

Badiou et les Modèles

Jean-Yves Beziau
Institut de Philosophie
Université Fédérale de Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brésil
jyb@ifcs.ufrj.br



Table des Matières

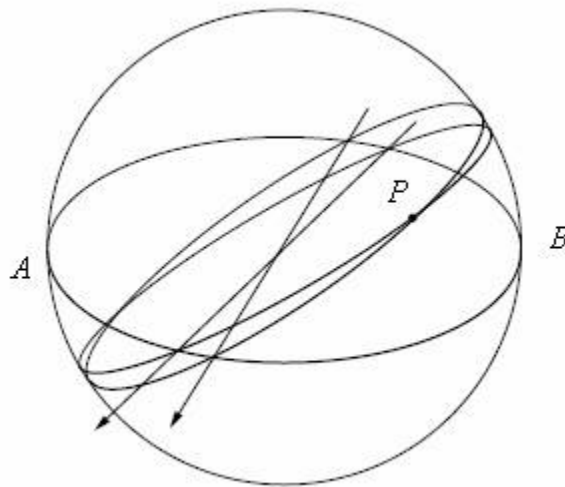
- I. Un modèle à suivre
- II. 1968 : Année modèle
- III. Un plat de consistance
- IV. La folie passagère
- V. De Marx à Frege
- VI. Kreiselmania
- VII. L'antithétique polysémie du modèle
- VIII. La modélisation : une triple trichotomie
- IX. L'asservissement idéologique du modèle
- X. Le modèle stucturaliste
- XI. Le positivisme logique : SS vs ET
- XII. De la variété au nu axiomatique
- XIII. Bibliographie

I

UN MODÈLE À SUIVRE

« Que nul n'entre ici s'il ne connaît la théorie des modèles » c'est en somme ce que nous dit Badiou avec son premier ouvrage philosophique publié en 1969, intitulé *Le Concept de modèle*, tournant autour du modèle tel qu'il apparaît en logique mathématique.

Ce concept de modèle ouvre en effet des perspectives fascinantes qui nous entraînent dans un monde où la mathématique peut servir de guide initiatique à la philosophie. Badiou dans son ouvrage nous rappelle un des usages principaux des modèles en mathématiques : « la production de preuve de cohérence relative et d'indépendance » (p.140) qu'il illustre brillamment par l'exemple spectaculaire de la géométrie: on prouve l'indépendance de l'axiome des parallèles en construisant un modèle de la géométrie riemannienne admettant l'axiome *par un point extérieur à une droite, il ne passe aucune parallèle à cette droite* à l'intérieur d'un modèle de la géométrie euclidienne. « C'est ainsi que ce modèle par la preuve d'indépendance qu'il administrait, transformait rétrospectivement le statut des vains efforts déployés depuis des siècles pour démontrer le postulat d'Euclide: échec nécessaire, et non de circonstance. Impossibilité, et non impuissance. Du même coup, le modèle met fin à la pratique qu'il juge » (p.146).



Un modèle peut cacher en son sein une autre structure modèle, qui dit non à certaines prétentions déductives de la théorie à laquelle la structure mère est asservie. Le modèle intérieur indique un autre chemin, se range sous la coupole d'une autre théorie, opposée à la théorie déductive prétendante.

Avec cet ouvrage de Badiou nous sommes implacablement élevés vers les hauteurs de la pensée pure, examinant un concept crucial au niveau mathématique, symbolique et philosophique. L'étude de ce texte nous replonge aussi dans une époque, celle du structuralisme, d'Althusser et de mai 1968, trois phénomènes relativement indépendants. Une époque à laquelle Badiou croyait à la valeur suprême de la science et tentait d'empêcher que le concept mathématique de modèle soit asservi par les idéologies néo-positivistes et néo-structuralistes.

Le Concept de modèle fut publié pour la première fois en 1969 par Maspero à Paris, réédité en 2007 par Fayard à Paris. Dans cette deuxième édition, le texte original est inchangé, mais une préface de 40 pages a été rajoutée, préface dans laquelle Badiou donne une nouvelle perspective à l'ouvrage en revenant sur son parcours philosophique.

Il existe une version en anglais publiée en 2007 par Re.Press à Melbourne sous le titre *The Concept of model*. La traduction est due à Zachary Luke Fraser qui a également rédigé une introduction d'une soixantaine de pages. Dans cette version anglaise il n'y a pas la préface de Badiou mais le texte principal est suivi d'une interview, *The Concept of model - Forty years later*, conduite en français le 7 juin 2007 à l'ENS par Tzuchien Tho et traduite en anglais par le même.

En 1967, avant la rédaction de l'ouvrage, Alain Badiou et Michel Serres étaient filmés discutant autour de « Modèle et Structure », une retranscription de ces entretiens nous a été aimablement fournie par Tzuchien Tho. Notre exposé sera basé sur l'ensemble de ces éléments.

II 1968: ANNÉE MODÈLE



Le lundi 29 avril 1968 Alain Badiou fait un exposé sur le concept de modèle devant un public de près de 400 personnes salle Dussanne à l'École Normale Supérieure rue d'Ulm. Une deuxième séance était prévue le lundi 13 mai, elle n'aura jamais lieu vu les événements de Mai 68, qui commencèrent le vendredi 3 mai. Mais un ouvrage est publié en 1969 intitulé *Le Concept de modèle* qui sera vendu à l'époque à 20 000 exemplaires. *Le Concept de modèle* est le premier ouvrage de philosophie d'Alain Badiou, avant cela il avait promené sa plume dans le domaine de la littérature.

Après ce succès Badiou restera dans un paisible anonymat philosophique jusqu'à la publication de *L'Être et l'événement* en 1988 qui sera le début d'un succès continu et grandissant jusqu'à aujourd'hui, heure à laquelle Badiou est l'une des figures centrales de

la philosophie française, se prononçant sur tous les sujets, de l'ensemble vide au président de la république en passant par la mode du foulard et la cuisine gasconne, suivant la tradition universaliste de cette philosophie.¹

Pourquoi il y a 40 ans prendre le concept de modèle comme centre de la discussion philosophique? Le concept de modèle dont il est question est issu de la théorie de modèles, une théorie de la logique mathématique élaborée par Alfred Tarski (1901-1983) au début des années cinquante (cf. Tarski, 1954-55 et Vaught 1986) qui allait être la reine de la logique mathématique jusqu'à sa mort. En 1968, date où Badiou développe sa réflexion sur le sujet et l'expose à l'ENS juste avant les événements de mai, cette théorie n'est pas très connue hors du cercle des spécialistes, le livre d'exposition classique sur la théorie des modèles n'allait d'ailleurs être publié par les élèves de Tarski qu'en 1973 (Chang & Keisler 1973).

La raison pour laquelle le concept de modèle se trouve projeté très brièvement au centre des attentions par Badiou à l'ENS à l'aube de mai 1968 est un mystère à la française, comme le paradoxe de la potion magique vin-fromage ou de celui du puits à idées, qui ne peut être décrypté que si l'on a un peu d'accointance avec le pays de Descartes, Napoléon et Brigitte Bardot, herméneutique à laquelle nous allons nous livrer, mais nous n'en resteront pas là.

Au-delà de cette éphémère mode du modèle en 1968, il y a une question philosophique profonde qui tourne autour du modèle: le rapport entre la réalité et la pensée. Dans son ouvrage Badiou critique l'appropriation que des énergumènes comme Lévi-Strauss et Carnap se font du concept de modèle pour expliquer ce rapport entre réalité et pensée, tristes idéologies sans parler de la modélisation qui a déjà le vent en poupe à l'époque. Ces philosophies du dimanche sont plus que jamais populaires dans la France d'aujourd'hui, elles masquent l'intime signification du concept de modèle et sa véritable portée. Il importe donc de retourner à la source et de voir s'il n'y a pas un autre modèle de philosophie.

III

UN PLAT DE CONSISTANCE

Mis à part la préface de 2007, on retrouve dans cette édition la configuration originale de l'édition de 1969: un avertissement, dix chapitres, un appendice, deux annexes et des indications bibliographiques. La moitié de l'ouvrage environ est consacrée à une présentation du concept de modèle, présentation qui constitue le plat principal : 40 pages constituées par les chapitres 6, 7, 8 intitulés *Constructions du concept de modèle I, II, III* (avec chacun un sous-titre spécifique).

Il s'agit d'une exposition purement technique du concept de modèle suivant la logique mathématique. Après avoir présentés et expliqués les concepts nécessaires (concepts

¹ En France les philosophes se manifestent dans le quotidien des journaux, aux Etats-Unis ils sont parqués dans le monde académique et l'on parle éventuellement d'eux lors de leur décès, une petite note apparaissant dans le *New York Times* dans la section des arts décoratifs, voir par exemple la note concernant [David Kellogg Lewis](#).

syntaxiques au chapitre 6, concepts sémantiques au chapitre 7), la définition est donnée en apothéose à la fin du chapitre 7 (p.107):

**UNE STRUCTURE EST MODELE
D'UNE THEORIE FORMELLE
SI TOUS LES AXIOMES DE CETTE THEORIE
SONT VALIDES POUR CETTE STRUCTURE.**

Le chapitre 8 sous-intitulé *jeux sur l'exemple* est une série d'exemples illustrant le fonctionnement du concept. Ce plat de consistance de 40 pages est renforcé par une couche supplémentaire de 40 pages constituée par un appendice de plus de 35 pages sur le théorème de complétude et deux petits appendices sur syntaxe et sémantique qui se présentent comme des tables de repères fixant définitions et notations.

De quoi ce plat de consistance est-il accompagné? Le *concept* de modèle n'est qu'un des aspects du modèle, il y aussi la *notion* de modèle et la *catégorie* de modèle. C'est de cela que s'occupe le reste de l'ouvrage et des relations entre ces trois aspects. Pourquoi donc l'ouvrage s'intitule-t-il tout simplement *Le Concept de modèle*? C'est que le concept est l'aspect scientifique du modèle et c'est lui qui est valorisé et à partir duquel la pensée s'oriente.

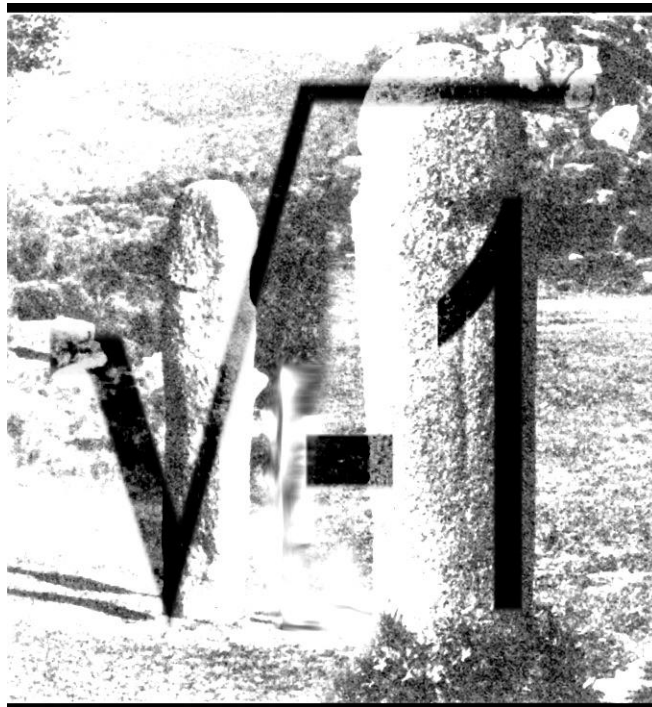
Badiou demande au lecteur, avant de lui livrer le plat principal, de ne pas passer tout de suite au dessert: « Je demande au lecteur de ne pas enjamber les explications techniques » (p.79). Il faut vraiment déguster le plat de consistance, se livrer à une « pratique effective de la science. » (p.80)

Comme nous l'avons dit, l'ouvrage de Badiou sur *Le Concept de modèle* a eu un certain succès à l'époque, alors qu'il s'agit d'un livre difficile à comprendre. Et Badiou récidivra avec encore plus de succès avec *L'Être et l'événement*, ouvrage où les questions techniques sous-jacentes, en particulier le forcing, sont encore plus difficiles. Il est important de nous demander où se trouve la véritable difficulté.

Lacan est aussi un auteur réputé très difficile à comprendre, de par son style et de par les sujets qu'il traite, mais peut-on considérer qu'il s'agit du même phénomène? A l'époque de 1968 l'ENS baignait dans une atmosphère lacanienne, ce que l'on ressent clairement en feuilletant les *Cahiers pour l'analyse*, édité par le cercle d'épistémologie de l'école. Sont membres de ce cercle aussi bien Jacques Bouveresse que Jacques-Alain Miller, mais c'est ce dernier qui est directeur-gérant et « analyse » fait bien plus référence à l'art divinatoire de la cure qu'à celui du coupage des cheveux en quatre. Le numéro 10 et ultime des *Cahiers* est consacré à la formalisation et l'on y trouve les premières traductions en français de Boole, Cantor, Russell et Gödel ainsi que des articles de Brunschwig, Ladrière, Badiou et Bouveresse. Pascal Engel rappelle cette situation à ceux, comme Bouveresse lui-même, qui se sont rangés du côté de Sokal et Bricmont pour

qualifier d'imposteurs les lacaniens.² N'est-ce pas eux, Jacques Lacan et Jacques-Alain Miller, qui ont les premiers perçus en France l'importance philosophique de la logique mathématique, alors que la tradition philosophique française restait agrégée à l'hégélianisme, le kantisme ou le cartésianisme?

Cela dit on peut reprocher à ce petit cecle de s'être approprié indument des concepts mathématiques. Lacan a été accusé d'imposteur pour avoir impressionné ses auditeurs en établissant des relations entre les phénomènes psychiques et des théories mathématiques qu'il n'aurait connues qu'approximativement. Etablir un rapport entre la racine d'un nombre négatif et le phallus n'est toutefois pas le fruit d'une méconnaissance des nombres imaginaires, Lacan savait sans aucun doute qu'un nombre ne peut avoir les propriétés aérodynamiques d'un organe génital. La relation peut apparaître scandaleuse à ceux qui ont une vision compartimentée de la science - vision artisanale suivant laquelle le boudin est l'affaire du boucher et l'aspirine celle du pharmacien - et même à ceux qui prônent l'interdisciplinarité en établissant des analogies *soft*.³ Il est vrai qu'établir un rapport entre le sexe et un nombre peut paraître comme un carambolage sémantique surréaliste ou un jeu d'enfant cherchant à choquer les vieilles dames.



² « Il est tout simplement malhonnête de supposer que Deleuze, Lacan, Alain Badiou ou Régis Debray aient moins de respect pour les mathématiques et la physique que Sokal. Quand ce dernier fait référence à Bertrand Russell, à Frege, et aux grands logiciens du vingtième siècle, il semble oublier que c'est Lacan lui-même qui a fait découvrir en France ces oeuvres, et même les a fait traduire. » (Engel, 2001 p.558)

³ Heidegger (1954, p.65) nous dit qu'il faut à la science « en tant qu'elle s'assure des domaines d'objets, délimiter ces derniers, les uns par rapport aux autres et répartir dans des compartiments ce qui a été délimité. » Pas question donc de mélanger torchons et serviettes, de mettre les cornichons à la table des seigneurs, les idées doivent être pasteurisées et bien rangées.

Mais là où il peut y avoir une imposture c'est lorsque l'on exploite l'aspect mystérieux du nombre imaginaire pour éclairer un autre mystère, celui de la sexualité. Lacan connaît-il vraiment le mystère des nombres imaginaires et ne s'approprie-t-il pas le pouvoir insidieux de la science pour impressionner le simple charpentier ou la midinette cabriolisée? De la même manière que la métaphysique californienne ou la méditation transcendantale impressionnent leurs adeptes par des sauts quantiques.

