



HAL
open science

Modèles et simulations en design et architecture

Franck Varenne

► **To cite this version:**

| Franck Varenne. Modèles et simulations en design et architecture. 2012. hal-00707363

HAL Id: hal-00707363

<https://hal.science/hal-00707363v1>

Preprint submitted on 12 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.

Modèles et simulations en design et architecture : le parti-pris des choses computationnelles

Franck Varenne – Université de Rouen & GEMASS (UMR 8598 / CNRS / Paris Sorbonne)
franck.varenne@univ-rouen.fr

Working paper : état du 24 janvier 2012

« La crevette, de la taille ordinaire d'un bibelot, a une consistance à peine inférieure à celle de l'ongle. Elle pratique l'art de vivre en suspension dans la pire confusion marine au creux des roches.
Comme un guerrier sur son chemin de Damas, que le scepticisme tout à coup foudroie, elle vit au milieu du fouillis de ses armes, ramollies, transformées en organes de circonspection. »

Francis Ponge, La crevette dans tous ses états, *Pièces*, 1962

Résumé

Dans le design et l'architecture, les modèles mathématiques jouent couramment un rôle d'abstraction en même temps que d'uniformisation et de prescription. Aujourd'hui, l'essor des simulations à base de programmes orientés objets assouplit, complexifie et enrichit l'apport des modèles formels. Au contraire des modélisations mathématiques traditionnelles venues de la physique des matériaux ou d'autres branches de la physique, les approches par simulations à agents permettent d'intriquer des représentations et des contraintes diverses, hétérogènes, évolutives et sensibles à leur environnement, environnement considéré à une échelle toujours plus fine, donc plus locale et laissant toujours plus sa place à la singularité plutôt qu'à la standardisation et à l'uniformité. La capacité à intégrer pas à pas, dès la conception sur ordinateur, des contraintes tant naturelles et environnementales qu'esthétiques ou éthiques autorise à repérer dans ces nouveaux régimes de la conception un effet d'accrétion et de concrétisation dû lui-même à une inédite *circonspection* de ces organes de formalisation et de conception que sont les simulations à agents. À bien des égards, cette capacité, nouvelle dans les techniques de formalisation pour la conception, est paradoxale et contre-intuitive. Elle demande qu'on la laisse advenir sans que l'on cherche à en réduire d'emblée la signification et la portée. C'est pourquoi nous proposons de promouvoir un *parti-pris des choses computationnelles*, en particulier dans les domaines émergents du design et de l'architecture computationnels.

Moule, module, modèle

Les termes modèle, moule et module viennent tous trois du latin *modus*, mesure, plus spécifiquement de *modulus*, petite mesure. Tous trois renvoient à des pratiques de description simplifiée et, par contrecoup, de prescription de formes. Le module servait d'unité de mesure à l'architecte : on le reportait un certain nombre de fois sur chaque dimension pour obtenir l'édifice planifié. Dans de nombreux contextes techniques et artistiques, le moule sert également à fixer une forme. Il sert à la reproduire dans une uniformité globale. Le modèle mathématique est lui aussi à la fois simplifiant, simplifié, descriptif et prescriptif. Le plus souvent, on modélise tel ou tel phénomène physique par une équation mathématique. Cette équation, pour être réellement mathématique, doit être homogène dans son écriture, simple en ce sens. Sinon aucune procédure de calcul accélérée ne peut lui être valablement appliquée. D'où l'idée abusivement généralisée par la suite¹ selon laquelle les modèles doivent toujours être simples, simples à concevoir et à manipuler, même si leur résolution peut parfois être laborieuse.

