PENSER LA LIGNE BRISÉE

Études réunies par

Anne Chassagnol, Camille Joseph

et Andrée-Anne Kekeh-Dika

EPISTEMOCRITIQUE

Maquette de couverture : Yael Kunz et Camille Kemache

Illustration de couverture : The Miriam and Ira D. Wallach Division of Art, Prints and Photographs: Art & Architecture Collection, The New York Public Library, "Application de double pochoirs cont." *The New York Public Library Digital Collections*, 1925. http://digitalcollections.nypl.org/items/510d47e2-c562-a3d9-e040-e00a18064a99

Penser la ligne brisée

Études réunies par

Anne Chassagnol, Camille Joseph et Andrée-Anne Kekeh-Dika

Ouvrage publié à la suite des journées d'études « Penser la ligne brisée » organisées par
Anne Chassagnol, Camille Joseph et Andrée-Anne Kekeh-Dika les 11 et 12 octobre 2018
au Musée d'Art et d'Histoire Paul Eluard de Saint-Denis,
avec le concours de l'Université Paris 8 et de l'UR TransCrit.

UNIVERSITÉ PARIS 8 VINCENNES-SAINT-DENIS

TransCrit

Que soient ici remerciées les personnes qui ont soutenu ce projet interdisciplinaire autour de la ligne brisée, tout particulièrement Noëlle Batt et Sydney Lévy pour leur ouverture critique et leur sens du partage. Nos remerciements vont à notre unité de recherche TransCrit ainsi qu'à l'université Paris 8 Vincennes Saint-Denis pour leur soutien financier et amical.

Nous tenons à remercier très chaleureusement tous les auteurs qui ont accepté de sortir de leurs disciplines respectives pour échanger en bonne intelligence. Merci à Diane Meur, Céline Trautmann-Waller et Nancy Honicker d'avoir nourri les discussions collectives par leur présence et leurs réflexions.

Merci à Mathilde Léger qui a mis en page cet ouvrage avec cœur, efficacité et rapidité.

Merci à Yael Kunz et Camille Kemache pour leurs propositions originales de couverture.

Merci aussi au Musée d'Art et d'Histoire Paul Eluard de Saint-Denis, à Sylvie Gonzalez et toute son équipe, pour leur gentillesse et leur accueil dans ce beau lieu qui a hébergé nos premières journées d'étude.

Enfin, nous adressons nos remerciements sincères à Laurence Gaida et Pierre-Louis Patoine pour leur bienveillance et leur patience.

Table des matières

Introduction
Anne Chassagnol, Camille Joseph et Andrée-Anne Kekeh-Dika 9

Généalogie d'une figure : la singularité de la ligne brisée

1. Trois études de cas autour du motif de la ligne brisée dans les sciences mathématiques
Jenny Boucard et Christophe Eckes 19

2. La ligne brisée dans les ouvrages d'ornement : diagramme, trace, fil, geste, énergie
Estelle Thibault 47

***In situ, ex situ* / Hors la page**

3. Lignes brisées, recollées et démontées en linguistique informatique
Pierre Zweigenbaum 69

4. Anatomy of a Broken Line: Why Zigzags Matter in Picturebooks
Anne Chassagnol 81

5. L'hétérogénéité graphique en bande dessinée
Côme Martin 105

Débordements, échappées : espaces entoilés

6. Toutes à la ligne : de Arundhati Roy à Chiharu Shiota, la grammaire du fil
Elsa Sacksick 117

7. Lines of Identity: The Preference for the Broken Line in the Handloom Weaving of the Nagas of Northeast India
Marion Wettstein 141

La ligne brisée : pratiques, gestes, paroles, installations

8. Parcours et paroles d'artiste : lignes brisées, lignes de reliance
Élodie Barthélemy 163

Résumés 175
Les auteurs 179

Introduction

Anne Chassagnol, Camille Joseph et Andrée-Anne Kekeh-Dika

La ligne brisée comme dénominateur commun

Notre réflexion est née de l'envie de faire entrer en résonance différents corpus (arts plastiques, architecture, littérature, mathématiques, linguistique, anthropologie, ethnographie) à partir de la dynamique des lignes, notamment la ligne brisée, motif plutôt discret dans nos domaines respectifs mais suffisamment récurrent pour constituer un élément remarquable. Peu d'études semblent lui avoir été consacrées ; même chez l'anthropologue Tim Ingold, spécialiste en la matière, cette figure géométrique reste relativement marginale (Ingold, 2007, 2013, 2015). La journée d'étude « Penser la ligne brisée », organisée au Musée d'Art et d'Histoire Paul Eluard de Saint-Denis en 2018, a été l'occasion de nous mettre en relation dialogique avec des pratiques issues d'autres traditions méthodologiques. D'une part, il a été possible de conceptualiser historiquement et scientifiquement l'idée de ligne brisée en établissant sa généalogie dans trois champs principalement : logique (J. Boucard/C. Eckes, P. Zweigenbaum), esthétique (A. Chassagnol, C. Martin, E. Sacksick) et artistique (E. Barthélemy, E. Thibault, M. Wettstein). D'autre part, des analyses de cas (fiction, formes brèves, littérature jeunesse, anthropologie textile, installations) ont fait ressortir les multiples facettes de ce motif. Nous souhaitons donc ouvrir ici un espace décloisonné où s'entrecroisent plusieurs disciplines autour de ce qui pourrait devenir un concept opératoire partagé.

Singularité de la ligne brisée

Quelle est donc cette ligne que l'on peine à désigner ? S'agit-il d'une figure, d'un concept, d'une matière, d'un ornement ? Une chose est sûre, la ligne brisée se dérobe à toute tentative de définition. À la fois surface et épaisseur, fracture et bifurcation, orientation et évincement, sursaut et rature, maillage, décrochage ou dé-tricotage, elle est le point de mire de contradictions fertiles. Est-elle trop abrupte ? Pas assez régulière ? Incohérente ou trop indisciplinée ? Inclassable, sans doute. Les mathématiques la décrivent dans sa pluralité comme une suite de segments, « une ligne formée de plusieurs portions de droites distinctes » (Comberousse, 2). Les arts plastiques soulignent la variété de ses formes – zigzags, méandres, encoches, indentations, frettes crénelées ou grecques (Thibault). Dans la bande dessinée, les enchevêtrements de tracés sont autant d'écarts graphiques qui pointent le séisme émotionnel

d'un personnage (Martin). Dans l'album jeunesse, où elle est loin d'être un simple motif visuel, la ligne brisée peut également par sa fréquence induire un rythme qui lui confère une dimension sonore (Chassagnol). Son trait accidenté signale une esthétique du déraillement si bien que, sur le plan narratif, elle transcrit le bégaiement du texte par une ponctuation proliférante. Figure de l'éparpillement, de l'interruption, de l'embranchement, du fil qui décroche, elle participe en sous-main à la fabrique d'un tissu narratif imprévisible (Sacksick). La matière – si dense – de la ligne brisée donne ainsi matière à réflexion.

Cette polyligne effilochée appelle par son vagabondage une métaphore textile, comme dans les travaux des anthropologues, par exemple ceux de Henry Balfour, qui, dans la première moitié du XXème siècle, comparait déjà l'enquête de terrain, dans laquelle l'ethnographe collecte des données, à un travail de filage et l'étape de théorisation à celui du tissage (Balfour, 1938). La question textile est elle aussi évoquée plus récemment par Tim Ingold, qui s'est saisi de l'image de la ligne dans *A Brief History of Lines* (2011) en convoquant une très grande variété de domaines (textile, dessin, art contemporain, musique). Ingold envisage les lignes du point de vue de ceux qui les tracent : faire des lignes, c'est participer au processus de fabrication du sens. Son texte s'achève par une opposition entre la ligne droite, « icône de la modernité », et la ligne fragmentée, « icône de la postmodernité », née des doutes de la rationalité moderne.

La ligne brisée semble avoir, en premier lieu, une fonction heuristique. Son statut impromptu révèle la dynamique d'un travail qui se fait en dessous, de guingois, dans la brisure. Elle indique des possibilités de circulation – raccourcis ou raccordements – en mettant en contact, parfois de manière fortuite, des lieux, espaces-temps, objets ou matériaux exogènes. D'autre part, elle peut être envisagée sous l'angle de la maïeutique, par sa capacité à donner une densité à ce qui déborde du trait, de la page, du raisonnement. Pour autant, sa dimension critique et théorique ne doit pas être sous-estimée : la ligne brisée, chez Euclide par exemple (Boucard & Eckes), ne fait-elle pas advenir ce qui est mais n'est pas encore nommé ?

Lignées, bifurcations et embranchements

La ligne brisée peut être spontanément associée à la discontinuité. Elle se rapproche de l'agressivité de l'angle aussi, lorsqu'elle est opposée à la ligne droite ou au cercle. Elle est souvent abordée comme le dérivé, la variante appauvrie ou malmenée d'un original parfait. Pour reprendre l'exemple de l'anthropologie, Ingold rappelle dans *A Brief History of Lines* que le mot « ligne » évoque la question généalogique. La lignée est associée à une représentation

appelant le tracé de schémas « linéaires », c'est-à-dire une parenté symbolisée par des liens, en l'occurrence sanguins. Dans ce cas, les individus sont reliés par des lignes qui se rejoignent à l'endroit des alliances matrimoniales pour donner naissance à d'autres individus. La ligne est brisée quand la linéarité est interrompue. Plutôt que d'insister sur la dislocation qui provoque l'apparition de la ligne interrompue, nous avons souhaité considérer ici la ligne brisée comme une figure à part entière, autonome de sa « sœur » continue qui, dans bien des cas, s'avère plus « conservatrice » que sa version tronquée, courbe ou zigzagante.

Dans son étude des labyrinthes à l'époque médiévale, Penelope R. Doob (46-51) oppose le labyrinthe à ligne continue et le labyrinthe à embranchements multiples, c'est-à-dire à lignes brisées. Si l'on considère le modèle à voie unique, le chemin vers la sortie ou vers le centre y est tout tracé. Qui déambule se laisse guider par l'architecture existante, en suivant la ligne ininterrompue qui zigzague à l'envi, mais ne rompt jamais. La désorientation produite teste la patience du promeneur. Le labyrinthe à plusieurs voix, quant à lui, pose d'emblée la question du choix. Le mouvement n'est plus fluide et continu mais haché, chaque embranchement imposant au promeneur réflexion et prise de décision. Si le retour en arrière est possible, la sortie n'est pas garantie alors qu'elle seule peut prouver que les choix faits ont été les bons. Ainsi, cette figure est celle de l'expérience vécue dans la chair, de l'erreur renouvelée et, à ce titre, elle n'est pas sans évoquer le processus du travail scientifique qui a sous-tendu la réflexion polyphonique présentée ici.

Ligne directrice

Ce numéro rassemble huit articles critiques sur la ligne brisée, répartis en trois sections. Dans la première partie, *Généalogie d'une figure : la singularité de la ligne brisée*, portant sur les enjeux disciplinaires et la singularité de la ligne brisée, il est question de la conceptualisation historique de la ligne polygonale. Dans leur article « Trois études de cas autour du motif de la ligne brisée dans les sciences mathématiques », Jenny Boucard et Christophe Eckes précisent la fonction de cette figure utilisée tantôt dans l'économie des raisonnements, tantôt pour distinguer certains concepts mathématiques fondamentaux, tels que la continuité ou la dérivabilité. Leur analyse montre à quel point les lignes brisées, devenues génériques, permettent, dans certains cas, d'aboutir à des résultats contre-intuitifs. La perspective historique est également privilégiée par Estelle Thibault qui examine dans « La ligne brisée dans les ouvrages d'ornement : diagramme, trace, fil, geste, énergie » les diverses configurations de

traits ou connotations esthétiques associées à la ligne brisée – fils entrelacés, gestes techniques, diagrammes de composition, trajectoires ou mouvements du regard.

La deuxième partie, In situ, ex situ/*Hors la page*, fait dialoguer deux points de vue sur la ligne brisée, l'un purement linguistique, l'autre plus littéraire, voire icono-textuel. En partant du postulat selon lequel la parole linéaire s'écoule dans le temps, Pierre Zweigenbaum rappelle dans son texte (« Lignes brisées, recollées et démontées en linguistique informatique ») que le traitement automatique des langues vise à modéliser des phénomènes linguistiques et à automatiser le traitement d'énoncés langagiers par des ordinateurs. De ce fait, la linguistique informatique conçoit des algorithmes pour résoudre des problèmes de passage de lignes brisées à lignes continues. Il est également question de l'impact visuel du zigzag dans l'illustration jeunesse. À travers une sélection d'albums jeunesse, Anne Chassagnol démontre dans « Anatomy of a Broken Line: Why Zigzags Matter in Picturebooks » que la ligne brisée, en tant que motif iconographique, a une histoire mais également une fonction, celle de conduire l'enfant de la représentation du monde à l'écriture du monde. Cette esthétique de l'accident peut aussi se lire comme un ressort narratif. Côme Martin, qui conçoit d'ailleurs la ligne brisée comme une manifestation de « l'hétérogénéité graphique en bande dessinée », lit le dessin de l'éclair dans le roman graphique *Asterios Polyp* (2009) de Mazzucchelli comme le détournement, pour ne pas dire le foudroiement, des conventions graphiques caractéristiques du postmodernisme.

La troisième partie, *Débordements, échappées : espaces entoilés*, met en regard trois études sur la valeur organique de la ligne brisée dans son rapport au tissage, du textile comme du texte. Dans « Toutes à la ligne : de Arundathi Roy à Chiharu Shiotha, la grammaire du fil », Elsa Sacksick propose de relier deux œuvres : le roman d'une écrivaine indienne et les installations d'une artiste contemporaine d'origine japonaise. Qu'il s'agisse de la ligne narrative, syntagmatique ou des mots eux-mêmes, toutes les lignes sont systématiquement coupées, cisaillées, puis nouées, autrement, selon une technique de ravaudage. Marion Wettstein vient clore cette section en explorant la symbolique de la ligne brisée dans les textiles géométriques de la communauté des Nagas au Nord-Est de l'Inde. Dans « The Preference the Broken Line in the Handloom Weaving of the Nagas of Northeast India », Wettstein voit dans l'utilisation du motif de la ligne brisée, plutôt qu'une simple technique artisanale, le reflet de l'identité même des Nagas. Les zigzags qui caractérisent leurs textiles sont certes au cœur de leur économie, mais ils indiquent surtout une revendication politique sous-jacente et assumée, le refus d'être gouvernés.

La dernière partie, *La ligne brisée : pratiques, gestes, paroles, installations*, constitue le point d'orgue de ce numéro qui se conclut par un entretien avec la plasticienne Élodie Barthélemy sur l'idée de connexion (« Lignes brisées, lignes de reliance »). Chez l'artiste, où les chaises jouent un rôle fondamental, les installations figurent les bifurcations biographiques ou les chemins de traverse empruntés par les habitants dont elle va à la rencontre. Ces lignes brisées, loin de constituer des points de rupture, permettent au contraire à la plasticienne et aux visiteurs de l'exposition de s'arrimer au lieu, en connectant l'ensemble d'une communauté dispersée.

En brisant la ligne droite, la ligne polygonale fait « changer de direction » (Boucard & Eckes). Ce truisme mathématique est au centre du volume : dévier d'une ligne disciplinaire afin d'agrandir le périmètre d'investigation critique et théorique. Les domaines explorés dans ce numéro ont tenté de mettre à jour le travail de déroutage qu'opère la ligne brisée, travail souterrain qui permet de modifier les espaces, de faire déborder les contours des textes, des genres, du cadre pictural ou muséal, pour tisser des liens.

Références

Alloa E., (dir.), *Penser l'image*, Dijon, Les Presses du réel, 2010.

Audin M., « Mathématiques et littérature : un article avec des mathématiques et de la littérature », *Mathématiques et sciences humaines*, vol. 45, n°178, 2007, p. 6386.

Balfour H., *Spinners and Weavers in Anthropological Research*, Oxford, The Clarendon Press, 1938.

Bang M., *Picture This: How Pictures Work* [1991], San Francisco, Chronicle Books, 2016.

Batt N., (dir.), « Penser par le diagramme, de Gilles Deleuze à Gilles Châtelet », *Théorie, littérature, enseignement*, vol. 22, 2004.

Berthou B., « L'échiquier de *La Vie mode d'emploi* : Georges Perec et le "cavalier polygraphe" » in A. Mussou et S. Troche (dir.), *Le Jeu d'échecs comme représentation*, Paris, Éditions Rue d'Ulm, 2009, p. 6579.

Bhabha H., *The Location of Culture*, New York, Routledge, 1994.

Bartholeyns G., (ed.), *Politiques visuelles*, Dijon, Les Presses du réel, 2016.

Benitez-Rojo A., *The Repeating Island: The Caribbean and the Postmodern Perspective*. [1992], Durham, CA, Duke University Press, 1996.

Berger J. et Mohr J., *Another Way of Telling*, New York, Pantheon Books, 1982.

Boidy M., *Les Études visuelles*, Saint-Denis, Presses universitaires de Vincennes, 2017.

