

T

THEORIE

L

Littérature

e

enseignement

Littérature et théorie du chaos



Théorie – Littérature – Enseignement

Directeur de la publication :
Olga Scherer

Rédaction :
Noëlle Batt

Conseil de rédaction :
Yves Abrioux, Laurence Dahan-Gaida,
Françoise Sammarcelli, Olga Scherer, Alexis Tadié.

Assistante de rédaction :
Corinne Le Mero

Centre de Recherches sur la Littérature et la Cognition
Direction :
Noëlle Batt et Olga Scherer

Département d'Études des Pays Anglophones
Département de Littérature Générale et Comparée
Université de Paris VIII

© PUV 1994
Presses Universitaires de Vincennes
Université de Paris VIII
2, rue de la Liberté
93526 Saint-Denis Cedex 02

ISSN 0295-1843

Distribution CID - 131, boulevard Saint-Michel - 75005 Paris

Kenneth Knoespe

L'ÉCRITURE, LE CHAOS ET LA DÉMYSTIFICATION DES MATHÉMATIQUES

La réception de la théorie du chaos démontre à quel point les mathématiques continuent à faire l'objet d'une mystification. L'emploi même du terme « théorie du chaos » pour désigner la recherche mathématique consacrée à l'analyse des fluctuations dans les équations non linéaires est un exemple intéressant de cette mystification. Car il situe ces travaux dans la perspective mythique logocentrique de la philosophie grecque antique, où le chaos fonctionne comme concept fondateur en cosmologie (cf. Chalcidius) et attribue à la théorie du chaos un contexte métaphysique, sous-entendant qu'elle saura dévoiler des origines jusqu'alors cachées. Il importe peu que le terme ait été introduit à la légère en 1968, et que la plupart des scientifiques récusent ces associations métaphysiques¹. L'appellation n'en demeure pas moins et continue à se perpétuer dans les ouvrages et les articles mêmes qui sont écrits pour clarifier ce domaine de recherche. Le best-seller de James Gleick en fournit un bon exemple. Mais Gleick, tout en donnant une vue d'ensemble intelligente de cette nouvelle science, la valide en la situant dans le domaine de la métaphysique. D'un chapitre à l'autre, le lecteur parcourt une galerie de citations littéraires (John Updike, Stephen Spender, Wallace Stevens, Marlowe, Conrad Aiken, Herman Melville) qui confèrent aux merveilles de la nouvelle science la légitimation d'expressions canoniques de la culture anglo-saxonne. Ces bienséantes comparaisons ne sont pas réservées aux ouvrages de vulgarisation. L'introduction d'une récente

1. Tien-Yien Li et James A. Yorke (1975) semblent être les premiers à avoir utilisé le terme « chaos » en relation avec la dynamique non linéaire.

publication scientifique sur le chaos inclut un extrait de la description du cosmos dans *les Métamorphoses* d'Ovide :

Avant qu'existassent la mer et la terre, et le ciel qui couvre l'univers, la nature, sur toute l'étendue du monde, n'offrait qu'une apparence unique, ce que l'on a appelé le Chaos, masse informe et confuse qui n'était encore rien que poids inerte, amas en un même tout de germes disparates des éléments des choses, sans lien entre eux. (I.5-9)²

Un recueil d'essais originaux sur la théorie du chaos réunis à Pékin est préfacé de cette simple déclaration : « L'Empereur du Centre s'appelait Hundun (Chaos) » (Bai-Lin, page de titre). Et dans ma propre université, j'ai entendu le physicien Joe Ford commencer une conférence sur la théorie du chaos par une lecture de la Genèse. Contrairement à ces efforts pour établir un contexte fondateur pour une nouvelle science du chaos, les travaux associés à la théorie du chaos fonctionnent cependant non comme le site d'une mystification, mais comme un lieu qui nous permet d'examiner de plus près l'interaction entre les mathématiques et le récit, et finalement l'émergence de nouvelles technologies de l'écriture.

Après avoir déclaré ma méfiance quant à la mythification de la théorie du chaos, j'aimerais avertir le lecteur que, si la théorie du chaos a fourni le point de départ de cet essai, mon but consiste à établir une relation entre récit, mathématique et technologie. Plutôt que de mettre l'accent sur une position métathéorique générale, je me propose d'examiner la façon dont des récits locaux stabilisent les méthodes de déstabilisation fournies par la pratique de la déconstruction et de la théorie du chaos. À une époque où l'on se préoccupe surtout du cadre général, je veux m'intéresser aux détails. La « mise en récit »³ du chaos découle moins d'attentes universelles que de la démonstration qu'elle peut s'appliquer à tout un éventail de problèmes locaux. Plutôt que de poursuivre la voie du méta-narratif, j'entends rediriger l'attention vers des récits locaux tirés du discours mathématique en général et de la théorie du chaos et de la déconstruction en particulier. Mon étude comprendra trois parties. Dans la première, j'étudierai la façon dont le mot

2. Schuster, 3 ; Prigogine cite le *Faust* de Goethe au début de *From Being to Becoming*, ix. (Traduction française d'Ovide : Joseph Chamonard, Garnier, 1966, p. 41)

3. N.d.t. : *Emplotment* en anglais. Cette traduction ne rend (fatalement) compte que d'un des multiples sens de *plot*, qui font l'objet de la discussion dans la première partie de cette étude. « Mise en intrigue » est le terme utilisé par Ricoeur pour traduire *muthos* (voir note 5 ci-dessous).

anglais *plot* (contrairement à ses équivalents français) permet d'établir des relations entre différentes formes d'écriture. Je suggère ici que les méthodes utilisées pour explorer l'instabilité dans le cadre de la théorie du chaos et de la déconstruction forment une rhétorique de la stabilité en faisant appel à d'autres systèmes de notation. Tandis que la théorie du chaos fonde son autorité sur des arguments logocentriques, la déconstruction se définit en faisant appel à un vocabulaire mathématique ou mathématicocentrique. Dans ma deuxième partie, j'explorerai les enseignements à tirer des *story problems* ou *word problems*⁴ qui font partie du discours mathématique. Dans la troisième, je tenterai de démontrer que l'étude des mathématiques et du récit fournit une approche possible des problèmes associés au langage et à la technologie.

1. De la représentation graphique à la « mise en récit »

Les mathématiques et le langage en sont venus à superposer leurs discours et à se programmer mutuellement. On constate cette intersection conceptuelle dans les significations associées au terme anglais *plot*.

Dans son livre *la Science en action*, Bruno Latour compare le discours scientifique à une entreprise de cartographie. Que ce soit la surface de la terre, les micro-organismes de sa structure géologique, ou les nuages gazeux d'une supernova qui fassent l'objet de cette description, le processus implique l'inscription permanente d'informations. La comparaison de Latour présente le discours scientifique comme un processus générateur d'un vaste ensemble de récits superposés, dans lequel chaque inscription a une influence sur ce qui la précède et la suit. Cette comparaison fonctionne admirablement parce qu'elle fait appel à l'une de ces métaphores conceptualisantes dont Lakoff et Johnson ont démontré qu'elles font partie intégrante de notre expérience linguistique. On peut poursuivre cette idée de cartographie métaphorique dans le domaine de la déconstruction et de la théorie du chaos, pour constater qu'un simple mot introduit une configuration qui démontre que les systèmes mathématiques et linguistiques fondent leur autorité en se référant mutuellement l'un à l'autre. Le fil conducteur qui nous guidera dans ce réseau conceptuel est le mot anglais *plot*.