L'architecture a souvent recours aux modèles mathématiques, ne serait-ce que pour anticiper le comportement physique des structures. À ce titre, la modélisation mathématique sert à trouver une forme optimale étant donné certaines contraintes, contraintes elles-mêmes traduites dans un langage qui doit être homogène à celui du modèle pour que la résolution en soit possible. La

¹ F. Varenne, 2007, pp. 135-139.

modélisation traditionnelle propre au design et à l'architecture apparaît ainsi liée à une vision *top-down* de la création, de type moderniste, volontariste, uniformément prescriptive car le plus souvent (mono)fonctionnaliste. L'instrument de calcul/représentation/prescription alors seul disponible prescrit cette conception de l'architecture : car la recherche d'une solution optimale par le calcul mathématique d'un modèle lui-même mathématique, donc homogène et simple, n'est possible que si une ou deux fonctions ou contraintes fonctionnelles, seulement, sont formulées, pas plus, et cela, de surcroît, à une échelle globale et donc à partir d'un point de vue unique et homogénéisant. Il est essentiel de comprendre que, même tourné vers le matériau et ses propriétés ou vers une dimension esthétique ou fonctionnelle particulière, ce point de vue est donc abstraitif et généralisant² : il fait abstraction de la singularité du contexte, de l'insertion et du rapport à l'environnement ou au comportement social local. Il fait abstraction de la spécificité fonctionnelle et de l'hétérogénéité chaque fois recontextualisée des fonctions que l'objet ou l'édifice aura à réaliser et à optimiser sous diverses contraintes, dans ses différentes parties.

Discrétisation, computation, simulation

Le tournant computationnel qu'incarnent aujourd'hui le *design digital* et l'*architecture computationnelle* modifie et assouplit ces prescriptions d'origine finalement instrumentale. C'est même peut-être en partie à la lumière de ce tournant que l'on doit rétrospectivement interpréter les appels au modernisme, au fonctionnalisme voire au biomorphisme du 20^{ème} siècle comme autant de rationalisations *a posteriori* face à des techniques de modélisation fortement prescriptives car n'ayant pour tout instrument qu'un langage monolithique et incitant de fait à une conception *top-down* par nature faiblement sensible aux contextes, même pour les formes dont l'allure globale ressemble *in fine* à une forme vivante³. Pour sembler s'en émanciper et en paraître malgré tout comme les initiateurs, on a fabriqué de l'idéologie et de la philosophie (de l'objet, de l'habiter, de l'urbain) *ex post* alors que c'est l'instrument de modélisation et de conception qui détermine en grande partie, normalise et dicte *ex ante*, les possibilités et les limites de la création de formes et d'expériences à vivre⁴ à une époque donnée.

La simulation est certes d'abord apparue, sous la forme particulière de la simulation numérique, comme support à la modélisation mathématique quand les procédures de calcul doivent être traitées pas à pas. Mais, dans les sciences et techniques contemporaines, une simulation est ensuite devenue plus largement une stratégie directe de traitement programmé, et pas à pas, de symboles (le « numérique » y est un numéral au sens large, et pas seulement le nombre, plus

² F. Migayrou (2009, p. 28) évoque à juste titre l'influence des travaux en mathématisation de la morphogenèse de d'Arcy Thompson puis de René Thom. Mais, par contraste avec les approches contemporaines d'emblée discrétisantes, leur modélisme mathématisé, même axé sur l'émergence locale des formes, met l'accent sur la formalisation mathématique continuiste supposée valoir génériquement pour toute morphogenèse.

³ Au sujet des modèles mathématiques procédant par règles simples et constantes - comme les transformations continues, les fractales ou les modèles de réaction-diffusion à morphogènes donnant naissance à des croissances par déformations continues (D'Arcy-Thompson, Thom), à des arborescences (Mandelbrot), ou à des tâches de couleur (Turing, Murray) sur le pelage ou sur les coquilles -, le physicien spécialiste de la croissance des minéraux Jean-Paul Poirier (1995, pp. 89-92) explique que ces modèles mathématiques imitent le vivant *en ce qu'il a de plus mort* (le cristal) : la croissance des coquilles, des os, des taches, etc. On ne peut donc guère parler de *biomorphisme* vrai si l'on s'appuie sur de tels modèles du comportement localement minéral de certains organes d'un organisme, ces organes fussent-ils ceux qui donnent le plus visiblement et superficiellement sa forme à l'être vivant.