Bredekamp H., *Théorie de l'image en acte* [2010], Paris, La Découverte, 2015.

Brunet F., « (Re)defining Visual Studies », *InMedia* [En ligne], vol. 3, 2013, consulté le 25 octobre 2020. URL : http://journals.openedition.org/inmedia/543.

Brusatin M., *Histoire de la ligne*, trad. de l'italien par Anne Guglielmetti, Paris, Flammarion, 2002.

Bryson N., Holly M.A., Moxey K.P.F., (ed.), *Visual Culture: Images and Interpretations*, Middletown, CT., Wesleyan University Press, 1994.

Cazé A., « "A Geometric Joy –" : topologies dickinsoniennes », *Revue française d'études américaines*, 71, 1997, p. 76-88.

Crary J., *Suspension of Perception. Attention, Spectacle, and Modern Culture*, Cambridge, MIT Press, 1999.

Crary J., *L'Art de l'observateur. Vision et modernité au XIXe siècle* [1992], Nîmes, Jacqueline Chambon, 1998.

Dehouve D., « La notion de fractale en anthropologie », *ethnographiques.org*, n°29, 2014 [en ligne] (https://www.ethnographiques.org/2014/Dehouve - consulté le 04.05.2020)

Deleuze G., *Critique et Clinique*, Paris, Éditions de Minuit,1993.

Deleuze G. et Guattari F., *Mille plateaux : capitalisme et schizophrénie*, Paris, Éditions de Minuit, 1980.

Deleuze G. et Parnet C., *Dialogues. Entretiens avec Claire Parnet* [1996], Paris, Flammarion, 2008.

Deleuze G., *Différence et Répétition* [1968], Paris, PUF, 2011.

Dorsch S., Jutta V., *Spatio-Temporalities on the Line: Representations – Practices – Dynamics*, Berlin/Boston, de Gruyter, 2018, p. 119-140.

Dubuisson D. et Raux R., (dir.), *À perte de vue. Les nouveaux paradigmes du visuel*, Dijon, Les Presses du réel, 2015.

Gros I., « L'imaginaire du jeu d'échecs en France au XIXème siècle, ou la conversion intellectuelle du guerrier », *Revue d'histoire du XIXème siècle. Société d'histoire de la révolution de 1848 et des révolutions du XIXème siècle*, vol. 40, 2010, p. 131-146.

Guillevic E., *Du domaine/Euclidiennes*, Paris, Poésie/Gallimard, 1977.

Ingold T., *The Life of Lines*, Londres, Routledge, 2015.

Ingold T., « La vie dans un monde sans objets », *Perspective*, vol. 1, 2016, p. 13-20 [En ligne], 1 | 2016, mis en ligne le 31 décembre 2017, consulté le 04 mai 2020. URL : http://journals.openedition.org/perspective/6255.

Ingold T., *Redrawing Anthropology: Materials, Movements, Lines*, Londres, Routledge, 2013.

Kandinsky V., « Point and Line to Plane » in Lindsay K.C et Vergo P., (eds) *Kandinsky: Complete Writings on Art*, Vol 2 (1922–1943), Londres, Faber and Faber, 1982, p. 527–699.

Kaufmann L., « La ligne brisée » : ontologie relationnelle, réalisme social et imagination morale », *Revue du MAUSS*, vol. 47, 2016, p. 97-120.

Klapisch-Zuber C., *L'Ombre des ancêtres. Essai sur l'imaginaire médiéval de la parenté*, Paris, Fayard, 2000.

Kress G., Van Leewen T., *Reading Images, The Grammar of Visual Design*, Abington, Routledge, 1996.

Kupka F., *La Création dans les arts plastiques*, 1910-1913, Paris, Cercles d'art, 1997.

Lotman Y., *La Structure du texte artistique* [1970], Paris, Gallimard, 1973.

Machiavel N., *L'Art de la guerre* [1521], Paris, Flammarion, 2015.

Mandelbrot B., *Les Objets fractals : forme, hasard et dimension* [1973], Paris, Flammarion, 1995.

McCloud S., *Understanding Comics. The Invisible Art*, New York, HarperCollins, 1993.

Mitchell W.J.T., « Spatial Form in Literature: Toward a General Theory » in W.J.T. Mitchell, (ed.), *The Language of Images*, Chicago et Londres, The University of Chicago Press, 1974, p. 271-300.

Morga G., *The Symbolic Significance of Colour, Line and Form*, Southwick, Ventri, 2014.

Nikolajeva M. and Scott C., *How Picturebooks Work*, New York, NY, Garland Publishing, 2001.

Nodelman P., *Words about Pictures: The Narrative Art of Children's Picture Books*, Athens, GA, University of Georgia Press, 1988.

Piaget J., Holloway G.E.T., *The Child's Conception of Geometry*, Londres, Routledge & K. Paul/ National Froebel Foundation, 1960.

Ponge F., *Pièces*, Paris, Gallimard, 1962.

Regensteiner E., *Geometric Design in Weaving*, West Chester, Shiffer Publications, 1986.

Rosko E. and Vander Zee A., *A Broken Thing: Poets on the Line*, Iowa, IA, University of Iowa Press, 2011.

Rouché E, et Comberousse Ch., *Traité de géométrie élémentaire*, 3e éd., Paris, Gauthier-Villars, 1873.

Salisbury M. and Styles M., *Children's Picturebooks: The Art of Visual Storytelling*, Londres, Laurence King Publishing, 2012.

Schlanger J., *Les Métaphores de l'organisme,* Paris, Vrin, 1971.

Schmitt J.C., *Penser par figures : du compas divin aux diagrammes magiques*, Paris, Arkhê, coll. Oblique/s, 2019.

Schwarcz J.H., *Ways of the Illustrator, Visual Communication in Children's Literature*, Chicago, American Library Association, 1982,

Serres M., *Pantopie : de Hermès à petite Poucette. Entretiens avec Martin Legros et Sven Ortoli*, Paris, Le Pommier, 2014.

Szendy P., *À coups de points : La ponctuation comme expérience*, Paris, Éditions de Minuit, 2013.

Thibault E., *La Géométrie des émotions. Les esthétiques scientifiques de l'architecture 1860-1950*, Wavre, Mardaga, 2010.

Van den Akker P., *Looking for Lines: Theories on the Essence of Art and the Problem of Mannerism*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2010.

Wyndham L., *The Role of Line in Art: With Six Drawings to Illustrate the Argument*, introduction de Paul W. Nash, Witney, Strawberry Press, 2007.

Généalogie d’une figure : la singularité de la ligne brisée

Trois études de cas autour du motif de la ligne brisée dans les sciences mathématiques

Jenny Boucard et Christophe Eckes

Introduction

Bien qu'elle puisse être définie de manière très élémentaire comme un ensemble de points que relient des lignes droites, la ligne brisée se singularise par sa marginalité dans les textes mathématiques : alors que les figures polygonales[1] font par exemple l'objet de nombreuses propositions dans le livre IV des *Éléments* d'Euclide[2], la ligne brisée n'y apparaît que très ponctuellement, au détour d'une poignée de démonstrations. Quelque deux millénaires plus tard, la ligne brisée semble être tout aussi discrète : l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert n'en comporte qu'une seule occurrence, à propos d'une énigme chinoise exposée dans l'article « Binaire »[3]. La ligne brisée est en revanche explicitement définie dans les *Éléments de géométrie* d'Adrien-Marie Legendre, un traité de géométrie qui fut un succès éditorial tout au long du XIXème siècle[4]. L'objectif de Legendre était alors de produire des « éléments très rigoureux », en suivant « d'assez près la méthode des éléments d'Euclide » tout en proposant des démonstrations plus claires et plus courtes (vi-vii) :

> III. La *ligne droite* est le plus court chemin d'un point à un autre.
> IV. Toute ligne qui n'est ni droite ni composée de lignes droites est une *ligne courbe*.
> Ainsi AB est une ligne droite, ACDB une ligne brisée ou composée de lignes droites, et AEB est une ligne courbe. (1)

Ces trois types de lignes sont représentés sur la figure 1, issue de la première planche des *Éléments* de Legendre.

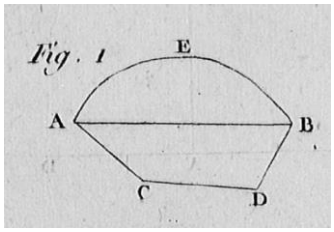


Figure 1 – Les trois types de lignes en géométrie, A.-M. Legendre, (planche 1, figure 1).

[1] Les polygones constituent de fait un cas particulier remarquable de lignes brisées.
[2] Ce traité, qui date du IIIème siècle avant J.-C. est l'un des principaux témoignages des activités mathématiques en Grèce ancienne au début de l'ère hellénistique. Il est parvenu jusqu'à nous sous la forme de copies de copies.
[3] Recherche effectuée à partir de l'*Édition numérique collaborative et critique de l'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers (1751-1772)* : http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/.
[4] Sur le traité de Legendre, voir l'article de J. Dhombres (99) sur les manuels mathématiques français par exemple.

La ligne brisée devient un objet mathématique bien défini dans les traités de géométrie au XIXème siècle. Elle apparaît par exemple dans la sixième édition du *Dictionnaire de l'Académie française*, qui date de 1835 et elle est envisagée pour elle-même dans le *Traité de géométrie élémentaire* d'Eugène Rouché et Charles de Comberousse : « On nomme *ligne brisée* une ligne formée de plusieurs portions de droites distinctes ; telle est la ligne ABCD (*fig. 2*). » (2) [5]

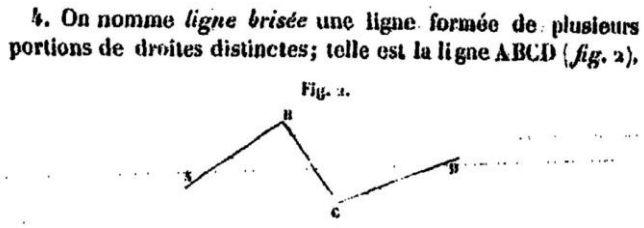


Figure 2 – Définition de la ligne brisée, E. Rouché et C. de Comberousse, (figure 1).

Notre objectif n'est pas de reconstituer ici une histoire de la ligne brisée dans les sciences mathématiques. Notre démarche se veut exploratoire et elle s'appuiera sur trois études de cas, qui permettent de rassembler des diagrammes[6], des représentations ou des constructions géométriques mettant en jeu le motif de la ligne brisée. Ce faisant, nous interrogerons le statut et les fonctions que peut recevoir ce motif pour démontrer des théorèmes, appréhender des objets mathématiques et résoudre des problèmes. Les exemples que nous avons sélectionnés montreront que la ligne brisée se retrouve dans les mathématiques théoriques, pratiques, scolaires ou encore récréatives.

Dans un premier temps, en nous appuyant sur les analyses qui en ont été fournies par D. Rabouin (115 et suiv.), nous montrerons comment le motif de la ligne brisée intervient dans les diagrammes qui accompagnent les propositions 14 et 27 issues du livre premier des *Éléments* d'Euclide, lesquelles mettent en jeu un raisonnement par l'absurde[7]. Dans un deuxième temps, nous établirons sur divers exemples – la courbe de Koch, la courbe de Peano et la courbe de Hilbert – que l'*itération* du motif de la ligne brisée permet d'appréhender des objets et des résultats mathématiques *a priori* contre-intuitifs. Dans un dernier temps, nous montrerons que

[5] Cette modification du statut de la ligne brisée au tournant du XIXème siècle serait à approfondir plus sérieusement mais une première recherche globale sur Gallica suggère une telle transformation : parmi les ouvrages numérisés en plein texte sur cette plateforme, le terme « ligne brisée » est trouvé dans un ouvrage du XVIIème siècle, 15 du XVIIIème (dont 9 datant d'après 1794) et 2371 au XIXème. À titre de comparaison, la recherche de « polygone » renvoie à 88 ouvrages du XVIIème siècle, 488 du XVIIIème, et 6668 du XIXème.

[6] Pour une étude transdisciplinaire sur les représentations diagrammatiques, nous renvoyons le lecteur au volume 22 de la revue *Théorie, littérature, enseignement* (2004).

[7] Un raisonnement par l'absurde consiste à démontrer une proposition en établissant que la proposition contraire débouche sur une contradiction ou une impossibilité logique.

le motif de la ligne brisée intervient de manière récurrente entre le dernier tiers du XVIIIème siècle et le début du XXème siècle dans la résolution du problème du cavalier, qui consiste à faire parcourir toutes les cases d'un échiquier à un cavalier, en respectant la contrainte de ne passer qu'une seule fois sur chaque case. Les solutions peuvent justement être visualisées selon plusieurs représentations graphiques, dont le tracé de lignes brisées sur l'échiquier. Cet usage de la ligne brisée admet des ramifications dans les récréations mathématiques, l'art ornemental et la littérature.

Ligne brisée et raisonnement par l'absurde : les exemples des propositions I.14 et I.27 des *Éléments*

La ligne brisée : un objet non défini dans le corpus euclidien

Points, lignes et surfaces constituent des objets fondamentaux dans les sciences mathématiques, comme en attestent les premières définitions sur lesquelles s'ouvre le Livre I des *Éléments* d'Euclide[8].

Dans le corpus euclidien, un point est défini négativement, comme ce qui est dépourvu de partie. Une ligne est pour sa part conçue comme une longueur sans largeur. Elle ne comporte donc qu'une dimension. Une surface admet une longueur et une largeur. Euclide introduit ensuite des liens entre ces objets fondamentaux que sont le point, la ligne et le plan. La définition 3 énonce ainsi que les limites d'une ligne sont des points et la définition 6 que les limites d'une surface sont des lignes (Euclide, 153 et 156). Deux grands types de lignes sont introduits : la ligne droite – définition 4 – et la circonférence – définition 15 sur la figure du cercle (154 et 162)[9]. Le corpus euclidien décrit également divers agencements de lignes droites. Un angle plan – définition 8 – est ainsi envisagé comme « l'inclinaison, l'une sur l'autre, dans un plan, de deux lignes qui se touchent l'une l'autre et ne sont pas placées en ligne droite » (158)[10]. Quant aux figures rectilignes, par exemple les figures polygonales, elles sont « contenues par des droites ». Autrement dit, elles sont délimitées par une série de lignes droites.

[8] *Les Éléments* constituent l'un des rares textes de l'époque hellénistique dont des copies sont parvenues jusqu'à nous. Mis à part quelques fragments de papyri situés entre le Ier siècle avant J.-C. et le IIIème siècle après J.-C., on dispose pour l'essentiel de manuscrits échelonnés entre le IXème et le XIIème siècle, lesquels comportent des figures ou des diagrammes.

[9] Dans son commentaire de la définition 4, B. Vitrac souligne que « Le présent énoncé introduit la seule espèce de lignes qu'Euclide décide de distinguer bien que la définition du cercle fasse intervenir une autre sorte de ligne : la circonférence ».

[10] Notons à la suite de B. Vitrac qu'un angle est une notion ambiguë dans le corpus euclidien, puisqu'il peut désigner une relation, i.e. une inclinaison entre deux lignes droites, une qualité – être rectiligne, c'est-à-dire droit, ou non – ou une grandeur.

Ces indications appellent deux commentaires. En premier lieu, le privilège accordé aux lignes droites et au cercle traduit l'importance de la règle et du compas en géométrie plane. En second lieu, la notion de « ligne brisée » n'est pas thématisée en tant que telle dans le corpus euclidien[11]. Par exemple, un angle n'est pas considéré comme une ligne que l'on brise, mais comme l'inclinaison de deux lignes droites ayant une extrémité en commun. L'opération ou l'action qui consisterait à « briser » une ligne droite reviendrait à lui assigner une autre direction. Or, ce type de manipulation n'est pas évoqué dans les principes qui viennent baliser le corpus euclidien. En outre, la ligne brisée n'est pas du tout définie par Euclide.

Ligne brisée et raisonnement par l'absurde : le cas de la proposition I.14

Comme l'a cependant rappelé D. Rabouin, plusieurs propositions issues du premier livre des *Éléments* sont accompagnées de « diagrammes »[12] impliquant des lignes brisées. C'est notamment le cas des propositions I.14 et I.27, que nous analyserons ci-après. Ce fait appelle trois questions : (a) quel est le statut de tels diagrammes ? (b) quels sont les indices textuels qui incitent le lecteur à imaginer droites des lignes qui sont brisées sur le papier – ou inversement – ? (c) Quel lien ces diagrammes entretiennent-ils avec le type de raisonnement alors mené, que l'on appelle réduction à l'absurde ou à l'impossible ?

Tout d'abord, ce type de raisonnement indirect est massivement utilisé dans les *Éléments* : comme le note B. Vitrac (*Les démonstrations par l'absurde...*), des arguments par l'absurde ou indirects sont en effet mobilisés dans les démonstrations de 136 propositions sur un total de 465 dans l'édition Heiberg des *Éléments*. Ces arguments peuvent intervenir localement au cours de la démonstration, concerner une partie de la proposition à démontrer ou la viser dans sa globalité. Les réductions à l'absurde sont de plus parfaitement codifiées dans les *Éléments*.

