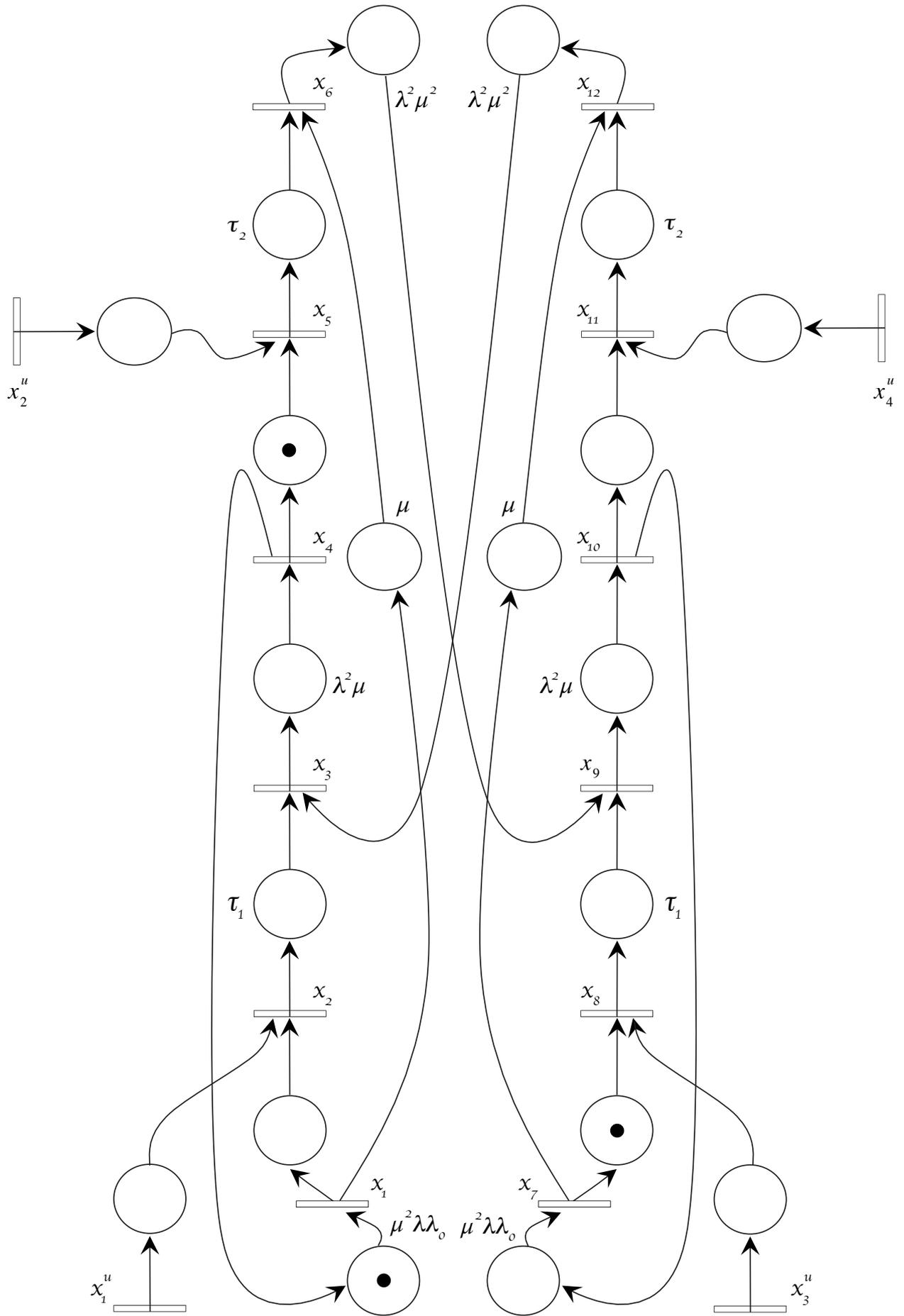
Parle
(Question | Rien)

