

# Émergences par les règles sans " formes de vie " - Une relecture de Kripke pour la simulation informatique du vivant

Franck Varenne

► **To cite this version:**

Franck Varenne. Émergences par les règles sans " formes de vie " - Une relecture de Kripke pour la simulation informatique du vivant. Noésis, Revel Nice, Openedition 2008, Sciences du vivant et phénoménologie de la vie, 14, pp.201-236. <<http://noesis.revues.org/index1667.html>>. <hal-00712429>

**HAL Id: hal-00712429**

**<https://hal.inria.fr/hal-00712429>**

Submitted on 27 Jun 2012

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

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

# Noesis

N°14 | 2008 :

Sciences du vivant et phénoménologie de la vie

II. Problèmes logiques et logiques du vivant

## Émergences par les règles sans « formes de vie »

une relecture de Kripke (1982) pour la simulation  
informatique du vivant

FRANCK VARENNE

p. 201-236

---

### Notes de l'auteur

Cet article est une version remaniée du texte présenté lors du « Colloque d'Épistémologie de la Biologie » de l'université de Nice (7 juin 2007) et portant sur la question des « Enchevêtrements hiérarchiques ».

### *Texte intégral*

## Introduction

- Cet article ne se veut pas un commentaire suivi de la réflexion de Wittgenstein sur les règles. Ce ne sera pas non plus un commentaire de l'interprétation que Kripke fait du « suivi de la règle » chez Wittgenstein. Il ne sera pas davantage une application des thèses de Wittgenstein ni une tentative d'application directe d'une interprétation de ces thèses à l'épistémologie de la simulation du vivant ; ce qui serait, en soi, d'ailleurs contestable.
- Ce travail vise seulement à approfondir la réflexion sur le statut cognitif de la simulation informatique du vivant. À ce titre, qui est donc essentiellement épistémologique et ciblé, il se veut une suggestion d'interprétation conceptuelle de certaines formes de simulation informatique du vivant, suggestion elle-même adossée à une prolongation de certaines distinctions déjà effectuées par Wittgenstein et ses commentateurs au sujet des règles et de leur suivi. L'objectif est de chercher à voir si, par ce moyen, la simulation informatique du vivant, par contraste avec les pratiques plus traditionnelles de modélisation, ne pourrait pas être plus précisément expliquée et légitimée, dans ses apports épistémologiques, comme dans ses limites aussi.

# 1. Motivations spécifiques et objectif limité de ce travail

- 3 Après certains rapprochements qui ont été proposés entre la simulation informatique du vivant et le « suivi d'une règle » tel qu'il a été conçu par Wittgenstein<sup>1</sup>, on peut se trouver en effet devant une insatisfaction conceptuelle, cela malgré l'existence d'un dégradé assez fourni – et même à la granularité assez fine tant les désaccords sont nombreux – au sujet des interprétations des modes de « suivi d'une règle » chez Wittgenstein. La désignation d'une place conceptuelle intermédiaire et relativement inédite peut cependant apparaître. Reste à savoir si elle est effectivement pensable et si la simulation informatique peut nous servir à en présenter des exemples effectifs. Je le dis par anticipation et brutalement : il s'agirait de penser un « suivi *des règles* » qui opérerait à la fois sans le support des « formes de vie » réelles mais aussi sans le « régularisme » qui peut paraître propre au suivi des règles mathématiques, donc dans un entre-deux décentré à l'intérieur d'un espace qui présente au moins trois principales positions : régularisme – anthropologisme – interprétativisme. Sans chercher à faire prioritairement justice au texte de Wittgenstein ou de Kripke, il s'agirait – à l'heure de la complexification et de l'intrication croissantes des formalismes de modélisation dans les modèles – de reprendre la vieille question (déjà abordée en un sens par Wittgenstein lui-même) de la simulation par ordinateur des pratiques apparentées à un suivi des règles, dès lors que cette question concerne de nouveau très directement l'épistémologie de la biologie systémique mais aussi celle des sciences sociales computationnelles.
- 4 Rappelons très schématiquement pourquoi Wittgenstein avait fini par concentrer une partie de sa réflexion sur les règles et le « suivi des règles ». C'est notamment au cours d'une enquête sur les sources et les prétendus supports de la signification qu'il en vint à constater le caractère essentiel – pour la signification – de l'emploi des signes dans tel ou tel jeu de langage. Wittgenstein appelle jeu de langage « l'ensemble formé par le langage et les activités avec lesquelles il est entrelacé »<sup>2</sup>. La notion de jeu de langage met en relief celle de processus d'emploi de mots, de pratiques ou de signes au sens large, dans une activité humaine donnée, quelle que soit sa variété. En effet, c'est dans l'emploi des signes, dans leur usage en contexte que se détermine à chaque fois la signification des mots et des signes employés pour un jeu de langage donné. Wittgenstein montre ainsi qu'il faut passer de la question de savoir « *ce que* l'on veut dire » à celle de faire voir « *comment* on le dit ». Il dénonce ainsi le mythe de la signification qui la représente comme se réduisant à une idée ou un fait mental.
- 5 Mais, d'une part, ce « comment on le dit » ne s'avère pas plus définissable de manière universelle : il en est des formes différentes qui n'entretiennent entre elles que des ressemblances partielles, comme des « airs de famille » (crier, porter, répéter...). Chaque jeu de langage d'une comptine d'enfant par exemple combine des emplois de mots différents. Je ne fournirais qu'un exemple : « am stram gram, ça sera toi qui portera la dalle... » On voit par là que les jeux de langage mettent en œuvre des éléments de nature hétérogène tendant à mettre en avant en priorité les règles qui les régissent.
- 6 Assez logiquement, l'enquête de Wittgenstein se déplace alors au niveau des *règles* : les règles qui régissent les jeux de langage, mais aussi les règles qui régissent les applications de ces jeux de langage dont Wittgenstein montre qu'elles semblent aussi nécessaires, ces deux types de règles n'étant en fait pas toujours séparables. Donner à voir ce que sont ou plutôt *comment*<sup>3</sup> procèdent

les règles devient prioritaire pour celui qui veut se donner à voir la grammaire des jeux de langage, c'est-à-dire les conditions d'attribution de signification aux expressions linguistiques comme aux pratiques associées.

7 Mais, d'autre part, la focalisation du regard philosophique sur les règles nous découvre un autre sujet d'inquiétude (mis au jour dans les textes qui ont été écrits après la *Grammaire philosophique*) : quand il s'agit notamment du langage ordinaire, à la différence ce qui se passe pour les règles mathématiques ou de calcul, nous sommes empêtrés dans nos propres règles.

8 Wittgenstein écrit :

Le fait fondamental est ici que nous établissons des règles, une technique pour un jeu, et qu'ensuite, quand nous suivons ces règles, les choses ne se passent pas comme nous l'avions supposé ; que par conséquent, nous sommes pour ainsi dire empêtrés [verfangen] dans nos propres règles.

Le fait que nous soyons empêtrés dans nos règles est ce que nous [philosophes] voulons comprendre, c'est-à-dire ce dont nous voulons avoir une vue synoptique [übersehen]<sup>4</sup>.

9 Comme l'a montré notamment Christiane Chauviré<sup>5</sup>, c'est en grande partie parce qu'il est un être vivant que, chez l'homme, les règles s'enchevêtrent et sont l'occasion pour lui de s'y empêtrer.

10 Or, c'est là que s'introduit selon moi le lien entre cette réflexion philosophique et un argument épistémologique permettant de mieux expliquer ce qui sous-tend les simulations informatiques complexes du vivant.

11 De manière similaire à cet obstacle à la vue synoptique et désintriante sur l'enchevêtrement des règles humaines, un des obstacles qui rend *a priori* difficile voire impossible la modélisation du vivant comme tel semble être en effet la concurrence mais aussi l'enchevêtrement des règles dans les différents niveaux du vivant, avec la conséquence qu'un ordinateur classique ne paraît pas pouvoir prendre en charge un tel enchevêtrement. Wittgenstein lui-même avait contesté l'universalité de la métaphore de l'ordinateur si l'on pensait par là modéliser ou incarner les suivis de la règle tels que les hommes les pratiquent en fait<sup>6</sup>. Pour lui, le modèle de l'ordinateur comme « machine symbolique » (et non matérielle) pour le suivi de la règle n'est pas à rejeter en bloc. Mais il ne sert que dans certains usages et pour se donner simplement une « forme idéale » du suivi de la règle, comme la forme logique est la forme idéale de la phrase ordinaire mais pas son essence. Il sert quand on veut se donner une interprétation du suivi de la règle tel que ce suivi « doit » être représenté comme s'appuyant seulement sur des passages prédéterminés déjà contenus en germe dans une machine symbolique : mais ce « doit » est lui-même une règle choisie<sup>7</sup>. Il procède d'un choix de représentation du suivi de la règle, suivi de la règle qui en lui-même excède tous les modèles de jeu à règles fixes qu'on voudra lui imposer.

12 Concernant la modélisation du vivant, ce qui fait obstacle ici peut d'abord tenir au caractère non adapté du *type* de la règle au sens strict. C'est-à-dire que cela peut tenir à la non adaptation de sa *forme*, de son *formalisme*, autrement dit à la non existence de mathématiques pertinentes. C'est le sens des analyses critiques de Giuseppe Longo et Francis Bailly à l'encontre d'une modélisation du vivant qui se voudrait uniquement fondée sur le paradigme informatique traditionnel. Leurs travaux récents montrent bien qu'il est nécessaire de contester l'hégémonie et l'universalité du modèle formel de la machine de Turing en modélisation du vivant<sup>8</sup>.

13 Mais ce qui fait obstacle peut aussi être dû à la mauvaise prise en compte de la *manière* dont cette règle se présente et trouve dans son environnement et

son contexte ce qui chaque fois l'autorise et la met en œuvre comme règle. Il peut être dû à la non prise en compte dans les modèles traditionnellement simulés sur ordinateur (simulation de modèles mathématiques ou logiques) de la manière spécifique qu'a le vivant de *suivre* une règle comme règle, et cela notamment quand elle se trouve aux côtés d'*autres* règles voire en interaction et en concurrence avec ces autres règles.

14 Interprété ainsi, l'obstacle invoqué s'apparente bien d'assez près au problème wittgensteinien dit de l'application ou du « suivi de la règle » : d'où la règle tire-t-elle son autorité quand elle s'applique *dans* ou *pour* un vivant ? D'où vient qu'elle y est alors l'auteur de ce qu'elle opère ? Qu'est-ce qui l'y *autorise* ? S'y autorise-t-elle d'elle-même ?<sup>9</sup> Est-elle l'*auteur* de sa propre application ? Ou, au contraire, doit-elle cette autorisation à une « interprétation » qu'elle devrait tirer d'une autre règle qui la précéderait et ainsi l'autoriserait comme de l'extérieur ? Autoriser serait dans ce cas *donner* le droit mais aussi *faire en sorte* qu'une autre règle que soi opère par soi.