Dans la proposition 14 du livre I, *Euclide* prouve l'implication suivante : si deux droites forment avec une troisième droite des angles adjacents égaux à deux droits – i.e. dont la somme forme un angle plat –, alors ces deux droites sont alignées. Dans le diagramme qui accompagne cette proposition, les trois droites en question sont *CB*, *BA* et *BD*, les angles adjacents – c'est-à-dire

[11] Dans ses commentaires aux *Éléments*, B. Vitrac montre que la notion d'angle est étroitement associée à celle de ligne brisée chez Aristote, ce qui n'est pas le cas dans le corpus euclidien (159, note 47).

[12] Il existe une importante littérature sur les diagrammes dans le corpus euclidien. Pour une approche historique renouvelée sur cette thématique, on pourra se référer à K. Saito et N. Sidoli, lesquels proposent une étude comparée des représentations diagrammatiques issues de divers manuscrits médiévaux des *Éléments* d'Euclide. Il s'agit alors de déterminer dans quelle mesure ces diagrammes reflètent des pratiques anciennes ou sont le résultat de traditions attachées aux manuscrits médiévaux.

qui ont un côté en commun – sont *CBA* et *ABD*[13] et l'objectif est donc d'établir que les droite *CB* et *BD* sont alignées.

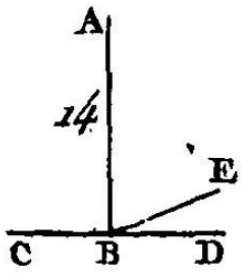


Figure 3 – Diagramme accompagnant la proposition I.14 des *Éléments d'Euclide*, trad. F. Peyrard (1804), planche 1, figure 14.

Pour démontrer cette proposition, Euclide suppose que ces droites ne sont pas alignées, ce qui constitue l'étape d'initialisation du raisonnement par l'absurde. Il demande ainsi au lecteur d'imaginer l'existence d'une nouvelle droite *BE*, distincte de *BD*, qui serait alignée avec *CB*.
En utilisant des égalités et inégalités entre les angles formés par les droites qu'il s'est données, Euclide démontre qu'il est en fait impossible que les droites *CB* et *BE* soient alignées : elles forment donc une ligne brisée. En effet, au vu des hypothèses sur *BE*, l'angle *ABE* devrait à la fois être égal à et plus petit que l'angle *ABD*, ce qui est impossible. Euclide généralise ensuite son raisonnement : ce qui est vrai de *BE* l'est de toutes les autres droites partant de *B* et distinctes de *BD*. Pour le dire autrement, il établit l'alignement entre *CB* et *BD* en démontrant par l'absurde que, *dans tous les autres cas*, on aurait des lignes brisées. Ainsi, bien que le motif de la ligne brisée ne soit pas un objet mathématique bien défini dans le corpus euclidien, il intervient malgré tout à titre transitoire dans certains arguments par l'absurde, pour souligner une contradiction.
Notons que l'interprétation du diagramme qui accompagne la proposition I.14 n'est pas évidente (Euclide, 117). On sait seulement que les angles *CBA* et *ABD* sont égaux à deux droits et l'on doit prouver que les droites *CB* et *BD* sont alignées. Le diagramme « montre » une situation d'alignement entre *CB* et *BD* ; cet alignement est cependant en attente de démonstration et le diagramme ne fait donc sens qu'en *parcourant* les étapes du raisonnement. La même chose prévaut pour *BE* : on doit d'abord s'imaginer que *CB* et *BE* sont alignées – comme le veut l'initialisation du raisonnement par l'absurde, même si le diagramme nous montre une ligne brisée, c'est-à-dire deux droites non alignées. Dès lors, quelle fonction peut-

[13] Nous utilisons ici une notation modernisée et simplifiée pour désigner les angles géométriques.

on prêter à ce type de diagramme, dans lequel il faut se représenter le contraire de ce que l'on voit ? À notre sens, il permet de repérer la contradiction qui découle de la supposition selon laquelle *CB* et *BD* ne seraient pas alignées. En effet, le diagramme permet de visualiser que l'angle *ABE* est contenu dans l'angle *ABD*. Pour cette raison, l'angle *ABE* est plus petit que l'angle *ABD*. Or, l'hypothèse absurde qui marque le début de ce raisonnement indirect entraînerait leur égalité.

L'exemple de la proposition I.27 et des enseignements plus généraux

Pour montrer que ce phénomène n'est pas propre à la proposition I.14, D. Rabouin étudie un second exemple, également issu du Livre I des *Éléments*. Il s'agit de la proposition I.27, qui fait partie d'un groupe de propositions portant sur le parallélisme entre des droites[14]. La situation est la suivante : on se donne deux droites, *AB* et *CD*, ainsi qu'une troisième droite *EF* qui les rencontre aux points *E* et *F*. Si les angles *AEF* et *EFD* – qu'on appelle alternes-internes – sont égaux, alors les droites *AB* et *CD* seront parallèles. Il s'agit une nouvelle fois de mener un raisonnement par l'absurde. Euclide suppose donc qu'*AB* et *CD* ne sont pas parallèles. Si on les prolongeait en *ligne droite*, alors elles se rencontreraient, soit « du côté où sont *B* et *D* », soit « du côté où sont *A* et *C* ». Euclide traite le premier cas de figure, le raisonnement étant semblable dans le second cas. Le diagramme qui accompagne le raisonnement pose une nouvelle fois plusieurs difficultés d'interprétation.

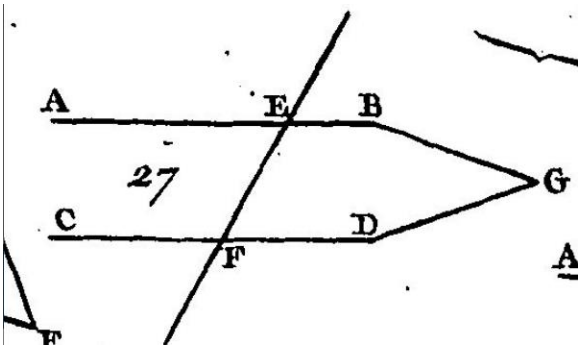


Figure 4 – Diagramme accompagnant la proposition I.27 des *Éléments d'Euclide*, trad. F. Peyrard (1804), planche 1, figure 27.

Il faut en effet imaginer que l'on a prolongé *AB* (du côté où est *B*) et *CD* (du côté où est *D*) en ligne droite, jusqu'à ce qu'elles se rencontrent au point *G*. Or, pour représenter ceci graphiquement, *Euclide choisit de briser ces deux lignes* (ici aux points *B* et *D*), ce qui signifie

[14] Il s'agit essentiellement des propositions I. 27 à I. 34, situées aux pages 248 à 262 du volume I de l'édition constituée par M. Caveing et B. Vitrac.

qu'une nouvelle direction leur est assignée afin qu'elles se rejoignent sur le papier. Ceci fait, on doit donc supposer que, dans le triangle *EGF*, le point *B* appartient au côté *EG* et le point *D* au côté *FG*. Par hypothèse, les angles *AEF* et *EFD* sont égaux. Or, d'après la proposition 16, dans tout triangle (ici *EGF*), un côté étant prolongé (ici *EG* étant prolongé en *A*), alors l'angle extérieur *AEF* est forcément plus grand que les angles intérieurs opposés (ici les angles *EGF* et *EFG*). Ceci contredit l'égalité entre les angles *AEF* et *EFD*, admise en hypothèse.

Les cas présentés dans les propositions I.14 et I.27 admettent plusieurs points communs. Les diagrammes proposés dans les copies qui sont parvenues jusqu'à nous ainsi que dans les traductions n'ont pas pour seule fonction d'accompagner les étapes des démonstrations euclidiennes. Ils supposent un travail d'interprétation et de distinction entre ce que l'on voit (des lignes brisées) et ce que l'on doit imaginer (des lignes droites), ou inversement. D. Rabouin note tout d'abord que ces configurations peuvent être appréhendées de deux manières distinctes : une imagination géométrique qui nous permet d'envisager que deux droites sont en situation d'alignement, alors qu'elles forment une ligne brisée sur le papier – ou inversement – ; une raison discursive susceptible d'analyser de telles configurations et de repérer grâce à elles la contradiction permettant de conclure que la proposition de départ est vraie. D. Rabouin souligne par ailleurs que ces types de diagrammes ne peuvent pas être conçus comme des figures ou des collections de figures – si l'on entend par figure la représentation fidèle d'un objet géométrique donné. En effet, les lignes brisées qui interviennent dans la proposition 27 pour former le triangle *EGF* ne signifient pas qu'il existe quelque chose comme ce triangle. De manière plus remarquable, l'intervention de lignes brisées dans les diagrammes qui accompagnent tant la proposition 14 que la proposition 27 suggère que *l'hypothèse de départ et l'étape d'initialisation du raisonnement par l'absurde ne peuvent pas coexister*. La ligne brisée n'est donc ni une figure ni un objet mathématique, *mais l'indicateur d'une contradiction* au sein d'une représentation diagrammatique, laquelle ne fait sens qu'en fonction du texte qu'elle accompagne et de la démonstration qu'il s'agit de mener.

L'itération des lignes brisées pour appréhender des résultats contre-intuitifs

Ligne brisée et distinction entre continuité et dérivabilité

Dans l'étude des courbes, le motif de la ligne brisée apparaît au premier abord comme *un cas exceptionnel* : en un point où une courbe comporte une brisure ou une cassure, il ne saurait y

avoir de tangente bien définie[15], ce qui traduit le fait que l'opération de dérivabilité ne peut pas y être pratiquée. En réalité, le motif de la ligne brisée constitue un élément déterminant pour appréhender *intuitivement* la distinction entre les propriétés fondamentales de continuité et de dérivabilité. Entre le milieu du XVIIIème siècle et les deux premiers tiers du XIXème siècle, de nombreux travaux ont eu pour objectif de préciser les définitions des propriétés de continuité et de dérivabilité, notamment grâce au concept de limite[16]. À la fin du XIXème siècle et au début du XXème siècle, la distinction entre continuité et dérivabilité constitue un thème récurrent dans le cadre de discussions sur la place de l'intuition dans la pratique et l'enseignement des sciences mathématiques, comme en attestent certains textes très classiques de Felix Klein et d'Henri Poincaré[17]. Ici, la figure de la ligne brisée permet de rappeler un fait très élémentaire : son tracé demeure ininterrompu, ce qui traduit grossièrement une propriété de continuité ; en revanche, elle n'admet pas de tangente en les points où elle se brise. Reste à savoir si ce phénomène de continuité sans dérivabilité est *marginal*, i.e. s'il ne s'observe qu'en quelques points isolés d'une courbe donnée, ou s'il peut devenir *global*.

Les fonctions de Weierstrass sont à ce titre remarquables par le fait qu'elles sont partout continues et nulle part dérivables[18]. Le mathématicien allemand Karl Weierstrass (1815-1897) exerce à partir de 1856 à l'Université de Berlin[19] et fait partie des principaux acteurs ayant contribué, au cours du XIXème siècle, à rendre rigoureuse l'analyse entendue comme l'étude des fonctions d'une variable réelle. En juillet 1872, il présente officiellement à l'Académie de Berlin une classe de fonctions d'une variable réelle, partout continues et nulle part dérivables, contredisant ainsi l'intuition, que l'on retrouve par exemple dans un mémoire d'André-Marie Ampère de 1806, selon laquelle une fonction continue serait en général dérivable, sauf à la rigueur en quelques points isolés. Il s'agit d'une fonction « pathologique »[20], en raison de son caractère contre-intuitif, mais aussi parce qu'elle met en défaut un énoncé tenu faussement pour

[15] De manière grossière, une tangente à une courbe donnée ne la touche qu'en un seul point. Plus rigoureusement et de façon modernisée, on se donne deux points $M(t_0)$ et $M(t)$ sur une courbe. Si elle existe, la tangente à cette courbe en $M(t_0)$ correspond à la position limite de la droite $(M(t_0), M(t))$ lorsque t tend vers t_0.

[16] On pourra se référer à ce propos à l'étude minutieuse de Christian Gilain sur le cours d'analyse professé par Augustin Louis Cauchy entre 1815 et 1830 à l'École polytechnique.

[17] Il existe une littérature secondaire très importante sur ces questions. Voir par exemple les travaux de Jeremy Gray indiqués dans la bibliographie.

[18] Comme l'a établi K. Volkert (221-225), le mathématicien germanophone Bernard Bolzano et le mathématicien genevois Charles Cellérier ont établi, respectivement dans les années 1830 et 1860, l'existence de fonctions partout continues, nulle part dérivables, sans publier leurs résultats. Dans son allocution de 1872, Weierstrass souligne qu'en 1861, son collègue de Göttingen Bernard Riemann avait établi l'existence d'une fonction continue, dérivable en de rares points.

[19] Voir à ce propos P. Dugac.

[20] Sur les fonctions « pathologiques », on pourra se référer à K. Volkert. Comme le souligne ce dernier (p. 226), le mathématicien Paul du Bois-Reymond utilise en 1882 un synonyme de « pathologique » pour qualifier la classe de fonctions introduites par Weierstrass en 1872.

général. L'article de Weierstrass n'est accompagné d'aucune représentation graphique et le raisonnement aboutissant à ce résultat s'exprime de manière purement analytique. Le motif de la ligne brisée permet cependant d'appréhender les premières étapes dans la construction de courbes qui, à l'instar des fonctions de Weierstrass, sont partout continues tout en n'admettant de tangente nulle part. Pour le dire autrement, on peut appréhender intuitivement ces fonctions pathologiques *en itérant à l'infini la figure de la ligne brisée*.

La courbe de Koch : un exemple intuitif de courbe sans tangente

Le travail du mathématicien suédois Helge von Koch (1870-1924) donne justement un exemple de cela. Koch compte parmi les élèves de Gösta Mittag-Leffler et il se situe dans le prolongement de travaux développés par Henri Poincaré sur les équations différentielles[21]. En 1905, Koch devient professeur à l'institut technologique royal de Stockholm, avant de prendre en 1911 la succession de Mittag-Leffler à l'Université de Stockholm. La contribution de Koch que nous souhaiterions commenter est intitulée « Sur une courbe continue sans tangente obtenue par une construction géométrique élémentaire ». Elle est communiquée par Mittag-Leffler et Karl Bohlin à l'Académie des sciences de Stockholm le 12 octobre 1904[22]. L'objectif de cette contribution figure dans le titre même : Koch propose une construction géométrique élémentaire, permettant d'appréhender intuitivement l'existence de courbes continues qui n'admettent de tangente en aucun point. Il décrit cette courbe dans la perspective de « l'enseignement des principes fondamentaux de l'analyse et de la géométrie » (682) ; les finalités didactiques de ce texte sont donc explicites et revendiquées par l'auteur.

Au début de cet article, Koch oppose deux points de vue : le premier, qui est fondé sur une représentation visuelle des courbes, a eu pour conséquence d'induire les mathématiciens en erreur, en leur faisant croire qu'une courbe admet partout une tangente, sauf à la rigueur en certains points isolés. Koch ajoute à cet effet que « plusieurs géomètres éminents ont essayé de consolider cette opinion, fondée sans doute sur la représentation graphique des courbes, par des raisonnements logiques » (681). Koch mentionne en particulier le mémoire d'Ampère de 1806. Ce dernier estime alors qu'une fonction est en général dérivable « à l'exception de certaines valeurs particulières et isolées de x » (149). La continuité privée de dérivabilité demeurait ainsi

[21] Pour plus de détails sur l'internationalisation des sciences mathématiques en Suède autour de la figure de Gösta Mittag-Leffler, on pourra se référer aux travaux de L.E. Turner. Le chapitre 5 de cette thèse est particulièrement éclairant pour documenter l'école qui se constitue alors autour de Mittag-Leffler. Un bilan des publications de Koch est également donné à la page 98. Il existe une importante correspondance entre Mittag-Leffler et Poincaré, éditée à la fin des années 1990 par Philippe Nabonnand. L'intérêt de Koch pour les travaux de Poincaré n'est ainsi pas surprenant.

[22] H. Koch (681).

très exceptionnelle aux yeux d'Ampère. À ce premier point de vue, qui se fonde sur des représentations graphiques et débouche sur une généralisation abusive, Koch oppose une démarche purement analytique, qui conduit à définir abstraitement des classes de fonctions partout continues, nulle part dérivables. Koch associe la figure de Weierstrass à ce second point de vue et il déplore qu'aucune représentation géométrique ne vienne concrétiser ce résultat parfaitement rigoureux.

On aurait donc d'un côté des représentations graphiques motivant des extrapolations logiques infondées, de l'autre des formules analytiques rigoureuses, mais dépourvues de substrat géométrique. Koch souhaite dépasser cette opposition et montrer que l'on peut appréhender géométriquement les résultats de Weierstrass et les rendre accessibles dans les enseignements. Ce faisant, il s'inscrit en faux contre l'argument de Poincaré selon lequel les fonctions pathologiques seraient étroitement associées à la logique et à la rigueur ; aux yeux de Poincaré, elles n'auraient aucun contenu intuitif et, pour cette raison, il serait contre-productif de les présenter d'emblée dans un contexte d'enseignement[23].