Cet abus de la science est lié au pouvoir emblématique qu'elle a acquis suite à la faillite des religions comme l'a bien décrit Alexander Grothendieck dans sa conférence prononcée en 1970, *La Nouvelle église universelle* : « Aussi, le pouvoir du mot *science* sur l'esprit du grand public est-il d'essence quasi mystique et certainement irrationnelle. La science est, pour le grand public et même pour beaucoup de scientifiques, comme une magie noire, et son autorité est à la fois indiscutable et incompréhensible. »

Méfions-nous donc des sorciers qui prétendent utiliser la science pour dominer les autres, ces sorciers pouvant être les scientifiques eux-mêmes. Certains scientifiques reconnus vont en effet abuser de leur scientificité pour se lancer dans des discours philosophiques sulfureux tout en ridiculisant les pauvres philosophes ignares qui prétendent faire des commentaires au sujet de leur vache sacrée. Mais doit-on croire tout ce que nous dit quelqu'un qui a prouvé un théorème et n'est-ce pas une imposture que de s'appuyer sur une démonstration pour valider des dires dont la justification à un rapport douteux avec la dite démonstration? Ce sont des arguments d'autorité qui fonctionnent de la même manière que ceux du sorcier.

Badiou ne peut être placé du côté de la sorcellerie scientifique, n'ayant prouvé aucun théorème, et on pourrait aussi difficilement l'accuser de certains défauts de Lacan. Badiou ne se sert pas de la science pour ébahir le péquenaud. Il connaît bien les mathématiques dont il parle et il se livre à un travail très pédagogique d'exposition, si bien que *Le Concept de modèle* a pu servir de manuel d'introduction à la logique. Badiou y présente notamment de façon très claire et lucide le théorème de compétude, un résultat central de la logique mathématique moderne. Badiou à cette époque considère que la science, en particulier la mathématique, est supérieure à la philosophie. Son ouvrage est à 50% un exposé scientifique, ce n'est même pas un livre de vulgarisation scientifique, mais plutôt un exposé d'initiation scientifique. Certes le plat principal, le concept de modèle, vient accompagner d'une sauce, mais il s'agit avant tout de libérer le concept scientifique de dégénérescences idéologiques qui le ternissent.

Même si Badiou dans *L'Être et l'événement* va se lancer dans des méditations plus filandreuses – qui font que son titre ne pourrait pas simplement être *Le Concept de Forcing* - la partie scientifique gardera la même rigueur et pourrait également être extraite de manière à constituer un manuel d'introduction à la théorie du Forcing pour des étudiants en mathématiques qui préfèrent le whisky pur malt au whisky coca. Voilà les commentaires sur cet ouvrage par un amateur de Canada Dry : « I have been dipping into Badiou's 1988 magnum opus "Being and Event", in the 2005 translation by Oliver Feltham. The parts on logic and mathematics that I examined seemed quite competently written, and Badiou has done his homework -- in particular, he seems to have studied Kunen's textbook on set theory fairly closely, as well as other sources. Nevertheless, the book is very definitely in the tradition of speculative philosophy that starts with Plato's "Parmenides", and continues with Hegel, Heidegger, Sartre, Lacan, Derrida and others. This tradition, notable for its impenetrable prose, is the currently dominant mode in

French philosophy... Like most of the works in this tradition, Badiou's book has a dreamlike quality, like the ideas that float in your head as you are falling asleep. Long passages seem to hover on the verge of comprehensibility. For any readers of FOM who would like to see how modern set theory appears to a talented French philosopher steeped in the works of Plato, Hegel, Heidegger, Marx, Lenin, Mallarmé, Mao, Lacan etc., I can recommend the book strongly. Personally, I prefer my set theory straight." (Alasdair Urquhart, 2009, liste FOM)

Dans *Le Concept de modèle* Badiou nous parle du « risque inhérent à l'entreprise épistémologique d'en dire trop pour qui pratique la science visée, et trop peu pour les autres » (p. 81). Il faut donc bien savoir doser, la partie scientifique mais aussi la partie philosophique... Le problème de Badiou est qu'il vise principalement un public de philosophes, et que son style est incompréhensible pour les mathématiciens, qui, il est vrai, hormis $2+2=4$ ont du mal à comprendre des textes plus complexes que *Le Petit Chaperon rouge*.⁴

IV LA FOLIE PASSAGÈRE



La pensée d'Alain Badiou a grandi dans le jardin Althussérien dont *Le Concept de modèle* est le fruit. Le sous-titre de l'ouvrage est *Introduction à une épistémologie matérialiste des mathématiques*. La figure de l'épistémologie matérialiste c'est Louis Althusser.

La vie d'Althusser dépasse la fiction. Retraçons la brièvement beurrée aux images d'Epinal. Louis Althusser (1918-1990) fut le patron de la philosophie française durant deux décades, il vivait dans son usine qui était aussi son château, l'ENS rue d'Ulm, s'en éloignant seulement pour ses vacances qu'il prenait à l'hospice psychiatrique Saint-Anne, jusqu'au jour où il étrangla sa femme et où l'hospice devint sa résidence principal. Il passa ensuite la fin de ses jours dans un domicile particulier, dénigré par la plupart des

⁴ Peu après la sortie de *L'Être et l'événement* un collègue qui avait apprécié le livre et qui suivait les cours de Jean-Louis Krivine sur la théorie des ensembles lui avait demandé ce qu'il pensait de l'ouvrage. Krivine lui répondit qu'il n'était pas arrivé à aller plus loin que la première page.

intellectuels, malgré son brillant passé (pour une version moins edulcorée voir Balibar 1993 et l'autobiographie d'Althusser).

Le cas Althusser reste un sujet tabou. En France on s'est beaucoup acharné à rejeter la philosophie de Heidegger en l'accusant d'avoir été nazi (et similairement on accuse Badiou d'avoir été maoïste). Une telle méthode ne s'applique en général pas à la science: on a pu s'en prendre à Heisenberg, l'accusant d'être resté en Allemagne pendant l'époque Nazi et d'avoir dirigé sous Hitler le programme de bombe atomique, mais personne ne remet en question les relations d'incertitudes sur la base de cette plateforme. On peut expliquer cela du fait qu'on ne peut pas en général établir de corrélation précise entre la nature d'un travail scientifique et un engagement politique. Prenons le cas le plus simple, celui d'un mathématicien X ayant prouvé un important théorème en théorie des treillis orthomodulaires et ayant été nazi. On considère que cela ne porte pas à conséquence, au sens où la preuve de son théorème, en tant qu'enchaînement raisonné, est indépendante du nazisme, comme elle est indépendante du fait que X ait pu boire de la vodka en prouvant son théorème. X a pu prouver son théorème sous l'influence de la vodka, si la preuve du théorème est valable, cela ne porte pas à conséquence, elle n'a pas la saveur de la vodka. La mathématique est un sport où il n'y a pas de contrôle anti-dopage. Alfred Tarski le roi de la théorie des modèles a d'ailleurs carburé toute sa vie aux amphétamines comme nous le révèlent Feferman & Feferman (2004) dans leur biographie.⁵ Le mathématicien X peut même avoir étranglé sa femme, cela ne porte pas non plus à conséquence sur son théorème. Cette dissociation a été illustrée en une métaphore plus colorée par Badiou dans son éloge aux foulards : « Je peux faire des mathématiques en culotte de cheval jaune », ce n'est pas pour autant que le « théorème n'est jaune (ou non-jaune) ». (Badiou 2004).

Les mathématiques sont neutres, et la science en général tend vers cette neutralité. La philosophie ne bénéficie pas de cette neutralité, ni certaines sciences humaines, telles que les sciences politiques ou la psychologie, alors que la linguistique serait plutôt du côté des mathématiques. On pourrait s'amuser à établir une distinction entre science et non-science sur cette base. Si Z est un intellectuel ayant étranglé sa femme, peut-on rejeter ses théories en considérant, pour cette raison, qu'elles peuvent mener à la trivialisat[i]on, qu'elles sont caduques et dangereuses? Si non Z est un scientifique, si oui ce n'est pas un scientifique. Dans le second cas il n'y a pas forcément d'argument pour établir une relation entre la théorie et l'étranglement, menant à la réfutation des théories de Z, mais on peut jouer sur un flou qui est le reflet du propre flou de ces théories qui ne reposent pas sur des axiomes, des définitions et des règles de déductions pouvant être contrôlés.

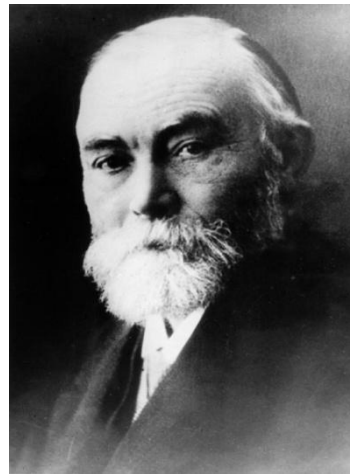
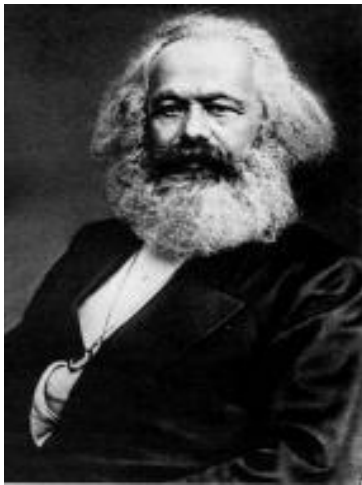
Le cas Althusser est particulièrement délicat, il se rapprochait plutôt de la science, mais ses théories n'ont pas été pour autant sauvées de sa folie, bien qu'elles n'y semblent pas démonstrativement connectées. Quoiqu'il en soit, elles ont été comme lui-même, mises à l'écart. A la fin de sa vie, du fait que l'image de monstre lui restait collée de manière grossière, Althusser a pris la plume pour écrire son autobiographie. Il raconte comment il est devenu un des plus importants marxologues du monde n'ayant lu que le premier chapitre du *Capital*. On pourrait facilement le qualifier d'imposteur, mais ce

⁵ La couverture de leur ouvrage est illustrée par un magnifique portrait d'Alfred Tarski de Stanislaw Witkiewicz, grand artiste polonais, ami du logicien, qui indiquait sur chacune de ses toiles la substance utilisée lors de sa composition et qui a aussi écrit à titre expérimental une série de textes sous influence: café, chocolat, huiles essentielles.

serait ignorer une perspective scientifique. Qui lirait le premier chapitre des *Éléments de mathématique* de Bourbaki et déduirait tout le reste sans l'avoir lu serait considéré comme un génie plutôt que comme un imposteur. Althusser considérait l'œuvre de Marx comme une œuvre scientifique et non idéologique et c'est également le point de vue de Badiou à l'époque du *Concept de modèle*.

A la suite du succès de son ouvrage sur Marx, Althusser réorienta son séminaire à l'ENS autour de la science en général. Il commença en 1967 son *Cours de philosophie pour scientifiques* qui ne fut publié qu'en 1974 sous le titre *Philosophie et philosophie spontanée des savants*. L'exposé de Badiou sur le concept de modèle en 1968 et le livre en résultant font partie de ce projet. Althusser était un philosophe original qui n'avait pas peur d'innover.⁶ Il défend une vision dogmatiste de la philosophie au sens propre du terme : « J'appelle dogmatique toute proposition qui revêt la forme d'une Thèse. J'ajoute : les propositions philosophiques sont des Thèses, donc des propositions dogmatiques. » (1974, p.13) Cependant Althusser va développer le propre dogmatisme de sa philosophie : « Donc, la philosophie énonce des Thèses. Propositions qui ne donnent lieu ni à démonstration, ni à preuves scientifiques au sens strict, mais à des justifications rationnelles d'un type particulier, distinct. » (1974, p.15)

V DE MARX À FREGE



Si la vie d'Althusser dépasse la fiction, c'est le cas aussi de celle d'un autre français, Jean van Heijenoort (1912-1986), élève en mathématiques supérieures au Lycée Saint-Louis lorsqu'il décide de quitter Paris pour rejoindre Trotsky⁷ dont il sera pendant 7 ans secrétaire et garde du corps. Vivant avec Trotsky et son cercle d'amis au Mexique il sera

⁶ Rappelons que c'est Althusser qui invita Lacan à faire un séminaire à l'ENS, ce qui contribua grandement à sa reconnaissance en milieu académique, l'affaire se terminera en fumée comme le raconte pittoresquement Clément Rosset dans *En ce temps-là*.

⁷ Claude Autant-Lara raconte dans son autobiographie *La Rage dans le coeur* comment à la même époque il était parti en bateau vers la Turquie pour rejoindre Trotsky et l'assister, mais une tempête mit fin à cette aventure.

l'amant de Frida Kahlo.⁸ Il quitte Trotsky avant son assassinat et rejoint les Etats-Unis où il reprend ses études de mathématiques, se lie d'amitié avec Quine et devient le premier grand historien de la logique moderne, célèbre pour son ouvrage *From Frege to Gödel*. Il finira quant à lui assassiné par sa femme dans son hacienda au Mexique, qui se suicidera elle-même.



Durant toute sa vie Heijenoort restera un fidèle trotskyste s'occupant des archives de Trotsky aux Etats-Unis. Il réglera cependant ses comptes avec le marxisme dans son article assassin « Friedrich Engels and mathematics » (1948), où il montre à quel point la conception des mathématiques de Engels est ridicule. S'appuyant avec son zèle connu de philologue sur les textes, il montre combien Engels ne comprend rien aux mathématiques et que son incompréhension lui vient directement de sa philosophie dialectique. Il nous raconte que Engels place les géométries non-euclidiennes au même niveau que le spiritualisme et que pour lui la racine carré de -1 n'est pas « seulement une contradiction, mais même une absurde contradiction, une réelle absurdité ». Le symbole phallique ici sert à montrer toute l'impuissance du marxisme. Heijenoort dans une justification rationnelle après-coup se sert des mathématiques pour se libérer d'un certain dépit. Les résultats d'un mathématicien ne pourraient être rejetés sur la base son adhésion au marxisme, mais le marxisme peut être condamné au nom des mathématiques ...⁹

⁸ C'est le gendre d'Arthur Hermann, Enrique Freyman, attaché culturel de la France au Mexique et ami de Diego Riviera qui reprendre la suite des éditions Hermann en lançant notamment une collection au nom très poétique, *Actualités scientifiques et industrielles*, où seront publiées les œuvres de Bourbaki, Einstein, etc et où furent publiés les actes du colloque de philosophie scientifique organisé par Rougier et Neurath à Paris en 1935.

⁹ Un amoureux dépité pourrait aussi critiquer sa prétendue au nom des mathématiques. Heijenoort se maria 5 fois dont 2 avec la même femme.

Heijenoort ne se rabattra finalement pas sur les mathématiques pures mais sur l'histoire de la logique. De la même manière qu'il avait été engagé pour travailler avec Trotsky du fait de ses connaissances linguistiques, il utilisera celles-ci pour élaborer son anthologie *From Frege to Gödel* qui est une approche de la logique où comme dans le marxisme c'est l'histoire qui domine. Dans *From Frege to Gödel* ce n'est certes pas la lutte des classes qui est le moteur qui fait tourner la machine, mais comme dans le marxisme l'histoire est une mythologie qui donne sens à tout. Heijenoort est connu pour avoir promu le mythe de Frege originateur ex-nihilo de la logique moderne - un barbu en remplace en autre. Heijenoort reviendra tous les ans en France, donnant des cours et des séminaires de logique, mais son influence restera longtemps faible et se développera surtout après son succès américain, comme dans le cas de Brigitte Bardot, Jacques Derrida ou Jean-Marc Cerrone. L'essor de la logique en France est principalement dû à un grand ami de Heijenoort, qui lui servit de guide dans ses études sur le sujet.