⁴ Cette notion d'expérience à vivre provient de la définition du design élaborée par Stéphane Vial (2010, p. 115) : « le design est l'activité créatrice qui consiste à concevoir des expériences-à-vivre à l'aide de formes ».

spécifique, de l'arithmétique). Elle repose sur ce que peut le plus génériquement un *computer*⁵ : une *computation*, c'est-à-dire un ensemble fini de transformations réglées d'un ensemble de symboles discrets sous la commande d'une série d'autres symboles discrets, le programme. Au lieu de mettre l'emphase sur la déduction accélérée par raccourcis, comme en mathématique (*via* les théorèmes), la simulation met l'emphase sur les interactions pas à pas entre symboles discrets. Et, grâce à l'automate rapide et à forte mémoire qu'est le *computer*, ces interactions ont de plus en plus la possibilité d'être extrêmement nombreuses et diverses : par conséquent, les symboles discrets peuvent non seulement interagir de multiples manières mais aussi *dénoter des entités réelles ou fictives de plus en plus fines et de plus en plus individualisées et hétérogènes*. L'apport fondamental du tournant computationnel est donc double : 1) déplacer l'emphase de la déduction vers l'interaction et 2) comprendre l'interaction comme interaction non toujours entre symboles conventionnels mais aussi entre entités dénotantes au sens fort (symboles à référents non toujours fictifs).

Nelson Goodman (1990, pp. 196-197) avait bien remarqué que le système des symboles discrets auxquels répond un *computer* était de l'ordre d'une *notation*, comme l'est un langage alphabétique ou l'écriture musicale européenne, et non un système symbolique de type pictural : à la différence d'une image, une notation est un système symbolique 1) à caractères discrets, 2) à indifférence de caractère et 3) dépourvue d'ambiguïté syntaxique. Mais Goodman en a abusivement tiré l'idée que la computation est toujours nécessairement un traitement linguistique d'une séquence linguistique. C'était négliger deux autres aspects, tout aussi fondamentaux du *computer* : 1) sa capacité à *dénoter* diversement et sous divers aspects des entités fictives ou réelles du monde externe à la computation, 2) sa faculté corrélatrice à *mêler ces niveaux de symboles* hétérogènes et à les traiter simultanément⁶. En ce sens, s'il lui arrive de l'être parfois, une computation ne se réduit nullement à un traitement linguistique ou purement informationnel d'une séquence linguistique ou informationnelle homogène (à un seul niveau symbolique), au sens où le prescrivent les théories mathématiques du signal et de l'information par exemple.

Hétérogénéisation, pluriformalisation

Ainsi, avec la simulation numérique, l'avènement de la simulation sur *computer* a d'abord eu pour effet d'atomiser les modèles mathématiques, de les désagréger⁷. Puis, plus radicalement, elle a permis une émancipation à l'égard de toute modélisation mathématique globale et préalable : en la voyant partir d'une échelle plus fine, atomisée, on s'est aperçu que la simulation pouvait en fait directement partir de règles locales individualisées, c'est-à-dire non résumables, même de manière approchée, par un geste mathématique global préalablement formulé et donc surimposé. Ces règles, dans leur diversité, contribuent aujourd'hui au déclassement et à la régionalisation au moins

⁵ L'essor du vocable français « computationnel » à côté du plus spécifique « informatique » a aujourd'hui assez montré l'insuffisance du terme « informatique » et du terme associé « ordinateur » à dire toute la richesse et toute la généralité de ce que peut un *computer*. Je n'emploierai donc pas ici le mot restrictif et daté d'« ordinateur » (machine automatique à ordonner et traiter de l'information). Voir F. Varenne (2009a).

⁶ F. Varenne, 2009b et 2012a.