Le mot anglais *plot* nous place devant tout un éventail d'intérêts

4. N.d.t. : Ces deux termes n'ayant pas d'équivalent en français, nous les laisserons tels quels dans le texte. Un *word problem* est un problème, en général arithmétique, dont l'énoncé est verbal, et qui utilise le langage courant dans sa formulation. Un *story problem* est un problème dont l'énoncé se présente sous forme de récit.

disciplinaires qui comprennent la *Poétique* d'Aristote, le navigateur qui repère une position au milieu de la mer ou des étoiles, le mathématicien qui représente une équation selon des coordonnées cartésiennes, sans oublier l'espace dans lequel le fermier plante ses choux. Bien entendu, *plot* suggère aussi l'idée d'intrigue ou de complot qu'on associe en général à des personnages comme Guy Fawkes ou Lee Harvey Oswald. Étymologiquement, *plot* vient du latin *plattus* et du grec *plattus* qui désignent tous deux une surface plate ou plane⁵. Les premiers emplois de *plot* et de sa forme connexe *plat* désignent une petite portion de terrain délimitée et séparée de ce qui l'entoure. Son utilisation comme nom pour désigner un endroit ou terrain particulier explique son utilisation subséquente comme verbe pour le marquage ou la délimitation d'une parcelle de terre, et justifie son extension plus spécialisée en cartographie et son assimilation en géométrie⁶. Dans un sens plus technique, *plot* signifie le placement d'un point au moyen de coordonnées sur une carte ou dans une configuration géométrique. *Plot* apparaît pour la première fois pour désigner un plan ou projet d'écriture au *xvi^e* siècle, et c'est cette extension métaphorique du terme qui justifie son

5. Le nom « *plot* » désignant une petite surface de terrain vient de l'ancien anglais, probablement avant 1100. Le nom « *plot* » désignant un plan secret ou une conspiration a son origine dans le mot d'ancien français « complot ». Cf. *Oxford English Dictionary* et *The Barnhart Dictionary of Etymology*, ed. Robert K. Barnhart (New York, H.W. Wilson, 1988); pour la relation entre « *plot* » dans le sens de portion de terrain et « plan », et les autres liens avec le grec et le latin, voir Eric Partridge, *Origins: A Short Etymological Dictionary of Modern English* (Londres, Routledge & Kegan Paul, 1958). Il n'existe pas de terme français qui marque ainsi la convergence entre les mathématiques et le langage. Le nom français « *plot* » désigne soit le bloc (billot) sur lequel on décapitait les gens, soit le point de contact électrique dans un mécanisme tel qu'un distributeur automobile (Littré; Larousse). En français on emploie des mots totalement différents pour désigner un morceau de terrain (parcelle), ou une conspiration (intrigue, complot, etc.). Le mot « intrigue » traduit *plot* dans son sens de plan d'un ouvrage littéraire. Le sens mathématique de *plot* correspond au français « tracer » ou « pointer ». La divergence entre le français et l'anglais dans ce domaine se retrouve dans le mot *employment* que j'ai introduit dans cette discussion. J'ai utilisé ce terme en toute connaissance du fait qu'il est utilisé dans les traductions de l'œuvre de Paul Ricoeur comme équivalent du mot grec *muthos*.

6. La première occurrence de *plot* dans le contexte de la cartographie se trouve dans Recorde, 1551. Parlant du quadrant géométrique, Recorde écrit que l'on peut utiliser cet instrument « non seulement pour mesurer la distance qui vous sépare de tous les endroits que vous pouvez voir ensemble, combien ils sont éloignés de vous et les uns des autres, mais aussi en conséquence pour dessiner le plan de tout pays dans lequel vous pénétrez » (fol. a3 verso à a4 recto).

application au plan d'un récit poétique ou d'un acte politique prémédité⁷. *Plot* se trouve pris dans une tradition discursive encore plus complexe quand il en vient à traduire le mot latin *fabula*, qui est lui-même censé rendre les mots grecs *logos* et *muthos* (cf. Robortello; Vettori; Brower, p. 161).

Une manière simple de décrire la théorie du chaos passe par le placement de points dans un système de coordonnées. Là où les études précédentes des courbes générées par des équations non linéaires butaient sur des points où les nombres ne semblaient plus faire sens, et ne pouvaient donc plus être placés sur la courbe, la théorie du chaos a découvert des fluctuations hautement complexes. Mitchell Feigenbaum a suggéré qu'on pourrait même considérer la théorie du chaos comme faisant partie de l'évolution de l'analyse des trajectoires qui a commencé avec Nicolo Tartaglia et Galilée⁸. La représentation graphique de la trajectoire des boulets de canons est reliée à l'étude des trajectoires non périodiques générées par les équations non linéaires pour la simple raison que tous deux sont représentables dans un système de coordonnées. La différence entre la représentation graphique de la trajectoire des boulets de canons et les trajectoires bifurquantes de la théorie du chaos est une différence radicale d'échelle. En réduisant l'échelle utilisée pour analyser les trajectoires, la théorie du chaos a réussi à représenter des données numériques jusqu'alors considérées comme « bruit » aléatoire ou sans conséquence.

La théorie du chaos a non seulement engendré une nouvelle façon de représenter des trajectoires, mais elle est également à la source de métarécits

7. Sir Philip Sidney définit la narration « comme une parcelle imaginative d'invention profitable » (1970, p. 58). Edmund Spenser utilise *plot* pour référer à un plan politique mais pas dans le sens de conspiration : « En ce qui me concerne, la cause de ces maux qui menacent le pays se trouve plutôt dans l'inanité des plans (*plot*) et des conseils censés le réformer, et dans le manque de vigueur dans l'application de ces mêmes réformes. » (1949, p. 44; cf. également 43). Cf. aussi Francis Bacon (1991, p. 31) : « C'est pourquoi je vais maintenant entreprendre un parcours général et fidèle du savoir, pour déterminer quelles parties de celui-ci sont encore vierges, et lesquelles sont cultivées et converties par l'industrie humaine, afin que ce repérage (*plot*), une fois accompli et mémorisé, puisse apporter la lumière au public et serve à provoquer des entreprises volontaires. » L'utilisation que fait Bacon du mot *plot* pour désigner le domaine couvert par son œuvre indique également une forte association avec le sens d'arpentage.

8. Ce sont des remarques faites par M. J. Feigenbaum lors d'une communication au colloque « Des débuts : les relations complexes entre les sciences humaines et la science » (Cornell University, 16-18 avril 1987) qui m'ont incité à m'intéresser à l'évolution de l'analyse des trajectoires. Pour les trajectoires, voir aussi Prigogine et Stengers, 1982; pour les trajectoires dans un espace de phase, voir Crutchfield 1986; pour les notions d'extension en mathématiques, voir Latcherman 1989.

destinés à décrire ses implications. Dans *la Nouvelle Alliance*, Ilya Prigogine et Isabelle Stengers insistent sur le fait que l'étude des systèmes désordonnés a déjà permis des explications si cohérentes de certains phénomènes naturels qu'on peut la comparer à la formulation du principe d'incertitude de Heisenberg (voir aussi Prigogine, 1980). Si leurs déclarations attirent l'attention sur ce nouveau domaine (comme le fait la préface de Alvin Toffler à la traduction américaine), elles en donnent cependant une représentation erronée. De même que la mécanique quantique n'offre pas de justification scientifique pour l'élaboration d'une conception transdisciplinaire du relativisme, la théorie du chaos n'autorise pas non plus l'espérance trop largement répandue d'un désordre complexe. Ce que la théorie du chaos et le principe d'incertitude ont en commun, c'est principalement le fait d'être des extensions sophistiquées des mathématiques dans le cadre de paramètres soigneusement contrôlés. Alors que les vulgarisations de la théorie du chaos font allusion au prestige de ses fondements, les travaux entrepris dans ce domaine n'ont rien à voir avec des spéculations sur les origines premières et ne peuvent pas se réduire à des prophéties de désordre universel. Conscients de l'ambiguïté du terme, certains mathématiciens ont adjoint à la théorie du chaos l'adjectif apparemment contradictoire de « déterministe », afin d'en signaler la fonction limitée⁹. En fait, Prigogine et Mandelbrot évitent d'utiliser le terme « chaos » dans leurs publications professionnelles.