15 Mais, à son tour, cette alternative entre régulisme et interprétativisme n'est-elle pas excessive ? Et, comme de récents commentaires de Wittgenstein l'ont montré (dont ceux de Stanley Cavell, Cora Diamond et Sandra Laugier), ne sont-ce pas plutôt les « formes de vie », ces « entrelacements de la culture, des conceptions du monde et du langage »<sup>10</sup> ou encore ces « tourbillons de l'organisme »<sup>11</sup> qui décident à chaque fois de l'application des règles ? Ce qui ravalerait les formalisations mécanistes du suivi de la règle au rang de modélisations partielles, valant pour de simples usages scientifiques, sans valeur directe – même heuristique – pour une prétendue compréhension du vivant, prétendue compréhension qui serait toujours par avance taxée de superstition essentialiste, notamment pour un point de vue épistémologique pragmatiste, aujourd'hui d'ailleurs assez consensuel.

16 Car *ce qui opère* en fin de compte et *fait en sorte* que les règles opèrent est un élément qui doit fonctionner comme un point fixe (cela pour arrêter la régression à l'infini). Il est donc ce lieu qui devrait voir en lui « émerger » spontanément une forme d'auto-autorisation. Ce lieu autorisant l'application de la règle – et donc aussi auto-autorisant – n'est-il pas précisément ménagé par cet enchevêtrement de règles inextricables, cet enchevêtrement si caractéristique du vivant qu'est notamment l'organisme « homme » dans sa, ou ses, formes de vie ? N'est-ce pas l'enchevêtrement lui-même qui a le dernier mot, qui aurait et ferait autorité comme lieu d'émergence d'une auto-autorisation ? Ainsi, selon Sandra Laugier, l'arrière-plan des « formes de vie » « ne donne ni ne détermine une signification, mais constitue ou plutôt fait émerger, fait voir la signification »<sup>12</sup>.

17 Mais une question ne peut manquer de se poser pour l'épistémologie de la biologie, cela indépendamment des usages par ailleurs féconds de cet argument des « formes de vie » en philosophie politique ou en éthique : ne légitime-t-on pas par là une fois de plus la thèse de l'irreprésentabilité et de la non formalisabilité du vivant par une invocation certes nouvelle, celle d'une forme d'inextricabilité constitutive ? La notion d'« enchevêtrement des règles » dans le vivant serait alors la formulation relativement précise d'un obstacle nouveau qui se dresserait contre tout projet réputé « superstitieux » (si l'on voulait reprendre les termes mêmes de Wittgenstein) de simuler le vivant par des machines seulement symboliques et seulement logico-mathématiques.

18 Pourtant, même si cet argument est recevable et désigne probablement une difficulté réelle, il est possible de le prendre à revers. Et c'est là que se situe précisément la question que je souhaite poser : si la simulation informatique de ces « formes de vie » supposées inter- et auto-autorisantes, était elle-même

*possible*, c'est-à-dire en partie *réalisable*, ne nous rendrait-elle pas à même de simuler – au moins partiellement – la vie même qui caractérise ce lieu d'émergence des autorisations de règles, à savoir les « formes de vie », cela par-delà même leur propre enchevêtrement et grâce même à l'enchevêtrement de ce dont elles autorisent l'application ?

19 L'idée sous-jacente à cette enquête et qui reste à tester est donc celle-ci : avec les simulations complexes du vivant, on simulerait déjà d'une certaine manière une auto-autorisation des règles, c'est-à-dire l'autorisation d'applications ponctuelles et en contexte des règles, de par la prise en compte de l'effet en retour de leur enchevêtrement sur la décision au sujet de l'opportunité de leur application. Ce serait une autorisation de règles qui serait du type « autorisation par la *forme de vie* » et non du type autorisation régulateur et mathématique. Mais elle se ferait cependant sans « forme de vie » réelle puisque simulée sur ordinateur. Fondée sur la mise en œuvre de règles symboliques et formelles, elle irait au-delà de cette autorisation fixe et que l'on se présente toujours déjà (par décision normative) comme ne nécessitant pas de recours à un autorisant extérieur : à savoir le type d'autorisation des règles mathématiques caractérisé par une application non aventureuse et non créatrice de règles.

20 Disposer d'une manière de répliquer partiellement le suivi de règles malgré la présence de règles fragmentés et enchevêtrés, et cela sans recours à une forme de vie réelle pour en décider, voudrait dire que la propriété habituellement attribuée à la « forme de vie » serait partiellement prise en charge *dans* le déroulement du programme informatique même, sans que cela soit pour autant une prise en charge mathématique au sens étroit où l'entendait Wittgenstein<sup>13</sup> : un algorithme sans entrelacement ni donc changement de règle au cours de son application. Cette autorisation simulée serait ainsi bien plus proche des suivis de la règle réellement « incarnés » chez les vivants réels que ceux qu'on pouvait simuler auparavant lorsqu'on considérait toujours la simulation comme un calcul sur ordinateur de modélisations seulement mathématiques ou seulement logiques<sup>14</sup>.

21 On le voit, cette enquête n'est pas d'esprit très wittgensteinien : Wittgenstein n'aurait sans doute pas apprécié cette suggestion. Car, pour lui, il n'y a pas de suivi de règle délégué à la machine sans toujours un point de vue anthropocentré qui lui donne sens au mieux par délégation. D'où le donné ultime que lui semblent être les « formes de vie » réelles : « Ce qui doit être accepté, le donné – pourrait-on dire –, ce sont des formes de vie »<sup>15</sup>, écrit-il. Car ce qui l'intéresse surtout, c'est de travailler et d'éprouver un point de vue radicalement subjectiviste, au risque de frôler le solipsisme ou le scepticisme. C'est une enquête au sujet de ce qui fait ou non signification *dans* ou *pour* nos jeux de *langages humains* – éventuellement de par leurs délégations machiniques. Mais ces dernières restent irrémédiablement plus contraintes que les jeux de langages naturels car, pour Wittgenstein, elles sont toujours supposées reposer, par définition ou plutôt par décision, sur des « règles fixes » et totalement explicites, y compris même *a posteriori* et par simple décision. Or, c'est ce qu'il y a tout lieu de contester aujourd'hui, au vu de l'évolution récente des pratiques de formalisation du vivant.

22 Wittgenstein distingue constamment le formel et l'empirique. Le calcul, parce qu'il est le suivi de règles fixes (ou dont on se dit qu'elles sont fixes et qu'elles ne surprendront pas), n'est jamais une expérience. Il est toujours une pratique où l'on s'y retrouve où l'on s'y « reconnaît ». Et le formel est donc du côté de ce qui a été décidé comme normatif (comme un « cela doit être ainsi » logique), cela même après une suggestion qui a pu être d'origine empirique. Le « calcul » (à quoi se réduit toute mathématique<sup>16</sup>) procède en ce sens toujours



d'une « mise en règle » préalable, d'une régularisation, au besoin, de la régularisation d'une expérience qui en neutralise le caractère empirique pour faire du résultat de la pratique de la règle quelque chose de « reconnaissable » et pas seulement quelque chose de « connaissable ».

23 J'en ai terminé avec l'exposé du contexte et des motifs. Maintenant pourquoi revenir à l'interprétation (fautive selon beaucoup) de Kripke ? Et comment vais-je procéder ?

24 Dans l'exposé qui va suivre, je vais d'abord procéder à un rappel très succinct des termes généraux du conflit des interprétations au sujet du problème du suivi de la règle. Je vais ensuite revenir sur une forme précise que prend l'argument de Kripke dans son ouvrage de 1982 : *Règles et langage privé*. Je vais en particulier en venir à la fonction qu'il introduit pour en faire la concurrente de la fonction addition ou fonction « plus » dans son argument en faveur du caractère problématique du suivi de la règle : la fonction qu'il baptise « Quus » (ou « quaddition »). Je vais alors tâcher de montrer que cette fonction « Quus » n'est pas simplement une autre règle que « Plus », mais qu'elle lui est hétérogène et qu'elle est déjà précisément une stratégie de mise en règle fragmentaire (à hétérogénéité interne) qui s'apparente aux formes de mise en règle qu'introduisent les simulations informatiques, notamment dans leurs applications au vivant. Je donnerai alors un exemple d'une telle simulation, ce qui tendra à confirmer ce rapprochement. Je poserai alors la question de savoir si la forme que prend l'argument de Kripke ne permet pas de penser un déraillement des règles, mais un déraillement contrôlé, où l'on a bien affaire à une simulation d'enchevêtrement de règles, une simulation d'enchevêtrement ayant précisément pour fonction de rendre applicables les règles à la fois malgré et grâce à cet enchevêtrement.

## 2. Rappel des termes généraux du conflit des interprétations

25 L'ouvrage de Kripke vise à exposer le paradoxe sceptique que Wittgenstein est censé avoir formulé dans les *Recherches philosophiques*. Le prétendu paradoxe sceptique dans les *Recherches* est formulé par exemple au § 201 : « une règle ne pourrait déterminer aucune manière d'agir, étant donné que toute manière d'agir peut être mise en accord avec la règle ». Il en résulterait qu'à consulter mon for intérieur, je ne sais pas quelle règle je suis. Donc je ne sais pas ce que je veux dire quand je parle. C'est-à-dire qu'aucune signification autoritaire n'est présente sous la forme d'un fait mental décisif en mon esprit quand je parle ou quand je suis en train de suivre une règle, y compris quand je le fais d'une manière qu'on a coutume de dire sensée<sup>17</sup>.

26 Comment en arrive-t-on à cette extrémité ? En effet : si la signification n'est que dans l'emploi, et si l'emploi se révèle dans des règles, toute règle a elle-même besoin de son mode d'emploi. Or, ce mode d'emploi n'est-il pas lui-même une règle qui demande à son tour à être appliquée ? Il faut donc qu'il y ait un fait qui, en dernière instance, arrête la régression, fasse autorité et qui décide de l'application de la règle. Mais cette règle mode d'emploi de la règle ne peut être la règle elle-même : Wittgenstein comme Kripke rejettent explicitement l'universalité du modèle de la règle comme « rail » (la tentation du régularisme). Il y a donc souvent quelque chose qui décide de l'opportunité et de l'applicabilité de la règle et qui ne semble pas venir de la règle. Toute règle ne fait pas autorité d'elle-même. Mais où alors trouver cette autorité ?

27 Kripke va resserrer l'argument en montrant qu'il apparaît qu'il n'y a pas non

plus de fait passé (propre à mon expérience personnelle et interne, d'où le lien de cet argument avec le refus du mythe de l'intériorité) qui me permette de dire qu'aujourd'hui je suis en train de suivre la même règle que celle que, dans le passé, au moment de mon apprentissage par exemple, j'ai pensé que je suivrai toujours à l'avenir.

28 Kripke s'appuie ici sur le finitisme qu'il perçoit dans la pensée de Wittgenstein (et qui sera par la suite contesté) : si une règle ne s'incorpore ou ne se mémorise qu'à travers les cas déjà pratiqués, tout apprentissage de règle ne peut reposer que sur un nombre fini d'usages particuliers de la règle. Puisque seule la pratique fait autorité pour la signification (donc une pratique ici à la fois passée et finie), c'est-à-dire pour l'emploi correct de la règle, lorsque des cas nouveaux se présentent, nul ne peut savoir s'il utilise désormais la règle de manière conforme à la manière dont on l'avait conçue devant lui quand on la lui avait communiquée ou même à la manière dont il l'avait lui-même d'abord conçue – ou plutôt pratiquée – lorsqu'il l'employa d'abord sur les premiers cas particuliers.