⁷ Cette désagrégation, et cette ouverture forcée du mathématique à autre chose que lui, se voit bien dans le travail de mutuelle intrication des contraintes techniques et environnementales dont témoignent les modèles de Neri Oxman : partant de formalismes qui restent encore souvent continuistes (à la différence du travail d'Alisa Andrasek qui s'en est complètement émancipé), l'outil *computer* permet déjà des arrêts multiples et momentanés de la déduction (du calcul formel) pour que s'insèrent des données environnementales, ces arrêts modifiant chaque fois les paramètres quantitatifs initiaux du calcul mathématique local chaque fois recommencé. Le mathématique n'y est donc pas supprimé ; mais il y est désarticulé, désagrégé en ce sens, et, par contrecoup, comme relocalisé, ré-ancré dans un contexte auquel il est réputé mieux s'adapter.

provisoires des mathématiques dans les sciences de la conception, car elles mènent à la *démathématisation préalable des formalismes de modélisation* : à travers elles, la *mathesis* n'y cherche plus nécessairement à être *universalis*, uniforme et universelle⁸. Car ces règles ont des paramètres qui peuvent être réévaluées pas à pas en fonction du contexte et de l'environnement. On parle alors de *méthode générative*⁹ et de simulation informatique, et non plus de simulation numérique.

Ces méthodes sont dites génératives car elles se servent du computer comme d'un moteur d'engendrement et non comme d'un moteur déductif procédant à des calculs formels. Le computer y devient un *écosystème de formalismes objectivés*¹⁰. Grâce à la programmation orientée objets, on met l'accent non sur plus les fonctions globales mais sur les entités et sur leur mécanismes locaux d'interactions, à la fois dans leur diversité, dans leur hétérogénéité et dans leur évolutivité : or, il faut justement simuler ces interactions car aucun théorème abrégiateur ne donne le résultat avant que le computer ait fait l'essai pas à pas de ces interactions variables. De façon générale, la simulation remplace ainsi une *déduction* par une *observation* et une *mesure*.

Avec, par ailleurs, une programmation plus intuitive et plus accessible aux praticiens non versés dans la modélisation mathématique, le computer devient un lieu d'interaction entre symboles hétérogènes, c'est-à-dire entre symboles non régulés dans un unique langage stéréotypé ou axiomatisé de manière uniforme. Par contre-coup, ces symboles - plus ou moins iconiques ou symboliques - peuvent avoir des statuts sémantiques très différents : ils peuvent provenir de plusieurs disciplines, de plusieurs discours et de plusieurs langages différents. D'où la poly- ou pluriformalisation¹¹ que permet le tournant computationnel : le computer entrelace pas à pas ces symboles hétérogènes. Ces formalismes, sous forme de sous-modèles à effet local, renvoient à des modes de dénotation et de référence - tantôt au réel, au fictif ou au normatif - très différents : ils ne sont plus tenus de valoir chacun pour le comportement d'une variable représentant une propriété globale physique, mécanique ou thermique. Leurs symboles peuvent dénoter soit de telles propriétés physiques locales, mais cela même avec une finesse et une résolution accrues¹², soit des entités, valeurs ou règles de décision symbolisant et rendant également opérationnels de tout autres facteurs que les facteurs physiques et technologiques : des règles esthétiques, des règles organisationnelles en rapport avec des flux humains ou autres, des valeurs d'adaptation au contexte particulier, des contraintes environnementales de soutenabilité, optimisées pas à pas, peuvent ainsi être finement entrelacées avec des contraintes physiques plus traditionnelles. Malgré leur hétérogénéité, c'est l'écosystème computationnel qui leur permet de faire jeu égal avec les symboles et sous-modèles plus classiques opérationnalisant quant à eux les contraintes physiques.

Concrétisation du *simulat* et nouvelle matérialité

Avec ces pratiques de pluriformalisation par traitement computationnel, les sous-modèles font croître des représentations élémentaires de fragments de choses, de propriétés de choses ou de simples tropismes en étroite imbrication avec d'autres sous-modèles, c'est-à-dire en imbrication pas à pas avec la croissance simultanée de représentations d'autres fragments d'aspects ou de choses

⁸ F. Varenne, 2009a, p. 150.

⁹ J. Epstein, 2006 ; A. Andrasek, 2009b.

¹⁰ F. Varenne, 2003, p. 310.