Ⓟ

Ⓟ

Ⓟ

- **Est-ce que par hasard vous auriez eu du mal à vous décider sur qui doit poser les questions ?**
- **Peut-être que vous étiez deux, qu'est-ce que vous en pensez ?**
- **Alors du coup qu'est-ce que ? Oui qu'est-ce que vous avez fait hier, parce que c'est pas mal d'essayer de renverser le système.**
- **Est-ce que tu veux en savoir plus ?**
- **Mais du coup continue, vous avez fait quoi après ?**
- **Mais du coup vous avez réussi à le renverser un peu, à réussir à le faire un petit peu planter ou pas du tout ?**
- **Vous voulez pas me répondre ?**
- **C'est pas très poli vous pourriez peut-être euh... quelqu'un pour me répondre ?**
- **Tu crois pas que ce serait une bonne idée quand même ?**
- **Combien de temps avons nous besoin pour rentrer à Nantes ?**
- **Et pendant ces 45 minutes peut-on lire deux, trois chapitres de livres ?**
- **Peut-on faire deux ou trois rêves express, pour ceux qui dorment ?**
- **Tu crois ?**
- **C'est étonnant. J'ai jamais compris ces gens qui n'aimaient pas les réunions. T'as une explication ?**
- **Ah bon, toi tu trouves ça long ?**



Les questions de Claude Martinez



Ce qui est notable dans le comportement des systèmes à événements discrets c'est qu'un événement se produit. On peut empêcher ou retarder certains d'entre eux afin de respecter des contraintes de comportement. Une des façons de parvenir à ce résultat est de forcer le système à rester dans un ensemble qui respecte lesdites restrictions. La difficulté réside dans le fait de trouver le bon ensemble et la bonne loi de commande pour y rester. Claude Martinez s'intéresse à ce type de systèmes, avec cette approche qu'on appelle parfois approche géométrique

A.B. : Est-ce que Sistema comme système construit sur l'émotion, la détection, est-ce que ça vous dit quelque chose ?

C.M. : Ça me fait penser à une machine à détecter les mensonges, mais je pense que ce n'est pas une bonne réponse.

A.B. : Pourquoi comme ça et pas autrement ?

C.M. : Je n'arrive toujours pas à répondre à cette question-là, pourquoi comme ça et pas autrement — il peut y avoir plein de façons de le faire — autrement je ne sais pas, donc sans réponse.

A.B. : C'est quoi le temps dans Sistema ?

C.M. : On n'est pas du tout maîtres du temps quand nous sommes les personnes qui parlons. On a juste à bavarder, on s'en fiche du temps, on s'en fiche complètement. Après éventuellement, pendant qu'on est en train d'attendre, on se dit « oh qu'est-ce que je vais encore imaginer pour la prochaine séquence ? », mais... en tant que locuteur, le temps on s'en fiche.

Dans la modélisation, oui, pourquoi pas : si on revient sur les automates — ça me fait penser à la commande supervisée de Wonham, avec sa version temporisée de Brandin — et là, oui, on peut mettre du temps dedans et on peut représenter des durées entre plusieurs événements à ne pas dépasser.

On peut l'imaginer mais on peut par contre difficilement le réaliser avec les outils classiques qui existent parce que ça nous fait des automates qui sont énormes, qui ne rentrent pas sur une feuille, même A3. En fait, il est possible qu'avec des outils un peu plus modernes, sur cette même théorie, on puisse arriver à faire quelque chose — je pensais à la version étendue des automates à états finis — tu peux imaginer des choses qui sont beaucoup plus compactes pour exprimer des automates qui vont rentrer sur tes feuilles.

A.B. : Existe-il une frontière nette entre humain et dispositif dans Sistema ?

C.M. : Sistema est une machine, ça c'est certain. Donc il y a des séquences qui sont déjà écrites, qui ont été imaginées, donc voilà c'est écrit. Certains disent que la vie des humains c'est écrit aussi, mais bon, je n'en fais pas partie. Par contre, là c'est plus politique, en ce moment on est tous en train de vivre quelque chose où on a le droit de dire oui, et puis c'est tout. Donc finalement c'est très proche de ce qu'on vit aujourd'hui. On a le droit de dire. Puis ça

n'importe pas. On a notre fenêtre de temps : là où on dit, bon bah on dit.

A.B. : On a le droit de dire oui et pas non, tu veux dire ?