VI KREISELMANIA



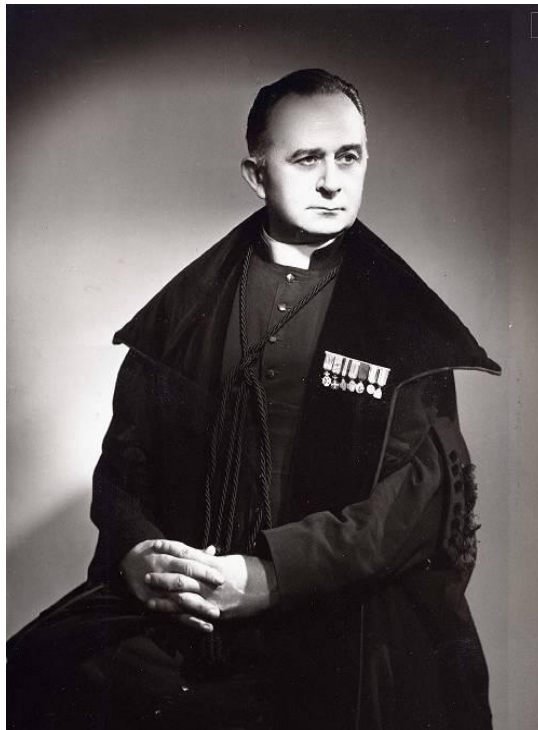
Suivant la légende, le développement de la logique mathématique en France est la conséquence du débarquement à Paris d'un dissident Tarskien, ami de Queneau, ancien élève de Wittgenstein, le millionnaire autrichien Georg Kreisel.

L'ancien royaume des francs sous l'influence cartésienne et poincaréenne avait été réticent à ouvrir ses portes aux importants développements de la logique qui avaient lieu depuis la fin du XIXème siècle. Les troupes bourbachiques n'étaient certes pas forcément contre l'usage de la logistique¹⁰, mais elles se déployèrent dans une perspective où cette science fut minimisée, ce qui n'aurait sans doute pas été le cas si un de leur sympathisant n'avait péri très jeune dans une chute d'alpinisme – nous voulons parler de Jacques Herbrand (1908-1931) qui avait d'ailleurs dû s'exiler en Allemagne pour poursuivre ses recherches vu les conditions peu favorables qu'il rencontra en France, et sa thèse fut publiée en Pologne. La logique en France jusqu'à l'arrivée de Kreisel n'avait pratiquement pas été développée par les mathématiciens qui la considéraient comme

¹⁰ On doit ce charmant terme à Louis Couturat, André Lalande et Gregor Itelson (Genève 1904).

inutile, fausse, au mieux une curiosité. Il n'y avait pas d'enseignement systématique de cette discipline.

Cependant un grand grand congrès sur le raisonnement scientifique fut organisé par le CNRS à Paris fin septembre 1955. Dans son compte rendu de l'événement le chanoine Robert Feys nous dit que l'évolution semble positive, en rappelant qu' «il y a dix ans encore une discussion en milieu français ou belge était comme hantée par la présence narquoise de l'ombre de Poincaré ; comment intéresser un mathématicien à une science bizarre sur laquelle Poincaré avait fait de l'esprit ? » (1955, p.639). Ce somptueux congrès fut organisé sous l'égide du directeur du CNRS le physicien Dupouy « qui reçut les membres du colloque dans la cadre vieille France du château de Gif-surYvette. » (ibid p.637). Le congrès s'est terminé nous rapporte Feys dans « un restaurant du Quartier Latin, au nom pantagruélique, où elle [La Faculté des Sciences] a coutume de recevoir les amis. Qu'on n'estime pas ces agréables détails indignes de mémoire : depuis les temps platoniciens les entretiens eutrapéliques sont la condition presque nécessaire et certainement efficace pour créer, en tapinois, l'accord profond des esprits. ».



Mais comme le note le chanoine les viennoiseries ont été sucrées : « Soulignons — la chose n'est pas superflue — qu'il y a des choses dont, comme par un commun accord, on n'a pas parlé. Des lecteurs philosophes se figureront difficilement des « logisticiens » assemblés et qui ne discutent pas pour ou contre — surtout « pour » — le néo-positivisme. Le Colloque a traité, plutôt occasionnellement, de philosophie des sciences. Mais personne n'y a parlé de Wittgenstein, ni, sauf erreur, de Carnap ou de Reichenbach comme philosophes, et encore moins du mouvement 'analytique'. Sans doute nul n'y a-t-il même songé. » (ibid p.637).

Cela peut en effet paradoxal si l'on se souvient que la philosophie viennoise avait été promue en France par Louis Rougier ami de Moris Schlick, qui organisa à Paris avec

Otto Neurath en septembre 1935 le *Premier congrès international de philosophie scientifique* (avec Tarski, Carnap, Reichenbach, Russell) et une deuxième version de ce congrès pour l'unité de la science lors du *IXème congrès international de philosophie* avec la présence de Carnap, Tarski et bien d'autres. Mais Rougier ayant participé au gouvernement de Vichy et ensuite immigré aux Etats-Unis fut passé aux oubliettes, la plupart de ses ouvrages sont d'ailleurs actuellement introuvables. Les viennoiseries quant à elles sont revenues à la mode en France dans les années 1970 avec Jacques Bouveresse, et elles sont encore très présentes dans le panier philosophique de la ménagère parisienne d'aujourd'hui.

Ce n'est pas ce genre de viennoiseries que Kreisel va apporter dans sa valise en France au début des années 1960, il va enseigner la logique mathématique proprement dite en donnant des cours à des jeunes mathématiciens, dont Jean-Louis Krivine qui continue jusqu'à aujourd'hui à développer la logique en France. Krivine écrivit un ouvrage à partir des notes de cours de Kreisel qui sera publié sous le nom Kreisel-Krivine dès 1966 en français, intitulé : *Eléments de logique mathématique (théorie des modèles)*. Les parties plus philosophiques du livre ont été rédigées par Kreisel et traduites en français par ses amis, dont Queneau, qui l'amènèrent aussi à revoir sa copie. Le livre sera publié en anglais en 1967 dans une grande collection de logique mathématique, même collection où sera publié l'ouvrage de Chang et Keisler.

Krivine publiera peu après, en 1969, en son nom seul, l'ouvrage *Théorie axiomatique des ensembles*. Badiou par la suite deviendra connu avec son ouvrage *L'Être et l'événement* (1988) qui porte sur la théorie des ensembles et le *forcing*, ouvrage dont l'architecture théorique repose, non pas sur l'ouvrage de Krivine de 1969 (qui ne contient pas le *forcing* – il faudra attendre 1998 pour une seconde édition avec *forcing*), mais sur l'ouvrage de Kenneth Kunen (1980). Ironie du sort, c'est Alain Badiou, un simple philosophe, qui publie en français la premier livre détaillé sur un concept fondamental de la logique mathématique, le *forcing*.

VII

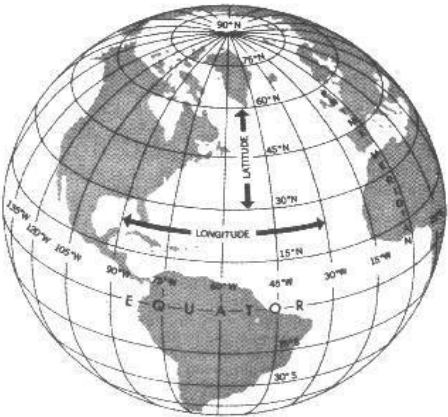
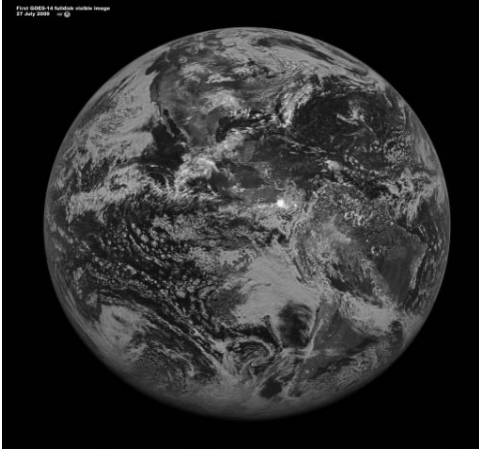
L'ANTHITHÉTIQUE POLYSÉMIE DU MODÈLE



Un mot peut avoir de multiple sens. Cette variation sémantique peut être douce : passage d'une chose à une autre similaire, il peut y avoir de petites glissades sémantiques. Mais l'on peut aussi être face à deux choses contraires et cela tout naturellement sans oxymore, carambolage sémantique ou autre figure de style. C'est le cas du mot « modèle », nous sommes face à face à une polysémie antithétique.

Il est curieux qu'un mot ayant un tel caractère antithétique soit devenu un mot clef de la logique, alors même qu'à l'aube de la logique moderne on cherchait à établir un langage parfait dépourvu de toute ambiguïté en élimant la multiplicité de sens pour un même signe et la multiplicité de signe pour une même chose.

Toutefois le mot « modèle » en théorie des modèles a choisi son camp dans la dichotomie sémantique qui entoure le mot, mais il n'a pas choisi le sens le plus vulgaire, noblesse oblige, et par ailleurs la théorie des modèles préside elle-même à une symphonie polysémique, au sens où une même théorie ouvre un espace variationnel de modèles.

La distinction entre les deux sens opposés du « modèle » peut être exprimée succinctement par deux prépositions donnant lieu à deux expressions *modèle de* et *modèle pour*.¹¹ Et l'opposition de ces deux sens peut être ainsi explicitée :

REPRÉSENTATION		RÉALITÉ
	<p>Modèle de</p>	

RÉALITÉ		REPRÉSENTATION
	<p>Modèle pour</p>	

¹¹ Pour plus de détails à ce sujet voir le travail que nous avons développé avec M.V.Kritz (2000).

D'un côté il y a le *modèle-réalité*, qui est *modèle pour la représentation*, c'est la femme nue modèle pour le nu artistique de l'artiste qui viendra décorer la chambre d'une âme en peine. De l'autre côté il y a le *modèle-représentation*, qui est *modèle de la réalité* qu'il représente, c'est le globe terrestre représentant sur notre table de chevet notre pain quotidien, la terre sur laquelle nous vivons.

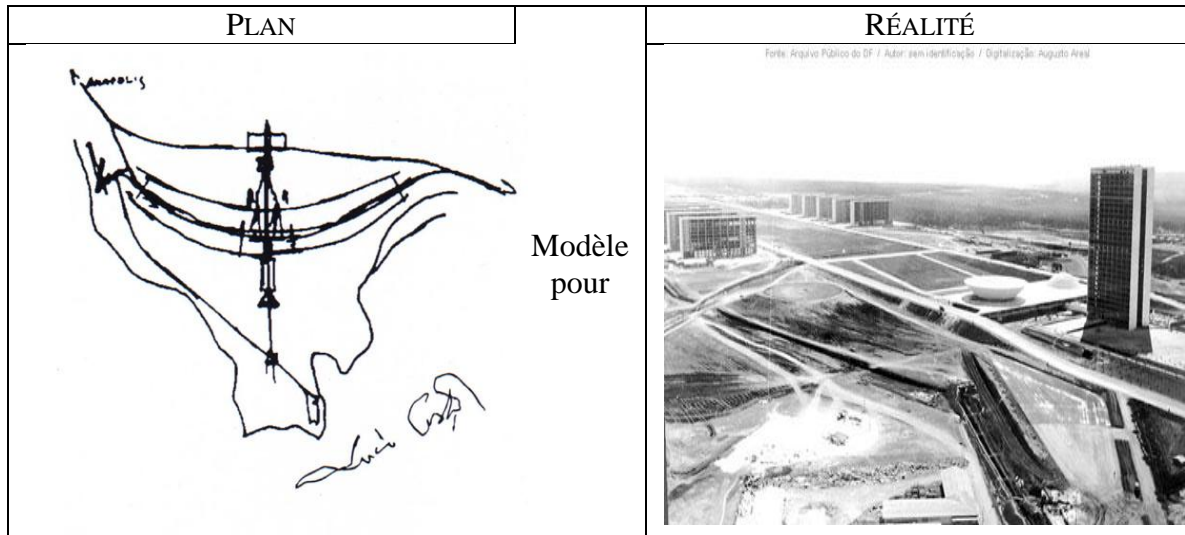
En théorie des modèles nous sommes du côté du nu artistique, comme l'a dit Queneau (1963), les mathématiques ont plus à voir avec l'art qu'avec la science. Nous avons des structures, tels les groupes, que nous allons dépeindre avec des axiomes. Ces structures c'est la réalité à partir de laquelle va s'établir la théorie. Ce sont des modèles *pour* l'activité théorique. Il est vrai que l'on dira que ce sont des modèles *de* la théorie des groupes, alors que l'on ne dira pas que la femme nue est un modèle *de* la peinture résultant de sa contemplation. Mais lorsque nous disons que nos structures sont des modèles *de* la théorie des groupes, disons-nous cela au même sens que nous disons que le globe terrestre est un modèle *de* la terre ? Non car dans ce dernier cas le globe est une réduction de la réalité, il n'y a pas d'oiseaux qui piaillent sur ce petit globe qui éventuellement tourne en rond, alors qu'un modèle de la théorie des groupes a, comme la femme nue, une épaisseur, une consistance que n'a pas sa représentation dont il est l'objet. Dans le cas du globe notons que l'on peut dire que la terre est un modèle pour le globe, mais l'on ne dira pas que le portrait est un modèle de la femme nue. En théorie des modèles, nous pouvons dire qu'une structure est un modèle pour la théorie des groupes, au même sens où la terre est un modèle pour le globe et où la femme nue est un modèle pour le nu artistique.

Les deux sens de modèles s'opposent, mais ne sont-ils en rapport que sur la pure base d'une opposition ? Non, dans les deux cas il y a une relation inverse, mais similaire, entre réalité et représentation, c'est une relation de similitude que nous pouvons qualifier de symbolique, en référence au sens original étymologique du mot : un symbole est un signe où il y a similitude entre le signifiant et le signifié. Cette dimension symbolique manque au « chat », signe arbitraire, mais l'articulation structurale d'un langage, où le signe jouit de son libre arbitre, peut elle-même avoir une dimension symbolique, c'est l'articulation syntaxe/sémantique promue notamment par Wittgenstein au niveau de la logique propositionnelle et que Tarski étendra au niveau de la logique du premier ordre en créant la théorie des modèles. Un idéogramme est un modèle de la réalité, comme le globe est un modèle de la terre. Nous pouvons dire la même chose d'une théorie de la logique mathématique, la théorie des groupes est un modèle de la structure de groupe, faisant abstraction de nombreuses propriétés particulières, ne reflétant qu'une articulation abstraite.

Mais comme avec le langage, une théorie peut devenir créatrice de réalité, la théorie peut devenir modèle pour une réalité, en transformant ou créant la réalité. On peut utiliser le langage pour créer des fictions et dans les phénomènes de modélisations il y a une simulation de la réalité en vue de la transformer. Un *modèle de*, peut devenir un *modèle pour*. Par ailleurs un dessin, un schéma, sans être un modèle d'une réalité déjà existante peut être un modèle pour une réalité que l'on va créer à partir de lui.¹²

¹² Badiou nous dit, dans un sens encore différent, qu'un tableau cubiste de Picasso est un *modèle pour* de nouvelles possibilités de représentations (Interview avec Tzuchien Tho, in *The Concept of model*, 2007, p.91).