À une époque où la théorie du chaos et la déconstruction sont présentées comme des projets parents dans les colloques américains, il y a une ironie certaine à faire ressortir la façon dont l'entreprise derridienne répondrait au cadre métaphysique qu'on donne à la théorie du chaos. La déconstruction, qui a mis les philosophes et théoriciens de la littérature au défi de reconnaître la façon dont leur propre discours est limité par les présupposés métaphysiques inhérents au langage, est également capable de détecter les présupposés logocentriques présents dans le discours scientifique. Pour Derrida, la solennité des récits qui entourent la théorie du chaos serait un bon exemple de la façon dont les mathématiques ont été utilisées « afin de compléter et de confirmer une théologie logocentrique » (1972, p. 47). De tels actes n'ont rien d'innocent, et rappellent au contraire que les mathématiques se sont souvent situées à l'intérieur de récits logocentriques afin de valider leurs résultats et d'en proclamer le potentiel universel. On ne peut pas

limiter la déconstruction à la théorie littéraire et à la philosophie, elle met également le discours scientifique au défi de reconnaître la façon dont il se re-mythifie en faisant appel aux mythes fondateurs de la tradition occidentale ou aux mythes générés par l'histoire des sciences.

Bien que Derrida nous force à remarquer la façon dont les mathématiques peuvent être narrativisées par des récits métaphysiques, les mathématiques nous permettent cependant de voir comment la déconstruction elle-même est mise en récit. Au lieu de légitimer son projet par la métaphysique, la déconstruction explique sa formulation d'une science de l'écriture, ou grammatologie, par les mathématiques. Dans le cadre de la critique derridienne de l'écriture phonétique et de sa prétention à une validation transcendentale, les mathématiques offrent un moyen stratégique de se situer en dehors de l'écriture phonétique ordinaire. En effet, l'indépendance de la notation mathématique offre à Derrida un lieu où poursuivre sa réflexion au delà des systèmes métaphysiques qui recherchent invariablement la clôture. De son commentaire sur *l'Origine de la géométrie* de Husserl à ses travaux plus récents comme *la Vérité en peinture*, Derrida situe son œuvre en référence aux mathématiques. Les raisons d'une telle stratégie ne sont pas difficiles à comprendre. Contrairement au langage ordinaire qui porte la trace de myriades d'opérations transcendentales, les mathématiques sembleraient offrir un système de notation neutre qui ne se réclame pas de la clôture métaphysique. Je dis « sembleraient » parce que le contexte platonicien dans lequel s'exercent souvent les mathématiques comporte des implications métaphysiques inévitables tout en révélant le cadre logocentrique et narratif dans lequel se situent les mathématiques.

Considérons les exemples suivants. Pour Derrida, un problème négligé par Husserl – la différence entre les écritures phonétiques et non phonétiques – devient central. Signalé dans *l'Origine de la géométrie* et dans *la Voix et le phénomène*, le problème se trouve approfondi dans *De la grammatologie*, où la complexité grandissante des systèmes de notation non phonétiques rend possible la formulation d'une science de l'écriture. « La science de l'écriture devrait donc aller chercher son objet à la racine de la scientificité » (1970, p. 43). Justement, les schémas de langages universels du XVIII^e siècle que *De la grammatologie* passe en revue non seulement manifestent une insatisfaction vis-à-vis de la clôture des systèmes métaphysiques mais reconnaissent également les possibilités offertes par les mathématiques. Une importante prise de conscience concernant les mathématiques apparaît dans la discussion de Derrida avec Julia Kristeva dans *Positions*.

9. Shuster définit le chaos déterministe ainsi : « [L]e chaos déterministe dénote les mouvements irréguliers ou chaotiques générés par les systèmes non-linéaires dont les lois dynamiques déterminent de façon unique l'évolution temporelle d'un état du système à partir de la connaissance de son histoire antérieure » p. 1.

désireux de valider leur entreprise, Derrida a recours à la notation mathématique pour narrativiser la déconstruction en invitant son lecteur à envisager un avenir non phonétique de l'écriture. Les récits locaux qui sont présents dans l'une comme dans l'autre permettent de développer encore ces considérations. Par récit local, j'entends les opérations narratives courtes qui sont présentes non seulement dans toutes les disciplines mais aussi dans notre vie quotidienne. On trouve ces récits partout, des modes d'emploi ou prescriptions (flacons de médicaments, annuaires du téléphone, manuels d'utilisation des ordinateurs) aux bandes dessinées et aux blagues. Ces formes banales de récit occupent notre attention une bonne partie du temps, et sont devenues le point focal de disciplines comme la psychologie, la linguistique, ou l'intelligence artificielle, parce qu'elles donnent accès à des présupposés présents dans des discours plus complexes. Bien que l'on critique maintenant le postmodernisme comme justification idéologique d'une culture du bric-à-brac, ses investigations émergent également de la reconnaissance du fait que les événements les plus fragmentés donnent accès à des actes cognitifs situés à tous les niveaux du discours culturel. Dans ce qui suit, je veux m'intéresser à une fonction centrale à tous les récits locaux : celle de l'exemple. Notre utilisation du langage, de tous les langages – naturels et artificiels, phonétiques et non phonétiques – repose sur l'exemplification et la substitution. Non seulement nous apprenons le langage par l'exemple, mais nous utilisons continuellement des exemples pour nous orienter dans le discours. On peut considérer les exemples comme des instruments topographiques qui nous aident à orienter notre discours. Pratiquement, les exemples sont des tentatives pour établir un terrain d'entente avec le lecteur ou l'auditeur. Dans cette optique, la communication fonctionne grâce à un réseau complexe d'exemplification. Les exemples nous aident à démontrer et à stabiliser, mais ils ouvrent également le discours en demandant à l'auditoire de réviser les schémas qu'il utilisait pour représenter l'expérience.

À l'intérieur des mathématiques, les *story problems* représentent un corpus de courts récits qui vont du paradoxe de Zénon à ceux de Russell et Gödel. Les *story problems* ou *word problems* sont un outil fondamental dans l'enseignement des mathématiques, et nous nous souvenons avec plaisir et angoisse des premières heures passées avec eux au cours de nos études d'arithmétique. Ils nous rappellent que la science, qu'on la considère d'un point de vue historique ou pratique, ne peut pas s'appréhender par le seul biais de méta-récits ou de paradigmes, mais a besoin de prendre en considération les formes plus courtes utilisées pour appliquer et tester les grandes abstractions. Tout en étudiant la remarquable prolifération de *word*

problems en Europe aux ^{xvi}^e et ^{xvii}^e siècles, et en soulignant le rapprochement qu'on peut faire avec les simples *exempla* ou fables qui abondaient à cette époque, j'entends démontrer que ces formes constituent une histoire silencieuse de la science et de sa transmission. Avant de considérer les fonctions narratives présentes dans ces problèmes, j'aimerais mettre en évidence l'énorme trésor de problèmes qui participe à la constitution des mathématiques.

L'*Aritmetica* de Filippo Calandri (1491) comprend un recueil de plus de cent cinquante problèmes concernant le change, les textiles, les céréales, la topographie, le génie civil, l'architecture et la navigation. (Calandri est également connu pour avoir été parmi les premiers à répandre les chiffres arabes.) Cet ouvrage est remarquable par l'attention qu'il apporte à la mise en page des problèmes.

Contrairement au *Libro d'Abaccho* de Piero Borgi (1509), ou même à la *Summa di arithmetica* de Lucca Paccioli (1494), la présentation de Calandri révèle un effort conscient pour formuler par écrit des problèmes clairement identifiés et traduire ces récits en symboles numériques, pour ensuite attirer à l'aide d'une gravure l'attention de l'étudiant sur les répercussions qu'a ce problème dans la réalité (cf. Baxandall). Qu'il demande à l'étudiant de calculer la vitesse d'un bateau, le mouvement des dragons, ou le volume de la coupole de l'église la plus proche, la pratique de Calandri encourage l'étudiant à inventer des problèmes qui peuvent être ordonnés selon des règles mathématiques. Ce recueil de problèmes mathématiques coïncide avec tout un corpus de compendiums de la Renaissance, qui comprennent les livres d'emblèmes aussi bien que les manuels mythographiques. On ne s'étonnera pas qu'il y ait au ^{xvi}^e siècle des similitudes entre la prolifération de manuels de morale et celle de compendiums de problèmes. Tous deux s'adressent aux étudiants des écoles séculaires qui se répandent rapidement (cf. Fantani). Le manuel de Calandri, avec ses illustrations, montre également que dans la préparation des livres de science, les imprimeurs imitent les enjolivures présentes dans les autres compendiums.