C.M. : On peut dire non, ça ne change rien. Donc, sur ce point de vue-là, politique, c'est assez proche de notre vie d'aujourd'hui. Je ne sais pas si c'est la réponse qui était attendue.

A.B. : Musique et langage dans Sistema : entités parallèles dans des univers complément séparés ou deux réalités poreuses ?

C.M. : Oui a priori ce sont des univers séparés, mais qui sont juxtaposés. En fait, à chaque fois qu'il y a un coup de pédale, on passe dans un autre état continu ou bien stable, mais il y a vraiment des choses qui sont juxtaposées les unes aux autres. Et les motifs que vous allez donner à chaque morceau, finalement, si on les met les uns derrière les autres dans un ordre particulier et pas un autre, ça donne quelque chose de particulier.

A.B. : Coexistence pacifique de stupide et exact. Est-cela possible ?

C.M. : Oui. Ça, c'est ma réponse.

A.B. : Les automates dans Sistema, que font-ils ?

C.M. : Alors pour moi, les automates, la première chose qui m'est venue à l'esprit, c'est qu'ils permettent de présenter quelque chose, de transcrire des séquences entre différents états, enfin c'est leur boulot. Mais, en fait ces automates ont plutôt pour fonction d'être une source d'inspiration. Alessandro quand tu t'exprimes, tu dis « ah oui j'aimerais bien voir comment ça donne un automate comme ça ? ». Ce n'est pas tellement la fonction qui importe, j'ai l'impression, c'est que ça te donne d'autres idées. Pourquoi pas ! Et aussi pour décrire, illustrer, c'est un peu la même chose. Ça fait des motifs qui peuvent être intéressants.

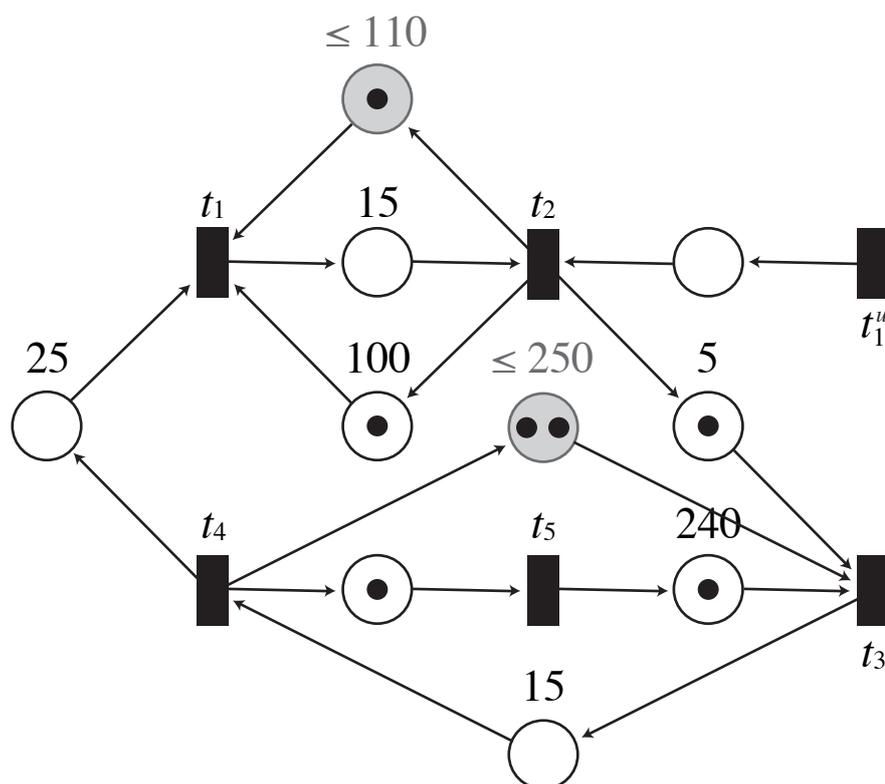
A.B. : Comment mesurer la distance conceptuelle entre ton champ de recherche et l'univers de Sistema ?