Plus profondément, Koch entend questionner l'opposition entre « géomètres » et « analystes » telle qu'elle figure dans d'autres réflexions philosophiques de Poincaré. En effet, lors du deuxième congrès international des mathématiciens qui a lieu à Paris en 1900, Poincaré prononce une conférence intitulée « Du rôle de l'intuition et de la logique en mathématiques »[24]. Il y distingue deux figures de mathématiciens : les géomètres d'une part, les analystes d'autre part, qui ne partageraient pas les mêmes méthodes en raison de la « nature de leur esprit ». Ces deux figures seraient complémentaires et « également nécessaires aux progrès de la Science » (118). En outre, pour montrer que l'intuition – au sens d'une intuition géométrique fondée sur des représentations graphiques – « ne peut nous donner la rigueur, ni même la certitude » (118), Poincaré s'appuie sur l'exemple des fonctions partout continues, nulle part dérivables de Weierstrass : « Nous savons qu'il existe des fonctions continues dépourvues de dérivées. Rien de plus choquant que cette proposition qui nous est imposée par la logique » (118-119). Il explique ensuite pourquoi l'intuition géométrique nous empêche de concevoir des courbes qui seraient dépourvues de tangentes. D'après la liste des participants au

[23] Dans *La logique et l'intuition dans la mathématique...* (159), H. Poincaré indique : « Or, si la logique doit être notre seul guide dans les questions d'enseignement, c'est évidemment par les fonctions les plus bizarres qu'il faut commencer. C'est le débutant qu'il faut d'abord familiariser avec ce musée tératologique. Faute de l'avoir fait, on n'atteindra jamais la rigueur, ou on ne l'atteindra que par étapes.
Voilà à quoi la logique absolue voudrait nous condamner ; devons-nous lui faire ce sacrifice ? Telle est la question à laquelle, pour mon compte, je n'hésite pas à répondre non ».

[24] Cette conférence est publiée en 1902. L'allocution de Poincaré est suivie d'une conférence de Mittag-Leffler au cours de laquelle sont divulgués certains extraits de lettres de Weierstrass à Sofia Kovalevskaïa.

deuxième congrès international des mathématiciens, nous savons que Koch y a participé et qu'il a très vraisemblablement assisté à la conférence de Poincaré.

Dans son article de 1904, Koch propose de dépasser cette opposition entre analyse et géométrie, telle qu'elle figure par exemple dans le discours de Poincaré. On peut même dire plus : Koch prend le contre-pied de Poincaré puisqu'il décrit les premières étapes dans la construction d'une courbe qui serait partout continue, mais n'admettrait de tangente nulle part. Il précise en effet s'être demandé « si l'on pouvait trouver une courbe sans tangente où l'apparence géométrique fût en accord avec le fait dont il s'agit ». Puis il ajoute : « La courbe que j'ai trouvée et qui fait l'objet de l'étude suivante est définie par une construction géométrique, suffisamment simple, je crois, pour que tout le monde puisse pressentir, déjà par "l'intuition naïve", l'impossibilité d'une tangente déterminée » (682). Koch emprunte la notion d'intuition naïve au mathématicien allemand Felix Klein – l'un des principaux contributeurs au rayonnement international des sciences mathématiques à l'Université de Göttingen entre la fin du XIXème siècle et la première décennie du XXème siècle. Klein participe en 1893 au congrès de mathématiques et d'astronomie tenu dans le cadre de la *World's Columbian Exposition* de Chicago[25]. Il donne à cette occasion une série de douze leçons à l'Université d'Evanston, la sixième étant consacrée à l'intuition de l'espace. Klein y distingue une intuition naïve, qui n'est pas exacte, et une intuition raffinée, qui est issue du développement logique d'une série d'axiomes bien définis. Il montre en particulier que l'intuition naïve peut nous induire en erreur en nous suggérant l'existence d'une tangente en chaque point d'une courbe[26]. Koch se distancie ici clairement de Klein, en montrant qu'il est possible d'appréhender des types de courbes qui n'admettent de tangentes en aucun point, *en partant d'une intuition grossière ou naïve*.

Voici comment il procède. Il se donne un segment *AB*, qu'il divise en trois parties égales, en plaçant les points *C* et *E* entre les points *A* et *B*. On a donc $AC = CE = EB$. Il construit ensuite un triangle équilatéral *CDE*, de base *CE*. Il résulte de ceci une « ligne brisée *ACDEB* » (p. 684). Il note Ω l'opération qui consiste à passer du segment *AB* à la ligne brisée *ACDEB*. Les segments *AC*, *CD*, *DE* et *EB* sont tous d'égale longueur par construction.

[25] K. Parshall et D. Rowe soulignent à ce propos : « Klein viewed the [Chicago] Mathematics Congress not only as a superb chance for the German Reich to demonstrate its growing dominance in his field but also as a golden opportunity for him to solidify his reputation as the leading representative of German mathematics » (64).

[26] On peut notamment lire à la page 39 : « The naïve intuition […] was especially active during the period of the genesis of the differential and integral calculus. Thus, we see that Newton assumes without hesitation the existence, in every case, of a velocity in a moving point, without troubling himself with the inquiry whether there might not be continuous functions having no derivative ».

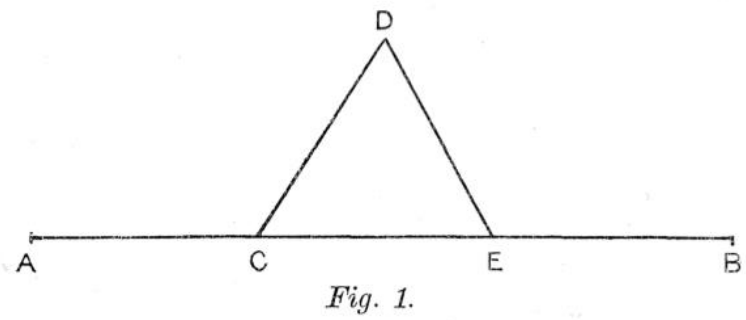


Figure 5 – Figure illustrant les toutes premières étapes dans la construction de la courbe de Koch, H. von Koch, (684).

Il s'agit ensuite de répéter indéfiniment cette opération, ce qui signifie de diviser chacun des quatre segments précédemment listés en trois parties égales et de construire un triangle équilatéral ayant pour base la partie centrale. Autrement dit, la prochaine étape consiste à remplacer les segments *AC*, *CD*, *DE* et *EB* par des lignes brisées ayant exactement *la même forme* que la ligne brisée *ACDEB*.

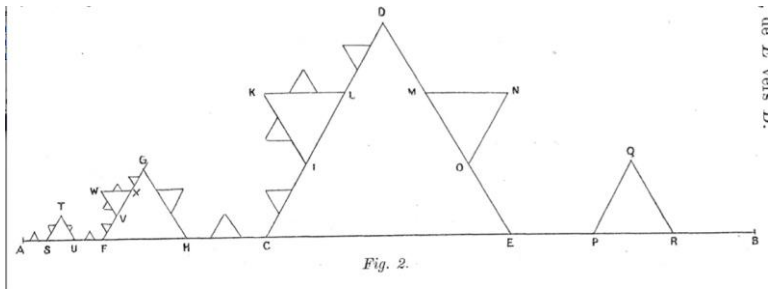


Figure 6 – Figure illustrant les étapes ultérieures dans la construction de la courbe de Koch, H. von Koch, (685).

Ainsi, Koch note P_1 « la droite primitive » *AB*, P_2 la ligne brisée *ACDEB*, etc., avant d'ajouter : « quand *n* croît indéfiniment, P_n tend vers une courbe continue *P* qui ne possède, en aucun point, de tangente déterminée » (685). L'intuition naïve suffit aux yeux de Koch pour appréhender les premières étapes de cette construction, qui implique de remplacer des segments donnés par des lignes brisées définies comme ci-dessus. Koch parvient donc à fournir un exemple de courbe dont la *représentation graphique* approchée ne contredit pas l'*analyse logique* qui en sera faite. Ce faisant, il montre grâce au motif de la ligne brisée que l'intuition géométrique peut être en accord avec le résultat de Weierstrass sur les fonctions partout continues, nulle part dérivables.

Les courbes de Peano et de Hilbert : entre rigueur analytique et intuition géométrique

Un autre exemple, à peu près contemporain de celui de Koch, permettra de souligner l'intérêt mathématique que revêt l'itération du motif de la ligne brisée : le mathématicien italien Giuseppe Peano définit en 1890 un type particulier de courbe qui remplit un carré tout entier, c'est-à-dire qui « passe par tous les points » de ce carré (157). Il établit de fait l'existence d'une surjection continue du segment unité vers le carré plein unité[27]. Cette première publication n'est assortie d'aucune illustration, mais l'on comprend que ce type de courbe est la limite d'une suite de lignes brisées – ou lignes polygonales. Nous ne reviendrons pas ici sur le détail de la construction proposée par Peano qui dépasse de loin l'objectif du présent article.

En 1891, le mathématicien David Hilbert s'appuie sur une procédure élémentaire qui lui permet de représenter graphiquement les premières étapes dans la construction d'une courbe très semblable à celle envisagée par Peano un an plus tôt. Là encore, on peut comprendre assez aisément qu'en répétant indéfiniment ces étapes, on obtient une courbe qui remplit un carré tout entier. En effet, Hilbert se sert d'une *intuition géométrique*, fondée sur le motif de la ligne brisée, pour appréhender le résultat au premier abord contre-intuitif de Peano. Hilbert, qui exerce alors en qualité de *Privatdozent* à l'Université de Königsberg, partage avec le mathématicien Hermann Minkowski un même intérêt pour l'intuition spatiale ou l'intuition géométrique [*geometrische Anschauung*][28]. Ce court article porte témoignage de ce fait :

> Peano a récemment montré de manière purement arithmétique dans les *Mathematische Annalen* comment l'on pouvait appliquer les points d'une ligne sur les points d'un morceau de surface. Les fonctions requises pour une telle application peuvent être construites de manière plus simple en s'appuyant sur l'intuition géométrique suivante. Divisons en premier lieu la ligne à appliquer – par exemple un segment de longueur 1 – en quatre parties égales 1, 2, 3, 4 et divisons le morceau de surface, que nous supposerons être un carré de côté 1, en 4 carrés égaux 1, 2, 3, 4 en traçant deux droites perpendiculaires. En second lieu, divisons une nouvelle fois chacun des segments 1, 2, 3, 4 en quatre parties égales, de façon à obtenir 16 segments ; divisons dans le même temps chacun des 4 carrés 1, 2, 3, 4 en quatre carrés égaux et assignons les nombres 1, 2, …, 16 aux 16 carrés ainsi obtenus, de façon à ce que chaque carré suivant ait un côté en commun avec le carré précédent. (459) [29].

[27] « Dans ma Note, on démontre qu'on peut établir d'un côté l'uniformité et la continuité, c'est-à-dire, aux points d'une ligne on peut faire correspondre les points d'une surface, de façon que l'image de la ligne soit l'entière surface, et que le point sur la surface soit fonction continue du point de la ligne. Mais cette correspondance n'est pas univoquement réciproque (…) », ce qui revient à dire dans les termes actuels que cette correspondance n'est pas bijective, n'étant pas injective. (Peano, 160)

[28] Voir à ce propos les travaux de S. Gauthier. Dans le chapitre premier de sa thèse, S. Gauthier revient de manière récurrente sur l'amitié qui lie Minkowski à Hilbert et sur la place et les fonctions que joue l'intuition géométrique dans les travaux de Minkowski en géométrie des nombres.

[29] Traduction personnelle. Voici la citation originale : « Peano hat kürzlich in den Mathematischen Annalen durch eine arithmetische Betrachtung gezeigt, wie die Punkte einer Linie stetig auf die Punkte eines Flächenstückes abgebildet werden können. Die für eine solche Abbildung erforderlichen Functionen lassen sich in übersichtlicherer Weise herstellen, wenn man sich der folgenden geometrischen Anschauung bedient. Die abzubildende Linie – etwa eine Gerade von der Länge 1 – theilen wir zunächst in 4 gleiche Theile 1, 2, 3, 4 und das Flächenstück, welches wir in der Gestalt eines Quadrates von der Seitenlänge 1 annehmen, theilen wir durch zwei zu einander senkrechte Gerade in 4 gleiche Quadrate 1, 2, 3, 4 wiederum in 4. Gleiche Theile, so dass wir

La figure de la ligne brisée, qui se complexifie à chaque étape de cette construction, passe par les centres de chacun des carrés ainsi obtenus et permet de comprendre l'existence d'une application continue surjective d'un segment unité vers un carré de côté l'unité.

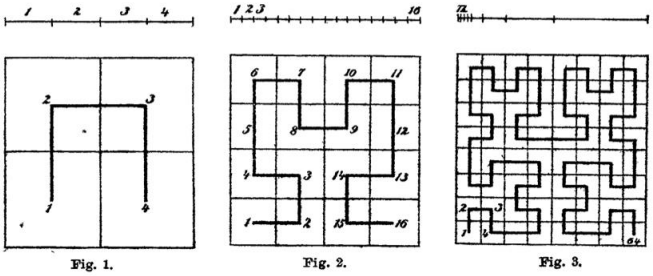


Figure 7 – Les trois premières étapes présentées par David Hilbert dans la construction d'une courbe passant par tous les points d'un carré, D. Hilbert (459).

Le procédé est ici semblable à celui adopté par Koch. Il faut imaginer que la suite de lignes brisées tend à l'infini vers une courbe qui remplit le carré tout entier.

Au final, les deux exemples que nous venons d'analyser, à savoir la courbe de Koch, ainsi que les courbes de Peano et de Hilbert, nous permettent d'aboutir au résultat suivant : l'itération du motif de la ligne brisée permet d'appréhender intuitivement des résultats au premier abord contre-intuitifs : l'existence de courbes partout continues qui n'admettent de tangente en aucun point ; l'existence d'application continues surjectives permettant de montrer qu'une ligne peut recouvrir entièrement un morceau de surface.

Les lignes brisées et la polygraphie du cavalier

La polygraphie du cavalier comme problème de situation dans les textes mathématiques (1750-1850)

La ligne brisée peut également être mobilisée pour résoudre le problème du cavalier ou polygraphie du cavalier, dans le contexte des jeux d'échecs. Il s'agit de déplacer un cavalier sur un échiquier, de manière à ce qu'il passe une et une seule fois sur chaque case. Ce problème est associé à un important corpus de textes, notamment à partir du second XIXème siècle. De nombreuses généralisations et variantes y sont étudiées. Il s'agit alors de faire varier le nombre de cases, la forme de l'échiquier, d'imposer des contraintes de symétrie sur le parcours du cavalier ou d'inventorier les solutions possibles associées à une situation donnée. Plus

auf der Geraden die 16 Theilstrecken 1, 2, 3, …, 16 erhalten ; gleichzeitig werde jedes der 4 Quadrate 1, 2, 3, 4 in 4 gleiche Quadrate getheilt und den so entstehenden 16 Quadraten werden dann die Zahlen 1, 2, …, 16 eingeschrieben, wobei jedoch die Reihenfolge der Quadrate so zu wählen ist, dass jedes folgende Quadrat sich mit einer Seite an das vorhergehende anlehnt ».

généralement, les problèmes d'échiquiers (sous la forme de récréations mathématiques et de parties d'échecs remarquables ou à résoudre) font l'objet de nombreux traités et articles dans des publications périodiques à partir du second XVIIIème siècle, vraisemblablement en lien avec ce qu'I. Gros appelle la « relance de l'imaginaire du jeu d'échecs » (131). Ainsi, un traité de François-André Danican Philidor (1726-1795) est consacré en 1749 à l'étude rationnelle des jeux d'échecs et il connaît un grand succès. De plus, nombre de joueurs d'échecs renommés se réunissent alors régulièrement dans les cafés et attirent des philosophes comme Voltaire ou Rousseau. En 1759, le problème du cavalier fait d'ailleurs l'objet d'un prix de l'Académie de Berlin. La même année, Leonhard Euler (1707-1783) présente un mémoire sur ce sujet. Il représente les parcours du cavalier en numérotant les cases selon l'ordre de passage du cavalier : la case de départ est affectée du numéro 1, la case suivante du numéro 2 et ainsi de suite. Dans cette « Solution d'une question curieuse qui ne paraît soumise à aucune analyse », il propose plusieurs chemins solutions pour un échiquier carré de 64 cases, les uns étant fermés[30], les autres ouverts. Il souligne les propriétés remarquables de symétrie que comportent certains parcours, puisqu'ils peuvent par exemple être symétriques par rapport au centre de l'échiquier. Il étudie également le problème du cavalier pour des échiquiers de tailles et de formes diverses, montrant par exemple que le problème n'a pas de solution pour des échiquiers carrés ayant respectivement 9 et 16 cases.