¹¹ *Ibid.*

¹² Voir A. Andrasek, 2009, p. 54 : « C'est en s'enfonçant dans des constituants encore plus fondamentaux [bottom constituencies] qu'on obtient la formation d'ordres supérieurs, une plus grande complexité, et une capacité à s'adapter et apprendre ».

d'un même ensemble : le *simulat*¹³, produit général pluriformalisé et, *in fine*, dénotant par diverses voies le monde ou son anticipation (s'il s'agit d'un projet de conception), est donc le produit d'une co-croissance, littéralement d'une *concrétion*¹⁴. Le *simulat* n'est donc plus le résultat approché d'un calcul de modèle valant pour un seul niveau de symbolisation. Ce n'est pas, en ce sens, le résultat d'une simple conception assistée par *computer*. Il a l'*épaisseur* d'une entité concrète : au contraire d'une forêt plantée, une forêt naturelle et spontanée est dite *épaisse* quand elle est le fruit de co-croissances d'arbres et d'arbustes d'essences, d'âges et de vigueurs variables. En prolongeant l'analyse de Lambros Malafouris, c'est en ce sens que l'on peut parler de nouvelle matérialité¹⁵.

De telles simulations s'apparentent aussi à un ciment, mais un ciment dynamique. Ainsi, pour évoquer le réel, Claudine Tiercelin parle-t-elle du ciment des choses (2011) en insistant par là sur l'entrelacs des dispositions. On peut ainsi rappeler, comme le fait Christian Girard (2012), que le ciment, même s'il ne se trouve pas à l'état naturel, est sans doute le construit humain le plus révélateur de la matérialité au sens fort, dans la mesure où il est « ce matériau singulier qui joue le rôle d'assembleur d'autres matériaux, cette matière artificielle qui lie les choses, articule la brique, le bloc d'aggloméré, la pierre, le bloc de béton, et qui, lorsqu'elle est armée de la matière acier, sous forme de barres, de tiges, d'épingles, donne naissance au béton armé, ce matériau-matière qui de liquide passe au solide ». Une matérialité dynamique se dévoilerait donc dans ces dispositifs de simulation computationnelle multi-aspects et multi-échelles, imitant jusqu'à l'entrelacs des dispositions dont ferait preuve la matière première même.

Plurisensibilité et circonspection

Néanmoins, cette matérialité voisine aussi avec une légèreté, comme on le voit dans les œuvres d'Alisa Andrasek. On peut comprendre ce paradoxe : à l'image de la crevette de Francis Ponge, toute cette concrétion relève en même temps d'un processus de circonspection. Les travaux de conception par simulation à base de Systèmes Multi-Agents (SMA)¹⁶ réalisés par Alisa Andrasek manifestent au plus haut point ces possibilités de représentations nouvelles¹⁷. Ils entrent dans la catégorie de ce que la communauté de l'ingénierie de modélisation appelle les SCA (CAS en anglais) : les Systèmes Complexes Auto-adaptatifs¹⁸. Mais attention : même si ses agents individuels sont réputés posséder un ADN, cette modélisation n'a que peu de choses à voir avec l'approche de modélisation et optimisation phénoménologiques par *fitting*, c'est-à-dire procédant par adaptation de phénotypes au moyen de variations aléatoires de génotypes (algorithmes génétiques). Ses agents ne cherchent nullement à modifier à l'aveuglette leur stock de règles conditionnelles de manière à obtenir un comportement optimal qui serait prédéfini de manière préalable, totalisante et surplombante. Au contraire : ils conservent leurs règles, donc leur intégrité individuelle, leurs valeurs, c'est-à-dire leurs contenus axiologiques. Mais ils les déclenchent de façon conditionnelle, très exactement avec mesure et *circonspection* : au vu du spectacle que leur offre et que leur impose à la fois leur environnement immédiat ou lointain à un moment donné de leur trajectoire. C'est donc la *plurisensibilité* au contexte et la *circonspection* qui caractérisent ces agents et non l'approche brutale et phénoménologique par essai aléatoire et erreur corrigée. Et c'est bien la plurisensibilité et la

¹³ Sur la notion de *simulat*, voir Varenne, 2012.

¹⁴ F. Varenne, 2003, p. 311.

¹⁵ L. Malafouris, 2009.

¹⁶ L'ouvrage *princeps* sur les SMA est J. Ferber (1999).

¹⁷ Voir A. Andrasek, 2009a et 2009b.