C.M. : Ça fait longtemps que je n'ai pas travaillé avec des automates mais c'est quand même quelque chose qui est très très très très proche. Ce sont des choses qu'on utilise assez peu parce que c'est assez complexe. On les utilise pour piloter des productions dans l'industrie : arriver à une certaine cadence, ne pas laisser trop de

temps entre tel événement et tel événement. Ce sont des systèmes qui trouvent leurs solutions chez les gens qui utilisent les automates. On s'intéresse plutôt à rechercher l'état de départ, d'où démarrer pour pouvoir rester toujours dans les restrictions, dans les contraintes qui ont été imposées, qui ont été décrites. On essaye de poser des problèmes de commande comme des problèmes d'invariance. Malgré l'opération qu'on apporte, on doit rester dans le même ensemble. Et c'est comme ça qu'on pose les problèmes. Donc oui c'est très très proche. Dans les automates on a deux opérations: la concaténation – le préfixe avec le mot qui va derrière – et puis l'union de tous ces langages.

A.B. : Energie et tension entre humains et énergie et tension entres automates. Même principe ? (réflexion sur l'origine mécanique des émotions).

C.M.: Je ne pense pas qu'il y ait de tensions entre automates. Et j'ai du mal à voir une notion d'énergie là-dessus... alors qu'entre nous, c'est presque que ça!



G (madrigale strumentale)

22
Cb. Rec.
Cb. Cl.
Acc.

239

1	Parle (Rien)	Boucle (Parle)	Boucle (Chante)
2			Imite (Chante)
3			Imite (Chante)
4			Imite (Chante)

Ⓟ

Ⓟ

Ⓟ

Cb. Rec.
Cb. Cl.
Acc.

Est-ce que vous auriez envie de me raconter quelque chose sur euh, sur la... les anneaux de Buren là de tout à l'heure dont tu disais Marine tout à l'heure qu'il y avait pas mal de choses à faire autour et puis après Claude a enchainé en disant ouais y'a aussi un immeuble pas loin et j'ai rien compris à ton histoire, tu parlais du fait qu'il ya un immeuble qui donne la météo, alors je sais pas si tu disais n'importe quoi ou si c'était vrai, visiblement ça a l'air quand même d'être quelque chose de vrai, comme je connais rien à Nantes t'es peut-être en train d'essayer de m'enfumer, est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? (chante) est-ce que quelqu'un pourrait me dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait, m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? est-ce que quelqu'un pourrait m'en dire un peu plus? (parle) Oui j'ai fait une balade en ce moment là oui bah le week-end on en profite en plus en ce moment il fait super beau et on est parti se promener ce week-end une

π calcul:

$P, Q := x(y).P \mid \bar{x}\langle y \rangle.P \mid P \parallel Q \mid (\nu x)P \mid !P \mid 0$

Par exemple:

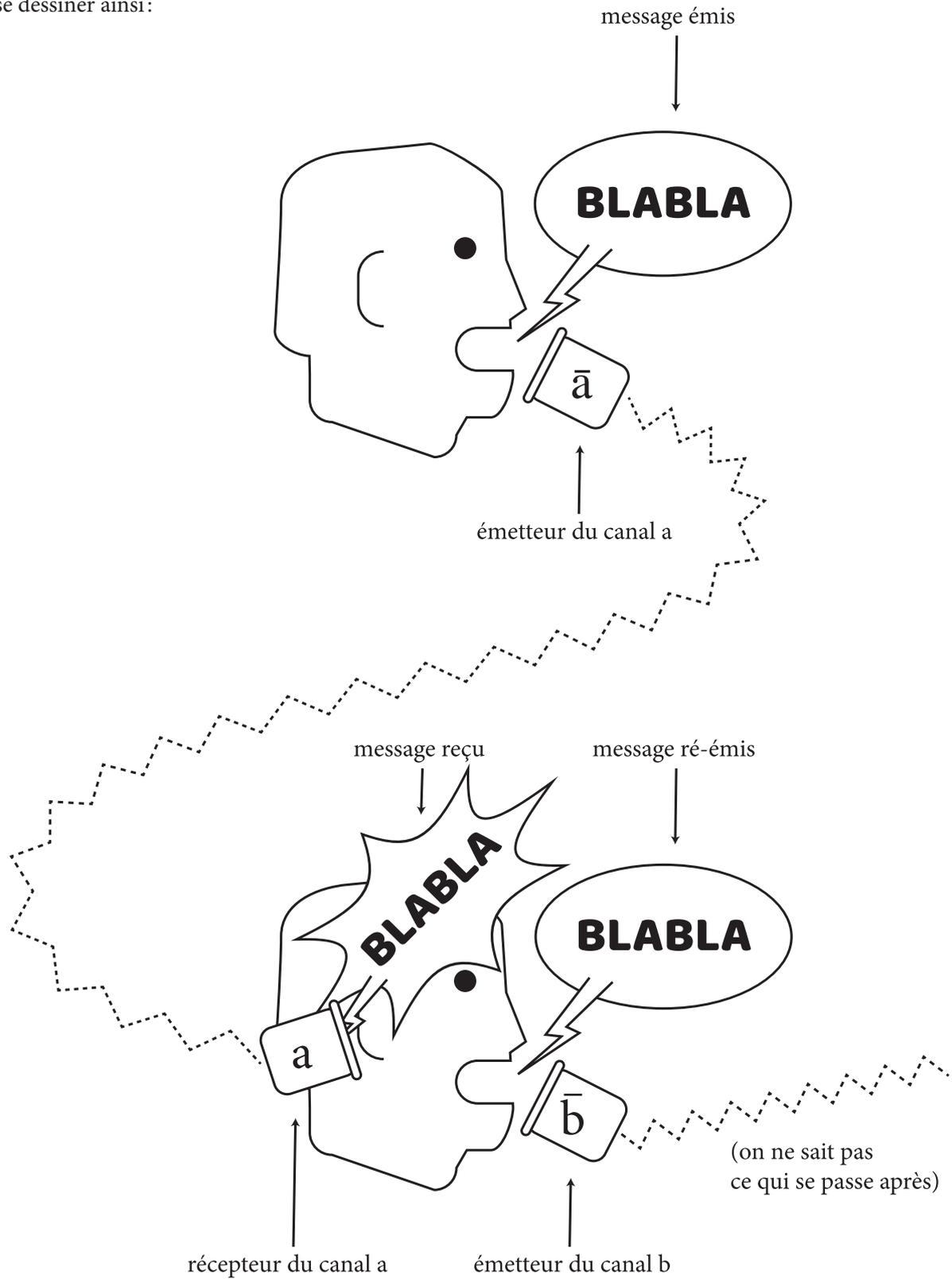
$(\nu a)(\nu b) (\bar{a}\langle \text{BLABLA} \rangle \parallel a(x).\bar{b}\langle x \rangle)$

Ce qui se lit:

Le message « BLABLA » est émis par le canal privé a.

Le récepteur de ce canal ré-émet ce qu'il reçoit par le canal privé b.

Et peut se dessiner ainsi:



Les horloges de Assia Mahboubi.



Une des choses qui intéresse Assia Mahboubi, dans sa recherche, est de comprendre quelles tournures de langage sont nécessaires pour pouvoir capturer la description d'un phénomène mathématique donné. Quand ce phénomène est une construction d'objet (une forme, un nombre, ...), on parle d'algorithme. La théorie des langages de programmation étudie les différentes façons de décrire une telle construction : façons qui peuvent être plus ou moins concises, plus ou moins précises sur l'usage des ressources en jeu, etc.

Cher Alessandro,

nous sommes peut-être d'accord pour dire que, une partition, ça décrit la construction d'un morceau de musique, construction qui sera exécutée par les instrumentistes. On peut voir une partition comme la description d'un algorithme. Cette partition en dit assez pour refléter suffisamment l'intention du compositeur, mais ne dit pas tout. Ce qui fait que différents musiciens, différents ensembles, différents lieux, pourront donner des interprétations différentes. Et c'est très bien comme ça bien sûr.