29 Kripke se range alors du côté des commentateurs interprétativistes lorsqu'il présente ce qu'il pense être la solution sceptique à ce paradoxe sceptique : c'est la communauté qui impose, de l'extérieur, les conditions d'assertabilité (qui nous autorisent à dire que « la règle baptisée "untel" est suivie »), et qui seule décide de dire et d'autoriser à dire, en dernière instance, si la règle est suivie correctement (c'est-à-dire est effectivement appliquée) ou non<sup>18</sup>.

30 Le pôle anthropologiste des commentateurs s'oppose à ce pôle interprétativiste. De manière significative, Stanley Cavell et Sandra Laugier insistent beaucoup sur le rôle des « formes de vie » dans le suivi de la règle, au contraire de Kripke. D'après Sandra Laugier, en effet, « l'interprétation de Kripke conduit à une conception conformiste de la règle, selon laquelle je la suis toujours aveuglément »<sup>19</sup>. Kripke sépare ainsi artificiellement notre vie et les règles<sup>20</sup>. Sans tomber dans le régulisme rejeté explicitement par Wittgenstein, mais en se faisant du suivi de la règle un modèle encore mythique puisque encore trop polarisé par la version seulement mathématique du suivi de la règle, Kripke crée artificiellement des rapports d'extériorité entre « notre vie » et notre suivi de la règle, rapport d'extériorité qu'il fonde donc sur des hypothèses non recevables de désenchevêtrement ou de désintrinsication entre notre vie et notre suivi des règles.

31 Au contraire, selon Laugier, on ne peut saisir ce qu'est une règle indépendamment de son contexte. Kripke tomberait donc dans le piège que veut dénoncer Wittgenstein. En proposant une sortie interprétativiste de ce qui n'est qu'un malentendu sceptique et non un paradoxe, Kripke propose une solution qui revient à une forme de régulisme déplacé sur une règle extérieure, puisqu'il introduit l'idée d'une interprétation de la règle – certes extérieure – mais qui aurait encore d'elle-même un pouvoir normatif<sup>21</sup>. Les formes de vie sont pourtant biologiquement marquées. Comme telles, elles ne sont pas réductibles à des institutions sociales. Et la variante de l'interprétativisme qu'est le sociologisme doit aussi être rejetée, car la notion de « formes de vie » indique, selon l'expression de Cavell, « une absorption réciproque du naturel et du social »<sup>22</sup>.

32 Je ferai un bref commentaire sur le sens de ce conflit. On assiste là à une dramatisation autour de ce qui fait *autorité* sur la manière correcte de suivre la règle. Mais, en filigrane, se pose aussi la question de la possibilité ou de l'opportunité du changement subreptice de règle et donc de la fragmentation de la règle. Or, comme le rappelle François Schmitz, selon Wittgenstein, en « modifiant une règle, on change de calcul »<sup>23</sup>. Donc on quitte une forme de mathématisation en fragmentant si, par ailleurs, les « mathématiques » sont

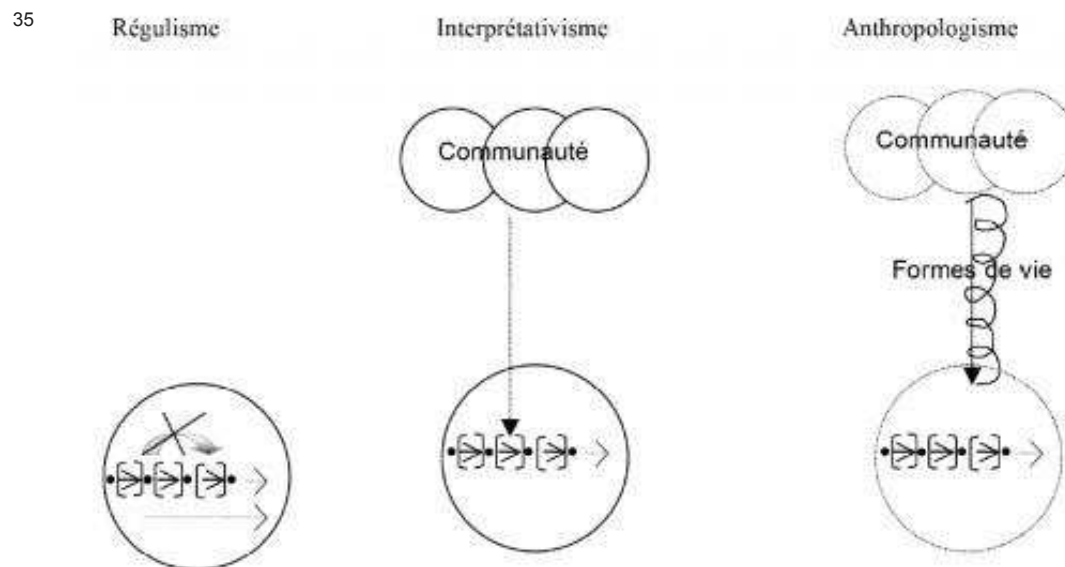


tout entières réductibles à des « calculs » aux règles fixes<sup>24</sup>.

33 Mais les tenants de l'anthropologisme insistent précisément sur le fait que le modèle mathématique du suivi de la règle n'est pas universalisable. Ils insistent ainsi sur plusieurs points dont le fait souligné par Wittgenstein que « "suivre une règle" est une pratique » (*Recherches...*, § 202). Aucune interprétation figeante ne peut donc en donner un modèle complet et universel. Ils insistent aussi sur le fait que cette pratique se manifeste et se réalise dans un arrière plan qui est à la fois donné et construit, au sens de revendiqué. Ils insistent enfin sur l'hétérogénéité, sur le tissu ou la « texture de la vie » (Diamond) en quoi consiste cet arrière-plan des « formes de vie ». Il en résulte pour eux qu'il est illusoire d'espérer qu'on puisse formellement désintriquer la règle de la pratique du suivi de la règle, étant entendu que le suivi de la règle précède tout modèle qu'on voudra s'en faire. Il y a donc une primauté de la *praxis* (*Recherches...*, § 202), de l'action en ce sens, sur tout modèle interprétatif. Ainsi Sandra Laugier, faisant écho à la phrase goethéenne (« au commencement était l'action ») revendiquée par Wittgenstein lui-même dans les *Remarques mêlées* (année 1937)<sup>25</sup>, en vient-elle à dire que « l'interprétation, c'est l'action même »<sup>26</sup>. C'est-à-dire que l'interprétation se décide dans et par l'action. Autrement dit, c'est la contextualité qui chaque fois décide qu'une règle s'applique, a pu s'appliquer, ou peut être dite avoir été appliquée. Et cette contextualité n'est pas seulement la dimension pragmatique d'un langage mais elle est un tissu vivant de pratiques où sont étroitement reliés du naturel et du social.

34 Voici un schéma bilan que l'on peut proposer des situations relatives (ou connexions) entre ces différentes interprétations du suivi de la règle (étant entendu qu'il s'agit là aussi d'une interprétation erronée de l'approche même de Wittgenstein qui, à certains égards, est anti-schématiste) :

**Approche philosophique : vision subjectiviste sur le suivi de la règle et les « formes de vie »**



Ce schéma propose de visualiser différentes interprétations au sujet de ce qui est décisif dans le suivi d'une règle. Les points noirs symbolisent les étapes successives intervenant lors de l'application (suivie) d'une règle. Les courtes flèches horizontales et entre crochets symbolisent l'occurrence d'une application de la règle. Le cercle noir (qui apparaît en trait continu dans le cas des interprétations réguliste et interprétativiste mais en trait interrompu fin dans le cas de l'interprétation anthropologique) schématise le sujet et son intériorité supposée. La communauté est symbolisée par un ensemble d'individus amassés et en recouvrement partiel.

36 On voit que l'interprétation réguliste (rejetée par Wittgenstein) interdit qu'autre chose que la règle – y compris à l'« intérieur » du sujet – décide de

l'application de la règle. Le rail résultant est symbolisé par une flèche droite, longue et qui ne fait pas retour sur elle-même.

37 Dans la thèse interprétativiste (Kripke, Searle), c'est la communauté qui détermine les conditions d'assertabilité. Cette détermination extérieure est symbolisée par une flèche verticale entre la communauté et le sujet, qui fait intrusion en lui et y fait autorité en quelque sorte.

38 Dans la thèse anthropologique, la détermination par la communauté n'est pas niée mais elle est installée aux côtés des déterminations biologiques et comme infléchie par le naturel qu'est le tourbillon de l'organisme. Ce tourbillon de l'organisme est symbolisé par une flèche en forme de spirale qui subit donc des inflexions de proche en proche du fait de son interaction permanente avec l'environnement social et naturel, au point que le sujet lui-même est poreux dès lors qu'il apparaît plutôt comme le fruit d'une revendication que la manifestation d'une intériorité préalable et naturelle.

39 Ce que l'on peut donc retenir de la thèse anthropologiste et praxiste au sujet du suivi de la règle, c'est qu'elle interdit qu'il puisse y avoir enchevêtrement de règles permettant l'émergence d'une interprétation (donc d'une application de la règle comme règle, donc aussi de la signification de la règle) à même les règles sans qu'il y ait « vie », « action », sans qu'il y ait ce « tourbillon de l'organisme » ou ce « grouillement » faisant de l'individu tout un contexte mais aussi mêlant l'individu à un contexte en action.

### 3. Simulation de l'émergence d'une Règle d'Application de la Règle

40 Pourtant, une simulation formelle – et sans vie réelle en ce sens – de ce type d'enchevêtrement me paraît envisageable. Très grossièrement, en effet, l'idée de l'interprétation anthropologiste paraît reformulable ainsi : pour une règle donnée (notée  $R_0$ ), la Règle d'Application de la Règle  $o$  (notée  $RAR_0$ ) émerge de l'interaction entre des pratiques et des suivis conjoints d'autres règles.

41 On peut alors se proposer de simuler cette règle émergente en rappelant qu'on peut se contenter de simuler une « émergence faible » (non métaphysique) telle qu'elle a été définie par Mark Bedau, dans le contexte du traitement des modèles formels par ordinateur :

Un Macro-état  $P$  d'un système  $S$  doté d'une microdynamique  $D$  [= dynamique sur des micro-états ou sur des états de parties du système] est faiblement émergent si  $P$  ne peut être dérivé de  $D$  et des conditions extérieures de  $S$  que par simulation<sup>27</sup>.

42 La simulation est ici opposée globalement au calcul mathématique et analytique. Le problème est que Bedau ne propose pas dans ce contexte de définition précise pour « simulation ».