Alexandre-Théophile Vandermonde (1735-1796) introduit le motif de la ligne brisée pour résoudre le problème du cavalier dans son mémoire intitulé « Remarques sur les problèmes de situation », qui est présenté en 1771 à l'Académie royale des sciences de Paris. Vandermonde évoque d'emblée l'art du tissage et il montre que l'agencement des fils dans l'espace met en jeu non pas des rapports de grandeurs, mais des relations d'ordre et de situation (566). Pour décrire le parcours du cavalier, il place des épingles au centre de chaque case et il les relie au moyen d'un fil pour décrire le parcours du cavalier. Ce chemin forme une ligne brisée, ouverte ou fermée, qui peut comporter d'éventuelles symétries. Il fait d'ailleurs le lien entre l'art du tissage et le problème du cavalier :

> Faire parcourir au cavalier toutes les cases de l'échiquier sans passer deux fois sur la même, se réduit à déterminer une certaine trace du cavalier sur l'échiquier, ou bien, en supposant une épingle fixée au centre de chaque case, à déterminer le cours d'un fil passé une fois autour de chaque épingle, d'après une loi dont nous allons chercher l'expression. (568)

Vandermonde adopte une notation arithmétique constituée de deux nombres qui lui permet de décrire de manière univoque les positions des cases que parcourt le cavalier : un déplacement

[30] Dans les chemins fermés, la dernière case solution est éloignée de la case de départ d'un saut de cavalier : le choix de la case de départ du parcourt est donc indifférent.

du cavalier peut ainsi se traduire par une condition arithmétique entre les deux paires de nombres définissant les deux cases concernées (568-569). Une solution au problème du cavalier peut ainsi être représentée par une série de symboles décrivant les cases successivement parcourues, mais aussi par une ligne brisée sur l'échiquier (voir figure 8).

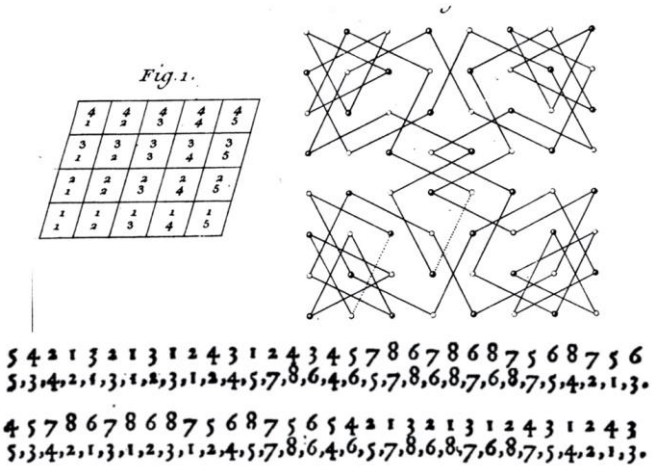


Figure 8 – En haut : figures 1 (notations pour chaque case de l'échiquier) et 5 (description d'un parcours du cavalier par une ligne brisée) du mémoire de Vandermonde. En bas : extrait de la page 572 du mémoire (description symbolique d'un parcours du cavalier).

Ces deux mémoires d'Euler et Vandermonde sont abondamment cités au XIXème siècle, notamment par des auteurs qui entendent contribuer au développement de la « géométrie de situation ». Ainsi, Louis Poinsot (1777-1855) rattache son « Mémoire sur les polygones et les polyèdres » (1810) à la géométrie de situation « parce qu'on y considère moins la grandeur et la proportion des figures, que l'ordre et la situation des divers élémens[31] qui les composent » (16). Aux yeux de Poinsot, les mémoires d'Euler et de Vandermonde sur le problème du cavalier constituent des textes fondateurs en géométrie de situation[32]. Divers articles mêlant géométrie de situation et problème du cavalier sont également publiés au cours des années 1840 et 1850 dans les *Nouvelles annales de mathématiques*, un journal destiné aux enseignants et candidats aux Écoles polytechnique et normale. La géométrie de situation implique alors d'articuler théorie des nombres, représentations géométriques discrètes et analyse combinatoire, avec un fort ancrage dans les récréations mathématiques[33].

[31] Lire « éléments ».
[32] Dans le cadre de ses travaux sur l'histoire des graphes chez D. König, M. Wate-Mizuno analyse également les diagrammes utilisés par Vandermonde et les liens avec le mémoire de Poinsot.
[33] Sur la géométrie de situation, voir notamment le chapitre 10 de la thèse d'A.-M. Décaillot et le texte de J. Boucard (88-92).

Polygraphies du cavalier dans les journaux mathématiques et les récréations mathématiques (1870'-1930')

Plus tardivement, d'autres articles traitant du problème du cavalier paraissent dans les *Nouvelles annales*, mais sans lien direct avec la géométrie de situation. C'est le cas de Désiré André qui, en 1874, envisage le problème du cavalier comme une application possible d'une méthode combinatoire, ou encore de l'étudiant allemand Fritz Hoffman qui, en 1886, associe chaque déplacement possible du cavalier à un nombre complexe, avant de représenter les parcours du cavalier par des lignes brisées.

Des études sur le problème du cavalier sont également publiées dans des journaux dits académiques. En 1874, le mathématicien italien Paolo Volpicelli (1804-1879) présente une note sur le problème du cavalier à l'Académie des sciences de Paris. Toute une série d'articles mobilise également le parcours du cavalier dans le *Bulletin de la Société mathématique de France* entre 1877 et 1881. Le problème y est traité par diverses méthodes : alors que Camille Flye Sainte-Marie numérote son échiquier et décrit textuellement des parcours polygonaux, Ernest Laquière propose des « diagrammes symboliques » (134) articulant numéros et lignes brisées. Le problème du cavalier fait ainsi l'objet de divers traitements mathématiques, certains incluant le motif de la ligne brisée.

L'Association française pour l'avancement des sciences (AFAS), qui est fondée en 1872 pour contribuer à la diffusion des sciences, constitue un lieu de discussion et de circulation de problèmes relevant des récréations mathématiques[34], dont le problème du cavalier. Par exemple, le général Parmentier présente des communications sur le saut du cavalier entre 1890 et 1892. Le mathématicien Édouard Lucas (1842-1891)[35], qui compte parmi les membres de l'AFAS, apparaît ici comme le cas le plus remarquable, en raison du nombre et de la diversité de textes qu'il consacre à ce problème. Lucas est représentatif d'une communauté d'acteurs qui produisent alors des mathématiques à la jonction entre la théorie des nombres, l'analyse combinatoire et les récréations mathématiques, en mobilisant une variété de représentations graphiques[36]. La figure de l'échiquier et le problème du cavalier jouent un rôle fondamental dans les travaux de Lucas, comme en atteste par exemple le chapitre sur la géométrie de situation qui est issu de sa *Théorie des nombres* (1891). Il introduit alors une formule arithmétique qui exprime le nombre possible de sauts de cavalier en fonction du nombre de

[34] Sur cette société et sur les types de savoirs qui y sont présentés, nous renvoyons à l'ouvrage édité par Hélène Gispert.

[35] Sur Édouard Lucas, nous renvoyons le lecteur aux nombreux travaux d'A.-M. Décaillot.

[36] À travers la figure de Charles-Ange Laisant, Jérôme Auvinet aborde dans ses travaux cette communauté et ses liens avec les différentes sociétés mathématiques de la fin du XIXème siècle.

lignes et de colonnes que comporte un échiquier rectangulaire (p. 96-97). On doit également à Lucas divers articles dans des revues scientifiques destinées à des publics amateurs. Dans « Le saut du cavalier au jeu d'échecs » publié dans la *Revue scientifique de la France et de l'Étranger* en 1883, il évoque une série de problèmes récréatifs liés au saut du cavalier. Il détermine en particulier les symétries que peut admettre un parcours du cavalier, en utilisant une représentation graphique faisant intervenir le motif de la ligne brisée[37]. Il fait en outre le lien entre le problème du cavalier et des problèmes impliquant la construction de réseaux géométriques. Le dispositif de Vandermonde inspire par ailleurs à Lucas « la fasioulette », un jeu principalement destiné à un public féminin qu'il présente en 1889 dans le journal de vulgarisation scientifique *La Nature*. Le jeu représente matériellement des sauts du cavalier. Lucas en souligne le caractère divertissant, puisqu'on obtient par là même des « dessins très jolis », en utilisant des « laines de toutes couleurs » (302). Pour Lucas, ces récréations mathématiques ont également une visée pédagogique, comme l'indique la référence explicite qu'il fait au projet révolutionnaire d'éducation nationale de La Chalotais qui promeut l'usage des récréations mathématiques.

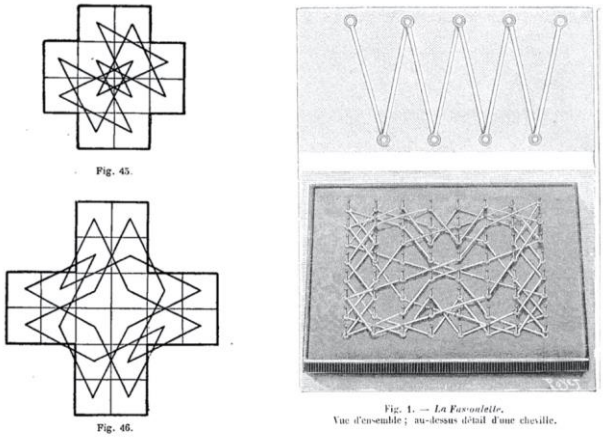


Figure 9 : À gauche : diagrammes de parcours du cavalier dans des échiquiers en croix présentés dans l'article de Lucas de 1883 et repris d'exemples traités par Euler. À droite : illustration de la Fasioulette (1889).

Plus généralement, le problème du cavalier est intégré dans les ouvrages de récréations mathématiques publiés à la fin du XIXème siècle, de manière autonome ou en lien avec les carrés magiques. Dans la quatrième édition de ses *Mathematical Recreations and Essays*, qui constituent un succès éditorial, le mathématicien britannique Walter William Rouse Ball (1850-

[37] Cet article sera repris dans le quatrième tome des *Récréations mathématiques* de Lucas, publié à titre posthume par les soins d'Henri Delannoy, Émile Lemoine et Charles-Ange Laisant en 1894. Pour plus de détails, voir Anne-Marie Décaillot, « Les *Récréations* Mathématiques… » (507).

1925) consacre par exemple une section du sixième chapitre (« Unicursal Problems ») au problème du cavalier, en numérotant chaque case, à l'image de ce que faisait Euler en 1759. Les *Mathematische Mussestunden* du mathématicien allemand Hermann Schubert, qui sont publiées à partir de 1897, connaissent également une large diffusion. Le troisième tome est consacré à des problèmes de parcours [*Reise Probleme*] ainsi qu'à des problèmes géométriques. Le premier paragraphe de ce volume est entièrement consacré aux sauts de cavalier [*Rösselsprünge*]. Schubert rappelle d'ailleurs que les solutions au problème du cavalier sont généralement données dans les journaux sous la forme d'un diagramme, composé de lignes brisées[38].

Les carrés magiques et le parcours du cavalier sont également pensés d'un point de vue philosophique voire mystique. Schubert publie par exemple un article sur les carrés magiques dans *The Monist* en 1892[39] et il conclut ce texte par des considérations métaphysiques sur l'ordre du monde, en lien avec les symétries numériques et graphiques associées à ces problèmes :

> The problems of the magic squares are playful puzzles, invented as it seems for mere pastime and sport; But there is a deeper problem underlying all these little riddles, and this deeper problem is of a sweeping significance. It is the philosophical problem of the world-order. (511)

Cette représentation géométrique du parcours du cavalier, employée par Vandermonde et reprise ensuite tout au long du XIXème siècle, revêt plusieurs fonctions. Elle permet tout d'abord de suivre pas à pas et de visualiser d'un seul coup d'œil les solutions qu'admet le problème du cavalier. Elle permet de souligner les propriétés remarquables que comportent diverses solutions proposées. Enfin, elle offre un support visuel à un problème qui peut également s'exprimer sous la forme de tableaux de nombres, de combinaisons ou encore de formules symboliques. Le problème du cavalier se situe dès lors à l'interface entre géométrie de situation, analyse combinatoire et théorie des nombres. Dans certains cas, la ligne brisée issue d'un parcours du cavalier devient même un objet propre, intéressant en raison de ses propriétés de symétrie ou de ses aspects esthétiques.

Cela transparaît nettement chez le mathématicien et ingénieur russe naturalisé belge Maurice Kraitchik (1882-1957). Il aborde régulièrement le problème du cavalier dans *Sphinx,*

---

[38] « Die Lösung solcher Rösselsprünge wird in den Unterhaltungszeitschriften meist in Form eines Diagramms gegeben, d. h., es werden die Mitten der aufeinanderfolgenden Felder durch gerade Linien verbunden. » (5), ce que l'on traduit par : « Dans les journaux de divertissement, la résolution [du problème] des sauts de cavalier est généralement donnée sous la forme de diagrammes, au sens où les centres des cases parcourues successivement sont liés par des lignes droites. »

[39] Nous remercions Jemma Lorenat qui a attiré notre attention sur cet aspect des pratiques en lien avec les carrés magiques. Une version préliminaire de son étude en cours sur les carrés magiques et la revue *The Monist* a été présentée en 2018.

une « revue périodique des questions récréatives » qu'il crée en 1931. Il y insère deux notes sur les parcours du cavalier en 1931 : la première sur les parcours magiques, c'est-à-dire les parcours du cavalier qui donnent un carré magique, la seconde sur les « parcours doublement symétriques d'un échiquier d'ordre 6 »[40]. Dans son traité *La mathématique des jeux* (1930), Kraitchik consacre le chapitre XIV au problème du cavalier ; il en dresse l'historique, propose différentes typologies de parcours du cavalier (383 et suiv.) et il met en exergue le motif de la ligne brisée pour représenter les parcours possibles du cavalier :

> Une marche du Cavalier peut être représentée avec beaucoup de succès par une ligne brisée qui passe par les centres des cases successivement parcourues. La représentation graphique est surtout avantageuse quand il s'agit d'un parcours fermé. La ligne brisée se referme alors sur elle-même. À moins que ce ne soit nécessaire pour des raisons spéciales, il n'est d'aucune utilité d'indiquer, dans ce cas, la case de départ ou d'arrivée ; N'importe quel sommet de la ligne brisée peut être pris pour origine. (361)

Kraitchik étudie ensuite les « conditions graphiques » particulières que l'on peut imposer à un parcours, comme la recherche du nombre maximum de lignes composées de deux, trois sauts en lignes droites dans un parcours, l'analyse du nombre de fois où une direction donnée apparaît ou encore l'apparition de certains motifs : c'est par exemple le cas d'un parcours ouvert proposé par Mme Parmentier, « qui présente quatre étoiles d'angle », et qui peut être transformé en un parcours fermé (voir figure 10) (383-386).

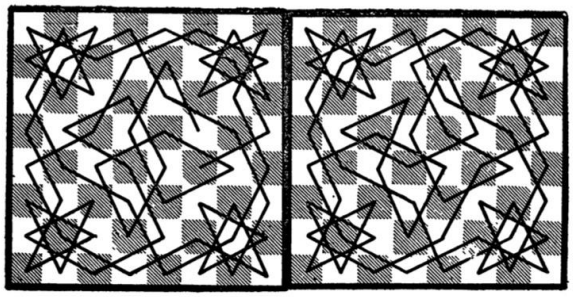


Fig. 639-640.

Figure 10 : parcours du cavalier présentant quatre étoiles d'angle, M. Kraitchik, fig. 639-640, (386).

Échiquiers et carrés magiques dans l'art ornemental : les cas Bourgoin et Bragdon

Ainsi, les textes mathématiques sur les parcours du cavalier et les carrés magiques contiennent régulièrement des considérations esthétiques, pratiques, philosophiques voire métaphysiques. Ces aspects sont mobilisés par au moins deux architectes et ornemanistes : Jules Bourgoin (1838-1908) et Claude Bragdon (1866-1946).

[40] Pour Kraitchik, un parcours est doublement symétrique « si un nombre constant de sauts intermédiaires sépare deux cases qui viennent en coïncidence après une rotation de l'échiquier d'un quart de tour » (39).

On doit à Bourgoin plusieurs ouvrages théoriques sur l'art ornemental entre 1873 et 1905, qui se caractérisent par une démarche de plus en plus combinatoire[41]. La *Graphique*, ancrée dans des questions d'enseignement, propose ainsi une véritable arithmétique des figures, et présente une série d'arrangements possibles de traits ou de formes élémentaires[42]. Le deuxième tome de *La Graphique* est justement consacré à la figure de l'échiquier. Bourgoin y reprend des planches présentées par Lucas dans sa *Théorie des nombres* sur les permutations figurées. À l'instar de Lucas, Bourgoin travaille sur la figure de l'échiquier dans une perspective d'application à l'industrie textile[43]. Si le parcours du cavalier n'est pas explicitement utilisé par Bourgoin, il s'appuie néanmoins sur des extraits du texte de Vandermonde dans le second volume de ses *Études architectoniques et graphiques* (1901) et souligne l'intérêt du « système de notation à la fois syntactique et géométrique » de Vandermonde pour exprimer « les idées fondamentales de l'ordre et de la forme » (20), qui sont à la base de sa théorie de l'ornement : le parcours du cavalier constitue donc l'un des exemples mobilisés par Bourgoin pour théoriser l'art ornemental à partir des notions d'ordre et de forme. Par ailleurs, le motif de la ligne brisée est très présent dans les différents ouvrages de Bourgoin, dès lors qu'il étudie les combinaisons d'éléments droits ou courbes[44].