Je ne sais pas si tu te souviens mais une des premières compositions dont tu m'as parlée est «The Pool and the Soup»: la partition de cette pièce donne des règles gestuelles qui dirigent l'improvisation d'un ensemble de voix parlées, qui se répondent ou pas, en faisant évoluer l'interaction entre les différents discours. Enfin, c'est ce que je comprends, peut-être que tu vois les choses autrement? En tout cas, ça me semblait clair en t'écoutant, et te lisant, que ce serait faisable de présenter cette partition, qui est écrite en langue dite « naturelle », sous la forme d'un algorithme, voire d'un programme informatique qui prendrait en entrée les voix des participants à l'ensemble et qui produirait la pièce finale sous l'action d'un chef d'orchestre activant la combinaison de règles de son choix. Mais il y a quand même une subtilité, qui est de parler d'instructions qui agissent sur le sens du discours. Comme lorsqu'on demande à l'interprète de s'opposer à son interlocuteur, par opposition aux actions sur le seul flux sonore de la voix, comme lorsqu'on demande la création d'une boucle sonore... C'est lié à ce qu'explique Guilhem, la fragilité qu'introduit une porosité entre langue naturelle et langue formelle, idéale.

Néanmoins, à ce stade il me semblait possible de dénoter une telle partition en utilisant une variante d'un langage formel appelé pi-calcul. Le pi-calcul est un langage mathématique pour décrire des phénomènes qui se produisent grâce au concours de plusieurs agents, ou processus, qui agissent en parallèle tout en échangeant des messages sur des canaux. En pi-calcul, on a les « mots » pour parler du parallélisme, des messages, des canaux. Même si on parle de programme écrit en pi-calcul, c'est un langage théorique, mathématique, pas du tout quelque chose qu'on donnerait à lire tel quel à des ordinateurs. Le pi-calcul a été introduit vers la fin des années 80 par Robin Milner, un grand nom de l'informatique théorique, et de la théorie des langages en particulier.

Évidemment, lorsqu'on veut décrire la construction d'un morceau de musique, le temps est un ingrédient central. Mais ce n'est pas facile de parler du temps, de se donner les bons éléments de langage pour décrire le rapport au temps dont on a besoin pour le morceau. Dans la leçon inaugurale de sa chaire au Collège de France, en 2013, Gérard Berry a dit cela beaucoup mieux que je ne pourrais le faire.

Dans une partition classique, le temps, c'est le parcours du regard sur la portée, de gauche à droite et de haut en bas. Et les différents événements sont décrits par la succession des notes, avec un système d'annotations pour donner plus d'information de durée, de texture, de synchronisation, etc. Et on sait dire quelle note, quel fragment de la partition, succède à quel autre: c'est le cas s'il est plus à droite, plus bas sur la page.

Dans le travail de Marianne, j'imagine que le temps est le plus souvent quelque chose de plus continu, comme une droite, orientée, avec infiniment de points, de moments sur cette droite, au lieu d'une liste finie de notes. En pi-calcul, la forme de temporalité disponible dans le langage est plutôt une notion de causalité: lorsqu'un événement, comme l'émission d'un message sur un canal, est une condition nécessaire à un autre. Cette causalité n'est d'ailleurs pas forcément facile à identifier dans une phrase arbitraire écrite en pi-calcul, beaucoup moins que dans les deux exemples précédents, où on utilise l'espace, la droite, la portée, pour parler du temps. Je ne sais toujours pas si on peut écrire «The Pool and the Soup» dans une variante de pi-calcul. Par contre, lorsque j'ai essayé de regarder les partitions des pièces à pédale sous ce prisme des langages formels, là je suis tombée sur un os: je n'arrivais pas du tout à décrire la pédale avec ce langage. Peut-être que c'est possible. Ce n'est pas non plus mon domaine d'expertise, ce type de langage. Dans ma recherche de tous les jours, je ne travaille pas vraiment sur ces algorithmes distribués, communicants et pas non plus sur la représentation du temps.

Malgré tout, il m'a semblé que ce qui serait plus pertinent pour modéliser ces pièces, ce seraient des idées venues des langages de programmation dits «synchrones». Dans ces langages, on se donne une représentation du temps explicite mais pas linéaire, sous la forme d'étiquettes, qu'on appelle des types. Dans cette famille de langages, les objets principaux du discours sont des flots de données, comme par exemples les différents flux vocaux des interprètes. Mais ce qui leur est vraiment particulier, d'un point de vue linguistique, est qu'on attache à chaque flot une « horloge » qui manifeste la temporalité du flot. Ces horloges sont les étiquettes dont je parlais. Certains flots peuvent avoir des horloges synchronisées, de sorte qu'ils peuvent échanger, interagir lors d'un battement commun de leurs horloges respectives. Deux flots peuvent aussi avoir des horloges « étrangères », auquel cas ils ne peuvent jamais interagir. Une horloge peut battre deux fois plus vite qu'une autre, auquel cas le premier flot peut interagir avec le second seulement lors d'un battement sur deux, etc. Dans ce cadre, chaque pédale pourrait être modélisée à l'aide d'une horloge distincte. Mais tout ça n'est pas encore parfaitement clair pour moi...