Prenons l'exemple du plan d'une ville. Il peut y avoir interaction constante. La ville se construit, on la redessine, comme dans le cas célèbre du remodelage haussmanien de Paris. Ou alors dans des cas plus radicaux, on projette la réalité urbaine à partir du zéro d'une planification sur le papier, ainsi naquit Brasilia :¹³

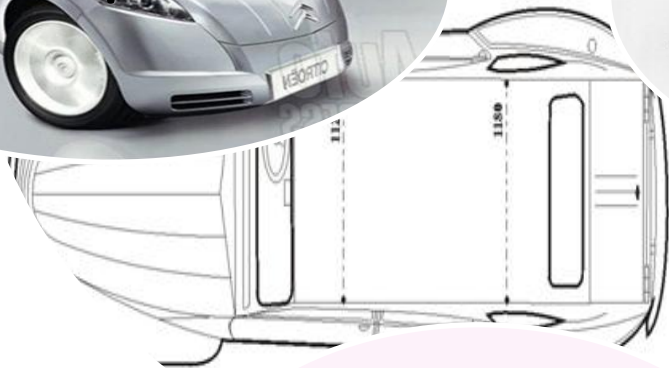
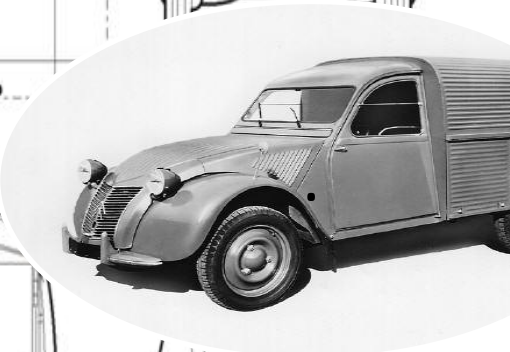
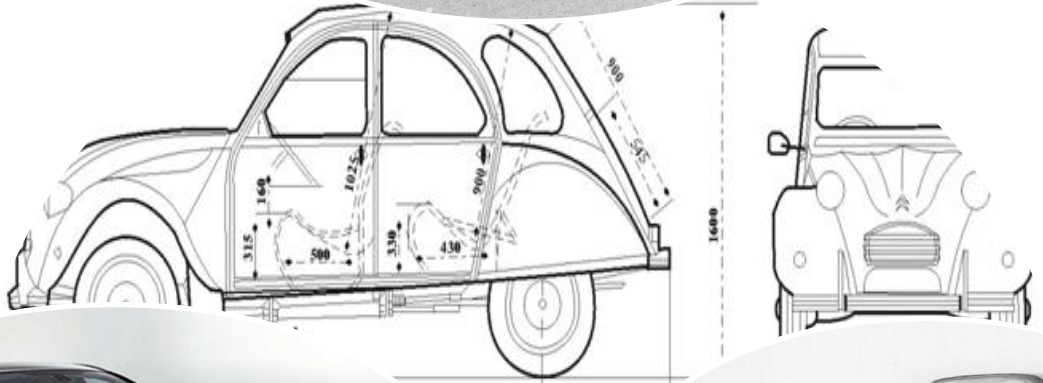


C'est aussi ce qui va se passer dans le cas de bien d'autres constructions, de réalisations d'objets. Prenons le cas d'une voiture. Le dernier *modèle* de chez Citroën est sorti nous dit-on. Ce n'est pas vraiment un nouveau modèle remarquerons-nous, il s'agit d'un *remake*, une 2CV reliftée aux courbures de la modernité comme la nouvelle Mini ou la version yuppie de la petite Fiat 500. Il y a le modèle de la 2CV à partir duquel on peut construire à l'infini des versions différentes : bleues, blancs, rouges. Il peut y avoir des variations plus cruciales qui sont développées à partir de variations sur papier du modèle papier; versions break, safari, rallye de monaco, etc. Chaque petite 2CV sortie de l'usine est une réalisation des plans de l'ingénieur, qui peuvent être considérés comme un modèle pour la construction de la voiture, le modèle à suivre. On retrouve ici une autre variation sémantique du mot « modèle », son aspect normatif, comme lorsque l'on parle d'enfant modèle.

Dans le cas d'une voiture, lorsque l'on parle de modèle, on se réfère à quelque chose d'abstrait ayant de multiples réalisations concrètes similaires entre elles, du fait de leur moule conceptuel originaire. Vu l'isomorphie entre les 2CV existantes, on peut avoir tendance à assimiler une réalisation particulière au modèle abstrait, c'est la même situation que dans le cas d'une classe d'équivalence, sauf que la classe d'équivalence n'est pas ici une simple hypostase, il y a bien un modèle dans une armoire.

En théorie des modèles c'est l'inverse qui se passe. Un ensemble d'axiomes, une théorie, qui est quelque chose qui correspond au plan de la 2CV, n'est pas considérée comme un modèle, mais les exemplifications de cette théorie seront appelées modèles de la théorie, même dans le cas où l'on va de la théorie vers les modèles, plutôt que des modèles vers la théorie.

¹³ Au sujet de Brasilia, voir le chapitre 6 de *Logiques des mondes*.



VIII
LA MODÉLISATION EN TROIS TRICHOTOMIES

La modélisation est devenue un phénomène très à la mode. Modélisation, mode, modèle, nous voilà plongés dans un réseau sémantique au sein lequel un rat pourrait s'égarer ou se complaire. Quelle est la relation entre modélisation et modèle ?

La théorie des modèles de la logique mathématique consiste-t-elle à modéliser? Ce n'est pas ce qu'en pense un célèbre spécailliste du sujet, dans un article générique il déclare : « Tous ces variétés de la théorie des modèles ont une origine commune et d'importantes similitudes familiales. D'autres choses appelées modèles sont sans conteste hors de cette famille. Par exemple notre chapitre n'a rien à voir avec la « modélisation », qui veut dire construire une théorie formelle pour décrire ou expliquer certains phénomènes. » (Hodges, 2000, p.1).

Et Badiou est le premier à être d'accord avec lui. Cela ne l'empêche toutefois pas de réfléchir sur la modélisation, dans une série de discussions avec Michel Serres dont certains éléments sont repris dans le chapitre 4 du *Concept de modèle*, Serres propose de passer de la dichotomie à la trichotomie avec l'idée du modèle *metaxu* intermédiaire entre la réalité et la théorie, situation que nous pouvons schématiser comme suit :

Champs des phénomènes	Modèle Metaxu	Champ théorique
Imité par le Metaxu, expliqué et contrôlé par la théorie.	Objet qui représente, imite, simule	Coulé par le moule du Metaxu. Base de la construction du Metaxu.

Michel Serres s'exprime ainsi « Je ne sais plus quel physicien anglais disait d'un modèle qui s'efface peu à peu au profit du schéma théorique qu'il ressemblait à un chat qu'on effaçait pour ne conserver que son sourire ... Finalement au moment où le modèle réussit, il s'efface pour laisser place au schéma théorique. Le modèle fonctionne eu égard à la théorie comme un échaffaudage ou un coffrage... Une fois que les schémas mathématiques sont organisés on enlève le coffrage intuitif qui disparaît et il reste la construction mathématique qui elle seule bien entendu peut nous permettre de dominer directement le phénomène ».

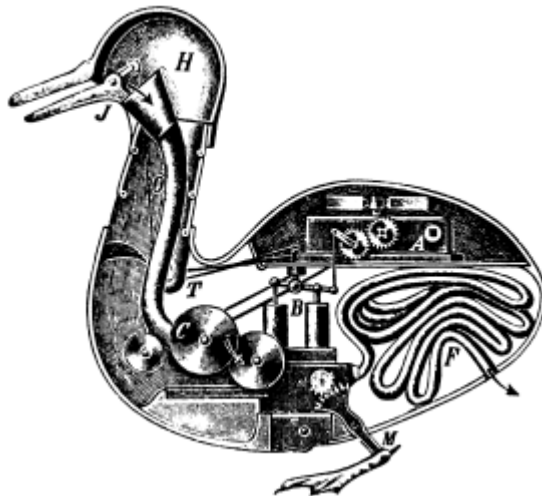
Badiou fait remarquer qu'inversement le Metaxu, au lieu d'être un moule, peut être une attrape souris, un obstacle épistémologique à la Bachelard. Ce serait le cas de l'atome de Bohr. Remarquons toutefois que cet exemple de Metaxu obstacle ne pêche pas par imitation. Comme le note Badiou, ce Metaxu est dû à un phénomène d'import-export : on a exporté le modèle stellaire dans le microcosme. Cette transposition n'est peut-être pas la bonne, mais elle s'insère bien dans le cadre de la philosophie du modèle qui est une philosophie du comme ci, comme ça, qui se déploie à partir d'analogies variables. Dans sa discussion avec Serres, Badiou propose la tripartition suivantes des modèles :

Modèles théoriques	Modèles schématiques	Modèles robotiques
Cosmologie	Organigramme	Simulation

Un modèle théorique peut être *modèle de*, comme dans le cas de la cosmologie, ou *modèle pour* comme dans le cas de la géométrie non-euclidienne, un espace non-euclidien étant un modèle pour une théorie. Mais l'espace non-euclidien peut aussi être un *modèle de* la réalité, de l'Univers. On pourrait le classer comme Metaxu, faisant consonner les trichotomies badioussiennes et serriennes.

Un modèle schématique, tel qu'un organigramme, peut exprimer une idée - une structure hiérarchique - par un schéma qui ne reflète par une réalité visible ou réelle, sauf dans le cas peut-être d'une entreprise installée dans une tour avec les chefs au sommet, où dans le cas d'un gouvernement installé dans un plan pilote en forme d'avion, comme à Brasilia.

Les modèles robotiques eux consistent à singer la réalité dans le sens propre du terme. Serres nous donne l'exemple de la Garonne: « Tout le monde sait qu'il y a des inondations catastrophiques de la Garonne. Bien. Devant ce phénomène naturel les pouvoirs publics se sont émus et ont confié au laboratoire de *Chatoux* qui est spécialiste en hydrodynamique, l'étude de ce problème. Et au laboratoire de *Chatoux* on a construit un modèle, c'est-à-dire une sorte d'objet en réduction d'une section du lit de la Garonne, sur lequel on a expérimenté le flux de la Garonne et les effets en question. A ce moment-là ayant expérimenté en modèle réduit sur les effets on est prêt, enfin sur une maquette, on est prêt à lutter effectivement contre la crue catastrophique, en mesurant exactement les points d'impact, les points faibles, les points faibles de la circulation de l'eau. Ici donc on a un modèle réduit, c'est-à-dire une maquette pour l'intervention. » (Serres/Badiou 1967).



C'est avec ce genre de robot metaxutique que la modélisation a gagné sa popularité. Simulateur permettant une préparation à l'interaction future avec la réalité au sein d'une réalité virtuelle : on peut apprendre à piloter un avion en gardant les les pieds sur terre et faire exploser une bombe sans dégrader la beauté des tahitiennes. Le summum de cette technique de modélisation est de modéliser le cerveau : « construire un modèle de l'activité du constructeur de modèles ... La construction d'un modèle du fonctionnement cérébral, un 'cerveau artificiel' » (pp.66/67) Cela nous permettrait de construire des esprits sans corps, nous voulons dire par là sans jambes, sans cheveux,

sans estomac, mais étant tout de même matériels: fonctionnant avec des fils de l'acier et une pile.

D'un autre côté il est également possible de construire des modèles qui sont purs corps, sans cerveaux, non pas corps de chair et de sang, mais corps de plastique : ce sont les mannequins qui peuplent les vitrines des villes, qui ressemblent de plus en plus à nos femmes et auxquels ressemblent de plus en plus nos femmes dans un jeu d'interaction entre modèle et réalité. Jeu d'ailleurs qui est médié par une tierce personne: le mannequin en chair et os, que l'on appelle également top modèle. Nous avons affaire ici à une nouvelle trichotomie :

Top modèle	Mannequins	Ménagère
Réalité tri-dimensionnelle en chair et en os Modèle pour le mannequin en plastique	Réalité tri-dimensionnelle en plastique Modèle du top modèle	Réalité tri-dimensionnelle en chair et en os Prend le top modèle et le mannequin comme modèles

Le top modèle est modèle pour la ménagère au sens où elle va se calquer sur lui, de même qu'elle va se calquer sur le mannequin de la vitrine qui est lui-même calqué sur le top-modèle, qui n'est qu'une sorte de metaxu, comme la poupée gonflable. Le mannequin de vitrine tout comme le top-modèle peut apparaître comme un simulateur. Nous pouvons faire consonner plus intimement cette trichotomie avec les trichotomies badioussiennes et sériennes en considérant que le metaxu de vitrine appartient à la sphère théorique. On peut placer à ce même niveau l'actrice de cinéma, qui a elle-même une triple réalité: personne commune, actrice simulatrice, image bi-dimensionnelle qui apparaît sur les écrans de télévisions.



IX L'ASSERVISSEMENT IDÉOLOGIQUE DU MODÈLE

En page de dos de couverture de l'édition de 2007, Badiou fait la rétrospective suivante de l'ouvrage : « Nous avons une grande dévotion pour la science, que nous opposons à l'idéologie. Il est vraiment paradoxal que depuis, on ait jugé que nous nagions en pleine idéologie ... On verra toute le contraire dans ce livre : une grande rigueur instruite concernant la logique contemporaine, un grand mépris pour les à peu près de l'idéologie, et une ambition rationnelle qui s'étend à tous les domaines de la pensée active .»

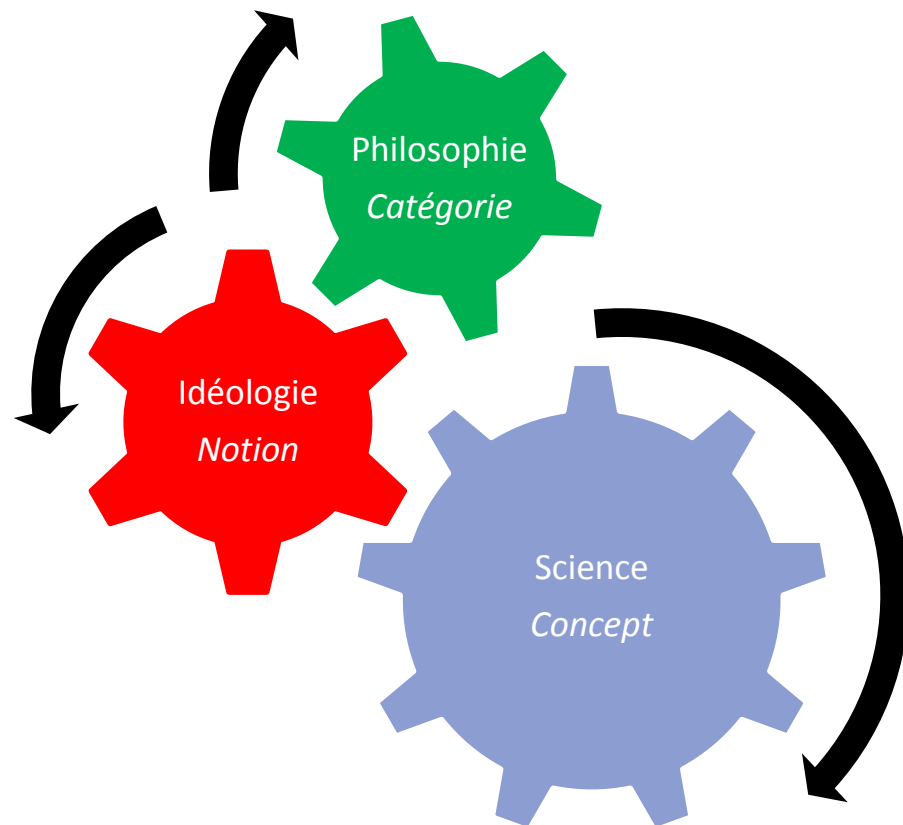
Ce paradoxe est en fait dû à un retournement de situation, à un véritable effet boomerang dont a été victime le marxisme. C'est Marx qui a promu et dénigré l'idéologisme qui lui est aujourd'hui appliqué. Avant Marx nous rappelle Canguilhem (1977, p.35) « l'idéologie c'était, selon Cabanis et Destutt de Tracy, la science de la genèse des idées. Son projet était de traiter les idées comme des phénomènes naturels, exprimant la relation de l'homme, organisme vivant et sensible, à son milieu naturel de vie » mais « La fortune, aujourd'hui, de la notion d'idéologie a des origines non douteuses. Elle tient à la vulgarisation de la pensée de Karl Marx. Idéologie est un concept épistémologique à fonction polémique, appliqué à des systèmes de représentations qui s'expriment dans la langue de la politique, de la morale, de la religion et de la métaphysique. Ces langues se donnent pour l'expression de ce que sont les choses mêmes, alors qu'elles sont des moyens de protection et de défense d'une situation, c'est-à-dire d'un système de rapports des hommes entre eux et des hommes aux choses. Marx dénonce les idéologies au nom de la science qu'il prétend instituer : la science des hommes qui font leur propre histoire, sans toutefois le faire au gré de leurs désirs. »

Pour Badiou le concept scientifique de modèle est asservi par l'idéologie, idéologie qui peut prendre un visage structuraliste avec Lévi-Strauss ou bien néo-positiviste avec Carnap. Les théories de Carnap et Lévi-Strauss sont toutes deux qualifiées *d'épistémologie bourgeoise*, à laquelle Badiou prétend opposer une épistémologie matérialiste qui se placerait du côté philosophique et non idéologique en formant une juste catégorie de modèle inspirée du concept de modèle longuement présenté dans cet ouvrage. La démarche de Badiou est la suivante : il décrit ce que les idéologies structuralistes et néo-positivistes ont en commun, puis les critique chacune. Ensuite il présente dans la partie centrale de son ouvrage le concept de modèle et dans le chapitre 9 à la lumière de ce concept les achève tout en commençant à présenter la catégorie de modèle qui sera discuté plus longuement dans le chapitre 10. Le chapitre 9 se termine par les mots suivants : « Le discours de Carnap, comme celui de Lévi-Strauss, est une variante de l'épistémologie bourgeoise. Dans la combinaison qu'il exhibe, de notions empiristes relatives au 'problème de la connaissance', et de concepts scientifiques empruntés à la logique mathématique, combinaison qui définit la catégorie philosophique de modèle, l'idéologie est dominante, et la science asservie » (p.134).