43 On peut donc prolonger sa caractérisation en la rapportant à une tentative de caractérisation de la simulation. Ainsi, j'ai proposé de caractériser toute simulation sur ordinateur comme :

Une stratégie de formalisation sur ordinateur prenant la forme d'un processus itératif, pas à pas, réparti et procédant au moins en deux étapes :

(1) une réplique partielle et partiellement sous-symbolique (au sens d'une représentation iconique ou, au moins dilatée, et non prioritairement symbolique ou condensée) d'éléments, de comportements et/ou de phénomènes globaux ou locaux dans une

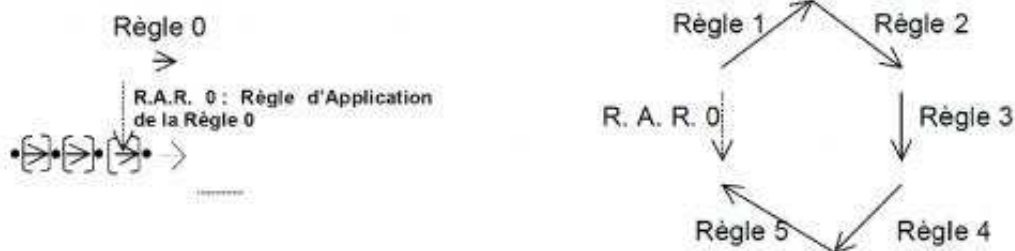
histoire d'états ;

(2) une mesure (comptages, analyses statistiques...) et/ou une appréhension via un rendu sensible (visualisations graphiques...) du résultat de ce processus<sup>28</sup>.

44 C'est ensuite le type de sous-symbolisation qui détermine le type de simulation en jeu et donc le type d'émergence faible. Il est ainsi possible de définir une *émergence faible de règle d'application de règle par simulation d'enchevêtrement de règles*. Si on met à part, la simulation numérique (qui sous-symbolise un système symbolique préexistant, à savoir un modèle formel) et la simulation logique (qui se fonde sur des règles fixes et imposant des processus itératifs non mathématiquement condensables), la simulation informatique proprement dite prend appui quant à elle sur les ressources de la programmation informatique en déployant une diversité de sous-modèles (plus ou moins) iconiques de phénomènes ou comportements observables, mesurables, détectables ou imaginables. C'est elle qui permet la simulation d'un certain nombre d'enchevêtrements.

45 En s'appuyant notamment sur la programmation orientée objets, cette dernière tend à considérer l'environnement de simulation comme un *écosystème de formalismes*. Elle permet la prise en compte évolutive (au cours de la simulation) de caractéristiques hétérogènes à ancrage tantôt plutôt iconique, tantôt plutôt symbolique. La décision de l'application d'une règle, à un moment donné et dans un lieu donné de l'espace de simulation, n'est pas prise d'en haut par un seul algorithme (qui serait une méta-règle) mais résulte de l'interaction entre plusieurs algorithmes régissant le comportement des différents objets, agents et de leurs différents comportements, ces algorithmes étant appelés pas à pas et, alternativement, donc étant entrelacés en ce sens, au cours même de la simulation.

#### Schéma pour l'émergence faible d'une Règle d'Application de la Règle



#### Schéma générique d'une simulation d'enchevêtrement :

46



La RAR est symbolisée par une flèche verticale. La verticalité indique qu'elle intervient pour déterminer l'application de telle règle à tel moment. Elle est symbolisée par un trait interrompu fin. Cela signifie qu'elle n'est pas codée comme telle, explicitement, dans le programme, mais qu'elle résulte – émerge en ce sens – de l'enchevêtrement simulé et pas à pas des règles 1 à 5.

47 Ces règles 1 à 5 (quant à elles réellement codées) sont représentées par des flèches en trait continu, à direction variable, en ce qu'elles infléchissent l'action et qu'elle déplace l'écosystème des formalismes dans son espace des

phases. On peut sommer ces flèches – comme des vecteurs – en les faisant paraître à la manière d'une spirale en lignes brisées (c'est la simulation de la spirale précédente, celle des « formes de vie »), spirale donnant lieu à une flèche résultante qui est précisément RARo.

48 Si l'on revient maintenant à la lecture anthropologiste de Wittgenstein, on se souvient que pour simuler par ordinateur le caractère autoritaire des formes de vie, il faudrait au moins simuler le changement de règle, c'est-à-dire le changement de type de calcul au cours de la simulation, mais aussi le fait que ce changement de règle n'est pas déterminé tel quel et *a priori* dans une méta-règle mais émerge bien de la pratique, c'est-à-dire de la vie même et de sa forme dans un contexte naturel et social. Or, c'est ce qui semble exclu par Wittgenstein qui admet éventuellement une hétérogénéité des éléments intervenant dans un calcul (ou plutôt ici un jeu de langage) mais pas une variabilité des règles mêmes de calcul ni une interaction (avec changement de niveau syntaxique) entre règles de calcul. Or, il se trouve que c'est justement la situation repoussoir qu'avait conçue Kripke pour rendre bien visible ce qu'il appelait le paradoxe sceptique de Wittgenstein au sujet du non-contrôle interne de l'application de la règle. Venons en donc maintenant à cette règle « Quus ».

## 4. La règle « Quus » et la fragmentation des calculs dans les simulations

49 Je dirai d'abord quelques mots au sujet de la programmation informatique traditionnelle (depuis l'après-guerre) de manière à rappeler qu'il y a déjà là une fragmentation, en particulier au niveau des jeux de langage choisis pour constituer n'importe quel langage de programmation évolué.

50 On peut considérer en effet que les instructions en langage évolué sont des modèles symboliques d'une combinaison d'instructions en langage machine, instructions qui déterminent chacune une série précise de micro-instructions correspondant à des opérations matérielles (fonctions de base du micro-processeur). La compilation (ou l'interprétation) est une fonction essentielle ici : elle traduit le code source en code machine.

51 Au niveau du langage machine, on trouve six différents types d'instructions : 1) des transferts de données : de mémoire à registre, de registre à registre, de registre à mémoire ; 2) des opérations arithmétiques : addition, soustraction, multiplication et division ; 3) des opérations logiques : ET, OU inclusif, NON, OU exclusif, etc. ; 4) des contrôles de séquence : branchements conditionnels ou non, appel de procédure, etc. ; 5) des entrées/sorties ; 6) des manipulations booléennes diverses : décalage, conversion de format, permutation circulaire de bits, échange d'octets, incrémentation, etc.<sup>29</sup> Le langage machine dépend par ailleurs étroitement du processeur employé.

52 Par conséquent, un ordinateur classique apparaît comme une machine certes symbolique, mais pluri-échelles et hiérarchisée. Car les opérations élémentaires y sont de types hétérogènes, plus ou moins iconiques ou symboliques.

53 Ainsi, un langage de programmation présente ce que Gilles-Gaston Granger a appelé une « hétérogénéité sémantique »<sup>30</sup>. Du point de vue du programmeur et du modélisateur (qui est différent de celui de l'informaticien théoricien), les instructions en langage informatique sont des modèles de certaines règles

mathématiques ou des modèles de certaines règles logiques ou autres. Ce sont, entre autres, des *modèles de pratiques* de calcul. Leur praticabilité est rendu semblable (quoique pas totalement) à la praticabilité des règles mathématiques ou logiques. Comme dans toute modélisation, il y a des divergences entre le modèle et l'original. Ici des divergences existent entre le modèle de praticabilité mathématique et la praticabilité mathématique effective qui a fourni le domaine d'inspiration originel (celle de l'arithmétique scolaire usuelle, par exemple). Comme exemple de sources de divergences dans la praticabilité, on peut rappeler deux cas qui ont fait la fortune des informaticiens théoriciens des années 50 et 60 : 1) la représentation des réels : erreurs de troncatures ; 2) la prise en compte des concepts de nombres cardinaux ou des représentants de segment d'entiers de type  $[57, + \infty[$ <sup>31</sup>.

54 Il faut comprendre que dans la syntaxe du langage évolué choisi, les opérations réglées (gérées par des instructions explicitement codées) réalisent un modèle mixte (imparfait) parmi d'autres de combinaison des règles de branchement conditionnel, de règles arithmétiques et de règles logiques. La compilation lisse cette hétérogénéité. Elle est certes une opération cruciale (notamment pour la compatibilité et la portabilité entre systèmes informatiques) mais elle a pour effet 1) par rapport à l'amont (ce d'où elle procède) de rendre imperceptible cette hétérogénéité et cette mixité originaires, 2) par rapport à l'aval (*i.e.* l'usage qui en est fait) de présenter le langage évolué résultant comme un système essentiellement uniforme, symbolique et de fait essentiellement homogène aux pratiques de langage usuelles.

55 Or, à certains égards, la forme que prend l'argument de Kripke ne fait que retrouver, à l'intérieur d'un langage de programmation procédurale classique (de type FORTRAN, PASCAL ou HPL...), cette hétérogénéité originaires. L'argument précis de Kripke concernant le supposé paradoxe sceptique de Wittgenstein consiste en effet à introduire une fonction mixte et fragmentée – qu'il nomme « Quus » – et à commenter la différence entre cette fonction et la fonction d'addition traditionnelle dite « Plus ».

56 Soit « Quus » :

$$x \oplus y = x + y, \text{ si } x < 57 \text{ et } y < 57$$

$$x \oplus y = 5, \text{ dans tous les autres cas.}$$

57 Kripke affirme que le paradoxe sceptique de Wittgenstein permet de formuler la thèse précise suivante : si je suis dans le cas de n'avoir encore jamais additionné deux nombres supérieurs à 57, je n'ai pas les moyens de prouver que ce n'est pas la fonction « Quus » que je signifiais en réalité jusqu'à présent avec le nom « Plus ». Si bien que je n'ai pas de raison quelconque de répondre « 125 » si on me demande *maintenant* combien font « 68 + 57 ». Cela est lié étroitement au fait que Wittgenstein affirme qu'un homme isolé ne peut suivre une règle seul. Il ne fait pas autorité de lui-même. Ou encore : « Aucun fait relatif à un individu ne constitue l'état dans lequel il signifiait Plus plutôt que Quus »<sup>32</sup>.

58 Remarquons que :

Le problème n'est pas « comment sais-je que 68 plus 57 donne 125 ? », à quoi il suffit de répondre en opérant un calcul arithmétique ; mais plutôt « Comment sais-je que "68+57", au sens que je donnais naguère à "Plus", devrait dénoter 125 ? ». Si le mot "Plus", tel que je l'utilisais dans le passé, avait dénoté la fonction Quus, et non la fonction Plus [...] alors mon intention antérieure eût été telle que, questionné sur la valeur de "68+57", j'eusse dû répondre "5" <sup>33</sup>.

Autrement dit, puisque dans un rapport de moi à moi-même (passé-présent), je ne peux m'obliger à décider d'une application de la règle à un cas particulier mais inédit pour moi, c'est-à-dire que je ne peux me lier durablement moi-même et d'autorité au suivi d'une règle précise, il est tout à fait pensable que la règle change entre-temps. C'est ce que cherche à figurer la fonction « Quus ». Il est imaginable que j'ai déraillé, c'est-à-dire que j'ai appliqué une règle autre sans m'apercevoir qu'elle était autre que celle que j'applique maintenant.

59 Mais posons-nous la question : « Quus » et « Plus » sont-elles vraiment des règles de même type ? Davantage : « Quus » est-elle une règle ? Oui, mais pas une règle au même titre que « Plus ». Il n'y a pas d'homogénéité de l'une à l'autre. Car, entre les deux, la différence ne tient pas seulement à un changement de paramètre, mais à la fragmentation du « et ainsi de suite... ». Il faut donc ajouter un niveau d'analyse à l'analyse linguistiquement orientée de Granger (1979).