D'autres manuels scientifiques du ^{xvi}^e siècle témoignent de la remarquable expansion des *word problems*. Les *Nova scientia* (1546) et *Quesiti et Inventioni* (1546) de Niccolò Tartaglia présentent des problèmes encore plus complexes. Le premier s'intéresse plus particulièrement à la balistique. Le deuxième comprend une encyclopédie de problèmes. Divisé en neuf livres, il pose et résout des problèmes concernant les mélanges, l'artillerie, le déploiement des troupes, les fortifications. Le neuvième livre est lui-même composé de quarante-deux questions recueillies par Tartaglia dans diverses villes italiennes. Cet ouvrage fournit en fait une présentation

générale des mathématiques et de la physique appliquées à l'époque de Copernic. La nature y apparaît non seulement comme un livre, mais également comme un recueil de *word problems* ou *story problems*. *Grounde of Arts* de Robert Recorde (1540), premier livre d'arithmétique anglais, est un autre exemple de la prolifération des récits de résolution de problèmes, et peut se lire comme un mini-traité socio-économique de l'Angleterre au temps des Tudor. Les problèmes qu'on y trouve évoquent une nation qui fait le commerce des moutons (problèmes 171, 172, 325), qui perd de l'argent (problème 177), qui lance des programmes de construction (problème 144), qui érige des fortifications (problème 155), qui fabrique des armes (problème 155), et qui calcule l'approvisionnement de son armée (problème 153) ou ses dépenses ecclésiastiques (problème 178). À un étudiant incapable de résoudre un problème, Recorde donne en exemple Sir Francis Drake, héros national passé maître dans l'art des mathématiques. L'importance de ce texte tient également au fait qu'il fut corrigé et augmenté par John Dee, qui devait dans la deuxième moitié du siècle le compiler dans sa *Preface to Euclid's Elements*, le texte anglais le plus proche par l'esprit de l'ouvrage sophistiqué de Tartaglia (cf. Knoespel, 1987).

Bien que ceci ne soit pas le lieu d'une discussion plus approfondie sur les *story problems*, j'aimerais insister sur le fait qu'ils ont été considérablement marginalisés dans l'histoire des mathématiques. En fait, leur statut marginal montre à quel point les mathématiques ont occulté les opérations linguistiques et narratives qui permettent leur dissémination. Il est peu douteux que le succès avec lequel les mathématiques ont rejeté ou détourné leur matériau narratif a contribué à leur mystification. Parmi les questions qui méritent qu'on s'y intéresse figure la manière dont les mathématiques ont développé ces stratégies de détournement¹⁰. Toutefois, nous devons maintenant nous poser des questions très différentes en abordant l'émergence des mathématiques aux ^{xv}^e et ^{xvi}^e siècles. Par exemple, les problèmes logiques complexes que l'on trouve dans les pratiques associées à l'allégorie fournissent un contexte important pour comprendre l'extension de ces opérations logiques aux fonctions mathématiques. En fait, il se produit une diffusion des pratiques interprétatives qui amène l'assimilation de nouvelles formes de calcul. Les travaux de Nicolas de Cusa et de Pascal sont des exemples passionnants de ces intersections.

On peut beaucoup apprendre sur les *word problems* en les abordant par le biais de la théorie narrative. Ce n'est que depuis peu que l'on s'intéresse aux

10. La parution du livre de Brian Rotman (1993) marque une étape importante dans l'identification des problèmes soulevés par la démythification du discours mathématique.

formes narratives brèves dans le champ de la critique littéraire¹¹, et les sciences continuent de les ignorer. Ceci est surprenant si l'on considère que dans les sciences naturelles comme dans les sciences humaines, l'analyse des phénomènes passe par l'exemplification. On peut considérer que les exemples en viennent à avoir une fonction instrumentale non phonétique dans l'apprentissage d'une discipline et dans son application à la réalité. Au Moyen Âge et à la Renaissance, la Bible et les classiques, comme les *Métamorphoses* d'Ovide, fonctionnaient comme des compendiums d'exemples qui étaient censés s'intégrer aux méta-récits religieux par le biais des stratégies herméneutiques associées à l'allégorie. De nos jours, ces compendiums continuent d'exister, mais uniquement au sein d'un réservoir d'information électronique beaucoup plus vaste. Trois fonctions narratives connexes associées aux exemples ou aux enthymèmes – la clôture, l'extension, et la subversion – nous aideront à approfondir notre approche des formes narratives brèves.

Clôture

Pour les formes narratives brèves, tels que la fable ou le *story problem*, la clôture n'implique pas seulement l'affirmation d'une réponse correcte, mais possède également des implications téléologiques à plusieurs niveaux. La clôture peut apparaître comme une réponse spécifique, l'affirmation d'un système abstrait, voire même la confirmation de la personne responsable de la solution. Au départ, tout problème semble orienté téléologiquement vers une valeur particulière : l'exemple vers une clôture morale et le *story problem* vers une vérité physiquement démontrable. Cependant, dans chacun des deux cas, la clôture signifiée par la réponse ne marque pas la fin du processus rationnel, mais invite le lecteur ou le mathématicien à tester le résultat en le confrontant à nouveau avec le récit précédent. Le grand nombre de preuves chez Recorde atteste de l'importance de la *confirmatio* à la Renaissance. Les exemples du rhétoricien étaient censés suivre un processus similaire : ce qui faisait la valeur d'un exemple moral, ce n'était pas qu'il constituait la fin, mais plutôt le début d'un processus interprétatif. La remarque suivante, tirée de *Rhetorica ad Herennium* est typique de cette attitude : « Les exempla ne se distinguent pas par leur capacité de donner des preuves ou de témoigner de causes particulières, mais par leur capacité d'interprétation de ces causes » (cité dans Battaglia, 455). Cette déclaration nous rappelle pourquoi l'allégorie qui ne fait que susciter une équation

11. Voir Jolles ; Jaus, Vygotsky et Bakhtine proposent un contexte psychosocial pour l'analyse des récits courts. (Pour Bakhtine, voir Todorov 1981.)

mécanique entre une figure et un sens reste superficielle. Si l'on se contente d'assimiler Narcisse à l'orgueil, on ne comprend pas les pré-requis de la conclusion morale. De même, la solution d'un *story problem* ne signifie rien si l'étudiant ne comprend pas comment le résultat a été atteint. La pratique qui consiste à accorder une partie de la note aux étudiants qui ont élaboré une démarche de résolution, même s'ils n'ont pas la réponse correcte, témoigne du fait que les mathématiques ne consistent pas seulement à trouver des réponses, mais également à élaborer une procédure qui fasse le tour des pré-requis.

Extension

Les formes narratives courtes que nous examinons nous incitent à dépasser le stade de la preuve statique ou de la répétition mécanique de l'intrigue. Elles invitent à étendre l'application à d'autres phénomènes. La capacité à élargir une procédure particulière découle non seulement de la solution correcte à un problème, mais de la capacité à transférer les conditions initiales d'un problème à d'autres phénomènes. Considérons les implications d'une telle extension dans le cas de la fable et du *word problem*. Bien que l'allégorie de la Renaissance soit encore souvent représentée à tort comme un code rigide, elle offre un moyen d'exploration du monde. En parcourant l'imposant *Reductorium morale* de Bersuire, ou les ouvrages mythographiques de Conti ou Cartari, on s'aperçoit que les fables servent à collecter des informations sur tout, des charges ecclésiastiques aux dieux et déesses des Aztèques en passant par l'histoire naturelle. C'est la liberté taxinomique de ces ouvrages qui est à l'arrière-plan de l'ouvrage technomythographique de Bacon, *la Sagesse des Anciens* (cf. également Smalley). L'allégorie contribue beaucoup plus que nous ne l'avons reconnu à cette investigation dite empirique de la nature, en permettant l'inclusion d'un nombre de plus en plus grand d'informations dans le cadre de ses récits structurants. La prolifération des *story problems* favorise ce type d'extension. Une fois qu'on a appris les principes permettant de résoudre un certain type de problèmes, on peut les étendre à d'autres par l'imagination. Les problèmes de Calandri, qui concernent le repérage de l'intersection de deux objets qui se déplacent à des vitesses différentes, offrent une configuration également applicable aux navires.