Qu'est-ce donc à proprement parler l'idéologie et quel est son rapport à la science ? Tout cela est schématiquement et succinctement expliqué dans le chapitre 2 intitulé « Des thèses qu'il s'agira dans la suite de justifier ». Il s'agit d'un texte très court (moins de

deux pages) où la philosophie est définie comme étant essentiellement *recouvrement idéologique de la science* (p.51).

Cette définition est à comprendre à partir de la trinité *idéologie-science-philosophie*. Il s'agit ici d'une trinité de discours, qui se différencient par leurs substances. Les chairs de ces trois hypostases sont respectivement *notions-concepts-catégories*. Essayons de comprendre comment fonctionne ce mécanisme.



Ce qu'est un concept, c'est ce qu'il y a de plus facile à comprendre, due la limpidité de la science, fût-elle cachée derrière un fatras de formules symboliques difficilement déchiffrables. Le concept c'est le roi de la trinité, c'est à partir de là que tout tourne. Que l'on qualifie de concept le cercle mathématique, cela fait sens. C'est quelque chose d'abstrait mais aussi de clair et distinct : un cercle est une courbe plane fermée constituée des points situés à égale distance d'un point nommé centre. On parle aussi certes du concept de femme, qui suivant la philosophie spinoziste ne mord pas, mais vouloir réserver le concept au domaine de la science, cela n'est pas un abus tragique. Nous pouvons aussi une vision scientifique de la femme.

Voyons maintenant ce qu'est une notion. Selon Badiou, la notion c'est la chair de l'idéologie. Mais ne serait-ce pas plutôt l'idée ? Cela nous permettrait de rester dans le même champ sémantique. Quel est le rapport entre l'idée et la notion ? Les mots « idée » et « notion » n'ont pas de définitions très précises, cela reflète le vague de la pensée, ce sont les entités qui peuplent notre pensée. Quelle idée ai-je de Henri IV ? La poule au

pot? Il y a les idées reçues et les idées travaillées. L'histoire de l'idée est longue et pleine de péripéties, élevée au ciel par Platon, ancrée dans notre esprit par Descartes, puis, dans un troisième âge, vulgarisée et banalisée. Qui aujourd'hui, surtout en France, n'a pas plein d'idées? Des idées sur tout et sur rien. L'idée est redescendue au niveau doxatique.

On peut lui préférer la simple notion. Un livre intitulé *Notions de géométrie* serait une sorte d'introduction pré-conceptuelle à la véritable géométrie. *Notions de cuisine gasconne* serait aussi vu comme un livre introductoire, non peut-être à une *Science de la cuisine gasconne* pleine de concepts, mais à un art plus subtil du maniement du fouet et des graisses. Y a-t-il une idéologie géométrique ou une idéologie de la cuisine gascogne? Le mot n'est pas employé en ce sens. Notion ne rime pas ici avec idéologie. On parlerait plutôt d'idéologie gasconne, dont la substance n'est pas vraiment constituée de notions, mais plutôt de vues de l'esprit qu'il semble plus naturel d'appeler des idées. Pour des idéologies plus élaborées que l'idéologie gasconne, il semble toutefois préférable d'employer un autre terme, c'est là qu'interviennent les notions, au sens où Badiou emploie ce terme.

L'idéologie est souvent considérée comme une doctrine pseudo-scientifique, à laquelle on adhère par la croyance et l'émotion, plutôt que par la preuve et la raison. Mais l'idéologie est quelque chose de systématique, elle est différente en ce sens de la simple opinion. L'idéologie peut être vue comme quelque chose d'approximatif, d'inexact ou de carrément faux. Dans son ouvrage Badiou va dénoncer la fausseté de certaines idéologies qui asservissent le concept de modèle. Le concept scientifique de modèle peut être terni, si ce n'est englouti par certaines notions idéologiques. Badiou montre que l'on va injustement interpréter le modèle scientifique de la logique mathématique par une notion qui le déforme. Il y a donc confusion. Cependant Badiou croit qu'il est possible d'opérer une interaction positive entre science et idéologie, entre concept et notion. C'est la philosophie, qui est tout de même qualifiée lourdement de recouvrement idéologique de la science. Ce recouvrement donne naissance aux propres rejetons de la philosophie qui sont qualifiés de catégories (cet usage du terme « catégorie » n'a jamais vraiment été standardisé, mais il n'est pas plus absurde que celui de la théorie des catégories).

Badiou nous explique la dialectique idéologie-science-philosophie à travers trois exemples: Platon, Kant et Sartre. Voici le tableau qu'il nous dresse :

	NOTION	CONCEPT	CATEGORIE
PLATON	Hiérarchie politico-morale	Arithmétique théorique	Nombre idéal
KANT	Facultés humaines	Physique Newtonienne	Intuitions pures a priori d'espace et de temps
SARTRE	Temporalité, liberté métaphysico-morale	Marxisme	Histoire

Une interprétation assez simple de cette dialectique serait une interprétation platonico-hégélienne. Le niveau notionnel est celui de l'opinion, de la première impression, c'est le niveau de la pensée souterraine et rampante. Le niveau conceptuel est

le niveau où la notion travaillée par la raison prend une forme scientifique. Et finalement le troisième niveau est un dépassement synthétique nous conduisant au ciel philosophique.

Les exemples donnés ici par Badiou n'illustrent pas la vision négative de l'idéologie décriée au sujet du modèle. Là nous avons à faire à un autre phénomène qu'il serait plus cohérent de qualifier de philosophique ratée, la mayonnaise n'ayant pas pris : la catégorie philosophique est le produit d'un mélange entre la notion et le concept, comme l'indique Badiou dans le cas de Sartre: « La théorie sartrienne *combine* des concepts marxistes et des notions métaphysico-morales ». (p.52) Ce que nous pouvons dire c'est que la caractérisation de l'idéologie (et de ses notions) est dans cet ouvrage de Badiou loin d'être claire, elle oscille entre un niveau préconceptuel et une rechute conceptuelle, cette dernière s'opposant à la véritable « science des idées » que serait la philosophie.¹⁴

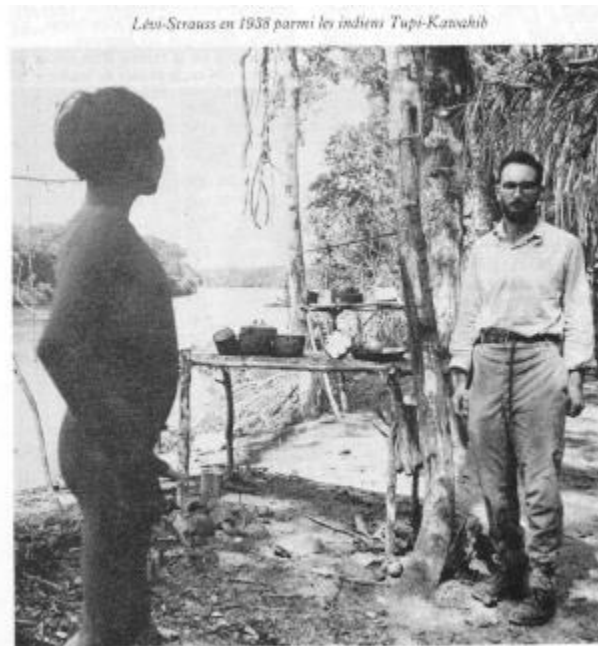
Badiou prétend libérer le concept de modèle de son asservissement idéologique. Tâche ardue, cet asservissement étant un monstre à mille têtes: il oscille du scientisme d'un neopositiviste logique comme Carnap jusqu'au pseudo-scientifisme d'un anthropologue comme Lévi-Strauss. Mais pour Badiou ces deux zouaves antipodiques commettent un identique pêché qui est une tare typiquement idéologique. Notre philosophe va trancher d'entrée, en un seul coup, les mille têtes du dragon idéologique en analysant musicalement leur illusoire multiplicité et en décrivant la quintessence de la tare idéologique, cela au cours du chapitre 1 (*Quelques préliminaires concernant l'idéologie*) qui constitue donc une alléchante mise en bouche, qui sera suivie d'une dégustation lente des écervelés.

La base de la notion idéologique de modèle tant d'un point de vue anthropologique que d'un point de vue positiviste est la différence entre *réalité empirique* et *forme théorique*. Cette différence va donner lieu à tout un jeu intellectuel : alors que par exemple Carnap prétend réduire cette différence via le physicalisme, Quine lui nie cette différence avec son slogan « Être, c'est être la valeur d'une variable », mais cette négation comme le montre bien Badiou, n'a de sens que par rapport à la différence originelle. Et Badiou ajoute : « L'instabilité de cette différence, sa perpétuelle renaissance-niée » mènent à une « agitation discursive qui déplace à l'infini la place essentiellement vide où devrait se marquer l'impraticable Science de la science » (pp.46-47).

C'est dans cet espace variationnel que s'engouffrent les idéologies qui sont des variations sur un même thème. Une multiplicité illusoire qui peut être opposée à la multiplicité articulée et réelle des sciences (Badiou utilise la métaphore mathématique discret/continu pour illustrer et opposer ces deux sortes de pluralités). Et ce manège idéologique nous faire tourner en rond : « on ne pose que les questions dont la réponse est la condition déjà donnée de la question elle-même » (p.48), manège dont la rotation est comparée à celle du marxisme : «Marx dit – à peu près – l'homme ne se pose que les problèmes qu'il peut résoudre » (p.49).

¹⁴ Pour Althusser (1974, p.64) : « La distinction entre le scientifique et l'idéologique est intérieure à la philosophie. Elle est le résultat de l'intervention philosophique. La philosophie fait un avec son résultat, qui constitue l'effet-philosophie. »

X LE MODÈLE STRUTURALISTE



La critique à Lévi-Strauss est curieusement présentée en deux temps, tout d'abord sous l'égide d'une élimination : *De certains usages de modèles qui ne sont pas ici en question* (Titre du chapitre 3), qui élimine d'ailleurs non seulement les sauvages, mais une ribambelle d'autres fantômes tels qu'automates et robots. Badiou va faire passer à la trappe tous les éléments de ce petit théâtre pour ensuite revenir à la charge dans le chapitre 4 (*D'un usage purement idéologique du mot modèle*).

Il semble difficile de reprocher à Lévi-Strauss un recouvrement idéologique consistant à utiliser le concept de modèle de la logique mathématique pour expliquer et caractériser une notion descriptive de l'activité scientifique, la modélisation. On peut certes dire à tort ou à raison que modèle et modélisation tels qu'en parle Lévi-Strauss n'ont pas grand-chose à voir avec ce qui se passe en logique mathématique, mais il ne semble pas qu'il y ait de preuve d'une exploitation du concept logique de modèle par Lévi-Strauss.

Lévi-Strauss, contrairement à Carnap, n'a jamais fréquenté les logiciens et ne connaissait sans doute rien à la théorie des modèles, il fut certes en contact avec le mathématicien bourbachique André Weil et ils eurent des échanges au sujet du concept de structure, mais c'est une autre paire de manches. Il semblerait que Lévi-Strauss, de même que les promoteurs de la modélisation, aient exploité non pas le concept logique de modèle, mais la simple notion commune de modèle dont le sens est opposé à celui du concept.

D'ailleurs dans le chapitre 3 Lévi-Strauss est placé au même niveau que les constructeurs de modèles, les modélisateurs. Nous avons une opposition entre « la

neutralité de l'observation des faits et la production active d'un modèle » (p.53) qui peut être illustrée dans le cas de l'anthropologie¹⁵ de la façon suivante :

RÉALITÉ	MODÈLE
Neutralité de l'observation	Production active
Ethnographie	Ethnologie

Badiou nous dit que pour Lévi-Strauss « le modèle n'est pas une transformation pratique du réel ... il appartient au registre de l'invention pure, il est doté d'une « irréalité formelle ». (p.54). Badiou va associer ces modèles anthropologiques aux modèles de l'économie politique bourgeoise. Ce que Badiou reproche à ces modèles, c'est de projeter une image irréaliste afin de promouvoir certains intérêts : « Les modèles d'expansion dans l'équilibre, sous couvert de penser leur objet (l'économie des prétendues « sociétés industrielles »), *objectivent des objectifs de classe*. Une économie nationale en expansion équilibrée figure la *motivation* satisfaite des interventions étatique au nom de « l'intérêt général ». Image portative, le modèle unifie extérieurement une politique économique, la légitime, et occulte sa cause comme sa règle. » (p.57) Les modèles dans ce cas sont artificiels, ils déforment la réalité et sa déformation va transformer la réalité en ce que l'on veut qu'elle soit, c'est l'avenir d'une illusion.

Si cette critique peut être soutenue concernant l'« expansion dans l'équilibre » de l'économie capitaliste et bien d'autres fantasmes comme l'« expansion cosmique du big bang » où la « survie évolutive », il ne semble pas évident qu'elle s'applique directement à Lévi-Strauss lui-même dont l'anthropologie est restée somme tout assez inoffensive. Badiou reproche à Lévi-Strauss non pas de transformer les faits en la faveur d'un modèle idéalisé, mais de donner la primauté aux faits,¹⁶ de juger les multiples modèles possibles à la lumière de la réalité, de vouloir choisir le meilleur modèle, celui qui reflète le mieux la réalité. Pour Badiou, il s'agit d'une philosophie de la représentation répugnante suivant laquelle « la science n'est pas un procès de transformation pratique du réel mais la fabrication d'une image plausible » (p.66), qui nous conduit à un paradis robotique suivant une logique du modèle imitatoire générant des automates.