Amitiés.
Assia.

Le code de Charles Basco.

Charles, où es-tu ?

C.B. : Je suis juste là, à côté de vous.

Qu'est-ce que tu fais ?

C.B. : Je suis en train de coder. Je programme Sistema. J'ai des trucs à vous montrer. Voilà les représentations des automates en jeu dans la pièce. Elles utilisent le format « Finite State Language » pour décrire des machines à états finis FSM. Certaines parties utilisent en plus des automates « Fondamental » et « Modulation » et un automate plus haut niveau « Scénario » qui permet de séquencer des successions particulières.

Il y a aussi quelques entorses dans l'implémentation des « Canons » des dernière parties. Il était plus simple de définir des états qui imbriquent action fondamentale et modulation.

Voici donc le code

(Il commence à chanter d'une voix basse et régulière, le chant entier dure environ une minute et demie.)

// B - FLOW-qac-target

```
FONDAMENTAL =`
Rien => Parle => Rien;
Parle => Parle;
`;
```

```
MODULATION =`
Chante <=> Question;
Question <=> Reponse;
Chante <=> Reponse;
`;
```

// C - TIENI_BANCO

```
FONDAMENTAL =`
Rien => Parle;
Parle => Rien;
`;
```

```
MODULATION =`
Question => Reponse;
Reponse => Reponse;
Reponse => Question;
Question => Question;
`;
```

// D - CAPANNELLI

```
FONDAMENTAL =`
Rien => Parle;
Parle => Parle;
Parle => Rien;
`;
```

```
MODULATION =`
Interaction => Interaction;
`;
```

// E - INTRIGO-noPause

```
FONDAMENTAL =`
Rien => Parle;
Parle => Rien;
`;
```

```
MODULATION =`
Approbation => Opposition;
Opposition => Approbation;
`;
```

// F - TIENI_BANCO

```
FONDAMENTAL =`
Rien => Parle;
Parle => Rien;
`;
```

```
MODULATION =`
Question => Reponse;
Reponse => Reponse;
Reponse => Question;
Question => Question;
`;
```

// G - MINISTRO-chant

```
FONDAMENTAL =`
Rien => Parle => Boucle => Rien;
Rien => Imite => Rien;
`;
```

```
MODULATION =`
Rien => Chante;
Rien => Parle;
Chante => Parle => Chante;
`;
```

```
SCENARIO =`
    Rien 'go' => Seul;
    Seul 'go' => Boucle;
    Boucle 'go' => Imite;
    Imite 'go' => Boucle2;
    Boucle2 'go' => Imite2;
    Imite2 'go' => Rien;
`;
```

// I1 CANON-3

```
FONDAMENTAL =`
Rien => Parle => Parle_Question => Rien =>
Parle_Reponse => Parle ;
`;
```

```
MODULATION =`
Rien => Rien;
`;
```

// I4 CANON-imite

```
FONDAMENTAL =`
Rien => Parle => Imite => Imite_Chante_1 =>
Imite_Chante_2 => Parle;
`;
```

```
FONDAMENTAL =`
Rien => Rien;
`;
```

1.3

333 *f* (one octave up thrill)

f (one octave up thrill)

(higher octave on second repeat)

1

2

3

4

Parle
(Réponse | Rien)

Ⓟ

341 *f* (one octave up thrill)

f (one octave up thrill)

(higher octave on second repeat)

Ⓟ

– Si nous pouvions réellement être libres, nous pourrions discuter d'autre chose, dans un autre environnement, par exemple au comptoir...

– Je pense que, je pense que j'aimerais bien faire une promenade. Ce serait un peu plus sympa que chanter devant tout le monde...