¹⁸ Pour une présentation générale, voir par exemple J. Holland (1995), chapters 1 & 2.

circonspection en acte qui, en l'espèce, semblent faire montre de vitalité, de biomorphisme, plus qu'une forme à l'allure globalement biomimétique.

Plurimodèles : circonspection et négociation pas à pas

La fécondité du passage à la discrétisation puis à la computation multiple, dont on a dit ici l'importance, ne prouve pourtant nullement ici que le monde soit discret ni qu'il soit un computer ni même que « Dieu » soit un computer numérique. La métaphysique computationnelle est en ce sens elle aussi une rationalisation prématurée, comme beaucoup de métaphysiques l'ont été. Elle rationalise et généralise un état méthodologique particulier, et daté, des sciences et des techniques. Si l'on veut éviter soi-même les rationalisations trop précoces, on peut suggérer que l'apport de la discrétisation réside au moins et *a minima*, et par contraste avec le passé des trois derniers siècles¹⁹, dans cette émancipation à l'égard de toute monoformalisation préalable : elle permet l'avènement de la pluriformalisation. Cette approche de plurisymbolisation et de pluriformalisation nous délivre de la contrainte de modélisation en un langage unique. Il en résulte que la conception, la création ne sont plus des discours puisqu'on ne peut plus simplement les écrire ni les prescrire dans un langage unique, surplombant et, par là, normatif et souverain. La simulation n'est plus un langage en ce sens. Sa fonction sémiotique demeure mais elle se complexifie considérablement, car on y a des systèmes de dénotation très disparates. Chaque concepteur ou modélisateur doit nous en donner les différentes clés : en sciences de la nature, mais aussi en sciences de la conception, les validations de simulation doivent elles-mêmes devenir multiples, multi-échelles et croisées (*cross-validations*).

Le parti-pris des choses computationnelles

À première vue, cette pratique de conception semble typiquement relever d'une analyse post-moderne²⁰. Le discours unique, le point de vue de Dieu, ou de Hegel ou encore de la Raison, serait désormais inaccessible à l'homme car une pluralité de points de vue, tous apparemment équivalents, viendraient comme s'agrèger dans un instrument de conception écosystémique qui procéderait de fait à un immense nivellement des faits, des représentations et des valeurs. On pourrait aussi apparenter ces construits multi-échelles, multi-agents, multi-formalisés à une sorte de concrétisation et, par là, de vérification, dans des objets computationnels, d'une hypothèse de type déconstructionniste : le discours vaut plus par son décalage par rapport aux mots qu'il n'emploie pas que par son rapport aux référents qu'il est censé dénoter en dernière instance précisément parce que ces référents sont divers, multi-échelles, donc non mutuellement compatibles dans une unique vision du monde, etc.

Ce parti-pris linguisticiste s'épuise selon nous. On doit dire au contraire que cette lecture ne serait justement qu'une lecture : c'est-à-dire encore un plaquage du schème narratif et linguistique sur des constructions de représentations scientifiques et techniques dont on doit admettre, par raison et sans doute par générosité intellectuelle aussi, qu'elles ont une complexité décidément plus grande que celles de nos langages ordinaires, artificiels ou même que celles de nos jeux de langage ponctuels, déliés, ou de nos « formes de vie » particulières œuvrant dans et à partir du langage ordinaire. C'est rater une fois de plus l'apport inédit de ces techniques et vouloir faire parler - en

¹⁹ Voir Galilée : « [Le livre de la nature] est écrit en langage mathématique », *L'essayeur*, 1623.

²⁰ Voir J.F. Lyotard, 1979, p. 63sq. Concernant le postmodernisme en architecture, voir surtout les mises en perspective précises et informées de P.-M. Morel (2011).

ventriloque - une chose qui possède une réelle épaisseur²¹, une chose *construite* certes plutôt que *donnée*, que de vouloir s'en tenir à la nature discursive, fût-elle problématique et plurielle, d'une telle matérialité formelle. Pour saisir ce qui se prépare et se crée philosophiquement et épistémologiquement dans cette nouvelle pratique computationnelle, il faudrait sans doute en appeler plutôt à un nouveau parti-pris des choses, un *parti-pris des choses computationnelles*.