60 Je propose de définir une autre fonction pour rendre visible le fait que la fragmentation due ici à l'intervention d'une règle conditionnelle supplémentaire « si... alors... » change déjà la nature de la règle.

61 Je définis « Quus<sub>0</sub> » telle que :

$$x \oplus_0 y = x + y \text{ si } x < 57 \text{ et } y < 57$$

$$x \oplus_0 y = x + y \text{ autrement.}$$

62 Tout en ne menant jamais à des résultats différents, « Quus<sub>0</sub> » est déjà formellement différente de « Plus ». Car c'est une règle fragmentaire faisant intervenir des méta-symboles.

63 Cette remarque est compatible avec ce que dit Wittgenstein par ailleurs, notamment au sujet des classes fermées. Ainsi, par exemple, au § 8 de la Grammaire Philosophique (p. 344), il écrit qu'il faut renoncer à une représentation de la proposition générale ( $\exists x. f(x)$ ) qui l'identifie constamment (et dans toutes les situations) à une somme logique  $f(a) \vee f(b) \vee \dots$  Et il pose la question suivante :

Comment nos règles expriment-elles que les cas de  $f(x)$  que nous avons traités ne sont pas essentiellement des classes fermées ? – eh bien simplement par la généralité de la règle générale. – Suivant laquelle ils n'ont pas pour le calcul la même signification qu'un groupe fermé de signes primitifs (comme par exemple les noms des 6 couleurs primaires)<sup>34</sup>.

64 L'universalité de la représentation de la proposition générale au moyen de la somme logique est contestée dans la *Grammaire philosophique* parce qu'elle apparaît alors confrontée au problème du caractère non fini de la somme. Et c'est dans ce cas notamment qu'il faut changer de niveau de langage, introduire un méta-symbole.

65 Or, Wittgenstein soutient aussi que lorsqu'on introduit ainsi un concept de nombre (une nouvelle symbolisation normative et formant règle fixe) dans un calcul, *cela change la nature du calcul*<sup>35</sup>. Ce n'est plus le même calcul. Ce n'est pas la même règle qui est suivie, au sens où elle n'est plus fixe au niveau (mathématique) où on a coutume de lui donner (de la reconnaître comme donnant) la possibilité de conférer une signification. Cela est cohérent par ailleurs avec l'emphase portée sur la pratique : lors de cette *intervention* d'un méta-symbole, la *pratique* qui permet effectivement de parcourir les cas particuliers tombant sous ce concept, c'est-à-dire ici la manière de faire pratiquer ce parcours de *type mathématique* à la machine, change aussi. C'est en ce sens que le calcul mathématique est fragmentaire. Et il se confirme bien



ici que le concept de nombre<sup>36</sup> n'est pas une « ombre de la réalité » et qu'il varie en fonction des contextes et des mises en pratique des règles.

66 Dans notre cas, le segment d'entiers  $[0, 56]$  est un groupe fermé de signes primitifs. En revanche, le segment  $[57, +\infty[$  ne l'est pas d'un point de vue mathématique. Il ne l'est pas non plus du point de vue de cette modélisation particulière et partielle des mathématiques qu'est la programmation en langage évolué et qui semble au premier abord homogène à la pratique des règles mathématiques correspondantes. Mais, en réalité, l'interprétation effective (ou la compilation) en langage machine (c'est-à-dire le modèle interprétant au niveau machine de ce modèle valant au niveau du langage informatique évolué de la pratique mathématique de symbolisation) du concept de segment infini (le « et ainsi de suite » de la *Grammaire philosophique*) ne peut exprimer la pratique de cette partie de règle que sur un groupe fermé de signes primitifs. En effet, étant donné la limitation physique des machines, on peut imaginer que cette condition sera applicable, par exemple, uniquement si  $x$  et  $y < 2^{16} = 65536$  (si par exemple les nombres ne sont codés que sur 16 bits et de manière non exponentielle, sans mantisse, etc.), faute de quoi l'ordinateur fournit un message d'erreur. Et là, on aura en réalité non pas une seule fragmentation (telle que celle régulièrement planifiée en langage évoluée avec l'intrusion explicite du « si... alors... ») mais deux, avec l'introduction subreptice et subie (du fait que le langage évolué peut nous faire croire qu'il prend tout en charge dans son apparence impeccable) de la dissonance entre le langage évolué et son interprétant, le langage machine.

67 Ce qui permet en apparence de construire adéquatement (avec une apparence d'homogénéité sémantique) d'un point de vue mathématique le méta-symbole du segment infini  $[57, +\infty[$  repose donc sur un oubli du fait que la traduction dans les opérations élémentaires peut faire tôt ou tard ressortir l'indécision et la variabilité de la réalisation des opérations de la machine même ordonnées univoquement à partir du langage machine. Le retour à une homogénéité sémantique grâce à l'interprétation en dernière instance dans le langage machine n'est donc valable que dans la limite de certaines pratiques encadrées.

68 Pour confirmer l'esprit wittgensteinien de cette analyse particulière, rappelons qu'au sujet de « ... » ou « et ainsi de suite à l'infini... » qui indique un groupe ouvert ou une classe ouverte dans une règle, Wittgenstein écrit :

Dans '1+1+1+...', les points ne sont que des points de suspension. Signe pour lequel on peut donner certaines règles. (en fait les mêmes que pour « et ainsi de suite et à l'infini »). Certes, d'une certaine façon, ce signe imite l'énumération, mais n'en est pas une. Et cela signifie bien que les règles qui le gouvernent s'accordent jusqu'à un certain point – mais pas entièrement – avec celles qui gouvernent l'énumération<sup>37</sup>.

Ainsi Wittgenstein conclut-il immédiatement :

Il n'y a pas de troisième terme entre l'énumération déterminée [la donnée d'un groupe fermé de signes primitifs] et le signe général<sup>38</sup>.

Il y a donc saut, rupture de continuité et changement de règles à la rigueur.

69 Nous proposons de dire que, de ce point de vue, une énumération *sous-symbolise* le signe « et ainsi de suite à l'infini ». Car elle l'*imite* – partiellement – mais d'une façon qu'on peut dire iconique, en un sens et sous un certain rapport. Wittgenstein fait remarquer qu'elle l'imite imparfaitement parce que les pratiques de construction et de reconnaissance qu'elle ordonne, dans les calculs dans lesquels elle apparaît, ne sont pas les mêmes que les pratiques ordonnées par le symbole conceptuel « et ainsi de suite à l'infini ». Il

y a donc changement de règle à l'occasion de l'introduction d'un concept, comme cela se confirme lorsqu'on fragmente une règle formelle.

## 5. L'exemple d'une simulation simple de croissance d'arbre

70 L'objectif de ce paragraphe est de montrer que, pour modéliser le vivant, il est parfois nécessaire de procéder à une fragmentation et une imbrication de règles différentes qui fait que l'on n'a pas un calcul vraiment mathématique mais fragmentaire, en l'occurrence logico-arithmétique : avec intervention de conditions logiques, précisément comme dans « Quus ».

71 En 1975, P. de Reffye et J. Snoeck (Institut Français du Café et du Cacao puis CIRAD à partir de 1984) cherchent à modéliser la croissance du caféier de manière à évaluer précisément la fructification, c'est-à-dire le nombre de nœuds porteurs de fruits au cours de la croissance.

72 1) Dans un premier temps, ils montrent qu'il est nécessaire de procéder en fragmentant les modèles formels et en les simulant ensuite par ordinateur pour les rendre co-calculables<sup>39</sup>. Il se trouve que le phénomène biologique de formation des rameaux peut être relativement dissocié du phénomène de leur croissance. Ainsi ils construisent des sous-modèles mathématiques séparés pour chacun de ces deux phénomènes biologiques. Aucun des deux cependant ne peut donner le résultat recherché.

73 2) Dans un second temps, de Reffye et Snoeck expriment analytiquement l'accroissement mensuel du nombre  $N$  d'étages de rameaux formés en fonction de l'âge  $T$  du caféier et de sa durée de vie  $T_0$  :  $F(T) = \Delta N / \Delta T = K (T)^p (T_0 - T)^q$ . Dans cette formule,  $K$ ,  $p$  et  $q$  sont des coefficients inconnus qu'ils estiment par ajustement aux courbes empiriques. On peut alors exprimer explicitement le nombre total d'étages que peut former le caféier :

$$N_0 = \frac{K(T_0)^{p+q+1} * p! * q!}{(p+q+1)!}$$

Cependant, cette formule analytique est inutilisable telle quelle car elle ne peut être mathématiquement combinée avec le sous-modèle de croissance des rameaux. Il faut en réalité fragmenter les phénomènes. Il faut notamment disposer précisément de l'âge de chacun des nœuds des étages de rameaux afin de leur appliquer à chaque fois leur propre fonction mathématique de croissance.

74 Avec cette formule, on peut seulement déterminer le nombre d'étages de rameaux *formés* (et pas ceux qui ont *crû*) par mois et à un âge donné. Or, on cherche à connaître le nombre total d'étages formés, à un âge fixé de l'arbre, pour pouvoir ensuite les faire croître un à un à partir de leur date d'apparition. Il faut donc bien en rester à un niveau plus fin, plus iconique ou sous-symbolique en ce sens, sans parcourir toutes les étapes de formation d'un coup (ce qui serait recourir à une règle de condensation ou faire usage d'une symbolisation normative et formant règle fixe), cela si l'on veut évaluer le nombre de nœuds fructifères sur un arbre à un âge donné.

75 Les auteurs choisissent donc d'inverser cette fonction et de procéder pas à pas, en faisant déterminer à l'ordinateur tous les intervalles de temps élémentaires séparant les dates de formation d'étages de rameaux et valables à chaque instant  $T(i)$  jusqu'à obtenir  $T$ , par sommation, à savoir l'âge final du caféier. Dès lors :  $T = \sum \Delta T(i) = \sum F^{-1}(T(i))$ .

76 3) Dans un troisième temps, les auteurs produisent le second sous-modèle,

celui qui exprime le nombre de nœuds qui *croissent* par unité de temps sur un étage de rameaux formés donné. Ils le font sous la forme d'une fonction mathématique  $g : g(t) = n_0 (1 - e^{-rt})$  où  $n_0$  est le nombre maximal de nœuds que peut atteindre un étage et  $r$  un paramètre mesurant la vitesse de croissance. C'est ce sous-modèle mathématique qu'il faut faire appliquer, avec des paramètres différents, pour chaque étage de rameaux formés. C'est là faire paraître une première fragmentation.

77 Mais une deuxième fragmentation doit être exprimée dans la simulation informatique qui intégrera et entrelacera pas à pas tous ces divers sous-modèles. En effet, ce qui nous intéresse, ce ne sont pas n'importe quels nœuds, mais les nœuds fructifères. Or, tous les nœuds formés et qui ont crû ne sont pas fructifères. À chaque instant il faut donc pouvoir déterminer, parmi les nœuds formés et qui ont crû, quels et combien sont ceux qui sont réellement fructifères. Il faut donc fragmenter encore ce second sous-modèle car il y a trois possibilités en ce qui concerne le rameau formé et ayant crû de rang  $k$ , d'âge  $t =$

$$T - \sum_1^k \Delta T_i,$$

- a) si  $t < t_1$  :  $n_{\text{fructifères}} = 0$  (le rameau ne porte que des feuilles) ;
- b) si  $t_2 > t > t_1$  :  $n_{\text{fructifères}} = g(t - t_1)$  ;
- c) enfin, si  $t > t_2 > t_1$  :  $n_{\text{fructifères}} = g(t - t_1) - g(t - t_2)$ .