Subversion

L'extension de la pratique des mathématiques par la prolifération des *word problems* comporte aussi la possibilité qu'on limite ou même subvertisse le processus. Les récits courts – *word problems* ou exemples –

sont censés confirmer des systèmes abstraits. Cependant, si un récit court soulève des questions qui dépassent le système, il peut s'ensuivre une mise à l'épreuve du système tout entier, dont le résultat sera soit sa complexification, soit sa réfutation. En d'autres termes, les récits courts comportent une labilité qui est souvent négligée. Si l'on considère une fable dans un recueil d'allégories tel que l'*Ovide moralisé*, contrairement à ce que l'on pourrait penser, elle s'accompagne d'une certaine instabilité qui conditionne la réception de cette forme (cf. Knoespel 1985). En tant que forme narrative, la fable n'est jamais centrée sur elle-même, mais elle a une existence potentielle, elle vit toujours dans l'attente de s'intégrer à un autre récit. Cette labilité, très apparente dans la façon dont les fables se prêtent à des interprétations extrêmement divergentes, est à l'origine des tentatives laborieuses, dans les cultures chrétiennes comme païennes, pour régler la fable. Toutes les méthodes complexes associées à la fable au Moyen Âge et à la Renaissance (évhémérisme, allégorie morale et physique) sont des tentatives systématiques pour contrôler cette instabilité.

La labilité que j'ai attribuée à la fable se retrouve également dans les *word problems*. Si la procédure de résolution d'un *word problem* donné peut sembler dictée par un certain ensemble de pratiques mathématiques, il est possible que les phénomènes compris dans un *word problem* provoquent l'apparition d'une nouvelle procédure. Dans de semblables situations, le *word problem* peut contribuer à une reformulation de la théorie mathématique. Il n'est nul besoin d'aller chercher des *word problems* anomaux pour mettre le doigt sur cette instabilité herméneutique des mathématiques. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'instabilité et la polyvalence se trouvent au cœur des mathématiques appliquées. On criera peut-être à l'hérésie devant une telle déclaration, étant donné l'opinion répandue selon laquelle les mathématiques se préoccupent de trouver la réponse juste, et d'en préserver la justesse par des preuves axiomatiques. Cependant, l'instabilité et la polyvalence dont je parle viennent d'un aspect des mathématiques qui n'est pas souvent abordé. L'application des mathématiques à la réalité n'est pas une procédure simple, mais suppose au contraire un processus interprétatif complexe. Paul Ricœur a suggéré que notre interprétation des récits se fait en plusieurs étapes, qui comprennent la préfiguration de ce que nous entendons ou lisons, leur configuration au cours de la lecture, et un processus de refiguration correspondant à l'assimilation du récit dans notre univers (1983, en particulier le chapitre 3). Un tel processus accompagne le fonctionnement des *word problems* en mathématiques. Il suffit de considérer leur nombre pour se faire une idée de la complexité de ce processus. Les séries de problèmes qui fleurissent à la fin

de tant de manuels ne servent pas qu'à la pratique de procédures mathématiques, mais nous rappellent aussi combien il est facile de mal comprendre un énoncé. En fait, comme les fables des manuels allégoriques, les *word problems* des mathématiques sont soigneusement formulés de façon à ce que leur application à la réalité soit correcte. Mais l'instabilité ne se manifeste pas seulement dans la méthode expérimentale de la pédagogie mathématique. Elle apparaît également lorsque le praticien se met à inventer des récits qui étendent sa maîtrise de l'univers. En l'absence d'une réponse toute prête, le praticien des mathématiques doit apprendre à faire confiance à sa propre réponse, et à la mettre à l'épreuve. L'application des principes mathématiques à la réalité suppose un processus complexe dans lequel le *story problem* fonctionne comme un code de translation entre les principes mathématiques et l'expérience des étudiants.

La capacité subversive des formes courtes n'est pas passée inaperçue dans les domaines philosophique et scientifique. Que l'on songe aux déclarations succinctes de Pascal dans les *Pensées*, à celles plus élaborées de Nietzsche dans *Zarathustra*, ou au chemin tracé par Wittgenstein dans ses *Recherches philosophiques*, on rencontre des formes narratives qui ne cessent d'ouvrir la voie à de nouvelles investigations. Ceci est dû au fait qu'elles sont capables de provoquer une reconfiguration momentanée de notre pensée, en particulier lorsqu'il s'agit d'un système de représentation dominant. Comme le montre Francis Bacon au cours de la Renaissance, les formes courtes sapent les fondements du canon aristotélicien. Ce n'est certes pas une coïncidence si la réévaluation des sciences par des théoriciens tel que Lyotard invite à l'exploration de ces mêmes formes courtes, à cause de leur rôle stratégique dans l'avènement du changement. Bien que l'on ait tendance à voir l'histoire des sciences comme une série de grandes ruptures, il ne faut pas oublier les problèmes qui permettent la pratique quotidienne de la science. Si on la considère sous l'angle des formes courtes tels que les *word problems*, la science apparaît plus faite de continuité que de changements abrupts. Mais si les récits locaux nous permettent de souligner la continuité des mathématiques – et d'identifier la continuité qui existe entre la théorie rhétorique classique et la pratique scientifique – ils nous rappellent aussi que l'on découvre toujours de nouveaux contextes pour des problèmes anciens. Les problèmes de navires, qui constituent presque un lieu commun scientifique, en sont un bon exemple (cf. Blumenberg). Dans la période classique, les navires fournissent un modèle pour les discussions d'optique, l'analyse épistémologique d'un navire s'éloignant du rivage que fait Cicéron dans *Academica* en est un bon exemple. Au Moyen Âge, Dante se penche sur un problème similaire dans son traité de physique *De aqua*. Au xv^e siècle,

cependant, les navires commencent à figurer également dans les problèmes de mécanique (Combien d'eau déplace tel navire ? Quelle cargaison peut-il recevoir ? Comment son capitaine pourra-t-il retrouver le chemin du retour lorsqu'il sera de l'autre côté du globe ?). La profusion de tels exemples finit par faire des navires les vecteurs de forces universelles. L'exemple de Galilée dans ses *Lettres sur les taches solaires* fournit un trope qui sera développé par Newton dans les *Principia*¹².

Cette extension des problèmes de navires nous rappelle qu'il y a une signification idéologique implicite dans tous les *word problems*. Entre le temps où les navires servaient à expliquer les phénomènes optiques et le temps où ils sont utilisés comme exemple d'inertie chez Newton, les mathématiques ont été reconnues comme un moyen de transformer la nature. Un tel mouvement, qui marque le déplacement d'une réalité interne vers une réalité externe, a modifié le statut de l'observateur individuel, et il a comme résultat les exigences accrues de la technologie envers les mathématiques. Bien qu'on puisse présenter l'histoire des mathématiques comme celle des axiomes et des théorèmes, les récits qu'elles inventent pour démontrer comment on peut appliquer ces axiomes et ces théorèmes constituent une histoire parallèle qui révèle comment les mathématiques ont été mises au monde. Les *story problems* nous amènent à des récits locaux d'une importance stratégique dans la définition même que nous pouvons donner de la science.

3. Les technologies de l'Écriture

Les pratiques d'inscription associées à la théorie du chaos nous présentent de nouvelles formes d'écriture non phonétique. Ce problème d'inscription nous rappelle que le développement des systèmes de représentation non phonétiques en mathématiques peut se voir comme une extension actuelle des technologies de l'écriture. Dans la mesure où ces technologies prennent place dans un récit, elles peuvent également être mythifiées. Cependant, de telles technologies de l'écriture nous forcent également à comprendre la technologie tout entière comme un langage qui peut interférer dans la communication.

12. Chez Galilée, un navire fictif sert d'exemple dans un développement sur l'arrêt et le mouvement perpétuels. Chez Newton, un corps placé à bord d'un navire en mouvement illustre le mouvement relatif, alors que le mouvement imprimé à ce corps par le mouvement du navire sur la surface du globe et du globe dans l'espace immobile illustre le mouvement absolu.