– Je ne me vois pas de nouveau retourner sur la plage ce soir tout seul, il est bien possible que je rate mon train, ce soir j'ai besoin de revenir à Nantes. Avant ce soir il faudra pourtant que je réalise une tâche, une tâche bien agréable, une réunion de deux heures... par zoom! une réunion où on parle... des étudiants! une réunion où on parle...des collègues! une réunion où on ne peut pas se crêper le chignon, puisqu'on est trop loin. Merci, Athénor.

– Visiblement, Claude n'aime pas trop les réunions. Je suis assez d'accord avec lui. Surtout par Zoom effectivement ce n'est pas très agréable, on ne voit pas les gens qui discutent avec nous.

– C'est parfois un peu difficile de s'entendre comme ça.

– ah oui tu es sûr, mais des fois, à distance, à distance ça permet de faire autre chose.

Tu coupes la caméra, tu coupes le micro, et tu fais ce que tu veux. Il faut juste faire attention à ce que personne ne le remarque, et donc à répondre si on te pose une question, tu gardes ça en fond, et puis...

Coda: six scénarios et un poème à essayer:

Scénario 1: **Vérité probabiliste (Vrais – Faux)**

Conversation absurde. L'ordinateur écoute et décide de quoi on est en train de parler. A chaque fois que sur appuie sur la pédale il renvoie le titre de la conversation jusqu'à ce moment.

(Titre = réponse à la question: de quoi parle-t-on?).

Le titre est dit en voix cloné d'Assia ou Alessandro (ou une voix mélangée).

De même manière l'ordinateur calcule les affinités morphologiques entre les deux

voix sur plusieurs paramètres. A chaque fois que on appuie sur la pédale il renvoie des textures sonores générées à partir de ces affinités. La pédale a donc deux fonctions parallèles.

Scénario 2: **Cluster (Unité – Multiple)**

Conversation quotidienne.

De temps en temps, l'ordinateur met de côté un fragment bien découpé de la longueur d'un mot. Chaque fois que on appuie sur la pédale, tous les fragments mis de côté sont lus simultanément.

Scénario 3: **Polyphonie (Unité – Multiple)**

Conversation quotidienne.

Chaque fois qu'une voix parle, l'ordinateur propose un flux vocal parallèle de la même voix. (Ou deux, ou trois, ou aucun).

Le flux vocal peut être:

- Doué de sens.
- Absurde.
- Seulement sonore.
- Neutre (ton sinusoïdal, bruit blanc)

Chaque coup de pédale entraîne un changement de configuration.

Scénario 4: **Récurrences (Passé – Futur)**

Conversation quotidienne.

L'ordinateur re-propose des fragments du passé, inaltérées ou transformés musicalement ou sémantiquement. Mode A: L'ordinateur détecte le fin de phrases, pauses ou respirations, pour déterminer quand intervenir.

Mode B: le coup de pédale injecte un seul fragment.

Scénario 5: **Accumulation (Rapide – Lent)**

Conversation quotidienne.

L'ordinateur re-propose des fragments du passé, plus rapidement ou plus lentement selon deux critères: time stretch, dans lequel la durée change et le pitch reste le même et pitch bend, dans lequel le pitch change entraînant la durée.

Accumulation jusqu'à saturation. La pédale ramène au point du départ.

Scénario 6: **Même – autre.**

Conversation quotidienne.

Mode A: chacun-e parle avec la voix clonée de l'autre superposé à la propre. Mode B: chacun-e parle avec sa propre voix.

La pédale détermine si on est en Mode A ou B.

A chaque coup de pédale des traits (granules, typicités, maniérismes) propres à la deux voix qui sont sortis des analyses de clonage restent en circulation en forme de textures sonores. Accumulation progressive de traits jusqu'à ce que la texture sonore recouvre la texture sémantique.

Il y a un canal qui s'appelle a et j'ai un acteur que dit bla sur cet canal.

Et il y a quelqu'un qui écoute. Et quand il écoute, après, il va s'empresse de re-émettre exactement bla sur le canal b.

Et je pense que.

C'est la composition parallèle

de l'émission du message bla sur le canal a.

Avec un récepteur sur le canal a qui re-émet le message reçu sur le canal b.

Parce que :

(Répéter un nombre infini de fois)

Colophon
Remerciements
Partenaires
Achévé d'imprimé