78 C'est un programme informatique en HPL (langage proche du PASCAL) qui va alors permettre la « synthèse globale du caféier » (selon l'expression de de Reffye et Snoeck), et cela en séries de quatre étapes logico-arithmétiques :

- 1- la formation d'un rameau,
- 2- le test de l'état de croissance du rameau et le test de sa situation comme porteur de fruits, qui sont fonction de l'âge calculé et des conditions (« si... alors... ») précédemment exposées,
- 3- incrémentation du nombre courant de nœuds du  $\Delta n_{\text{fructifères}}$  calculé et du nombre courant de rameau,
- 4- si  $t < T$  le programme boucle sur l'étape 2 qui verra la formation du rameau suivant (fin du test de formation du rameau courant), sinon il s'arrête.

79 On constate donc que cette simulation repose sur une fragmentation de modèles mathématiques qui ne peuvent être ajoutés ni même couplés ou combinés mathématiquement sans erreur ou sans perte d'informations décisives pour l'objectif recherché. Les tests logiques sont des actes de fragmentation, de changement de règles. Ils simulent une intervention cognitive en méta sensible à des variables de type iconique (comme le passage du temps). C'est ce qui permet de rendre communicants des modèles mathématiques : ils se communiquent par là seulement des valeurs de paramètres et ils n'ont pas pour cela à être mathématiquement co-calculables. Ainsi, comme Jean-Pierre Müller<sup>40</sup> l'a montré à propos de la notion d'émergence telle qu'elle semble pouvoir s'appliquer valablement dans le cas des modélisations complexes à agents, le changement de règles peut être interprété comme un *changement de niveau de langage* au cours même de la computation.

80 On peut dire que cet enchevêtrement des niveaux de langages est déjà manifeste dans l'exemple que j'ai présenté. Cet exemple est pourtant ancien et

il met en œuvre un mode de programmation procédurale, non encore orientée-objets. Il montre qu'alors qu'une traduction mathématique analytique en serait difficile voire impossible, le programme informatique peut donner l'impression d'une mathématisation générale ; ce qu'il ne fait pourtant pas. Du fait qu'il est écrit en langage évolué, il donne l'impression d'une homogénéisation des règles. Certes, les règles de son jeu de langage lui permettent d'être tantôt modèle (imparfait comme tout modèle) de règles d'actions mathématiques (ici arithmétiques) tantôt modèle (imparfait aussi) de règles d'actions de branchement logique. Mais il ne réduit pas les unes aux autres. Il ne fonde pas l'une dans l'autre. Ce qui fait sa « praticabilité » en revanche (le fait qu'il rend possible une pratique de calcul mixte et en même temps déléguable à une machine) est dû non à une homogénéisation de haut niveau mais plutôt à une homogénéisation de bas niveau : *parce qu'il est aussi, et de manière plus étroite et plus stable dans ce cas, un modèle d'actions élémentaires de la machine, actions qui sont, quant à elles, co-praticables, malgré leur enchevêtrement, car compatibles matériellement* (de par leur traduction en langage machine).

81 Déjà là donc, on aurait affaire à une simulation de la contextualité de l'application des règles dans le vivant, cette contextualité tenant *notamment* à l'enchevêtrement de règles. Je dis qu'elle tiendrait *notamment* à cet enchevêtrement de règles, mais pas *exclusivement* car toute pratique n'est pas nécessairement réglée, même si tout suivi de règle est en revanche une pratique contextualisée. L'enchevêtrement prend ici la forme d'une fragmentation de règles formelles dont le parcours est décidé au cours même des calculs, à l'occasion des résultats intermédiaires. Ce n'est pas seulement la décision d'appliquer la règle qui est ici simulée (ce qui est le cas de tout calcul dont la pratique est déléguée à une machine), mais aussi et surtout *la décision quant à la nature de la règle* à suivre. Il est normal que pour quelqu'un qui, comme Kripke, prend le paradoxe sceptique au sérieux, cela ne fasse pas une grande différence. Alors que cette différence, à savoir l'intervention d'une fragmentation – fut-elle, dans son contenu, dépourvue de tout ordre de changement de règles et réduite à sa simple intervention/interruption (comme dans « Quus<sub>o</sub> ») – suffit déjà à poser une grande partie du problème évoqué par Wittgenstein et alors même qu'elle suffit à indiquer aussi une voie explicative pour l'épistémologie qui observe que, de ce point de vue, les pratiques actuelles de simulation complexes travaillent à rien d'autre qu'à relever (partiellement) ce défi de la simulation de l'enchevêtrement des règles dans le vivant et le social.

## 6. Une possible objection à partir du travail de Gilles-Gaston Granger

82 En s'aidant des clarifications de Granger, on pourrait objecter qu'au niveau du langage machine, le « système symbolique » redevient tout à fait homogène<sup>41</sup>. La distinction entre nom de signe (adresse mémoire) et manipulation sur des signes, contrairement au niveau du langage évolué, a disparu<sup>42</sup>. Il n'y a plus d'hétérogénéité sémantique. Pour Granger, la différence entre langues de programmation et langues naturelles, reste par conséquent fondamentale. Certes, un langage de programmation évolué présente certains indices pragmatiques qui font de lui un langage de communication (homme-machine) proche des langues naturelles : c'est un langage qui, à côté de sa fonction d'expression, assure à une expression linguistique une « fonction

dans un jeu de communication »<sup>43</sup>. En ce sens, il a des parentés fortes avec les jeux de langage wittgensteinien<sup>44</sup>. Comportant deux niveaux d'expression (propriétés des symboles et manipulation les concernant), « il permet de dire ce qu'il faut faire pour exécuter un algorithme »<sup>45</sup> en nous engageant ainsi à produire ou à faire produire certains actes illocutoires. Mais la différence réside dans le fait que les langues de programmation rendent muets ces critères pragmatiques qu'elles semblent posséder :

Le jeu de langage auquel participe la machine est, de ce point de vue exhaustivement déterminé par avance. De sorte que le caractère pragmatique des symboles se trouve pour ainsi dire neutralisé dans des situations stéréotypées, et que subsiste seulement la forme d'une pragmatique effective<sup>46</sup>.

83 On pourrait conclure ainsi que, comme tous les programmes informatiques, même ceux qui sont écrits en langage évolué, sont réductibles à l'homogénéité sémantique, une vraie *praxis*, une pratique vivante, une « forme de vie » ne peut s'y laisser simulée.

84 Je répondrais qu'avec un point de vue qui se focalise trop – on le voit maintenant – sur le seul aspect des niveaux de langages, Granger néglige le considérable déblocage méthodologique rendu possible par la programmation informatique au niveau du développement des modélisations formelles. Même s'il se défend de pratiquer une épistémologie étroitement syntaxique et positiviste logique, il pratique encore une épistémologie largement linguisticiste. C'est surprenant de la part d'un wittgensteinien qui devrait être sensible aussi aux véritables pratiques humaines de modélisation formelle assistée par ordinateur, à leur niveau de praticabilité, sans y chercher tout de suite une construction cachée et jugée immédiatement plus fondamentale précisément pour son homogénéité sémantique.

85 De plus, la thèse de la réductibilité à l'homogénéité sémantique reste en elle-même contestable (si l'on sort du seul cadre de l'informatique théorique). Elle repose en effet sur une pétition de principe linguisticiste auquel l'informaticien théoricien peut certes se lier pour l'usage qu'il vise (modéliser théoriquement le fonctionnement d'un ordinateur) mais pas nécessairement le philosophe qui réfléchit sur les pratiques de simulation qui font sens et pratique : le fond ultime des pratiques de traitement et de calcul déléguées à la machine reste pour Granger de part en part linguistique (d'où la possibilité de son réductionnisme) car ce fond est matérialisé par cette étape qu'il décrète ultime du point de vue des pratiques et qui est celle du langage machine. C'est à même ce langage que tout s'homogénéise et peut se désenchevêtrer en ce sens : il n'y a plus de hiérarchie réelle. Or, du point de vue wittgensteinien qui est aussi en grande partie le sien, il est étonnant d'arrêter la délégation de la pratique à l'avant-dernier niveau, précisément à celui qui se révèle encore exclusivement linguistique, alors que les opérations matérielles pratiquées peuvent précisément être de nouveau hétérogénéisées, certes pas dans le même sens qu'elles semblent l'être (superficiellement donc) dans le langage machine. Activer un registre, décaler un bit, pointer vers une adresse mémoire, pratiquer une addition binaire avec retenue, etc., sont des opérations qui matériellement sont différentes parce qu'elles mettent en jeu des parties différentes de la machine.

86 Cette différence de pratiques est nivelée certes par le langage évolué, quoique jusque dans certaines limites. Mais il arrive qu'une certaine différence de pratique – d'un autre type il est vrai – fasse retour à l'intérieur du langage évolué lui-même et gagne à être simulée, comme on l'a vu avec le cas de l'intervention de branchements conditionnels par exemple ou avec les deux



règles « Quus ». En ce qui concerne les modélisations fragmentées du vivant, les règles ou sous-modèles formels fixes sont alors caractérisés par des paramètres dont les valeurs sont prélevées soit sur le terrain, soit dans nos modèles verbaux, soit dans nos théories, et ont de fait des statuts épistémiques très hétérogènes : iconiques (une quantité d'individus réels, une durée réaliste, etc.), symboliques (une grandeur moyenne d'individu, etc.) ou phénoménologiques (un élément de calcul fictif pour un artifice numérique servant à un calcul approché : pas de discrétisation, paramètre de loi probabiliste ajustée, etc.). À ce titre, on peut, me semble-t-il, élargir la considération de Jean-Pierre Müller. Dans les cas évoqués, en effet, l'enchevêtrement n'y est pas seulement de niveaux de langage, mais plus largement de *niveaux de symboles* à l'intérieur de ce qu'on peut se représenter, en première approche, comme une *hiérarchie dénotationnelle* sur le modèle de celle de Goodman, dès lors qu'il s'y présente diverses « routes » pour mener à la référence<sup>47</sup>. À ce titre également, toute simulation informatique ne peut plus toujours être conçue comme une simple actualisation d'un virtuel seulement mathématique<sup>48</sup>.

87 À sa décharge, comme moi-même ici, dans son ouvrage de 1979, Granger prend comme exemple des styles de programmation anciens et qui avaient été fortement calqués sur les exemples des constructions linguistiques des mathématiques et des logiques (FORTRAN et ALGOL). Dans les premières générations de style de programmation (programmation dite « impérative », puis « procédurale »), les instructions semblent ainsi directement des modèles imparfaits de règles élémentaires valant d'abord dans un langage formel usuel. Or, dans ce type de programmation, même quand les règles sont enchevêtrés, *l'enchevêtrement est faible* car ce sont des règles fixes qui se passent la main, se succèdent et ne cohabitent pas vraiment dans le programme. On peut donc toujours considérer que la pratique *en réalité* (même si cette « en réalité » est hautement problématique) s'effectue au niveau sémantiquement homogénéisant du langage machine.