Il semblerait que le petit anthropologue soit transformé un peu facilement en bouc émissaire. Rappelons que c'est Lévi-Strauss qui a fait du structuralisme un courant fondamental dans les sciences humaines et que le structuralisme a de nombreuses vertues comme le tabac, ainsi que le fait remarquer Michel Serres dans son analyse structuraliste du Don Juan de Molière (Serres/Badiou 1967).

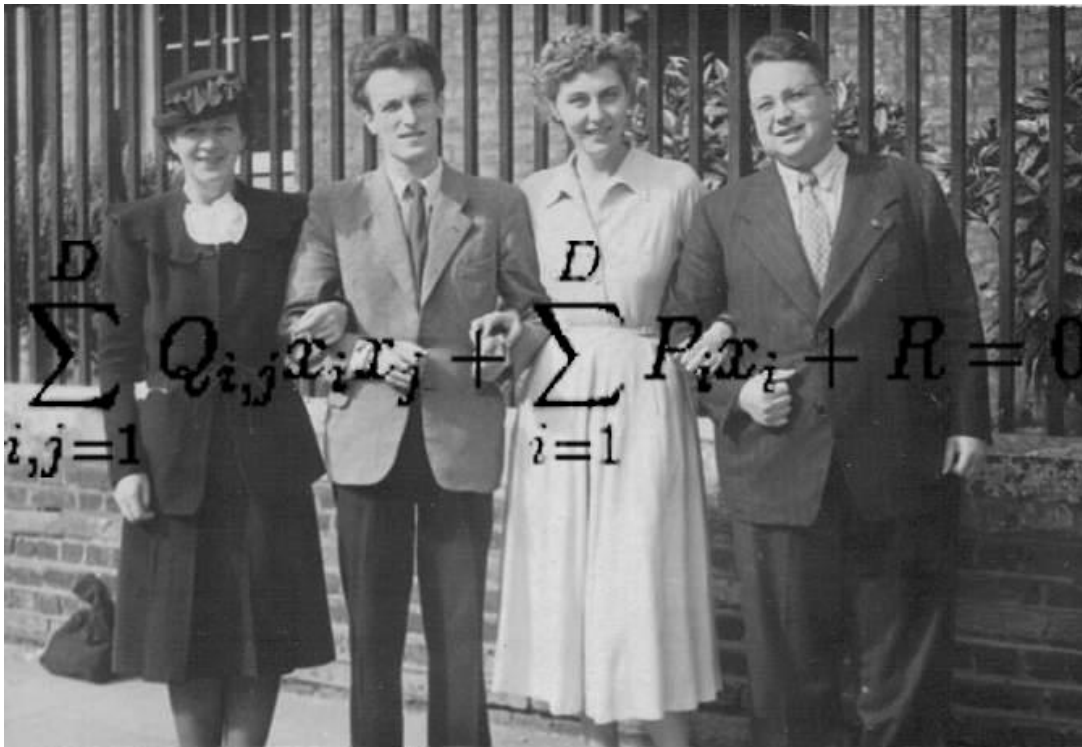
Le succès de ce structuralisme n'est certes pas dû à un mariage réussi entre un structuralisme venue des sciences pures (mathématiques et logiques) et un autre venu des sciences impures (les sciences de l'homme) - cet heureux mariage n'a pas eu lieu, il s'est

¹⁵ Dans le tableau l'anthropologie disparaît pour faire place à l'ethnologie, c'est qu'il n'existe pas d'anthropographie. Aujourd'hui les ethnies ayant disparus du globe, on parle plutôt d'anthropologie – qualifier un *gang band* d'ethnie serait considéré comme tendancieux.

¹⁶ En politique, il y a une dichotomie faits/idées qui est utilisée par ceux de droite pour dénigrer les gauchistes, pathologiquement idéologistes ou idéalistes, inversement ceux de gauches dénigrent les réactionnaires vouant un culte aux faits, qui est selon eux factice. La réalité est inerte, passive ou c'est le mur contre lequel on vient se cogner la tête, mais que l'on peut transformer en chantier.

terminé en appendice, en « une étude algébrique de certains types de lois du mariage » (Weil 1949). Toutefois l'ouvrage clef de Lévi-Strauss qui lança le structuralisme en orbite, *Les structures de la parenté*, est un ouvrage réellement intéressant. C'est la notion de structure qui émane plutôt que celle de modèle. Notons que du point de vue de la théorie des modèles, modèles et structures peuvent être considérés comme synonymes : un modèle est une structure et une structure est considérée comme modèle d'une théorie. Mais la structure lévi-straussienne va être non pas modèle d'une théorie, mais d'une réalité, de la même manière qu'une structure géométrique peut être vue comme un modèle ou une représentation de la réalité.

Avec la structure Lévi-Strauss décrit une réalité, de la même manière que Bourbaki avec son croisement de structures mères prétend décrire la véritable nature des nombres réels. Et quel est l'intime secret que le modèle de Lévi-Strauss dévoile? Lévi-Strauss montre que l'inceste n'est pas un interdit local d'une société humaine mais qu'il régule l'ensemble des relations de cette société, que c'est lui la clef de cette structure, de la même manière que l'on peut considérer que la clef des réels est la structure de corps commutatif archimédien complet. Le structuralisme mathématique à la Bourbaki nous dit que les nombres n'ont pas d'existence au-delà de cette architecture, il va à l'encontre de la personification charnelle numérolgique. La vision structuraliste tant en mathématique qu'en anthropologie et en linguistique transforme notre manière de voir la réalité. Ce changement de perspective peut conduire à des transformations de la réalité elle-même, c'est ce qui s'est passé avec le structuralisme mathématique, nous ne sommes donc pas ici nécessairement dans la passivité du modélisateur.



Au niveau anthropologique la situation n'est pas aussi claire qu'en mathématique ou en linguistique. Il y a d'abord un aspect un peu morbide dans le structuralisme

anthropologique de Lévi-Strauss : nous sommes amenés à considérer un être humain comme le rouage d'une mécanique, sans aucune nature propre. Horizon de scientificité humaine proche du marxisme. C'est d'ailleurs assez naturellement que l'assistant de Lévi-Strauss, Maurice Godelier a entremêlé le structuralisme de son maître avec le marxisme, entremêlement donnant lieu notamment à son ouvrage *L'Idéal et le matériel* où il fait jongler les superstructures avec toutes sortes d'ethnies.¹⁷

Il est vrai que ni les études de Lévi-Strauss, ni même celles de Godelier n'ont conduit à une transformation de la réalité, comme a pu le faire le marxisme. On peut voir cela positivement - ils n'ont pas construit de goulags – mais aussi négativement, ils ont détruit l'image paradisiaque du bon sauvage sans améliorer notre réalité quotidienne. Ces anthropologues, en voie de disparition, étudiaient une réalité elle-même en voie de disparition. On peut toujours rêver d'un modèle qui dévoile la structure profonde de la réalité et ce faisant amène à sa compréhension et à sa transformation.



C'est peut-être ce à quoi peut nous conduire une anthropologie entrepreneuriale tropicaliste, exposée dans l'ouvrage *Pour une anthropologie de l'entreprise - Eloge de la pensée sauvage* de Lebailly et Simon (2007) : « 'Choc des cultures' 'Mariages délicats' 'Des salariés déboussolés'. L'actualité le montre les opérations les plus prometteuses au plan stratégique se heurtent souvent au malaise des salariés parce qu'elle touche à la culture d'entreprise. Constituée de symboles et de rites celle-ci relève de l'irrationnel. C'est pourquoi les meilleurs plans de communication n'y font rien : mythes et symboles deviennent le plus souvent des arguments en faveur du statu quo. Dans un tel contexte comment gérer le changement ? Les auteurs proposent une grille de lecture fondée sur une approche anthropologique qui sans se substituer à l'approche classique offre le chaînon manquant qui permet de dénouer les noeuds dans l'entreprise. Leur réflexion est soutenue par un fil conducteur : Comment passer d'un discours théorique sur l'entreprise à des modes d'intervention opérationnels ? En fournissant des clés d'explication originales les auteurs montrent que des outils intellectuels évolués peuvent être générateurs de résultats économiques tangibles. »

¹⁷ Au sujet du parcours de Godelier voir (Dosse 1991, p.420)

XI LE NÉO-POSITIVISME: SS VS ET



Un chapitre entier, le Chapitre 5 (*Le concept scientifique de modèles et la doctrine néo-positiviste de la science*), est dédié à la critique du néo-positivisme. Mais l'attaque commence dès la deuxième page de l'ouvrage. Après avoir en quelques lignes présentée la dialectique mythique entre réalité empirique et forme théorique considérée comme essence et moteur de l'épistémologie bourgeoise, un premier chauffard est tout de suite dénoncé: Rudolf Carnap; la preuve à l'appui étant son canonique article « Les fondements logiques de l'unité de la science » (1938). Badiou nous explique comment le serpent néo-positiviste se mord la queue, comment Carnap prétend réduire à néant la distinction posée par un processus de réduction des sciences empiriques à la déesse logique via la physique.

Dans le chapitre 5 l'attaque contre Carnap va se centrer au cœur du problème, en étudiant le rapport entre la dualité sémantique/syntaxe (SS) en théorie des modèles et la dualité empirique/théorique (ET) que l'épistémologie néo-positive reprend à sa propre sauce. La sauce positiviste consisterait justement à interpréter et/ou renforcer la seconde dualité par la première. C'est là que va se jouer l'aspect le plus sévère de l'asservissement idéologique du concept de modèle. Cela commence donc à chauffer, et l'on débute la présentation du concept de modèle qui sera longuement cuisiné dans les trois chapitres suivants.

Badiou montre très justement qu'en dépit du fait que Carnap et Lévi-Strauss barbotent tous les deux dans la baignoire idéologique, leurs positions sont diamétralement opposées. Pour Carnap le modèle est du côté empirique, pour Lévi-Strauss du côté théorique. Lévi-Strauss est du côté de la platitude du modèle comme maquette, fût-il un globe terrestre ou un automate quadridimensionnel. Pour Carnap le modèle c'est la planète terre elle-même avec ses volcans, ses fourmis et les œuvres complètes de Karl Marx. Si Badiou critique Lévi-Strauss on pourrait s'attendre éventuellement à ce qu'il

valorise une posture inverse à celle du tropicaliste. Point sans faut. Pour Badiou, Carnap est du bon côté mais c'est un dangereux adversaire. Suivant un dicton guaranéen l'illusion est ce qui est le plus proche de la réalité. On peut appliquer cette devise à l'approche néo-positiviste de Carnap. Comme l'a dit Gödel: "Un des mauvais effets du positivisme logique c'est sa prétention à être intimement associé à la logique mathématique. Le résultat est que d'autres philosophes prennent leur distance par rapport à la logique mathématique et se privent des bénéfices d'une manière précise de penser." (in Wang [5.4.7])

Examinons quel est le rapport entre le concept et la notion, entre les dualités SS et ET. Ce rapport, comme celui de la poule et de l'œuf, n'est pas facile à comprendre. Badiou lui-même s'emmêle un peu. Il laisse à la page 71 planer un doute dans le poulailler: n'est-ce pas plutôt la dualité SS qui est inspirée et calquée sur la dualité ET? Dans ce cas c'est la science qui serait souillée par l'idéologie, à moins que l'on ne considère que la dualité de la théorie des modèles soit un progrès, une amélioration de la dualité notionnelle, pouvant nous conduire à un paradis catégorique – mais cette montée allégorique salvatrice n'est pas mise en avant par Badiou.

Examinons comment Badiou décrit le rapport entre SS et ET: « Si le positivisme logique a pu proposer une doctrine de la science constamment étayée sur la logique mathématique c'est parce que le concept de modèle lui permettait de penser le rapport entre un système formel et son dehors 'naturel'. *Au reste*, on sait bien que la philosophie néo-positiviste a joué un rôle de premier plan dans la généalogie de la logique mathématique. Il y a historiquement, une *complicité dialectique* entre néo-positivisme logique et théorie des modèles. » (p.71).

Nous avons nous-mêmes italisé ce qui ne nous semble pas clair. La deuxième phrase de la citation qui commence par « au reste » est en fait un retournement de la première, elle la prend à contre pied puisqu'on y suggère que la dualité ET aurait influencé la dualité SS, alors que la première phrase nous dit explicitement que la dualité ET s'est nourrie de la dualité SS. Ce retournement de la situation est masqué par l'expression « au reste » qui signifie usuellement « d'ailleurs », c'est-à-dire agit comme justificatif ou renforcement. Or comment peut-on renforcer une affirmation par son contraire? Finalement le poisson est noyé dans la mare de la « complicité dialectique » dans laquelle nous plonge la troisième phrase.

Est-ce la dualité ET qui est à l'origine de la dualité SS? Comme pour l'histoire du l'œuf et de la poule, il n'y a pas forcément de réponse catégorique mais l'examen du développement des phénomènes peut nous instruire. Explorons donc un peu le parallèle entre l'histoire de la théorie des modèles et celle du néo-positivisme logique. La théorie des modèles a mijoté pendant plus de 50 ans avant d'éclore. La théorie des modèles est la dernière progéniture de la logique mathématique à avoir atteint sa maturité, à la suite de ses trois sœurs aînées - théorie des ensembles, théorie de la démonstration, théorie de la récursivité - aboutissement d'un long processus. C'est au cours de cette lenteur que l'on peut éventuellement dévoiler la complicité dialectique dont nous parle Badiou. Complicité dialectique entre néo-positivisme et théorie des modèles qui peut être vue de façon plus chevaleresque et réelle comme un duel entre deux hommes: Carnap et Tarski.

Dans une lettre à Otto Neurath publiée tardivement Tarski (1992) accuse sans ambages Carnap de reprendre à son nom tout un tas de distinctions qui sont dues à l'école polonaise. Il rappelle également au passage que la distinction entre langage et

métalangage a été opérée en Pologne dans les années 20 et que c'est lui qu'il l'a apprise à Gödel lors d'un voyage à Vienne, ce qui aurait été décisif pour les fameux théorèmes d'incomplétude.



La dualité syntaxe/sémantique a été plutôt promue par Carnap, alors que Tarski a travaillé à la dualité DM: d'un côté la théorie de la démonstration, de l'autre la théorie des modèles. Aujourd'hui au niveau de la logique propositionnelle on parle plutôt de la dualité SS, pour la logique du 1^{er} ordre plutôt de la dualité DM. Mais il est courant aujourd'hui de parler de sémantique de logique du premier ordre, et les élèves de Tarski ont inversement essayé d'introduire, avec moindre effet, la terminologie de théorie des modèles pour la sémantique de la logique propositionnelle.

Quelle est la différence entre théorie des modèles et sémantique? Tarski lorsqu'il développa la sémantique pour la logique du 1^{er} ordre ne voulait pas la fonder sur des notions sémantiques : « Je n'utiliserai aucun concept sémantique si je ne suis pas capable de les réduire à d'autres concepts » (Tarski, 1935, p. 52). Wilfrid Hodges dans son excellent article où il explique pourquoi Tarski a mis si longtemps à développer la théorie des modèles, nous dit que Tarski « était un homme qui était insatisfait avec les notions philosophiques qu'il ne pouvaient pas manipuler mathématiquement. Et donc il a défini une relation purement mathématique entre les énoncés et les structures, n'utilisant aucune notion sémantique, qui est exactement en accord avec la notion sémantique 'S est vrai dans A'. Sa définition n'utilise que des notions de théorie des ensembles et de syntaxe » (Hodges, 1985-86).

Cet aspect ensembliste de la théorie des modèles est bien mis en avant par Alain Badiou, qui nous explique en long et en large que le théorème de complétude est le rapporte entre un jeu scriptural (syntaxe) décrit par une arithmétique ordinaire, et une sémantique ensembliste. Nous avons affaire nous dit-il à un jeu intra-mathématique, la théorie des modèles ne peut être considérée comme une réalité externe, que l'on exporterait comme étant la réalité empirique dans la dualité ET.