D'où viendrait encore la prescription ? Le *point de vue de l'élément discret*

Sous prétexte qu'il donne une pleine autonomie à un objet virtuel épais, non réductible à un langage unique ni à une unique vision du monde, ce type de modélisation et de conception d'objets comme de formes à vivre est-il délivré de toute prescription, de toute normativité, de tout grand récit, de toute idéologie ? Face à l'histoire des formalismes et des modèles comme de celle des discours de légitimation qui les ont toujours accompagnés, on doit sans doute faire l'hypothèse que l'avenir ne fera guère exception. Mais d'où viendra dès lors ce reliquat de prescription qu'on soupçonne déjà, alors même que cette modélisation s'arme justement de tant de circonspection (technique, formelle et même politique) ?

La question est difficile car elle est assez nouvelle dans ce contexte. Dans certains de ses commentaires Alisa Andrasek peut cependant nous la faire apparaître *volens nolens*. Plusieurs de ses travaux partent du principe méthodologiquement avéré que la descente dans des échelles inférieures donnent au système computationnel des capacités de simuler la réelle complexité des interactions et, de fait, l'émergence de comportements dont l'allure globale (par remontée et mesure/observation dans les échelles supérieures) peut imiter de façon troublante les comportements auto-adaptatifs des êtres vivants. Mais à vouloir pousser jusqu'au bout et à vouloir ontologiser ce principe d'intrication des formalismes, d'abord simplement méthodologique, il y a peut-être le risque d'un renouveau de la *tentation totaliste* : celle de tendre de nouveau vers un regard unique parce qu'architectonique, non plus vers le point de vue surplombant de Dieu mais vers le *point de vue architectonique de l'atome* ou, dans ce cas, de *l'élément discret*. Le tournant computationnel se prête en effet à ce genre d'attraction et peut-être de mirage : construire/reconstruire le monde, dans ses aspects tout à la fois et inséparablement inertes, vivants et axiologiques, non pas d'une manière *top-down* certes, mais, symétriquement, d'une manière *bottom-up*, à partir de l'unité élémentaire, supposée de fait générique, et par l'effet de ses itérations variabilisées. Dans ces conditions, s'il refuse de rester modestement suspendu à un niveau *méso* (*in medias res*²²), il n'est plus certain que le computationalisme dans sa version ontologique innovera encore beaucoup sur les rationalismes et les matérialismes ontologiques qui l'ont précédé : il tombera probablement dans les mêmes travers (totalisme, monolithisme/monoformalisme, fondationnalisme). L'ouvrage de Wolfram (2002), par exemple, n'est pas exempt d'une telle tentation fondationnaliste. C'est aussi ce que signifie notre suggestion de poursuivre le plus loin possible la culture de l'« art de vivre en suspension » selon le mot de Ponge, de se tenir aux choses, de rester *in medias res*, et non de se fonder sur ses hypothétiques atomes « vrais », c'est-à-dire de promouvoir avant tout, en esthétique comme en philosophie des techniques, un *parti-pris des choses computationnelles*.

²¹ Ce contre quoi précisément Lyotard lui-même se dresse dans *Discours, Figure* (1978) (p. 9). Il s'y affronte à l'*Art poétique* de Claudel : « Ce livre-ci proteste : que le donné n'est pas un texte, qu'il y a en lui une épaisseur, ou plutôt une différence, constitutive, qui n'est pas à lire, mais à voir ». L'objet computationnel, le simulat, passe aujourd'hui pour un *donné-construit* dont l'épaisseur aussi résiste à toute mise en discours ou tout recalage/décalage discursif.

²² Ou *middle-out* (du « milieu vers l'extérieur ») comme le préconise Denis Noble (2006) pour les modèles du vivant (pp. 134-138).