Dans la première partie de ma discussion, j'ai fait la remarque que les efforts pour associer théorie du chaos et déconstruction sont remis en cause par la tendance de la déconstruction à se défier des récits logocentriques qui servent à valider la théorie mathématique. Dans ma deuxième partie, j'ai suggéré que les *story problems* constituent un contexte riche d'enseignements pour examiner la façon dont un auditoire négocie la compréhension, dans le domaine des sciences humaines ou naturelles. Dans cette dernière partie, je passerai en revue quelques-unes des manières dont une discussion du langage et des mathématiques peut s'étendre à la technologie.

Un des aspects évidents mais souvent négligés de la théorie du chaos est son application pratique. Bien que la théorie du chaos ait sans conteste des implications pour la théorie mathématique, la principale raison pour laquelle elle a attiré tant d'attention dans les milieux scientifiques est qu'elle permet de décrire toute une série de phénomènes naturels. Le fait qu'on a pu la rendre accessible grâce à des modèles informatiques n'a fait qu'intensifier son application. L'application de la théorie du chaos en fait virtuellement un générateur d'exemples. Mon collègue Ron Fox a observé que :

L'image de la non-linéarité attira l'attention d'un tas de gens – lentement au début, puis de plus en plus par la suite... Tous ceux qui la regardèrent en tirèrent profit. Prenez tous les problèmes que vous aviez regardés auparavant, quelle que soit votre discipline. Il y en avait que vous laissiez tomber parce qu'ils devenaient non linéaires. Aujourd'hui que vous savez comment les aborder, vous les reprenez. (cité dans Gleick, p. 21)

La théorie du chaos n'attire pas l'attention sur une obscure théorie mathématique, mais au contraire sur des phénomènes spécifiques bien localisés. Une des implications importantes de cette recherche est le défi qu'elle lance aux mathématiques de devenir une science moins idéalisée et plus expérimentale. L'invitation au jeu pédagogique signale plus qu'un renouvellement des mathématiques appliquées. Elle remet en cause le système magistral d'enseignement des mathématiques, et encourage la convergence de l'intuition mathématique et de l'expérience quotidienne. La théorie du chaos, comme l'a suggéré Steven Wolfram, offre aux mathématiciens un défi qui vient de la base¹³. Robert May, dans la conclusion polémique de son article novateur sur le chaos (1979), fait la même

13. Steven Wolfram a souligné ce point dans une conversation avec l'auteur en novembre 1986 à l'université de Cornell.

constatation¹⁴. Les travaux de Benoît Mandelbrot – et même sa carrière – sont, sous ce rapport, exemplaires. Il a dit que *les Objets fractals* était « un manifeste et un rapport » (p. 22). La théorie du chaos permet d'espérer non seulement que des phénomènes jusqu'ici négligés en chimie, biologie et physique pourront être pris en compte grâce à l'étude de la complexité, mais également que l'histoire de la science elle-même révélera des témoignages d'efforts antérieurs pour appréhender cette complexité.

L'examen des *story problems* dans la théorie du chaos – et dans les mathématiques en général – n'implique pas seulement la juxtaposition de différents modes d'écriture, mais permet également une approche de la relation entre langage et technologie. Si un *story problem* ou une description verbale de la façon dont une procédure mathématique peut être appliquée fonctionne comme mécanisme central dans l'expansion des mathématiques, ces mêmes problèmes fonctionnent également comme étapes intermédiaires dans un processus de réification de la technologie. Les mathématiques jouent un rôle de médiateur entre le langage naturel comme objet et la fonction heuristique qui lui est dévolue pour la réalisation d'objets technologiques particuliers. Bien que la description des mathématiques comme intermédiaire ne soit pas inhabituelle, les transactions entre langage et mathématiques dans la création technologique ne cessent pas avec l'apparition de l'artefact. L'émergence d'un artefact participe également à la constitution d'un autre langage graphique, non pas écrit sur une page ou un écran, mais inscrit à l'intérieur de l'horizon dans lequel nous vivons. Plutôt que de n'être qu'une collection d'inscriptions écrites, la technologie, représentée par la présence d'un objet particulier, renforce les transactions qui ont permis son

14. May écrit : « les applications les plus importantes, cependant, pourraient bien se trouver dans le domaine pédagogique. L'élégance de la théorie mathématique concernant les systèmes linéaires (séries de Fourier, fonctions orthogonales, etc.) et le succès de ses applications aux problèmes fondamentalement linéaires des sciences physiques tend à dominer l'enseignement des mathématiques et de la physique théorique, même dans les universités modérément avancées. Avec l'intuition mathématique qu'un tel enseignement développe, l'étudiant est mal équipé pour se confronter au comportement bizarre dont fait preuve le plus simple des systèmes non linéaires discrets. Et pourtant, ce sont sans aucun doute ces systèmes non linéaires discrets qui sont la règle, et non pas l'exception, en dehors des sciences physiques. Nous nous porterions beaucoup mieux, non seulement dans le monde de la recherche, mais aussi dans le monde quotidien de la politique et de l'économie, si plus d'individus se rendaient compte que les systèmes non linéaires simples ne possèdent pas nécessairement des propriétés dynamiques simples. »

À la page 459, May qualifie cette conclusion d'« évangélique ».

émergence. Pour articuler le problème posé par la technologie, je me propose d'aborder brièvement le problème de la référentialité.

Bien que le champ de la linguistique se soit remarquablement étendu, celle-ci s'est très peu préoccupée de la technologie. Les problèmes qui entourent la notion de référentialité dans la théorie du langage pourraient expliquer en partie cette négligence. À ses débuts, l'étude du langage traitait tous les référents de la même manière, qu'ils soient animés ou inanimés, artefacts technologiques ou objets naturels. Les théories de la correspondance qui servaient à décrire la relation entre le mot ou l'idée « chaise » et l'objet « chaise » étaient essentiellement identiques à celles utilisées pour décrire la relation astrologique entre Saturne et la mélancolie. En fait, les questions fondamentales de la philosophie du langage concernent plus le statut épistémologique des objets que leur statut ontologique. Cet héritage épistémologique se retrouve dans le problème de la référentialité. Lorsque la linguistique a émergé comme discipline protoscientifique au XIX^e siècle, la question de la référentialité a été exclue de la discussion afin de concentrer la recherche sur les aspects psycho-physiologiques du langage. Kristeva en fait la remarque lorsqu'elle dit que « la linguistique ne s'occupe pas du référent; elle ne s'intéresse qu'au signifiant, au signifié, et à leur rapport » (1981, p. 19). Eco souligne également ce point lorsqu'il présente le sujet de la référence dans le contexte de sa discussion de la théorie des codes :

Dans le cadre d'une théorie des codes, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à la notion d'extension, ni à celle de mondes possibles; les codes, dans la mesure où ils sont acceptés par une société, construisent un monde « culturel » qui n'est ni réel ni possible au sens ontologique; son existence est liée à un ordre culturel, qui est la façon dont la société pense, parle, et, en parlant, explique la « teneur » de sa pensée à travers d'autres pensées. (1979, 61)

Si l'on pose la question de la relation entre le langage et la technologie, on se heurte, du moins au départ, à des avertissements concernant « l'illusion référentielle » — une illusion qui tiendrait pour nécessaire une théorie de la correspondance pour examiner la pratique de la langue. Il est certes possible de comprendre pourquoi les questions de référentialité ont été exclues des tentatives de description d'un système linguistique composé de signes, mais il n'en demeure pas moins remarquable qu'au moment même où commençaient à émerger des systèmes technologiques d'une plus grande complexité, à la fin du XIX^e siècle, la linguistique ait fait un écart pour éviter d'avoir à les confronter. La référentialité — y compris la référence spécifique à la technologie — brille par son absence chez Saussure. Ceci est d'autant plus surprenant que Saussure incorpore des artefacts technologiques comme

exemples dans son étude. Les trains lui fournissent des métaphores pour établir les distinctions entre langue et parole, et, de façon encore plus remarquable, c'est en référence à un artefact que la classique distinction entre le signifié (concept) et le signifiant (image-son) est exprimée.