Nous pouvons toutefois considérer que les structures de la théorie des modèles sont des modèles en double sens : ils sont modèles de certaines théories (formules) - c'est le sens usuel, on parle d'un modèle comme la réalisation ou interprétation d'une théorie, mais ces structures peuvent être aussi conçues comme des modèles (représentations) de la réalité : un modèle de la géométrie euclidienne est un modèle de l'espace.

La différence entre ET et SS n'est donc pas si drastique, sachant toutefois que le rapprochement se fait par une interprétation idéologique de la dualité conceptuelle SS, sens différent de la dualité ET: on peut avoir un recouvrement idéologique plus platonicien, substituant réalité empirique par réalité eidétique. Au niveau abrégatif, nous en restons à l'ET, mais nous nous envolons maintenant vers un espace idéologique plus élevé.

De nombreuses questions restent ouvertes sur la véritable nature de la distinction syntaxe/sémantique en logique mathématique. Ces termes ont-ils été importés de la linguistique? Ce n'est pas évident. On sait que la terminologie « sémantique » a été inventée par le linguiste français Michel Bréal (1897), mais cette terminologie n'est pas utilisée par Saussure, cependant la « sémantique » structurelle de Saussure a des connections étroites avec la théorie des modèles, si l'on considère la notion de structure comme la notion substantielle clef de la théorie des modèles. Lorsqu'André Weil (1991) essaye de se rappeler dans ses mémoires comment la notion de structure est devenue la notion bourbachique par excellence, il nous dit qu'il ne sait pas l'expliquer, mais qu'il se rappelle de discussion avec le linguiste André Martinet.

Mais les logiciens ont eu un rôle décisif dans l'évolution de la sémantique que ce soit Peirce, considéré comme le père de la sémiotique, ou bien Frege avec sa fameuse tripartition signe/signification/objet. Notons toutefois que cette intéressante tripartition n'a été reprise systématiquement ni en linguistique, ni même en logique. Seul Alonzo Church a essayé de la systématiser sous le joli nom de LSD (Logic of Sense and Denotation), avant que ce même acronyme ne soit popularisé de façon plus spectaculaire par un chimiste suisse. Le triplet frégeén est devenu le divertissement favori des philosophes de salon. Les linguistiques pour développer la sémantique se sont plutôt inspirés de la théorie tarskienne, via Montague.

Certains pensent qu'au niveau de la syntaxe, les linguistes doivent aussi beaucoup au logicien et à Tarski lui-même. D'après John Corcoran (1983), la grammaire générative de Chomsky n'est qu'un sous produit de la construction syntaxique des logiciens parachevée par Tarski. La linguistique moderne serait-elle un asservissement idéologique des concepts de la logique mathématique? Nous pouvons voir aussi les choses à l'envers : une très forte idéologie formaliste s'est développée parmi les logiciens inspirée de la linguistique, idéologie qui hante encore bon nombre d'ouvrages de logiques, avec son cortège de lettres et paranthèses. Cette idéologie formaliste n'est en fait pas l'idéologie de la forme, mais celle de la matière. C'est un matérialisme du signe. Un signe dont la signification n'est pas externe mais réside dans des lois de combinaisons, des règles d'usage qui paradoxalement n'ont rien à voir avec sa matérialité. Par ailleurs la structure de la syntaxe logique la plus élémentaire, celle de la logique propositionnelle, ne peut être axiomatisée, c'est une structure qui ne peut être asservie à aucune théorie récursive, qui ne peut donc devenir modèle (cf Béziau 1999).

XII DE LA VARIÉTÉ AU NU AXIOMATIQUE



Dans son chapitre 1 Badiou introduit la notion d'espace variationnel, en employant des métaphores musicales et mathématiques pour expliquer ce dont il s'agit. Cette notion peut non seulement être utilisée pour dénigrer les idéologues qui n'en finissent de nous casser les oreilles avec une multiplicité de rengaines qui ne sont que des variations sur un même thème - Carnap, Quine et Lévi-Strauss étant tous des enfants d'un même chœur - mais aussi pour illustrer la théorie des modèles. Une théorie ouvre le champ de variations de ses modèles, espace variationnel qui doit son existence à la dualité entre modèle et théorie et dont la nature varie en fonction de ce rapport dual.

Enchaînant sur la métaphore musicale examinons un cas d'école. Tout le monde (en France) a entendu parler de Claude François, mais comment qualifier le surnommé « Cloclo » ? Un chanteur de variété ? Et qu'est-ce que la variété ? Une jolie spécialité française : tout et n'importe quoi, indéfinissable ... A l'image de la France : quel est le rapport entre Sarkozy et le camembert ? La réponse à Franprix, ou au « Carrefour des pratiques mathématiques du dispositif expérimental » (cf p.146). C'est plutôt vers cette seconde surface que nous allons nous orienter.

On doit à Garrett Birkhoff, le prince de la mathématique moderne, la notion de *variété* : une classe de structures stable par sous-structures, produits et projections homomorphiques. Une variété de structures est définie par des opérations entre structures, mais peut aussi être caractérisée par certaines expressions. C'est le théorème de Birkhoff, un des premiers théorèmes importants de la théorie des modèles : une classe de structures est une variété ssi elle peut être définie par des équations. C'est-à-dire que

les modèles d'une théorie exprimable sous forme d'équation forment une variété de structures et vice-versa : une variété de structures peut être axiomatisée par une théorie équationnelle.

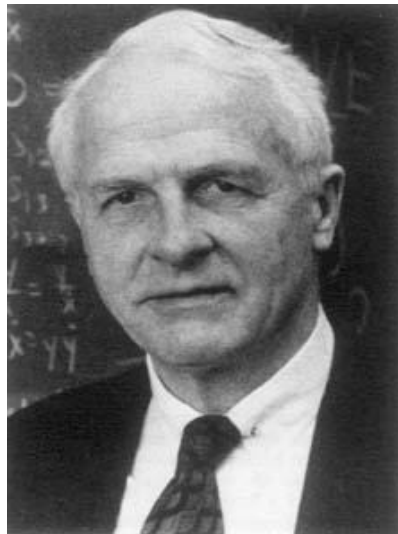
D'un côté nous avons des théories qui peuvent avoir différentes formes qui ne se réduisent pas à des formes scripturales, comme l'idéologie formaliste pourrait le laisser penser, que l'on peut appeler cependant des formes d'expression, tout en sachant que les formes de ces expressions sont elles-mêmes décrites par des structures mathématiques explicitant la complexité quantificationnelle. De l'autre nous avons des structures mathématiques, qui deviennent des modèles lorsque l'on établit une correspondance avec les théories : on peut dire qu'un modèle est une structure asservie à un modèle. Tarski et ses collaborateurs ont ainsi déployé la relation entre théorie et modèle avec des théorèmes du genre (pour donner un exemple élémentaire) : si une théorie s'exprime sous forme universelle (avec seulement des quantificateurs universels), alors elle est préservée par sous-structure, c'est-à-dire que si une structure est modèle de cette théorie universelle, toutes ses sous-structures sont aussi modèles de cette théorie. Ce genre de correspondance est la clef de voûte de la théorie des modèles et c'est Alfred Tarski qui l'a forgée.

Peut-on ou non exporter ce « modèle » hors du champ de la logique mathématique ? Badiou est contre l'exportation : « C'est dire que toute exportation hors du domaine propre à l'expérimentation mathématique est illégitime, si du moins on prétend garder la rigueur des propriétés du concept, et ne pas les dégrader en variantes d'une notion idéologique ». (p.132). Sa position nous semble plutôt une pétition de principe similaire à l'argumentation antichampenoise, suivant laquelle le champagne californien n'a pas le droit à l'appellation de Champagne, au mieux n'est qu'une rechute du champagne champenois. Badiou emploie d'ailleurs une terminologie régionaliste lorsqu'un peu plus loin, il nous dit que la catégorie de modèle positiviste est inadéquate car elle n'est « qu'une rechute idéologique d'une différence *régionale* intra-mathématique » (pp.132-133, les italiques sont nôtres). Il y a donc une différence qui a lieu dans une certaine région - la logique mathématique - et qui n'est par principe nullement valable dans une autre région - l'épistémologie de la science.

Badiou se prononce à cette époque non seulement contre toute récupération du concept de modèle - bien qu'il tente de l'accorder au diapason du matérialisme dialectique, mais aussi contre le développement de toute analogie pouvant le faire consonner avec d'autres sphères intellectuelles. Des centaines de sonnets ont été écrits et il est vrai que l'on voit difficilement comment trouver en poésie un théorème équivalent à celui de Birkhoff mettant en correspondance la forme d'expression sonnetienne avec une classe de structures interprétatives stables par projections anthromorphiques.

Mais revenons-en à la variété française. Queneau est célèbre pour son exercice de style, la même histoire racontée 99 fois de 99 manières différentes. Peut-on caractériser ces 99 textes par des relations entre elles, forment-elles par exemple un groupe stable d'atrophies? Ou peut-on axiomatiser cette histoire par une forme d'expression : des équations oulipiennes de second ordre gastronomique? De quelle théorie ces 99 histoires sont-elles modèles? Ou alors s'agit-il peut-être de 99 théories différentes renvoyant au même modèle, à la même structure qui est asservie à 99 sabordages linguistiques? Ce renversement peut être compris par un autre phénomène de la théorie des modèles mis à jour par Stone (que l'on peut appeler théorème de correspondance, cf. Stone 1935) : un

anneau idempotent (AI) est la même chose qu'un treillis distributif complété (TSC). Nous avons là deux *types* de structures différents, auxquels correspondent deux théories différentes car exprimées de façon différentes. Nous pouvons dire cependant que ces deux théories sont la même car elles renvoient à la même structure : une structure booléenne. En général on va dire que AI est la même structure que TSC parce que ces deux structures ont une expansion par définition commune à isomorphisme près, c'est dire qu'elles peuvent être toutes deux asservies à la même théorie.¹⁸



Un phénomène à ne pas confondre avec un autre résultat de Marshall Stone, son fameux théorème de représentation : toute algèbre de Boole est isomorphe à l'algèbre de Boole des parties d'un ensemble (Stone 1936). Badiou prend un autre exemple similaire, celui de la théorie des groupes et il décrit ainsi l'aventure de la théorie des groupe : « Au début du XIX^e siècle, en fait de groupe, on ne connaît guère que le calcul sur les substitutions ; le dégagement progressif des axiomes de la structure de groupe résulte de manipulations scripturales qui font apparaître les groupes de substitutions comme des modèles parmi d'autres. On sait quel élan cette généralisation devait donner à l'algèbre tout au long du siècle. Cependant, comme un mathématicien me le faisait remarquer, le véritable problème posé par cet élan est que la généralisation dont il résulte n'est qu'apparente : en effet on sait bien que tout groupe est isomorphe à un groupe de substitution. » (p.147) Dans le cas des algèbres de Boole la situation est différente car l'aventure commence par l'algèbre de Boole sur 0-1, résultat d'un transfert opératoire de l'algèbre arithmétique sur l'algèbre symbolique, et s'achève par les algèbres de Boole des parties d'un ensemble, nous ne sommes donc pas revenu au point de départ. De plus en chemin de son théorème de représentation, Stone découvre avec stupéfaction son théorème de correspondance, qui montre que son théorème de représentation n'est qu'un ancrage relatif.

D'autres envolées sont encore plus lyriques. C'est la perte de tout point d'ancrage. C'est ce qui va se passer avec l'arithmétique et les modèles non-standards. Depuis

¹⁸ Stone a fait une découverte encore plus spectaculaire en mettant en rapport, au niveau booléen, structures algébriques et structures topologiques, c'est ce que l'on appelle la dualité de Stone (Stone 1937).

l'époque grecque, l'arithmétique et la géométrie sont les deux mamelles de la mathématique, or ces deux mamelles sont très différentes l'une de l'autre. Dès le début la géométrie est présentée comme théorie axiomatique, même si elle n'est considérée n'avoir qu'un seul modèle, l'espace euclidien, modèle des axiomes et modèle de l'espace réel. Mais reposant sur l'équilibre fragile d'axiomes, la géométrie va exploser dans un big bang cosmique qui nous conduira à la théorie de la relativité. De nombreux modèles vont apparaître, faisant varier les théories. La question épineuse aujourd'hui en géométrie n'est pas tellement de savoir quel modèle correspond à quelle théorie, mais quelle théorie-modèle correspond à la réalité.

L'arithmétique elle n'est pas issue de la fontaine axiomatique, elle s'est bâti sur du concret : des objets (les nombres) et des règles permettant de les manipuler et/ou exprimant leur propriétés. C'est une structure que les pythagoriciens pensent être le modèle de la réalité, ou dont la réalité n'est qu'un pâle modèle. Il faudra attendre le Christ, et puis encore 2000 ans pour que l'on commence à axiomatiser l'arithmétique, et là quelle surprise : il semble impossible de le faire, ce qui transforme en poudre le modèle initial, avec ses nombres premiers et parfaits auxquels s'étaient agglutinés les nombres irrationnels, imaginaires et complexes. Même en mettant de côté toutes ces chimères, il est impossible d'axiomatiser la structure primale. Pire : essayant de l'ancrer à un petit groupe d'axiomes vont apparaître tout un tas de structures monstrueuses: les modèles non-standards. Ils font le bonheur de certains petits canards qui aiment les choses bizarres. Le vilain petit canard qui introduisit les modèles non-standards bien avant que la théorie des modèles n'ait pris son ampleur n'est autre que Tarski, cygne du destin.

Pour qu'il y ait modèle non-standard, il faut qu'il y ait modèle standard. L'originalité n'est parfois qu'une banale opposition, c'est un phénomène reconnu : le contestataire n'est souvent qu'un affreux réactionnaire, son attitude est le produit d'une réaction à un modèle établi qu'il nie en projetant son reflet inverse. Mais en fait le modèle non-standard en théorie de modèles n'est pas un anti-modèle. C'est l'ourson qui s'empêtre dans notre filet alors que nous étions partis à la pêche à la morue. On essayait d'axiomatiser l'arithmétique, de la prendre au filet de quelques axiomes, et tout d'un coup ces axiomes qui nous semblent caractériser la belle, servent aussi le sombre dessein d'un monstre que l'on n'avait osé imaginer. Cette caricature de l'arithmétique se dessine à partir des mêmes axiomes que l'arithmétique des familles. Face à ce danger, ne devrions-nous pas bannir de l'école l'enseignement de la logique? Il n'y est pas même entré me direz-vous ; heureusement ...

Mais revenons à notre méchoui : le modèle non-standard. Monstrueux disions-nous. Comme un infirme ? Non plutôt comme un singe intelligent. Dans la nature il y a aussi des monstres. Ils font partie de la nature. Ils sont possibles. La nature fait des tentatives. Et le monstre que nous sommes est un imprévisible cousin issu de germain. Ne le sommes-nous pas ? Si la nature suivait un cours plus monotone, il n'y aurait sur terre peut-être que des fourmis ou au mieux des mille pattes.

Un modèle non-standard peut être conçu suivant la métaphore d'une fourmi à mille pattes, mais n'oublions pas qu'un modèle de l'arithmétique standard a déjà milles pattes. Très bien, continuons notre chemin, rajoutons mille milliards de pattes et de la sauce tomate. Sommes-nous arrivés au modèle non-standard ? Pas vraiment, en fait il faut passer au stade du crapaud, ou de la grenouille dirons-nous pour être plus poétique, il faut faire un bond : un petit saut quantique qui nous conduit à un nombre qui s'aligne

après tous les autres, qui les dépasse tous. Il ne s'agit pas vraiment ici d'une *Aufhebung* cantorienne au sens où le premier ordinal transfini est l'ensemble de tous les nombres qui le précède. Au niveau de l'arithmétique non-standard une telle métamorphose n'a pas lieu, la chenille ne devient point papillon.