Références :

- Andrasek, A., 2009a, Biothing – une conception à intentionnalité variable, In *Biothing – Alisa Andrasek*, Paris, Hyx, 50-57.
- Andrasek, A., 2009b, Biothing Agentware, <http://www.biothing.org/?cat=6>.
- Epstein, J.M., 2006, *Generative Social Science*, Princeton, Princeton University Press.
- Ferber J. (1999), *Multi-agent Systems: an Introduction to Distributed Artificial Intelligence*, Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company.
- Galilée, 1979 [1623], *L'Essayeur*, trad. C. Chauviré. Paris, les Belles Lettres.
- Girard, C., 2012, *L'Épreuve du Réel, Architecture Réalisme Pragmatisme*, texte inédit préparé en vue de l'HDR.
- Goodman N., 1990 [1968], *Langages de l'art : une approche de la théorie des symboles*, Paris, Chambon. *Languages of Art: An Approach to a Theory of Symbols*, Indianapolis, Bobbs-Merrill, 1st edition: 1968.
- Holland, J.H., 1995, *The Hidden Order – How Adaptation Builds Complexity*, New-York, Addison-Wesley.
- Lyotard, J.F., 1978, *Discours, Figure*, Paris, Klincksieck.
- Lyotard, J.F., 1979, *La condition post-moderne*, Paris, Minuit.
- Malafouris, L., 2009, Matérialité vitale – biothing. In *Biothing – Alisa Andrasek*, Paris, Hyx, 32-47.
- Migayrou, F., 2009, Mutations incrémentales. In *Biothing – Alisa Andrasek*, Paris, Hyx, 20-29.
- Morel, P.M., 2011, Sense and sensibilia. In G. L. Legendre, *Mathematics of Space*, John Wiley & Sons, 122-130.
- Noble, D., 2006, *La musique de la vie*, Paris, Seuil.
- Poirier, J.P., 1995, *Le minéral et le vivant*, Paris, Fayard.
- Ponge, F., *Pièces*, Paris, Gallimard, 1962.
- Thom, R., 1977 [1972], *Stabilité structurelle et morphogenèse*, W. A. Benjamin Inc., 1972 ; deuxième édition revue et augmentée : Paris, InterEditions, 1977.
- Thompson, d'Arcy (Sir), 1994 [1917] *Forme et croissance*, trad. D. Teyssié : Paris, Seuil, 1994 [1917, nouv. éd., 1942, abrégée en 1961 par John Tyler Bonner].
- Tiercelin, C., 2011, *Le ciment des choses*, Paris, Ithaque.
- Varenne, F. 2003, La simulation conçue comme expérience concrète. In Müller J.P. (éd.), *Le statut épistémologique de la simulation*, Paris, éditions de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, 2003, 299-313 (en libre accès : <http://hal.ccsd.cnrs.fr/ccsd-00004269>)
- Varenne, F., 2007, *Du modèle à la simulation informatique*, Paris, Vrin.
- Varenne, F., 2008, Modèles et simulations : pluriformaliser, simuler, remathématiser. In *Modèles, Simulations, Systèmes*, J.J. Kupiec, G. Lecointre, M. Silberstein et F. Varenne (éd.), *Matière Première*, n°3, février 2008, 153-180 (en libre accès : <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00594771/fr/>)
- Varenne, F., 2009a, Simulation informatique et pluriformalisation des objets composites, *Philosophia Scientiae*, 13 (1), 2009, 135-154.
- Varenne, F., 2009b, *Qu'est-ce que l'informatique ?*, Paris, Vrin.
- Varenne, F., 2010, *Formaliser le vivant : lois, théories, modèles ?*, Paris, Hermann.
- Varenne, F., 2012a, Chains of Reference in Computer Simulations, to appear in the Proceedings of the *International Colloquium on Simulations in Social Sciences*, Marseille – FRUMAM/CEPERC CNRS - 2010 June 4-6.
- Varenne, F., 2012b, La reconstruction phénoménologique par simulation: vers une épaisseur du *simulat*, à paraître dans les actes du colloque *Formes, Milieux et Systèmes techniques*, IRPHIL, Lyon, octobre 2011.
- Vial, S., 2010, *Court traité du design*, Paris, PUF.
- Wolfram, S., 2002, *A New Kind of Science*, Champaign, Wolfram Media Inc.