Pour sa part, l'architecte et ornemaniste américain Claude Fayette Bragdon (1866-1946) reprend à son compte des diagrammes constitués de lignes brisées qui sont directement liés au parcours du cavalier et aux carrés magiques. Le sixième chapitre de son ouvrage *Projective Ornament* (1915) est d'ailleurs consacré aux carrés magiques et l'on y trouve une série de diagrammes impliquant des lignes brisées qui acquièrent le statut de motifs ornementaux. Bragdon se réfère alors explicitement à une collection d'articles de Schubert, traduits en anglais et rassemblés sous le titre de *Mathematical essays and recreations* (1898). Dans le chapitre VII de son essai de 1915, Bragdon développe en outre une série de considérations sur l'ordre des mots et l'ordre du monde qui font écho aux liens établis par Schubert, dans son article de 1892, entre les carrés magiques, les symétries associées et le problème philosophique de l'ordre du monde.

---

[41] Sur Bourgoin, nous renvoyons notamment à l'ouvrage collectif dirigé par Maryse Bideault, Estelle Thibault et Mercedes Volait (2015), dont le chapitre d'E. Thibault sur la *Graphique* (255-276) et celui de J. Boucard et C. Eckes sur la syntactique et la théorie de l'ordre (281-298).

[42] Bourgoin a également relevé dans ses notes de lecture la référence à l'*Essai sur les problèmes de situation* publié par le compositeur et théoricien de la musique Denis Ballière de Laisement en 1782. Cet essai est entièrement dédié au problème du cavalier et il comporte des représentations graphiques sous la forme de lignes brisées qui sont similaires à celles de Vandermonde.

[43] Pour plus de détails, voir en particulier E. Thibault (269).

[44] Pour plus de détails, voir en particulier E. Thibault (269).

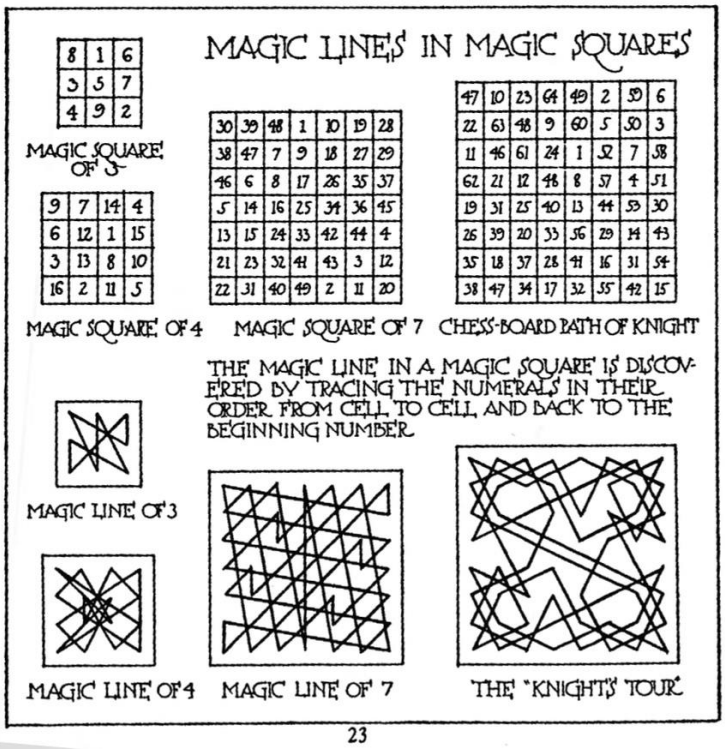


Figure 11 – carrés magiques et parcours du cavalier, C. Bragdon (50).

Polygraphies du cavalier, jeux de mots et littérature : de la presse quotidienne à l'Oulipo

À partir des années 1870 au moins, la polygraphie du cavalier fait régulièrement l'objet de casse-têtes littéraires dans les rubriques hebdomadaires récréatives de plusieurs journaux quotidiens et hebdomadaires. Nous pouvons mentionner « Les passe-temps du Figaro » du 14 décembre 1896, qui présente un échiquier carré de 64 cases, chacune comportant de deux à trois lettres. La légende indique qu'il s'agit d'un « carré magique en deux chaines ouvertes »[45]. Ce vocabulaire renvoie aux récréations mathématiques du dernier tiers du XIXème siècle ; de plus, le terme « chaîne » fait explicitement référence au motif de la ligne brisée. L'objectif pour le lecteur est de reconstituer une citation en s'appuyant sur deux parcours de cavalier – La combinaison de ces deux parcours implique d'épuiser toutes les cases de l'échiquier. Le point de départ est la case comportant les lettres « AYA ». La solution, donnée deux semaines plus tard, est un passage tiré d'une fable de Pierre Lachambeaudie (figure 12).

[45] Une chaîne est dite ouverte si son point de départ et son point d'arrivée ne sont pas distants d'un saut de cavalier.

351. — POLYGRAPHIE DU CAVALIER

Par M. Palamède, à Bourges.

AF	NN	EN	HE	AP	ON	CE	CH
TI	RC	OR	ELI	FUT	UT	UI	BE
OC	ZL	RC	REP	DIT	EL	EZ	TA
HE	RL	OU	TUN	OUR	LE	RO	SS
HE	EN	SI	DIE	AYA	AI	OR	LE
AC	AC	MB	VAI	LUI	ER	AN	SA
CE	RC	OU	NTP	EAU	UI	PL	PP
RL	HA	EN	LA	NP	RA	DU	CEQ

Carré magique en deux chaînes ouvertes.

N° 351. — Polygraphie du cavalier

Ayant perdu sa robe, on dit que l'Innocence,
En vain, pour la chercher, courut chez le Plaisir,
Chez la Fortune, la Puissance.
Qui la lui rapporta ? Ce fut le Repentir.

LACHAMBEAUDIE.

Figure 12 – La polygraphie du cavalier proposée dans *Le Figaro* (14 décembre 1896, 6, à gauche) et sa solution (28 décembre 1896, 6, à droite).

La polygraphie du cavalier est également mobilisée par certains représentants de l'Oulipo[46], à commencer par François Le Lionnais (1901-1984) qui en est l'un des fondateurs. Le Lionnais consacre une entrée à la polygraphie du cavalier dans son *Dictionnaire des échecs* en 1974. Georges Perec s'appuie pour sa part sur la polygraphie du cavalier pour structurer son roman *La Vie mode d'emploi*, publié en 1978. Dans ce texte, Perec décrit la vie d'un immeuble parisien qu'il divise en cent parties, à l'image d'un échiquier carré de côté 10, chaque pièce – cage d'escalier comprise – faisant l'objet d'un chapitre[47]. Il se donne 42 listes de contraintes comportant dix valeurs. Deux listes fournissent ainsi cent paires deux à deux distinctes de valeurs que Pérec répartit dans chaque pièce en s'appuyant sur un carré gréco-latin. Ajoutons que l'ordre des chapitres correspond au parcours du cavalier sur un échiquier carré de côté dix qui, selon Benoît Berthou (70), « permet de conduire un récit associant fragmentation et régularité ». Les carrés magiques et la polygraphie du cavalier deviennent ainsi une contrainte littéraire.

[46] *L'Ouvroir de littérature potentielle* est un groupe littéraire qui se caractérise notamment par l'usage de contraintes mathématiques pour obtenir de nouvelles formes littéraires. Sur les liens avec les mathématiques, voir notamment l'article de M. Audin, dans lequel elle présente les différentes contraintes mathématiques présidant à la composition de plusieurs ouvrages de l'Oulipo, dont celui de Perec mentionné ci-après.

[47] L'ouvrage ne comporte cependant que 99 chapitres.

***Cahier des charges de* La Vie mode d'emploi**

(copyright Association Georges Perec, 1 rue de Sully, 75004 Paris).

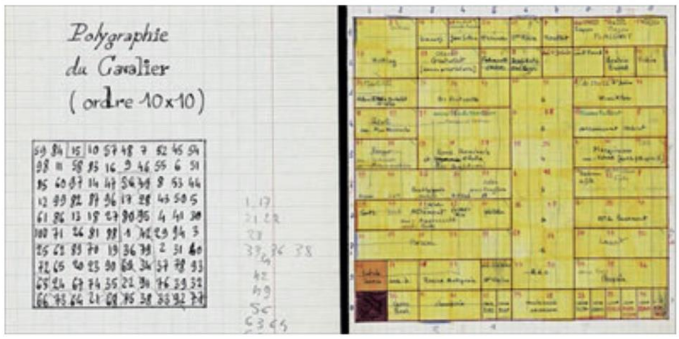


Figure 13 – Extrait du Cahier des charges de *La vie mode d'emploi* (Figure issue de l'article de B. Berthou).

Conclusion

Bien que marginale, la ligne brisée constitue une porte d'entrée originale pour appréhender les sciences mathématiques ainsi que leur histoire. À partir des trois exemples choisis, cette figure intervient en géométrie élémentaire, dans l'étude des fonctions et pour résoudre des questions de combinatoire en lien avec des récréations mathématiques. Elle permet tour à tour de conduire des raisonnements par l'absurde et de construire des objets parfois qualifiés de pathologiques afin d'appréhender des résultats contre-intuitifs. Elle peut aussi servir de support visuel à la résolution d'un problème. Enfin, la figure de la ligne brisée nous invite à penser les sciences mathématiques dans leur rapport à l'artisanat, l'art industriel, les métiers d'art ou les lettres, comme en témoigne la circulation des figures associées au parcours du cavalier.

Son étude est l'occasion d'alimenter les réflexions sur le statut et les fonctions des diagrammes en mathématiques. Chez Euclide, la ligne brisée n'est pas un objet géométrique à proprement parler, elle s'insère dans des représentations diagrammatiques qui permettent de localiser la contradiction au cours d'un raisonnement par l'absurde. Dans les cas des courbes de Koch, de Peano et de Hilbert, la ligne brisée permet d'appréhender intuitivement les premières étapes dans la construction d'objets dont les propriétés peuvent nous sembler contre-intuitives. Enfin, dans le cas de la polygraphie du cavalier, la ligne brisée constitue un diagramme à deux titres : elle indique de manière dynamique *la procédure à suivre pour résoudre* ce problème et elle permet de *classer* les solutions possibles. Elle peut en outre devenir un motif relevant de l'art du tissage et de l'art ornemental, ou se muer en une contrainte de composition littéraire.

Références

Ampère A., « Recherches sur quelques points de la théorie des fonctions dérivées », *Journal de l'École polytechnique*, tome VI, cahier 13, 1806, p. 148-191.

Audin M., « Mathématiques et littérature : un article avec des mathématiques et de la littérature », *Mathématiques et sciences humaines*, vol. 45, n°178, 2007, p. 63-86.

Auvinet J., « Charles-Ange Laisant, un acteur pour les mathématiques discrètes et leur communauté à la fin du XIXème siècle » *in* E. Barbin, C. Goldstein, M. Moyon, C. Schwer et S. Vinatier (dir.), *Les Travaux combinatoires en France (1870-1914) et leur actualité*, Limoges, Presses universitaires de Limoges, p. 43-68.

Ballière de Laisement D., *Essai sur les problèmes de situation*, Rouen, Jean Racine (libraire) 1782.

Batt N. (dir.), *Penser par le diagramme, de Gilles Deleuze à Gilles Châtelet, Théorie, littérature, enseignement*, vol. 22, 2004.

Berthou B., « L'échiquier de *La Vie mode d'emploi* : Georges Perec et le "cavalier polygraphe" » *in* A. Mussou et S. Troche (éd.), *Le jeu d'échecs comme représentation*, Paris, Éditions Rue d'Ulm, 2009, p. 65-79.

Bideault M., Thibault E. et Volait M. (éd.), *De l'Orient à la mathématique de l'ornement : Jules Bourgoin (1838-1908)*, Paris, Picard, 2015.

Boucard J., « Images de combinatoire en France au XIXème siècle : le cas des *Nouvelles annales de mathématiques* (1842-1914) » *in* E. Barbin, C. Goldstein, M. Moyon, , C. Schwer et S. Vinatier (dir.), *Les Travaux combinatoires en France (1870-1914) et leur actualité*, Limoges, Presses universitaires de Limoges, p. 69-93.

Bourgoin J., *Études architectoniques et graphiques*, tome II, Paris, Charles Schmid, 1901.

Bourgoin J., *La Graphique. Collection raisonnée d'études et de matériaux, de notes et de croquis pour servir à l'histoire, à la théorie, à la technique des arts et à l'enseignement dans la famille, dans l'école et dans l'atelier*, Paris, Delagrave, 1905, 3 vols.

Bragdon C. F., *Projective Ornament*, Rochester, The Manas Press, 1915.

Décaillot A-M., *Édouard Lucas (1842-1891) : le parcours original d'un scientifique français dans la deuxième moitié du XIXème siècle*, Thèse de doctorat, Université René Descartes, Paris V, 1999.

Décaillot A-M., « Les *Récréations Mathématiques* d'Édouard Lucas : quelques éclairages », *Historia Mathematica*, vol. 41, 2014, p. 506-517.

Dhombres J., « French Mathematical Textbooks from Bézout to Cauchy », *Historia Scientiarum*, vol. 28, 1985, p. 91-137.

Dugac P., « Éléments d'analyse de Weierstrass », *Archive for History of Exact Sciences*, vol. 10, 1973, p. 41-176.

Euclide, *Les Éléments, volume I, Livres I à IV*, introduction générale par M. Caveing, traduction et commentaires par B. Vitrac, Paris, PUF, 1990.

Euler L., « Solution curieuse qui ne paraît soumise à aucune analyse », *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles Lettres (Berlin)*, vol. 15 (Année 1759), 1766, p. 310-337.

Gauthier S., *La géométrie des nombres comme discipline (1890-1945)*, thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 2007.

Gilain C., « Cauchy et le cours d'analyse de l'École polytechnique », *Bulletin de la Société des amis de la bibliothèque de l'École polytechnique*, vol. 5 (1989), p. 3-46 (« Introduction ») et p. 47-145.

Gispert H. (éd.), *« Par la science, pour la patrie ». L'Association française pour l'avancement des Sciences (1872-1914)*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2002.

Gray J., *Plato's Ghost: The Modernist Transformation of Mathematics*, Princeton, Princeton University Press, 2008.

Gray J., *Henri Poincaré: A Scientific Biography*, Princeton, Princeton University Press, 2013.

Gros I., « L'imaginaire du jeu d'échecs en France au XIXème siècle, ou la conversion intellectuelle du guerrier », *Revue d'histoire du XIXème siècle. Société d'histoire de la révolution de 1848 et des révolutions du XIXème siècle*, vol. 40, 2010, p. 131-146.

Hilbert D., « Über die stetige Abbildung einer Linie auf ein Flächenstück », *Mathematische Annalen*, vol. 38, 1891, p. 459-460.

Hofmann F., « Sur la marche du cavalier », *Nouvelles annales de mathématiques*, sér. III, vol. 5, 1886, p. 224-226.

Klein F., *Lectures on Mathematics*, delivered from aug. 28 to sept. 9, 1893 Before Members of the Congress of Mathematics in Connection with the World's Fair in Chicago at Northwestern University, New York et Londres, Macmillan, 1894.

Von Koch H., « Sur une courbe continue sans tangente obtenue par une construction géométrique élémentaire », *Arkiv för matematik, astronomi och fysik*, vol. 1, 1904, p. 681-702.

Kraitchik M., *La mathématique des jeux ou Récréations mathématiques*, Bruxelles, Imprimerie tevens Frères, 1930.

Kraitchik M., « Sur les parcours doublement symétriques d'un échiquier d'ordre 6 », *Sphinx*, vol. 1, n°2, 1931, p. 39.

Laquière E., « Solutions régulières du problème d'Euler sur la marche du cavalier », *Bulletin de la Société mathématique de France*, tome 8, 1880, p. 132-158.

Le Lionnais F., *Dictionnaire des échecs*, Paris, Presses Universitaires de France, 1974.

Legendre A-M., *Éléments de géométrie, avec des notes*, Paris, Firmin Didot, 1794.

Lorenat J., « Mathematics for Philosophers: a Look at The Monist from 1890 to 1906 », Colloque *Cirmath Americas*, University of Virginia, Charlottesville (Etats-Unis), Mai 2018.

Lucas E., « Le saut du cavalier au jeu d'échecs », *Revue scientifique de la France et de l'étranger*, vol. 6, 1883, p. 370-375.

Lucas E., « Nouveaux jeux scientifiques », *La Nature*, vol. 17, n°853, 1889, p. 301-303.

Lucas E., *Théorie des Nombres. Tome premier*, Paris, Gauthier-Villars, 1891.