Dans une version standard d'un modèle non-standard de l'arithmétique, il y a des nombres qui ne sont pas atteignables par le petit saut de puce de la fonction successeur à partir de la mare initiale du cercle zérotique. Ils sont très nombreux : après avoir opéré un saut quantique, on peut soit opérer un autre saut quantique, soit s'éloigner ou se rapprocher indéfiniment du point quantique par de nouveaux petits sauts de puces, formant des petits paquets de merde, pour reprendre une expression très pédagogique de René Cori (notre ancien professeur qui fut aussi directeur de *l'Institut de Recherche sur l'Enseignement des mathématiques*) - les mathématiciens ont parfois des expressions très crues, au fond les mathématiques sont naturelles, on oublie souvent de le dire. Et à quoi ces petits paquets de merde doivent-ils leur émancipation ? A la compacité. Pourquoi ne pas renvoyer la compacité au supermarché ? C'est que qui dit mécanique, dit compacité. Et on aime bien rouler la mécanique.

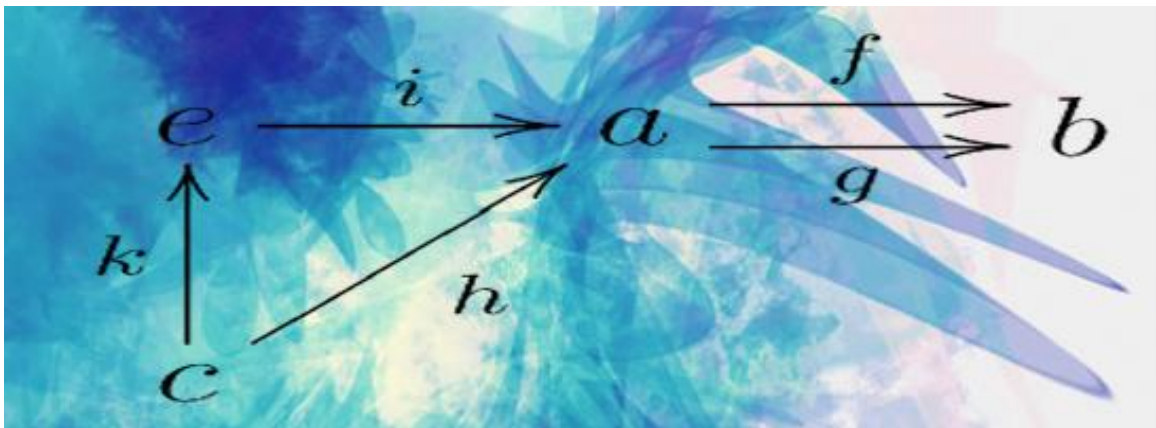


Un modèle standard de l'arithmétique ne peut être réduit à la mécanique. Si nous glorifions la Mécanique, le modèle standard de l'arithmétique n'existe pas à proprement parler. La propriété signifiant ici un mécanisme qui n'est pas celui du langage ordinaire, mais d'un langage des robots. Le modèle standard de l'arithmétique n'existe pas pour les robots, donc si nous nous identifions à des robots, nous pouvons lui dire au revoir et être plongés dans la cosmologie fantasmagorique des modèles non-standards.

Mais revenons à l'homme qui veut garder les pieds sur terre et préfère sa petite piscine de nombres naturels avec ses pairs et ses impairs, ses premiers et ses parfaits, un charmant petit zoo avec des animaux bien apprivoisés. Il peut rajouter des axiomes, comme par exemple Hawking à rajouter un axiome à la théorie d'Einstein pour l'empêcher de tourner en rond, banissant le modèle de temps circulaire gödélien. Au niveau atmosphérique il est facile de se débarrasser de Gödel, mais ce n'est pas si simple au niveau de l'arithmétique : Gödel a prouvé qu'il n'y avait aucune extension récursive de la théorie arithmétique nous permettant de retrouver le paradis Pythagoricien. Et son résultat s'étend évidemment à des théories plus balaises, comme la théorie des ensembles :

aucun système axiomatique ne nous permettra d'atteindre le paradis Cantorien. Nous sommes sans arrêt face au choix, qui symptomatiquement s'ouvre par l'axiome du choix, nous pouvons le choisir ou son opposé. Cette liberté est effrayante, aucune théorie ne peut contrôler, assurer notre modèle de la réalité. Nous sommes face à l'abysale multiplicité des modèles et des théories.

Il y a il est vrai des structures qui peuvent être caractérisées par des théories, c'est-à-dire que l'on peut trouver une théorie telle que toutes les structures asservies à cette théorie soient du même acabit. C'est ce que l'on appelle une théorie catégorique – tous ses modèles d'une cardinalité donnée sont isomorphes. Un simple exemple est la structure ordonnée des rationnels : tout modèle dénombrable de la théorie des ordres denses sans premier, ni dernier élément lui est isomorphe. Paradoxe : la notion d'ordre dense est plus facile à saisir que la notion d'ordre discret. On pourrait interpréter cela de façon bergsonienne : l'ordre discret c'est la réalité du pas à pas qui nous fait franchir le chemin de Paris à Rome, cette réalité est indescriptible contrairement à l'irréalité du partage de la poire en deux : l'ordre dense est conceptualisable mais il ne nous mène nulle part, nous nous rapprocherons infiniment de Rome sans jamais pouvoir y arriver, si ce n'est par un passage à la limite.



Nous finirons cette panoplie de la variété des modèles avec un exemple diamétralement opposé à celui d'une théorie catégorique, qui est dû au même Birkhoff qui caractérisa les variétés par des équations. Une théorie équationnelle est déjà fortement opposée à une théorie catégorique, mais l'on peut encore ouvrir plus grand le champ des possibles, donner naissance à un espace variationnel universel, c'est ce qu'à fait Birkhoff avec l'algèbre universelle. Nous sommes ici au niveau du nu axiomatique : une structure n'a pas besoin d'être asservie à une théorie axiomatique récursive pour être membre de l'espace variationnel de l'algèbre universelle, pour être admise dans ce territoire on lui demande une simple configuration conceptuelle : être un ensemble muni d'une famille d'opérations. Le nu axiomatique ouvre un espace de modèles d'une très grande variété. Ce n'est cependant pas une variété protéiforme, mais sans lois, ou plutôt c'est la forme pure qui fait la loi. Les modèles de l'algèbre universelle sont loin d'être tous isomorphes, mais la notion de morphisme fait sens sans axiome, on peut par exemple définir la catégorie des algèbres d'un même type, dont l'algèbre absolument libre est l'objet initial. Nous capturons ainsi conceptuellement la structure non-mécanisable qui est le « modèle » de la syntaxe logique.

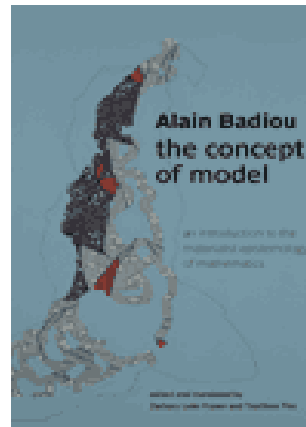
XIII BIBLIOGRAPHIE

L.Althusser, *Philosophie et philosophie spontanée des savants (1967)*, Maspero, Paris, 1974.

L.Althusser, *L'avenir dure longtemps*, Stock, Paris, 1992.

C.Autant-Lara, *La rage dans le cœur*, Veyrier, Paris, 1984.

A.Badiou, *Le Concept de modèle*, Maspero, Paris, 1969 ; seconde édition, Fayard, Paris, 2007 ; édition anglaise *The Concept of Model*, Re.Press, Melbourne, 2007.



A.Badiou, *L'Être et l'événement*, Le Seuil, Paris, 1988.

A.Badiou, *Logiques des mondes*, Le Seuil, Paris, 2006.

A.Badiou, "Derrière la loi foulardière, la peur", *Le Monde*, 22 février 2004.

E.Balibar, "Notice nécrologique de Louis Althusser", *Annuaire de l'Association Amicale de Secours des Anciens Elèves de l'Ecole Normale Supérieure*, 1993.

J.-Y.Béziau, "What is a logic? - Towards axiomatic emptiness", *Logical Investigations*, 16 (2010), pp.272-279.

J.-Y.Béziau, "The mathematical structure of logical syntax", in *Advances in contemporary logic and computer science*, W.A.Carnielli et I.M.L.D'Ottaviano (eds), American Mathematical Society, Providence, 1999, pp.1-17.

J.-Y.Béziau et M-V.Kritz, "Théories et modèles", *Relatório de Pesquisa e Desenvolvimento – Laboratório Nacional de Computação Científica*, 10 (2000).

G.Birkhoff, "Universal algebra", in Rota, G.-C. and Oliveira, J. S. (eds.), *Selected Papers on Algebra and Topology by Garret Birkhoff*, Birkhäuser, Basel, 1977, pp. 111-115.

R.Brassier, "Badiou's materialist epistemology of mathematics", *Angelaki*, 10 (2005), pp.135-150.

M.Bréal, *Essai de sémantique : science des significations*, Hachette, Paris, 1897.

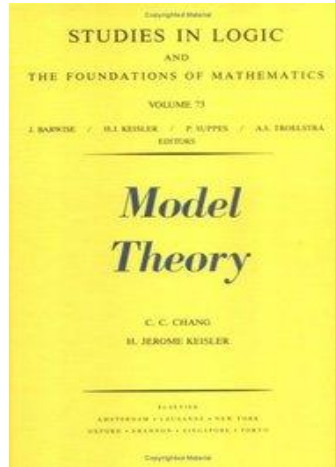
Cahiers pour l'Analyse, La formalisation, 10 (1989), Société du Graphe, Paris.

<http://www.lacan.com/journal.htm>; <http://www.web.mdx.ac.uk/cahiers/>

G.Canguilhem, "Qu'est-ce qu'une idéologie scientifique", *Organon*, 7, 1970 in *Idéologie et rationalité*, Paris, Vrin, 1977, pp.33-45.

R.Carnap, “Logical Foundations of the Unity of Science”, in Neurath et al., *Encyclopedia and Unified Science*, Chicago, University of Chicago Press, International Encyclopedia of Unified Science, 1938, pp. 42-62.

C-C.Chang et H.J.Keisler, *Model theory*, North Holland, Amsterdam, 1973.



C.Chantilly et J.-Y.Béziau, *Trois philosophes français – Badiou, Laruelle, Marion*, film, WaCaT, 2010.

A.Church, “A formulation of the Logic of Sense and Denotation”, in *Structure, method and meaning: Essays in honor of Henry M. Sheffer*, P. Henle, H. Kallen, et S. Langer (eds), Liberal Arts Press, New York, 1951, pp. 3–24.

J.Corcoran, “Introduction” of A.Tarski, *Logic, semantics, metamathematics*, second edition, Hackett, Indianapolis, 1983.

F.Dosse, *Histoire du structuralisme, I, le champ du signe*, 1945-1966, Editions de la découverte, Paris, 1991.

P.Engel, “L’affaire Sokal concerne-t-elle vraiment les philosophes français ?”, in *Philosopher en français*, J.-F-Mattei (ed), PUF, Paris, 2001, pp.557-576.

A.B.Feferman, *From Trotsky to Gödel – The life of Jean van Heijenoort*, A.K.Peters, Natik, 1993.

S.Feferman et A.B.Feferman, *Tarski: Life and Logic*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

R.Feys, “Un colloque sur le raisonnement scientifique – Paris 26 septembre, 1er octobre 1955”, *Revue Philosophique de Louvain*, 53 (1955), pp.636-639.

M.Godelier, *L'idéal et le matériel : pensée, économies, sociétés*, Paris, Fayard, 1984.

A.Grothendieck, “La nouvelle église universelle”, in *Pourquoi la mathématique ?* UGE, Paris, 1974.

M.Heidegger, “Science et méditation”, in *Essais et conférences*, Gallimard, Paris, 1958, pp.49-79 (original 1954).

J. van Heijenoort, *From Frege to Gödel - A Source Book in Mathematical Logic, 1879-1931*, Harvard University Press, Cambridge, 1967.

J. van Heijenoort, “Friedrich Engels and Mathematics,” in *Selected Essays*, Naples, Bibliopolis, 1985, pp. 123-15 (article écrit en 1948).

- W.Hodges, "Truth in a structure", *Proceedings of the Aristotelian Society*, 86 (1985-86), pp.135-151.
- W.Hodges, "Model theory", unpublished manuscript, 2000.
- K.Kunen, *Set theory – An introduction to independence proofs*, North-Holland, Amsterdam, 1980.
- G.Kreisel et J.-L.Krivine, *Éléments de logique mathématique (Théorie des modèles)*, Dunod, Paris, 1966.
- J.-L. Krivine, *Théorie axiomatique des ensembles*, PUF, Paris, 1969.
- M.Lebailly et A.Simon, *Pour une anthropologie de l'entreprise, Éloge de la pensée sauvage*, Stock, Paris, 2007.
- C.Lévi-Strauss, *Structures élémentaires de la parenté*, PUF, Paris, 1949.
- P.Odifredi, *Kreiseliana: About and Around Georg Kreisel*, AK Peters, Wellesley, 1996.
- R.Queneau, *Exercices de style*, Gallimard, Paris, 1947.
- R.Queneau, "Quelques remarques sommaires relatives aux propriétés aérodynamiques de l'addition" in *Contes et propos*, Gallimard, Paris, 1950.
- R.Queneau, *Bords*, Hermann, Paris, 1963.
- C.Rosset, *En ce temps-là. Notes sur Louis Althusser*, Editions de Minuit, Paris, 1992.
- M.Serres et A.Badiou, *Modèle et structure*, Émissions de philosophie pour l'année scolaire 1967-68, publication de l'Institut pédagogique national, Paris, 1967.
- A.Soulez, "La réception du Cercle de Vienne aux congrès de 1935 et 1937 à Paris ou le 'Style-Neurath'", in M.Bitbol et J.Gayon, *L'épistémologie française 1830-1970*, PUF, Paris, 2008.
- M.Stone, "Subsumption of the theory of Boolean algebras under the theory of rings", *Proceedings of National Academy of Sciences*, 21 (1935), pp.103-105.
- M.Stone, "The theory of representation for Boolean algebra", *Transaction of the American Mathematical Society*, 40 (1936), pp.37-111.
- M.Stone, "Applications of the theory of Boolean rings to general topology", *Transaction of the American Mathematical Society*, 41 (1937), pp.375-481.
- A.Tarski, "Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen", *Studia Philosophica* 1 (1935), pp. 261-405.
- A.Tarski, "Contributions to the theory of models. I, II, III", *Indagationes Mathematicae*, 16 (1954), pp.572-581, pp.582-588, vol.17 (1955), pp.56-64.
- A.Tarski, «Alfred Tarski: Drei Briefe an Otto Neurath» (ed. by Rudolf Haller. Translated into English by Jan Tarski), *Grazer Philosophische Studien*, 43 (1992), pp. 1-31.
- R.L.Vaught, "Alfred Tarski's work in model theory". *Journal of Symbolic Logic*, 51 (1986), pp.869–882.
- H.Wang, *A Logical journey- From Gödel to philosophy*, MIT press, Cambridge, 1996.
- A.Weil, "Sur l'étude algébrique de certains types de lois du mariage", appendice de Lévi-Strauss, 1949.
- A.Weil, *Souvenirs d'apprentissage*, Birkhäuser, Bâle, 1991.

Mes remerciements à Alain Badiou, Ray Brassier, Alexandre Costa-Leite, René Guitart, Mauricio Kritz, Mario Lipistz, Jean Mosconi, Tárík Prata, Louis de Saussure, Jean Tellez, Tzuchien Tho et aux membres du Petit Collège.

Rio de Janeiro, le 22 juillet 2011