La langue est encore comparable à une feuille de papier : la pensée est le recto et le son le verso; on ne peut découper le recto sans découper en même temps le verso; de même dans la langue, on ne saurait isoler ni le son de la pensée ni la pensée du son; on n'y arriverait que par une abstraction dont le résultat serait de faire de la psychologie pure ou de la phonologie pure. (p. 157)

Cette étonnante absence/présence de la technologie informe l'héritage de la linguistique du XX^e siècle.

Il serait certes possible de passer en revue le statut de la référentialité, et la référence à la technologie en particulier, dans une série d'écoles linguistiques, mais je n'ai ici la place que pour une remarque concernant un passage révélateur à la fin de l'ouvrage *Sémiotique et philosophie du langage* (1988, p. 213-238), dans lequel Eco se livre à une longue discussion des miroirs et du langage. Cette discussion est riche en suggestions, car elle fait écho à un large éventail de débats épistémologiques de la philosophie classique, médiévale et Renaissance. Alors que ce débat suppose un fondement technologique, il se tourne, comme c'est si souvent le cas dans l'analyse du langage, du côté de la psychologie. Il semblerait que la technologie échappe à l'analyse, que sa présence ne soit remarquée que métaphoriquement, plutôt que comme un artefact au sein de notre univers.

Même si le problème de la technologie semble distant du fondement de la linguistique, il est cependant voisin de ce projet d'un point de vue historique. Une des manières les plus instructives d'ouvrir le débat sur les rapports entre la technologie et le langage au sein de la linguistique du XIX^e siècle consiste à ignorer complètement la philosophie pour se pencher sur des figures telle que celle de Jules Verne. Cet auteur n'est pas qu'un auteur pour enfants, et mérite d'être relu non seulement pour l'attention qu'il porte à la présence ouverte d'engins mécaniques dans son œuvre, mais également parce qu'il montre comment ces engins mécaniques créent un champ linguistique qui relie technologie et communication. Le vaisseau qui tourne autour de la lune, le Nautilus, ou l'automobile qui fait la course à travers les États-Unis: tous concernent la communication. Les romans de Verne fonctionnent comme des recueils de *story problems* qui visent à assimiler la technologie. Ce sont des mécanismes et des artefacts qui sont mis en récit et fonctionnent comme agents héroïques à part entière. L'œuvre de Verne fonctionne comme ouvrage encyclopédique sur la sémiotique de la technologie. C'est précisément dans ce contexte que Michel Serres a attiré l'attention sur l'importance

de cet auteur (1974). Ce n'est pas tant le précurseur de la science fiction qu'il faut voir en Jules Verne qu'une anticipation de notre incessante interaction avec de nouvelles technologies.

L'œuvre de Bruno Latour présente une des approches les plus intéressantes de l'analyse de la technologie. Elle constitue quasiment une boîte à outils pour l'approche de la technologie, non comme présence étrangère, mais comme alliée continuelle de l'entreprise humaine, comme technologie non aliénée. Dans l'œuvre de Latour, la technologie est présente aussi bien dans l'analyse d'artefacts particuliers (l'ouverture automatique des portes, le métro automatisé, la clé d'hôtel, ou même les représentations médiévales des anges) que dans l'étude systématique de la technoscience par le biais de l'analyse des procédés d'inscription. Ce qui donne au travail de Latour une telle dynamique, c'est son intuition que la technologie ne peut tout simplement pas être détachée ou séparée de notre étude de la science ou de la culture. Elle est toujours présente, et fait partie de notre expérience au même titre que le langage.

Nous ne sommes jamais confrontés directement à la science, à la technique ou à la société, mais à une gamme d'associations fortes et faibles; ainsi, comprendre ce que sont les faits et les machines est la même chose que comprendre *qui* sont les gens. (Latour 1989, p. 230)

Du point de vue de la théorie narrative, on peut dire que la technologie est constamment narrativisée, et que cette narrativisation travaille à l'assimilation de la technologie. L'action de narrativiser, ou ce que j'ai ailleurs décrit comme mise en récit, nous permet aussi d'expliquer la référentialité. Alors que l'étude de la signification du point de vue de la théorie des codes nous sépare du référent, le récit permet à la théorie des codes d'être intégrée en une interaction effective. Il devrait apparaître comme évident qu'une semblable ouverture n'est pas l'œuvre d'un récit unique, mais d'axes narratifs multiples.

Conclusion et ouverture

J'aimerais conclure ces remarques en proposant plusieurs stratégies susceptibles d'être utilisées pour favoriser l'accès à la technologie du point de vue du langage.

1. Procédés d'inscription et extension de l'écriture

L'assimilation contemporaine de la technologie électronique est un lieu où l'on peut suivre les interactions entre la technologie et le langage. Que

nous regardions la génération d'images fractales ou virtuelles, ou que nous fassions l'expérience de l'espace cybernétique, notre regard et notre action se situent dans le cadre de technologies qui non seulement signifient et rendent visible, mais également nous mettent au défi de développer de meilleurs vocabulaires conceptuels pour l'approche du développement des langages non phonétiques qui émergent grâce à l'inscription électronique. L'aptitude des langages mathématiques à s'étendre mais aussi à s'appliquer à travers le langage naturel présente un précédent intéressant pour l'étude des langages non phonétiques et de la technologie.

2. Voix et expression

En prêtant plus d'attention aux langages non phonétiques, il faut cependant éviter d'occulter le phonétique. En effet, la mise en évidence de langages non phonétiques peut nous aider à mieux comprendre à quel point l'histoire traditionnelle de la science constitue également une histoire de l'amnésie, ou une histoire de la répression de voix essentielles à la constitution de la science et de la technologie. Toutes deux sont marquées d'un perpétuel accompagnement polyphonique que l'histoire occulte ou réprime. Une prise de conscience de la multitude de récits qui nous entoure à tout moment a fait dire à Mikhaïl Bakhtine qu'il « entend partout des voix »¹⁵.

Je soulève la question des voix non pour attirer l'attention sur leur présence dans notre interaction quotidienne, mais pour faire remarquer que la présence de ces voix est généralement passée sous silence dans l'histoire de la science et de la technologie. Est-il possible d'accéder à ces voix ? Je pense que ça l'est beaucoup plus que nous ne l'admettons. L'histoire de la science n'est pas le simple récit d'une progression, mais l'histoire de débats. Par exemple, la représentation de la révolution copernicienne comme une brutale remise en cause du système ptoléméen est extrêmement trompeuse si l'on tient compte des cosmologies hybrides qui furent appliquées et discutées au xvii^e siècle. Mais plus encore que sur le conflit entre métarécits, j'aimerais attirer l'attention sur ce que j'ai appelé les récits locaux de la science et de la technologie. L'expansion de la science et de la technologie s'est accompagnée d'une polyphonie vocale qui reste négligée.

15. Cité par Todorov (1981, p. 38); pour une discussion plus récente de la contribution de Bakhtine aux études scientifiques et technologiques, voir « Bakhtin's Legacy and the History of Science and Culture: An Interview with Anatolii Akhutin and Vladimir Bibler » in *Configurations: A Journal of Literature, Science, and Technology*, 1:3 (automne 1993), p. 323-386.

3. Redéfinir la position de la philosophie de la technologie

L'écriture, et plus particulièrement la représentation graphique des processus mentaux, a reçu énormément d'attention au cours de ce siècle. Mais si beaucoup de travaux ont été consacrés à l'approche de l'écriture comme technologie, ces travaux n'ont pas été étendus à d'autres technologies. De ce point de vue, l'œuvre de Derrida apparaît non seulement comme une tentative pour tracer le registre graphique des processus de pensée, mais aussi comme une étape vers l'analyse de la *techné*. Il semblerait que la grammatologie puisse trouver un nouveau champ d'application dans des domaines liés à la technologie.