Mittag-Leffler G. et Poincaré H., *La correspondance entre Henri Poincaré et Gösta Mittag-Leffler*, éditée et annotée par Philippe Nabonnand, Bâle, Birkhäuser, 1999.

Parshall, K.H. et Rowe D. E., « Come to the Fair: The Chicago Mathematical Congress of 1893 », *in* Bettye A C., (éd.), *A Century of Mathematical Meetings*, Providence, Rhode Island, American Mathematical Society, 1996, p. 61-69.

Peano G., « Sur une courbe qui remplit toute une aire plane », *Mathematische Annalen*, vol. 36, 1890, p. 157-160.

Perec G., *La vie mode d'emploi*, Paris, Hachette, 1978.

Perec G., « Quatre figures pour La Vie mode d'emploi », *L'arc*, vol. 76, 1979, p. 50-53.

Poincaré H., « La logique et l'intuition dans la science mathématique et dans l'enseignement », *L'enseignement mathématique*, vol. 1, 1899, p. 157-162.

Poincaré H., « Du rôle de l'intuition et de la logique en mathématiques » *in Compte-rendu du deuxième congrès international des mathématiciens tenu à Paris du 6 au 12 août 1900*, publié par les soins d'E. Duporcq, Paris, Gauthier-Villars, 1902, p. 115-130.

Poinsot L., « Mémoire sur les polygones et les polyèdres », *Journal de l'École polytechnique*, vol. 4, 10e cahier, 1810, p. 16-49.

Rabouin D., « Proclus' Conception of Geometric Space and its Actuality » *in* V. de Risi, *Mathematizing Space, Trends in the History of Science*, Berlin, Springer, 2015, p. 115-42.

Rouché, E. et Comberousse, C. de, *Traité de géométrie élémentaire*, 1ère éd., Paris, Gauthier-Villars, 1866.

Rouse Ball W.W., *Mathematical Recreations and Essays*, 4e éd., Londres, Macmillan and Co., 1905.

Saito, K. et Sidoli N., « Diagrams and Arguments in Ancient Greeks Mathematics: Lessons Drawn from Comparisons of the Manuscript Diagrams with those in Modern Critical Editions »

in K. Chemla (éd.), *The History of Mathematical Proof in Ancient Tradition*, New York, Cambridge University Press, 2012, p. 135-162.

Schubert H., « The Magic Square », *The Monist*, vol. 2, n°4, 1892, p. 487-511.

Schubert H., *Mathematische Mussestunden, Eine Sammlung von Geduldspielen, Kunststücken und Unterhaltungsaufgaben mathematischer Natur*, 2e éd., Leipzig, J. Göschen'sche Verlagshandlung, 1900, vol. 3.

Thibault E., « La graphique, une science des figures pour l'école et l'atelier » *in* M. Bideault, E. Thibault et M. Volait (éd.), *De l'Orient à la mathématique de l'ornement, Jules Bourgoin (1838-1908)*, Paris, Picard, p. 255-276.

Turner L. E., « Cultivating Mathematics in an International Space: Roles of Gösta Mittag-Leffler in the Development and Internationalization of Mathematics in Sweden and Beyond, 1880-1920 », Thèse de doctorat, Université d'Aarhus, 2011.

Vandermonde A-T, « Remarques sur les problèmes de situation », *Histoire de l'Académie royale des sciences, avec les Mémoires de mathématiques et de physique, Année 1771*, 1774, p. 566-574.

Vitrac B., « Les démonstrations par l'absurde dans les Éléments d'Euclide, inventaire, formulation, usages », mars 2012, en ligne : http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/68/55/20/PDF/Les_dA_monstrations_par_l_absurde.pdf.

Volkert K., « Die Geschichte der pathologischen Funktionen — Ein Beitrag zur Entstehung der mathematischen Methodologie », *Archive for History of Exact Sciences*, vol. 37, 1987, p. 193-232.

Wate-Mizuno M., « Representation of Graphs in Diagrams of Graph Theory » *in* A. Moktefi et S. Shin (éd.), *Visual Reasoning with Diagrams*, Basel, Springer, 2013, p. 171-200.

Weierstrass K., « Über continuirliche Funktionen eines reellen Arguments, die für keinen Werth des letzteren einen bestimmten Differentialquotienten besitzen », présentée devant l'Académie des Sciences de Berlin le 18 juillet 1872 *in* K. Weiertrass, *Mathematische Werke, Abhandlungen II*, Berlin, Mayer und Müller, 1895, p. 71-74.

La ligne brisée dans les ouvrages d'ornement : diagramme, trace, fil, geste, énergie

Estelle Thibault

Qu'est-ce qu'une ligne brisée dans le monde de l'ornement ? Que représente ce type de ligne et quelles sont les connotations qui lui sont associées ? Les réflexions engagées dans le sillage de la *Brève histoire des lignes* de Tim Ingold (2007 ; Mainberger, Ramharter, 2017 ; Dorsch, Vinzent, 2018) s'étendent d'autant plus aisément aux créations ornementales qu'elles relèvent à la fois de gestes techniques très concrets, ancrés dans des cultures artisanales ou industrielles, et de procédés de conception plus abstraits, basés sur des opérations géométriques. Dans l'Europe industrielle et commerciale du XIXème siècle, la littérature sur l'ornement connaît une expansion considérable, accompagnant l'essor d'une production d'objets décorés. Cette littérature témoigne à la fois de la volonté d'enquêter sur la diversité des inventions ornementales de l'humanité, et de l'ambition d'identifier les principes d'agencement formel qui les régissent (Labrusse, 2018). Dans ces recueils et traités, l'étude des configurations géométriques s'appuie fréquemment sur des analyses en lignes élémentaires que l'on peut, jusqu'à un certain point, rapprocher des études formalistes qui ont émergé dans les arts du dessin dès le milieu du XVIIIème siècle, décrivant les compositions picturales en termes de configurations de lignes. La préférence pour la ligne serpentine, énoncée par William Hogarth (1753) puis Denis Diderot (Lavezzi, 2008) précède les réflexions de David Pierre Giottin Humbert de Superville (1827-1832 ; Stafford, 1979) sur des signes linéaires dont les valeurs expressives seraient relativement indépendantes des objets représentés. Mais ces réductions en schémas linéaires abstraits, appliquées à des œuvres picturales, diffèrent de celles qui concernent les ornements. Le caractère répétitif des structures formelles de ceux-ci les distingue des figures qui identifient ceux-là. L'ornement est moins singulier, moins figuratif, plus anonyme, mais surtout, sa situation intermédiaire entre art et technique conduit à identifier dans ce domaine différents registres de lignes. Certaines sont des canevas de composition, des entités immatérielles ayant des propriétés géométriques, d'autres sont des traces matérielles et des objets bien concrets, façonnés par des gestes, des outils et des traditions : fils tissés ou tressés, broderies, bandes peintes, ciselures, rayures, engravures, incrustations, traits dessinés.

Ainsi les ouvrages d'ornement, rédigés par des artistes, architectes, techniciens, théoriciens ou pédagogues décrivent-ils les motifs linéaires en conjuguant des analyses géométriques, des commentaires sur leur valeur culturelle ou encore des observations sur leurs caractéristiques

matérielles et techniques. Qu'en est-il plus spécifiquement des motifs dérivés de la ligne brisée ?

Pour esquisser une première réponse, nous avons effectué un sondage dans quelques-uns de ces traités et recueils d'ornement publiés dans la seconde moitié du XIXème siècle. L'examen des images a permis de repérer, dans l'importante iconographie de ces ouvrages, les figures mettant en œuvre ce que nous appelons de façon générique des lignes brisées. L'enquête a été réduite aux lignes polygonales régulières engendrées par une direction rectiligne (bordures, frises, rangées), à l'exclusion des figures développées autour d'un centre (polygones réguliers convexes ou étoilés) et des pavages du plan (réseaux, entrelacs). Les bordures, frises et rangées qui nous préoccupent sont diversement nommées, lignes brisées, zigzags, méandres, dents, grecques. Tantôt opposés à la ligne droite, tantôt à la ligne ondulée, ces motifs font l'objet d'interprétations assez diversifiées. Dans un premier temps, nous tenterons de comprendre ce que la ligne brisée représente dans les méthodes pédagogiques de composition ornementale : de simples diagrammes ou des éléments matériels concrets, traces, fils ou tiges, associés à des gestes techniques. Dans un second temps, nous nous intéresserons aux valeurs culturelles qui sont associées à certains de ces motifs en fonction des traditions auxquelles ils appartiennent, des zigzags dits primitifs aux grecques classiques, considérés comme étant plus ou moins élevés dans la hiérarchie esthétique. Dans un troisième temps, prolongeant l'enquête vers le début du XXème siècle – c'est-à-dire vers une période nettement moins favorable à l'ornement –, nous observerons les tonalités affectives dont ces lignes ont pu être investies, dès lors qu'elles sont envisagées comme des incarnations de la vie : expression d'émotions, de forces, d'énergie et de mouvements.

Figures abstraites ou formes concrètes : segments, traces, fils

La ligne brisée est présente dans les ouvrages pédagogiques utilisés pour l'apprentissage du dessin d'ornement. La *Grammaire élémentaire du dessin* de l'architecte et pédagogue Léopold Cernesson ([1876]) est emblématique des méthodes de dessin dites rationnelles ou géométriques qui s'imposent dans les programmes scolaires dans les années 1870-1880. Dans ces manuels de dessin, la composition d'ornement occupe une place stratégique, à mi-chemin entre le maniement des figures géométriques et la composition proprement artistique (d'Enfert, 2006). Les lignes imprimées qu'on observe dans les planches gravées de ces ouvrages représentent des choses aux statuts variés : certaines symbolisent des segments de droites, c'est-à-dire des objets répondant à une définition mathématique, d'autres figurent des traits, c'est-à-

dire le résultat des opérations de tracé auxquelles est invité l'élève, d'autres encore reproduisent l'image d'exemples concrets d'ornements. Les parties de ces ouvrages pédagogiques suivent un ordre de progression, depuis les figures les plus simples engendrées par les instruments que sont le té et l'équerre, en passant par le maniement du compas, vers des constructions de plus en plus complexes. Dans le cas du manuel de Cernesson qui comporte vingt leçons de « dessin linéaire », la quatrième est consacrée à la ligne brisée sous le titre « ornements courants : dents, denticules, entrelacs etc. Grecques ». Cette leçon fait suite à celles dédiées à la répétition de lignes horizontales et verticales, à leur combinaison puis à l'introduction des diagonales à 45 degrés. Elle précède les polygones étoilés et rosaces impliquant la division du cercle, les réseaux et les figures curvilignes, des plus simples (portions de cercles) aux plus sophistiquées (ellipses, sinusoïdes et autres). Chaque leçon est illustrée de planches hors-texte qui juxtaposent la « théorie » et les « applications » qui montrent des exemples. Du côté de la « théorie », les lignes brisées de la quatrième leçon représentent tout d'abord des entités mathématiques, c'est-à-dire l'alternance régulière de segments en diagonale.

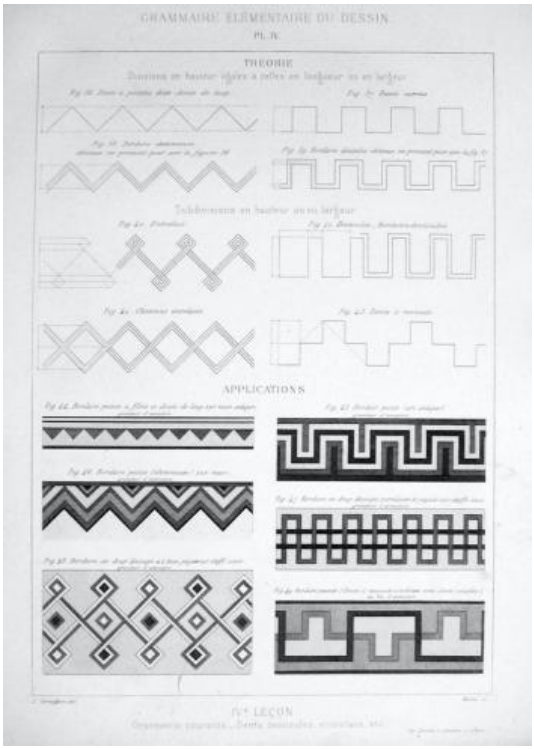


Figure 1 : Léopold Camille Cernesson, *Grammaire élémentaire du dessin* [1876], planche IV, 4ème leçon, « Ornements courants ».

Incarnées par des traits que l'élève est lui-même invité à retracer au crayon grâce à l'équerre, elles ne sont encore que ce qu'il nomme des « lignes d'opération », des géométries sous-jacentes, linéaments utiles à la construction de futurs dessins. Les tracés de la « théorie » visent

la compréhension par l'élève des principes de composition ainsi que l'acquisition d'une certaine aisance dans le dessin aux instruments. Ce sont des canevas linéaires abstraits destinés à supporter le développement ultérieur des figures, ils n'ont ni couleur, ni échelle, ni destination, ni matériau, ni technique d'exécution. Du côté des « applications », Cernesson représente, en niveau de gris, des motifs historiques qui correspondent aux principes abstraits de la « théorie », dessinés à leur grandeur d'exécution. Certes, dans l'espace de la page imprimée, l'enchaînement qui va du dessin abstrait à la représentation des exemples concrets semble évident. Mais l'exécution concrète de ces objets, qu'il s'agisse de frises peintes sur le volume des vases ou de bordures piquées sur des étoffes, mobilise des gestes techniques qui n'ont rien à voir avec les modalités du tracé au crayon tel qu'appris à l'élève dans le plan de la feuille fixée sur la planche, au té et à l'équerre. La *Grammaire élémentaire* de Cernesson reste essentiellement cantonnée à la conception par le dessin, alliant l'analyse géométrique et la représentation à plat des ornements considérés, au trait et en niveaux de gris, sans véritablement aborder les matériaux et procédés d'exécution.

L'écart entre d'un côté, la matérialisation, grâce aux instruments du dessin géométrique, d'opérations abstraites de conception et de l'autre, la réalité des processus de mise en forme des objets est abordée plus frontalement par d'autres auteurs, parmi lesquels Jules Bourgoin et Émile Reiber. Le premier, architecte et dessinateur, met en place une réflexion poussée sur la définition des formes ornementales, depuis sa *Théorie de l'ornement* (1873) jusqu'à ses *Études architectoniques et graphiques* (1899-1901). Le statut même de l'objet ligne, entité mathématique, trace ou fil, est questionné avec beaucoup d'acuité dans ces travaux qui proposent de repenser les fondements épistémologiques d'une pédagogie de l'ornement et des arts d'industrie. La « ligne brisée à directrice rectiligne » (Bourgoin, 1873, 167) qu'il appelle parfois « zigzag » est définie tantôt comme la combinaison alternée de traits rectilignes, tantôt comme une droite dont on aurait replié les segments sous des angles déterminés. Les diagrammes abstraits issus de ces combinaisons sont le support de variations formelles et peuvent ensuite être traduits en une infinité de motifs concrétisés dans une grande variété de matériaux et de techniques. Les planches gravées de la *Théorie de l'ornement* présentent d'ailleurs un vaste panel de références puisées dans la culture ornementale de tous les temps et de tous les pays. Si Bourgoin adopte, comme Cernesson, une division entre les diagrammes abstraits de la « théorie » et les « applications » concrètes aux arts décoratifs, il s'éloigne de son confrère en envisageant une pédagogie de la création qui éviterait la médiation des instruments du dessin géométrique – té, équerre, compas –, car ceux-ci entraînent l'élève vers des raisonnements et des gestes très éloignés de ceux par lesquels la matière est mise en forme.

Tout en cherchant à résumer les dispositifs ornementaux par des figures abstraites, il souhaite que celles-ci restent au plus près des procédés d'exécution. Le trait élémentaire abstrait peut ainsi se référer, dans le monde concret des arts décoratifs, par un fil ou par une bande pliée. Cette concrétisation par des fils ou des rubans, qui vise plus spécifiquement à former l'esprit des élèves qui se destineront à l'industrie textile, conduit Bourgoin à introduire des paramètres supplémentaires dans les configurations de traits, en envisageant non seulement leurs combinaisons dans un plan sans épaisseur, mais aussi des entrelacements et des pliures. Dans sa *Grammaire élémentaire de l'ornement* de 1880 apparaît un chapitre intitulé « les nœuds et les tresses », dans lequel les figures en zigzag deviennent des entrecroisements impliquant une superposition et dont les applications concrètes sont des entrelacs. Dans les *Études architectoniques et graphiques* de 1899, il appelle « figures textiles » ces diagrammes qui intègrent la troisième dimension : l'un des traits est situé au-dessus de l'autre, l'entrecroisement est représenté par l'interruption du trait qui passe en dessous.