88 Dans ce type de programmation, les instructions semblent n'être que des modèles dérivés et approchés des « appareils de langage formel » que sont les symboles mathématiques ou logiques.

89 Dans ce cadre-là, ce que j'avais appelé la relation « modèle de... » semble toujours exiger un langage de départ et un langage (ou au moins un lexique) d'arrivée, au besoin hétérogène.

## Conclusion

90 Il serait trop long de revenir ici sur la programmation orientée objet telle qu'elle est née dans les années 1960 et s'est développée dans les années 1980-1990. Retenons qu'avec la programmation objet, les règles ne sont même plus mises en avant. On n'a pas affaire à un langage impératif où l'injonction et l'ordre constitueraient l'essentiel de ce qui se joue dans la pratique. La métaphore wittgensteinienne du « jeu de langage », restant trop greffée sur le modèle de l'ordre, de l'injonction, pourrait donc être ici bien moins pertinente.

91 De plus, la réalité de départ qu'il s'agit de modéliser n'est pas d'emblée un énoncé dans un système symbolique. La conception de la programmation comme une approximation ou même une modélisation d'une formulation qui aurait été au préalable mathématique n'est plus évidente.

92 Ce sont plutôt les attributs de l'objet qui déterminent de proche en proche la règle à employer. Ces attributs consistent en autant de sous-modèles réglant



(certes) l'éventail des comportements d'individus virtuels évoluant dans un écosystème de formalismes dont l'environnement est l'occasion d'un enchevêtrement et, comme tel, a valeur tantôt iconique, tantôt symbolique, et qui fait donc sens tantôt à un niveau (biologique ou social), tantôt à un autre.

93 Il faudrait alors s'interroger sur l'opportunité de parler d'une *autorité de l'objet* comme il avait été question de l'autorité de l'*enchevêtrement des règles*. Si les objets peuvent être pris en compte dans leurs caractères composites mais aussi dans la diversité de leurs aspects comme dans la diversité des aspects de leurs relations, il est possible d'imaginer un « voir comme » des aspects sans voir réel, comme on a pu proposer l'idée de « formes de vie » autorisantes sans vie réelle. Ce « voir comme » ferait du même objet tour à tour un objet soumis à une règle ou un objet-paradigme soumettant d'autres objets à la règle qu'il réaliserait. Ainsi en est-il déjà ainsi – à un degré minimal il est vrai – pour les automates cellulaires : les objets y sont en même temps des objets-règles. Ils mesurent la maille. Ils peuvent donc être vus par le programme soit comme règles, soit comme objets réglés.

94 Plus largement, au-delà d'une simulation partielle – mais déjà complexe – des enchevêtrements de règles sans « formes de vie » réelles mais avec « formes de vie » simulées, il paraît désormais envisageable de construire un « voir comme » simulé. Ce « voir comme » simulé peut devenir ainsi l'objet d'une simulation à réentrance – ou endomorphe – où l'émergence simulée peut devenir relativement forte (et pas seulement faible) puisque la causalité descendante<sup>49</sup> y est mise pleinement en œuvre. Elle y est traitée comme la façon qu'a un agent cognitif de trouver du sens, c'est-à-dire de comprendre son écosystème et le comportement de sa communauté, c'est-à-dire encore de s'en faire un modèle, un schéma, d'y reconnaître progressivement comme des normes et de les revendiquer ensuite pour lui-même et pour les autres<sup>50</sup>.

## Bibliographie

BAILLY F. et LONGO G., *Mathématiques et sciences de la nature : la singularité physique du vivant*, Paris, Hermann, 2006.

BEDAU M., « Weak Emergence », dans *Philosophical Perspectives : Mind, Causation and World*, J. Tomberlin (ed.), vol. 11, Malden, MA : Blackwell, 1997, p. 375-399.

BOUVERESSE J., *La force de la règle*, Paris, Minuit, 1987.

BOUVERESSE J., « Combien mesure le mètre ? § 50 », dans Laugier S. et Chauviré C. (éd), 2006, chap. 2, p. 41-84.

CAVELL S., *The Claim of Reason*, Oxford University Press, 1979 ; trad. par S. Laugier et N. Balso, *Les Voix de la raison*, Paris, Seuil, 1996.

DESSALLES J.-L., MÜLLER J.-P. & PHAN D., « Emergence in Multi-agent systems : Conceptual and methodological issues », dans F. Amblard & D. Phan, *Agent-Based Modelling and Simulation in the Social and Human Sciences*, Oxford, The Bardwell Press, 2007, p. 327-356.

GLOCK H.-J., *A Wittgenstein dictionary*, Oxford, Blackwell, 1996 ; trad. H. Roudier de Lara et P. de Lara, *Dictionnaire Wittgenstein*, Paris, Gallimard, 2003.

GOODMAN N., « Routes of Reference », dans *Critical Inquiry*, vol. 8, n° 1, Autumn 1981, p. 121-132.

GRANGER G.-G., *Langages et épistémologie*, Paris, Klincksieck, 1979.

GRANGER G.-G., *Le probable, le possible et le virtuel*, Paris, Odile Jacob, 1994.

GRANGER G.-G., 1988 [2003], « Simuler et comprendre », texte d'une conférence prononcée à Brighton en août 1988, repris dans Granger, *Philosophie, langage, science*, Paris, EDP, 2003, p. 187-192.

KRIPKE S., *Wittgenstein. On Rules and Private Language*, Basil Blackwell, 1982 ; trad. par T. Marchaisse : *Règles et langage privé – Introduction au paradoxe de Wittgenstein*, Paris, Seuil, 1996.

- LAUGIER S. (éd.), *Wittgenstein, métaphysique et jeux de langage*, Paris, PUF, 2001.
- LAUGIER S. et CHAUVIRÉ C. (éd.), *Lire les Recherches Philosophiques de Wittgenstein*, Paris, Vrin, 2006.
- MÜLLER J.-P., « Emergence of collective behaviour and problem solving », dans *Engineering Societies in the Agents World IV. 4<sup>th</sup> International Workshop ESAW-2003*, LNAI 3071 Springer Verlag, 2004, p. 1-20.
- MÜLLER J.-P., PHAN D. & VARENNE F., « An ontological perspective on the action – structure debate for agent-based framework : the case of “following a rule” », à paraître.
- RIGAL E. et al., *Wittgenstein et les mathématiques*, ouvrage collectif avec les contributions de J. Floyd, P. Frascolla, P. Livet, M. Marion, F. Schmitz, M. Bitbol et E. Rigal, Mauvezin, T.E.R., 2004.
- STEPHAN A., « Emergence », dans *Encyclopedia of Cognitive Science*, Nadel (ed.), vol. 1, London, Macmillan, 2002, p. 1108-1115.
- TISSERANT S., *Cours d'Architecture des ordinateurs*, cours de l'ESIL de Serge Tisserant, 2000, revu en 2004, <http://marpix1.in2p3.fr/cal/mv-web/archi/archi.html>, section « CPU », chapitre 8.
- TRAVIS C., *Les liaisons ordinaires – Wittgenstein sur la pensée et le monde*, éd. par B. Ambroise, Paris, Vrin, 2003.
- VARENNE F., *Les notions de métaphore et d'analogie dans les épistémologies des modèles et des simulations*, Paris, Pétra, 2006.
- VARENNE F., *Du modèle à la simulation informatique*, Paris, Vrin, 2007.
- VARENNE F., « Fragmenter les modèles : simulation numérique et informatique », dans *Biologie du XXI<sup>e</sup> siècle – Évolution des concepts fondateurs*, P.-A. Miquel (éd.), Bruxelles, De Boeck, 2008, chap. 11, p. 265-295.
- WITTGENSTEIN L., *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, Blackwell, 1953 ; trad. par F. Dastur, M. Elie, J.-L. Gautero, D. Janicaud et E. Rigal, *Recherches philosophiques*, Paris, Gallimard, 2004.
- WITTGENSTEIN L., *Philosophische Grammatik*, Oxford, Basil Blackwell, 1969 ; trad. par M.-A. Lescourret : *Grammaire Philosophique*, Paris, Gallimard, 1980.
- WITTGENSTEIN L., *Bemerkungen über die Grundlagen der Mathematik*, Oxford, Blackwell, 1956 ; réimp. Frankfurt am Main, Suhrkamp, 1984.
- WITTGENSTEIN L., *Cours sur les fondements des mathématiques*, texte établi par C. Diamond (The University of Chicago Press, 1976) et traduit par E. Rigal, Mauvezin, T.E.R., 1995.
- WITTGENSTEIN L., *Vermischte Bemerkungen*, Oxford, Basil Blackwell ; trad. G. Granel, *Remarques mêlées*, Mauvezin, TER, 1984 ; réédition : Paris, GF, avec un appareil critique de J.-P. Cometti, 2002.

## Notes

1 Cf. F. Varenne, *Les notions de métaphore et d'analogie dans les épistémologies des modèles et des simulations*, Paris, Petra, 2006. Je remercie ici Jean-Claude Dumoncel d'avoir été pour moi un incitateur sur cette question.

2 Wittgenstein L., *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, Blackwell, 1953 ; trad. par F. Dastur, M. Elie, J.-L. Gautero, D. Janicaud et E. Rigal : *Recherches philosophiques*, Paris, Gallimard, 2004, § 7. Charles Travis me paraît en fournir une bonne caractérisation dans ce passage : « Un jeu de langage est une façon spécifiée que les mots ont de s'intégrer à la vie. On spécifie le jeu en spécifiant comment il faut le jouer, c'est-à-dire en spécifiant ses règles », C. Travis, *Les liaisons ordinaires – Wittgenstein sur la pensée et le monde*, éd. par B. Ambroise, Paris, Vrin, 2003, p. 29.

3 Comme le rappelle Sandra Laugier, « il n'est pas dans l'intention de Wittgenstein de donner, dans cette partie des *Recherches* [les §§ 185-202], une théorie ou une conception de la règle », in Laugier S. et Chauviré C. (éd.), *Lire les Recherches Philosophiques de Wittgenstein*, Paris, Vrin, 2006, p. 131.

4 Wittgenstein L., *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, Blackwell, 1953 ; trad. par F. Dastur, M. Elie, J.-L. Gautero, D. Janicaud et E. Rigal : *Recherches philosophiques*, Paris, Gallimard, 2004, § 125.

5 Dans son texte « La douleur : ni un quelque chose, ni un rien », in Laugier S. et Chauviré C. (éd.), *Lire les Recherches Philosophiques de Wittgenstein*, Paris, Vrin, 2006, p. 159-162.

6 Wittgenstein L., *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, Blackwell, 1953 ; trad. par F. Dastur, M. Elie, J.-L. Gautero, D. Janicaud et E. Rigal : *Recherches philosophiques*, Paris, Gallimard, 2004, §§ 191-194.

7 Sur cette « décision », cf. L. Wittgenstein, *Philosophische Grammatik*, Oxford, Basil Blackwell, 1969 ; trad. par M.-A. Lescourret : *Grammaire Philosophique*, Paris, Gallimard, 1980, p. 386 ; L. Wittgenstein, *Cours sur les fondements des mathématiques*, texte établi par C. Diamond (The University of Chicago Press, 1976) et traduit par E. Rigal, Mauvezin, T.E.R., 1995, p. 104 ; J. Bouveresse, *La force de la règle*, Paris, Minuit, 1987, p. 36-38.