La déconstruction et la théorie du chaos se complètent et se contestent mutuellement. La déconstruction ne peut se contenter d'accepter la théorie du chaos comme alliée dans son entreprise de déstabilisation, mais exige des praticiens de la théorie du chaos qu'ils reconnaissent la façon dont la *mise en récit* de leur discipline contribue à la stabiliser et à la mythifier. À son tour, la théorie du chaos met les praticiens de la déconstruction au défi de reconnaître à quel point Derrida utilise les mathématiques pour stabiliser sa grammatologie. L'analyse des méthodes employées par chacune de ces deux disciplines pour se mettre en récit et s'autoriser en référence à l'autre permet de percevoir une des façons cruciales dont le désordre s'ordonne. Mais si nous avons beaucoup à apprendre de la façon dont elles s'inter-déterminent, nous avons encore plus à apprendre de la façon dont chacune se préoccupe d'exemplification. Plutôt que d'utiliser des exemples dans un but de clôture, chacune décrit son entreprise par une prolifération de récits locaux qui atteste de leur instabilité à l'intérieur du discours. Les exemples, cependant, apportent également une certaine stabilité heuristique, en marquant les étapes d'un discours en évolution. L'instabilité discernée et analysée par la déconstruction et la théorie du chaos ne doit pas être fétichisée à travers des méta-récits globalisants. L'investigation des sciences naturelles et humaines n'est pas simple affaire de paradigmes théoriques, mais suppose la confrontation et la génération d'une multitude de récits locaux. La science, comme le discours culturel, ne peut pas se permettre comme seule orientation la mise en récit théorique, mais a besoin de prendre en considération les micro-récits qui font surgir l'ordre du chaos.

Georgia Institute of Technology
(Traduit de l'anglais par Claire Maniez)

Références bibliographiques

- BACON, Francis
1609 *The Wisdom of the Ancients.*
1605 *Du progrès et de la promotion des savoirs*, Paris, Gallimard, 1991.
- BAI-LIN, Hao
1984 *Chaos*, Singapour, World Scientific Publishing.
- BATTAGLIA, Salvatore
1965 «L'Esempio Medievale», *La Coscienza Letteraria del Medioevo*, n.p.: Editore Liguori.
- BAXANDALL, Michael
1972 *Painting and Experience in Fifteenth-Century Italy*, Oxford, Oxford University Press.
- BLUMENBERG, Hans
1979 *Schiffbruch mit Zuschauer: Paradigma einer Daseinsmetapher*, Frankfurt, Suhrkamp.
- BORCHI, Piero
1509 *Libro d'Abaccho*, Venise.
- BROWER, Ruben A.
1965 «The Heresy of Plot», dans *Aristotle's Poetics and English Literature*, Elder Olson ed., Chicago, University of Chicago Press, p. 157-74.
- CARTARI, Vincenzo
1615 *Le vere et nove Imagini de gli dei delli antichi*, 2^e édition, Padoue.
- CHALCIDIUS
1876 *Platonis timaeus interprete chacidio cum eiusdem commentario*, ed. J. Wrobel, Leipzig, B.G. Teubner.
- CONTI, Comes
1616 *Natalis, Mythologia sive explicationis fabularum libri decem*, Padoue.
- CRUTCHFIELD, James P. et al.
1986 «Chaos», *Scientific American* 255: 5, p. 46-57.
- DEE, John
1570 *The Mathematicall Praeface to the Elements of Geometrie of Euclid of Megara*, édition facsimile de Allen G. Debus, New York, Science History Publications, 1975.

DERRIDA, Jacques

- 1970 *De la Grammatologie*, Paris, Minuit.
 1972 *Positions*, Entretiens avec Henri Ronse, Julia Kristeva, Jean-Louis Houdebine, Guy Scarpetta, Paris, Minuit, coll. Critique.

ECO, Umberto

- 1979 *A Theory of Semiotics*, Bloomington, Indiana University Press.
 1988 *Sémiotique et philosophie du langage*, Paris, PUF.

FANFANI, Amintore

- 1951 « La préparation intellectuelle et professionnelle à l'activité économique, en Italie, du XIV^e au XVI^e siècle », *Le Moyen Âge: Revue d'histoire et de philologie*, vol. 57, p. 324-46.

GALLÉE

- 1613 *Lettres sur les taches solaires*.

GLEICK, James

- 1987 *La Théorie du chaos. Vers une nouvelle science*, trad. fr., Paris, Albin Michel, 1989.

JAUSS, Hans Robert

- 1978 *Rezeptionsästhetik*, Wilhelm Fur Verlag, Munich, tr. fr. : *Pour une Esthétique de la réception*, Paris, Gallimard.

JOLLES, André

- 1924 *Formes simples*, Paris, Seuil, 1972.

KNOESPEL, Kenneth J.

- 1985 « Fable and the Epistemology of Expanding Narrative », *Hartford Studies in Literature*, 17: 2, p. 28-48.
 1987 « The Narrative Matter of Mathematics: John Dee's Preface to the *Elements of Euclid of Megara (1570)* » *Philological Quarterly* 66: 1, p. 27-46.

KRISTEVA, Julia

- 1981 *Le Langage, cet inconnu*, Éd. du Seuil.

LATCHERMAN, David R.

- 1986 *The Ethics of Geometry: A Genealogy of Modernity*, New York, Routledge

LATOURE, Bruno

- 1989 *La Science en Action*, Paris, Éd. La Découverte.

LI, Tien-Yien, YORKE, James A.

- 1975 « Period Three Implies Chaos », *American Mathematical Monthly* 85: 10, décembre, p. 985-92.

MANDELBROT, Benoît

- 1975 *Les Objets fractals, suivis de Survol du langage fractal*, Paris, Flammarion, nouvelle édition, 1989.

MAY, Robert

- 1976 « Simple Mathematical Models with Very Complicated Dynamics », *Nature* n° 261, p. 459-64.

NEWTON, Isaac

- 1687 *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

PACCIOLI, LUCCA

- 1494 *Summa di arithmetica*, Venise.

PRIGOGINE, Ilya et STENGERS, Isabelle

- 1982 « Postface: Dynamics from Leibnitz to Lucretius » in *Hermès: Literature, Science, Philosophy*, Michel Serres, Baltimore, Johns Hopkins U.P.

PRIGOGINE, Ilya

- 1980 *From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences*, New York: W. H. Freeman.

RECORDE, Robert

- 1540 *The Recorde of Arts*, Londres.
 1551 *Pathway to Knowledge*, Londres.

RICOEUR, Paul

- 1983 *Temps et récit*, vol. 1, Paris, Seuil.

ROBORTELLO, Francesco

- 1548 *In Librum Aristotelis De Arte Poetica Explicationes*, Florence.

ROTMAN, Brian

- 1993 *The Ghost in Turing's Machine: Taking God Out of Mathematic and Putting in the Body Back In*, Palo Alto, Stanford U.P.

SAUSSURE, Ferdinand de

- 1915 *Cours de linguistique générale*, Paris, Payot, 1966.

Kenneth Knoespel

SCHUSTER, Heinz

1984 *Deterministic Chaos*, Weinheim: Physik-Verlag.

SERRES, Michel

1974 *Jouvenances sur Jules Verne*, Paris, Minuit.

SIDNEY, Sir Philip

1583, 1592 *An Apology for Poetry*, Forest G. Robinson ed., Indianapolis, Bobbs-Merrill, 1970.

SMALLEY, Beryl

1960 *English Friars and Antiquity in the Early Fourteenth Century*, Oxford, Basil Blackwell.

SPENSER, Edmund

1596 *A Viewe of the Present State of Ireland*, dans *Works of Edmund Spenser*, vol. 9, *The Prose Work*, ed. Edwin Greenslaw & al., Baltimore, Johns Hopkins U.P., 1949.

TARTAGLIA, Niccolo,

1537, 1546 *La Nova Scientia*, Venise.

1543 *Euclid, Solo introdotore delle scientie mathematiche*, Venise, ed.

1546 *Questi et Inventioni diverse*, Venise.

TODOROV, Tzvetan

1981 *Mikhaïl Bakhtine, le principe dialogique*, Paris, Seuil.

VETTORI, Pietro

1560 *Commentarii in Primum Librum Aristotelis De Arte Poetarum*, Florence.

VYGOTSKY, Lev

1986 *Thought and Language*, ed. revue par Alex Kozulin, Cambridge, MIT Press.