8 Cf. la contribution de G. Longo dans cette revue mais aussi l'ouvrage de F. Bailly et G. Longo, *Mathématiques et sciences de la nature : la singularité physique du vivant*, Paris, Hermann, 2006.

9 « [Dire que] tout se trouve déjà [dans le « visage algébrique » de la suite], c'est dire que nous sommes suspendus aux lèvres de la règle pour savoir ce qu'elle nous dit, et que nous agissons, sans faire appel à aucune autre instruction », L. Wittgenstein, *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, Blackwell, 1953 ; trad. par F. Dastur, M. Elie, J.-L. Gautero, D. Janicaud et E. Rigal : *Recherches philosophiques*, Paris, Gallimard, 2004, § 228, p. 133. Cf. aussi *ibid.*, § 232 : « Suppose qu'une règle me suggère comment je dois la suivre ; c'est-à-dire une voix intérieure me dit, pendant que je suis la ligne des yeux : "continue ainsi !" » et § 235 : « cela appartient à la physionomie de ce que nous appelons dans la vie "suivre une règle" ».

10 H.-J. Glock, *Dictionnaire Wittgenstein*, trad., Paris, Galimard, 2003, article « forme de vie », p. 250.

11 « Must we mean what we say ? », Cavell, 1969, cité par Sandra Laugier : « Où se trouvent les règles ? », in Laugier S. et Chauviré C. (éd.), *Lire les Recherches Philosophiques de Wittgenstein*, Paris, Vrin, 2006, p. 145.

12 « Où se trouvent les règles ? », *ibid.*, p. 151.

13 Wittgenstein L., *Bemerkungen über die Grundlagen der Mathematik*, Oxford, Blackwell, 1956 ; réimp. Frankfurt am Main, Suhrkamp, 1984, I, §§ 121-122 ; Wittgenstein L., *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, Blackwell, 1953 ; trad. par F. Dastur, M. Elie, J.-L. Gautero, D. Janicaud et E. Rigal : *Recherches philosophiques*, Paris, Gallimard, 2004, §§ 191-194.

14 Sur l'évolution récente des modes de simulation sur ordinateur et sur l'émergence d'au moins trois types de simulation bien distincts (numérique, logique, informatique), je me permets de renvoyer à F. Varenne, « Fragmenter les modèles : simulation numérique et informatique », in P.-A. Miquel (éd.), *Biologie du 21<sup>ème</sup> siècle – Évolution des concepts fondateurs*, Bruxelles, De Boeck, 2008, chap. 11, p. 265-295.

15 Wittgenstein L., *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, Blackwell, 1953 ; trad. par F. Dastur, M. Elie, J.-L. Gautero, D. Janicaud et E. Rigal : *Recherches philosophiques*, Paris, Gallimard, 2004, II, xi, p. 316.

16 Wittgenstein L., *Philosophische Grammatik*, Oxford, Basil Blackwell, 1969 ; trad. par M.-A. Lescourret : *Grammaire Philosophique*, Paris, Gallimard, 1980, II, § 40, p. 597.

17 Cf. la contribution de Pierre Livet dans Rigal E. *et al.*, *Wittgenstein et les mathématiques*, ouvrage collectif avec les contributions de J. Floyd, P. Frascolla, P. Livet, M. Marion, F. Schmitz, M. Bitbol et E. Rigal, Mauvezin, T.E.R., 2004.

18 Plus précisément, la communauté peut seulement (s')autoriser à dire si la règle n'est pas suivie : « Ce qui découle de ces conditions d'assertabilité n'est pas que la réponse de quiconque à un problème d'addition est, par définition, la bonne, mais, plus platement, que si tout le monde s'accorde sur une certaine réponse, personne ne se sentirait justifié en la qualifiant d'erronée », S. Kripke, *Wittgenstein. On Rules and Private Language*, Basil Blackwell, 1982 ; trad. par T. Marchaisse : *Règles et langage privé – Introduction au paradoxe de Wittgenstein*, Paris, Seuil, 1996, p. 129 [112]. C'est l'auteur qui souligne.

19 *op. cit.*, p. 143.

20 *Ibid.*, p. 135.

21 *Ibid.*, p. 138.

22 Cité par Laugier, *ibid.*, p. 148.

23 F. Schmitz, « Normativité des propositions mathématiques, inconcevabilité de leur négation, irréfutabilité par l'expérience », in Rigal E. *et al.*, *Wittgenstein et les mathématiques*, ouvrage collectif avec les contributions de J. Floyd, P. Frascolla, P. Livet, M. Marion, F. Schmitz, M. Bitbol et E. Rigal, Mauvezin, T.E.R., 2004, p. 129.

24 Wittgenstein L., *Philosophische Grammatik*, Oxford, Basil Blackwell, 1969 ; trad. par M.-A. Lescourret, *Grammaire Philosophique*, Paris, Gallimard, 1980, p. 597.

25 Wittgenstein L., *Vermischte Bemerkungen*, Oxford, Basil Blackwell ; trad. G. Granel, *Remarques mêlées*, Mauvezin, TER, 1984 ; réédition Paris, GF, 2002, p. 90. Cf. également la note à ce sujet de J.-P. Cometti, p. 184.

26 *Ibid.*, p. 155.

27 M. Bedau, « Weak Emergence », dans *Philosophical Perspectives: Mind, Causation and World*, J. Tomberlin (ed.), vol. 11, Malden, MA : Blackwell, 1997, p. 378. Ma traduction.

28 F. Varenne, « Fragmenter les modèles : simulation numérique et informatique », dans *Biologie du 21<sup>ème</sup> siècle – Évolution des concepts fondateurs*, P.-A. Miquel (éd.), Bruxelles, De Boeck, 2008, chap. 11, p. 276.

29 Cours d'Architecture des ordinateurs de l'ESIL de Serge Tisserant, 2000, revu en 2004, <http://marpix1.in2p3.fr/calor/my-web/archi/archi.html>, section « CPU », chapitre 8.

30 G.-G. Granger, *Langages et épistémologies*, Paris, Klincksieck, 1979, p. 146.

31 Cf. note 24 de Kripke, p. 35 [47] : « Toute fonction simulant la multiplication sur une telle machine [automate fini] manifesterait, pour des arguments suffisamment grands, des propriétés de type "quus". » Davantage, précise Kripke, « on sait très bien qu'il existe beaucoup de fonctions définissables explicitement qu'aucune machine de ce genre [de Turing] ne peut calculer. » On ne peut leur attribuer aucune interprétation standard au sens d'une procédure ou pratique de calcul prise en charge par une telle machine.

32 Kripke, *op. cit.*, p. 39 [51].

33 *Ibid.*, p. 12 [22].

34 Wittgenstein L., *Philosophische Grammatik*, Oxford, Basil Blackwell, 1969 ; trad. par M.-A. Lescourret, *Grammaire Philosophique*, Paris, Gallimard, 1980, II, § 9, p. 352.

35 Cf. F. Schmitz : « Il n'y a pas de transition d'un calcul à un autre : si l'on modifie ne serait-ce qu'une règle, on change de calcul », « Normativité des propositions mathématiques... », dans *Wittgenstein et les mathématiques*, E. Rigal *et al.*, Paris, TER, 2004, p. 129.

36 *Cours sur les Fondements des Mathématiques*, 1939, p. 15.

37 Wittgenstein L., *Philosophische Grammatik*, Oxford, Basil Blackwell, 1969 ; trad. par M.-A. Lescourret, *Grammaire Philosophique*, Paris, Gallimard, 1980, II, § 10, p. 360.

38 *Ibid.*, p. 360.

39 F. Varenne, *Du modèle à la simulation informatique*, Paris, Vrin, 2007, chap. 3.

40 Müller J.-P., « Emergence of collective behaviour and problem solving », dans *Engineering Societies in the Agents World IV. 4th International Workshop ESAW-2003*, LNAI 3071 Springer Verlag, 2004, p. 1-20 ; Müller J.-P., Phan D. & Varenne F., « An ontological perspective on the action – structure debate for agent-based framework : the case of "following a rule" », à paraître. Cf. aussi la revue des conceptions sur l'émergence dans les systèmes multi-agents : Dessalles J.-L., Müller J.-P. & Phan D., « Emergence in Multi-agent systems : Conceptual and methodological issues », dans F. Amblard & D. Phan, *Agent-Based Modelling and Simulation in the Social and Human Sciences*, Oxford, The Bardwell Press, 2007, p. 327-356.

41 Granger G.-G., *Langages et épistémologie*, Paris, Klincksieck, 1979.

42 *Ibid.*, p. 145.

43 *Ibid.*, p. 81.

44 *Ibid.*, p. 140.

45 *Ibid.*, p. 145.

46 *Ibid.*, p. 145.

47 N. Goodman, « Routes of Reference », *Critical Inquiry*, vol. 8, n° 1, Autumn 1981, p. 126-127. La compatibilité entre l'approche analytique et scalaire des systèmes de symboles chez Goodman (bien qu'admettant des intersections entre couches dénotationnelles : *ibid.*, p. 127) et la notion wittgensteinienne de « jeux de langage » pose évidemment problème. Mais je ne fais qu'indiquer ici une manière de reformuler – sous une forme sans doute affaiblie, voire passablement altérée sans doute aux yeux de certains commentateurs de Wittgenstein – la notion d'enchevêtrement que Wittgenstein nous a léguée et telle qu'elle peut me semble-t-il valoir comme outil conceptuel discriminant en épistémologie de la simulation du vivant et du social.

48 Comme la conçoit G.-G. Granger, *Le probable, le possible et le virtuel*, Paris, Odile Jacob, 1994. Cf. aussi « Simuler et comprendre », texte d'une conférence prononcée à Brighton en août 1988, repris in Granger, *Philosophie, langage, science*, Paris, EDP, 2003, p. 187-192.

49 C'est le fait que les phénomènes macro et émergents font effet directement, comme tels, sur le niveau micro et non pas seulement *via* les interactions entre les éléments du niveau micro. Cf. A. Stephan, « Emergence », dans Nadel (ed.), *Encyclopedia of Cognitive Science*, vol. 1, London, Macmillan, 2002, pp. 1108-1115.

50 C'est l'objet du travail collectif présenté dans Müller J.-P., Phan D. & Varenne F., « An ontological perspective on the action – structure debate for agent-based framework : the case of “following a rule” », à paraître.

## ***Pour citer cet article***

### *Référence électronique*

Franck Varenne, « Émergences par les règles sans « formes de vie » », *Noesis* [En ligne], N°14 | 2008, mis en ligne le 28 juin 2010, Consulté le 27 juin 2012. URL : <http://noesis.revues.org/index1667.html>

## ***Auteur***

### **Franck Varenne**

Franck Varenne est maître de conférences en philosophie de la connaissance à l'université de Rouen. Il est également rattaché au GEMAS (UMR 8598 – CNRS – Paris IV Sorbonne). Il a publié des ouvrages et des articles sur l'histoire, la philosophie et l'épistémologie des modèles et des simulations dans les sciences contemporaines.

## ***Droits d'auteur***

© Tous droits réservés