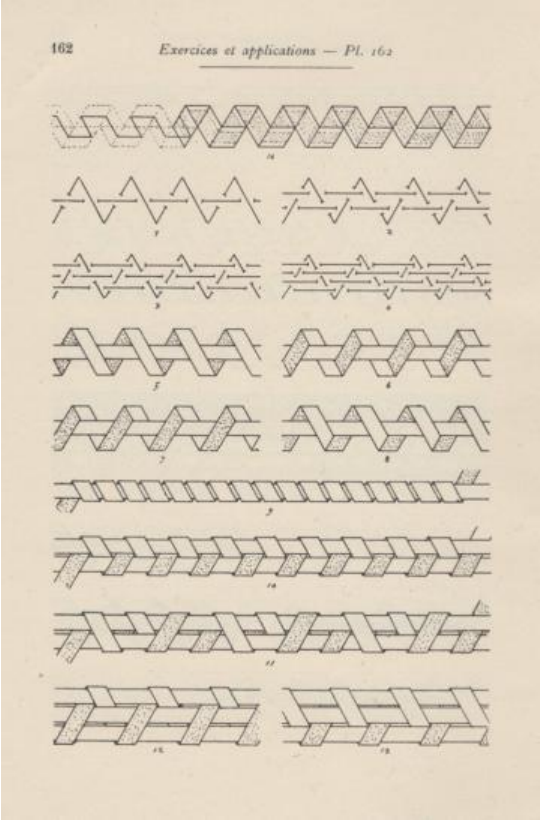


Figure 2 : Jules Bourgoin, *Études architectoniques et graphiques*, vol. 2, 1901, pl. 162, « Figures textiles », « zigzags » et « traductions rubannées ».

Bien que dits « textiles », ces diagrammes demeurent abstraits, c'est-à-dire qu'ils modélisent des dispositions d'entités linéaires, indépendamment de toute idée de matériau, de couleur ou d'échelle. L'enjeu de ces notations graphiques est de développer l'agilité de l'élève à concevoir

les entrelacements, pour le préparer à la création des ouvrages relevant au sens propre du textile : tissages, mailles, passementeries, nattes et autres travaux impliquant des entrecroisements de fibres réelles. Ainsi considérées comme des fils changeant de direction, passant au-dessus ou en-dessous les uns des autres, les lignes brisées ne s'opposent pas aux lignes ondulées, bien au contraire, ces diagrammes abstraits peuvent trouver leur traduction concrète dans des boucles souples. Enfin, certaines planches interprètent le trait comme un ruban replié, dont les deux faces différemment colorées deviennent alternativement visibles. Au paramètre de l'entrelacement s'ajoute alors celui des couleurs des deux faces, complexifiant encore le jeu des combinaisons.

L'artiste industriel Émile Reiber imagine lui aussi, dans ses ouvrages et articles, une propédeutique de la forme qui écarterait à la fois les explications géométriques abstraites et les ambitions esthétiques du dessin d'art, au profit d'approches intuitives et pragmatiques. Ces réflexions sur la pédagogie le conduisent à envisager la ligne sous des aspects matériels très variés. Il s'agit par exemple d'enseigner la « graphique primaire » considérée « comme l'écriture » (Reiber, *Enseignement*, 1878), c'est-à-dire en exerçant la main levée à tracer des alternances de traits biais montants et descendants, pleins et déliés si exécutés à la plume. Dans cette optique, la ligne n'est pas définie *a priori* comme une entité mathématique, mais comme une trace résultant d'un mouvement, déplaçant l'outil sur le papier. La ligne brisée régulière est ainsi produite par l'alternance de deux gestes répétés par la main. En développant cette pratique du tracé, Reiber souhaite encourager un rapport non intellectualisé à la production des formes, associant directement le geste à l'image visuelle produite. L'œil est parallèlement entraîné à repérer ces formes dans l'environnement quotidien. Il rapporte en effet les éléments linéaires à l'image d'éléments familiers, la ligne d'horizon, le profil oblique d'une toiture ou la silhouette verticale d'un arbre, ou mieux encore une barre que l'enfant pourrait manipuler. Il imagine ainsi une « géométrie en action » (Reiber, *L'Art*, 2684), sorte de gymnastique scolaire au cours de laquelle les jeunes disposeraient dans l'espace des bâtons pour fabriquer diverses figures, carré, rectangle, trapèze etc. D'autres ouvrages didactiques de Reiber explorent les diverses familles de formes, tout en les illustrant par des objets d'art décoratif. Sa *Propagande artistique du musée Reiber* (*Propagande*) regroupe des motifs classés par famille. Parmi les plus simples figurent les « combinaisons élémentaires de la ligne droite », dont le « système de la ligne brisée », un diagramme formel que l'élève est invité à considérer « sous l'apparence matérielle d'une tige flexible ou déformable (un jonc, un fil de métal, une bande étroite de papier assez fort pour garder sa rigidité) » (Reiber, *Propagande*, 33), qu'il s'agit de plier régulièrement. Ce même diagramme formel se voit incarné par des matériaux et des techniques variés, tantôt de

l'ordre du tracé produit par un instrument inscripteur – ornements cunéiformes –, tantôt du fil plié –dispositions de vannerie – (Reiber, *Propagande*, 40).
Ces pédagogies donnent ainsi de la ligne brisée des interprétations multiples, du schéma abstrait fait de traits alternés à ces matérialisations variées, selon qu'elles appréhendent l'ornement comme de la géométrie appliquée ou comme une pratique concrète façonnant la matière.

Hiérarchies culturelles : zigzags primitifs et grecques universelles

Les recueils d'ornement permettent aussi de comprendre la valeur culturelle qui est attribuée aux dispositions qui, au fil de l'histoire, ont employé la ligne brisée. En accord avec la simplicité des tracés géométriques auxquels elle fait appel – la répétition alternée de traits obliques –, la ligne brisée est souvent désignée comme ancestrale, présente dans toutes les civilisations dans les premiers temps de leur développement. Ainsi Émile Reiber (*Propagande*, 40, 75) évoque-t-il les « développements primitifs du système de la ligne brisée » dans l'art océanien ou égyptien.

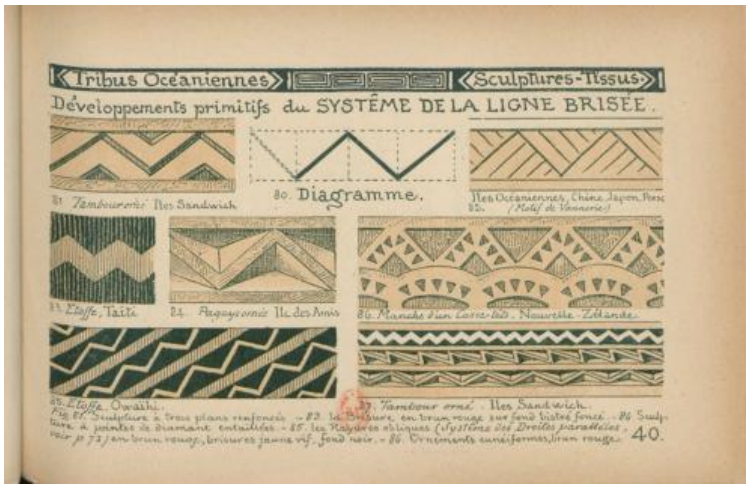


Figure 3 : Émile Reiber, *Propagande artistique du Musée Reiber*, 1877, p. 40, « Développements primitifs de la ligne brisée ».

De même, le dessinateur Auguste Racinet, dans son ouvrage *L'Ornement polychrome* (1869) englobe ce qu'il nomme les « zigzags » dans le « genre *primitif*, c'est-à-dire antérieur à toute conception d'art réglé ». Il évoque la « naïve physionomie » de ces « ornementations d'instinct » représentées par des « fragments monochromes, incisés et sculptés » (Racinet, *L'ornement*, 3). La géométrie élémentaire de ces motifs serait liée aux outils employés, l'absence de référents naturels et de couleur confirme l'archaïsme de ces formes d'art où s'affirment cependant déjà « les besoins d'ordre, de symétrie, d'harmonie » (4).

Primitive, la ligne brisée est également souvent décrite comme universelle de par son caractère élémentaire, à l'origine des motifs en bâtons rompus, chevrons, arêtes de poissons, feuilles de fougères. Léopold Cernesson explique qu'on les retrouve chez presque tous les peuples :

> Chez les Chinois et les Japonais comme chez les Mexicains, et c'est là une chose toute naturelle puisque l'invention ne repose que sur la connaissance de deux lignes dont les combinaisons diverses se sont présentées, sans effort, dans l'imagination de l'homme à chaque période initiale de ses essais dans l'art décoratif (Cernesson *Grammaire*, 21-22).

Pour autant, nombreux sont les auteurs qui distinguent, parmi les combinaisons de la ligne brisée, un genre qu'ils considèrent comme plus élevé : les « grecques ». Ainsi nommée parce qu'elles sont fréquentes dans l'antiquité classique, elles se différencient des zigzags obliques en ce qu'elles combinent des horizontales et des verticales en dessinant des enroulements. Cernesson consacre une planche à part au motif de la grecque, qu'il décrit comme « l'une des créations les plus charmantes de l'art antique », un avatar culturel remarquable au sein d'une catégorie universelle. Il en souligne la haute complexité.

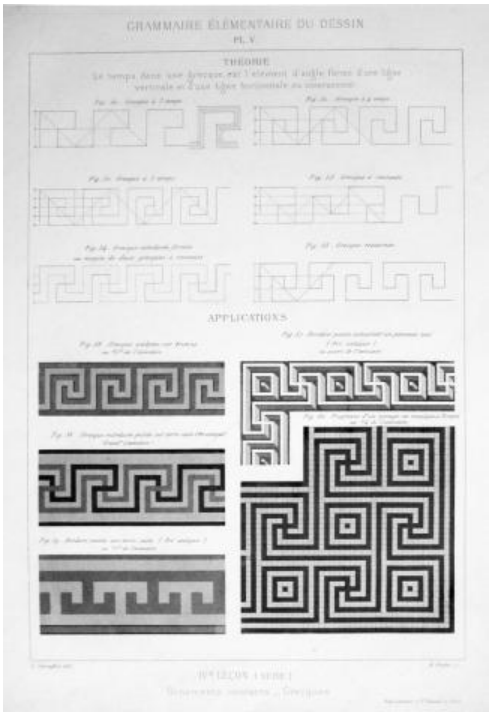


Figure 4 : Léopold Camille Cernesson, *Grammaire élémentaire du dessin* [1876], planche V, 4ème leçon (suite), « Ornements courants. Grecques ».

Plus rares sont les auteurs qui insistent sur la valeur esthétique des combinaisons de lignes brisées obliques issues d'autres contextes culturels, dont les entrelacs médiévaux et les motifs orientaux. C'est le cas de Jules Bourgoin qui s'applique à démontrer l'extrême subtilité de certaines intrications géométriques mettant en œuvre différents types d'alternance et de symétries. Les planches de sa *Théorie de l'ornement* (1873, pl. 3 et 6) décrivent des motifs

arabes, chinois ou anglo-saxons, broderies, ciselures et manuscrits, dont les structures formelles apparaissent bien plus complexes que celles des frises grecques.

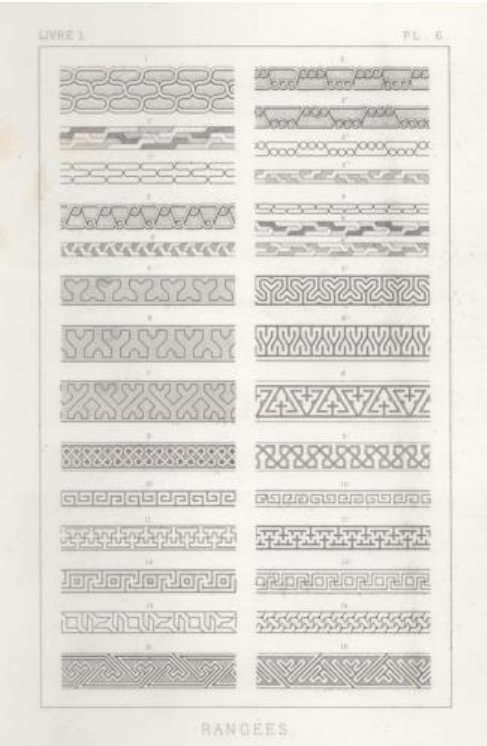


Figure 5 : Jules Bourgoin, *Théorie de l'ornement*, 1873, pl. 6, « Rangées ».

L'*Étude des ornements* de Jules Passepont (1896), professeur à l'école régionale des arts industriels de Saint-Étienne, synthétise en un chapitre dédié aux « Grecques » les différentes idées sur ces motifs. S'il dit adopter cette dénomination qui s'est imposée, il en souligne le caractère inexact, puisque les travaux des archéologues et les expositions réalisées par l'Union centrale des beaux-arts appliqués à l'industrie ont démontré l'existence de ces motifs dans de très nombreuses civilisations. Mais les autres termes employés ne lui semblent guère plus pertinents : « frette » évoque plutôt des réseaux métalliques, « guillochis », des entrecroisements curvilignes, « méandre », des lignes ondoyantes. Comme Cernesson, Passepont établit une hiérarchie entre des motifs élémentaires et primitifs, retrouvés dans toutes les civilisations, et les motifs classiques de l'antiquité – les grecques au sens propre – plus élevées dans l'échelle esthétique. La version des peuples « les moins civilisés » serait initialement déterminée par la technique : « née de combinaisons géométriques servant de base fondamentale aux industries mères du vannier et du tisserand » (104), sa forme aurait ensuite été transposée vers d'autres matériaux et d'autres métiers, par exemple les vases des potiers. Passepont décrit aussi la diffusion de ces motifs portés par des objets exportés dans tout le bassin méditerranéen, retrouvés sur des fragments de céramique phénicienne ou des tessons de

vases à Jérusalem. Il évoque aussi les variations développées à partir d'autres foyers géographiques, bronzes chinois, manuscrits médiévaux, poteries mexicaines et autres. Pour autant, ce sont les grecques de Grèce observées sur des vases, tissus et mosaïques antiques qui font l'objet de ses commentaires les plus admiratifs, notamment parce que les artistes ont su en réserver l'usage aux bordures, encadrements ou ceintures, contrairement aux Égyptiens qui les ont employées pour couvrir des surfaces. Les Grecs auraient également su en perfectionner la couleur. Ce motif « tellement simple, tellement primitif qu'on le rencontre partout » (104) trouve « un sens moral qui l'élève » :

> Les Grecs, ceux de la belle époque, se sont astreints à lui donner une pureté de ligne soignée et à la placer seulement où elle devait être, où elle ajouterait encore par sa forme, particulière. Car réellement c'est bien aux Hellènes, et seulement à eux, que cet ornement est redevable de tant de grandes qualités.

Le motif d'origine technique est désormais chargé d'intentions esthétiques ; initialement instinctif, il devient profondément réfléchi et évoque désormais des idées profondes : « la représentation du travail de l'esprit en méditation, de la réflexion serrée et opiniâtre, de la pensée repliée sur elle-même pour la résolution d'un problème difficile » (108). Jules Passepont reprend ici à son compte des analyses précédemment développées par le critique et théoricien de l'art Charles Blanc, qui commentait ainsi le motif classique :

> En se brisant toujours sous le même angle et toujours à distances égales, ces lignes arides forment le méandre qu'on appelle la *grecque*, et elles deviennent imposantes parce qu'elles ont un caractère processionnel, et qu'elles semblent obéir à un ordre mystérieux ou se conformer au rythme d'une harmonie grave, lente, cérémoniale » (Blanc, *L'Art*, 7).

De son dessin géométrique émergent même des images figuratives qui contribuent à l'anoblir :

> On n'a pas craint de voir dans cet ornement naïf au premier abord une sorte de traduction symbolique. Par la répétition de son motif sévère et qui rappelle parfois vaguement un personnage, la tête inclinée, revêtu d'un vêtement sacerdotal, cet ornement présente à nos yeux l'image d'une suite non interrompue de gens sérieux marchant à pas comptés et à distances égales. (Passepont, 107)

Les enroulements de ces grecques, aux lignes orthogonales et brisées, sont également fréquemment rapprochés des versions curvilignes nommées postes ou flots, qui évoquent immanquablement des vagues déferlantes, mais dans lesquelles « le poète rêveur peut […] voir, par analogie, une troupe de jeunes filles qui se poursuivraient dans l'espace, non pas follement, mais en cadence, comme si elles exécutaient une danse sacrée » (Blanc, p. 6). Ainsi, la grecque serait la version masculine de cette austère chorégraphie. L'action que les ornements exercent sur l'esprit est, selon l'analyse de Charles Blanc, renforcée par leur caractère périodique : « c'est de la répétition que tous les ornements d'architecture empruntent leur physionomie, leur intérêt optique, leur influence sur le sentiment » (Blanc, 7). La récurrence est décrite comme un

moyen de donner une valeur expressive à de simples éléments géométriques qui deviennent, par la série, des flots, des méandres ou des silhouettes.

Ainsi les hiérarchies culturelles s'établissent-elles sur différentes bases : en fonction de la complexité croissante des combinaisons géométriques, mais aussi selon la capacité des motifs à s'affranchir des déterminations techniques pour acquérir une dimension symbolique et figurative.

Ligne vitale, ligne motrice ? Sentiments, énergie et mouvements

D'autres interprétations considèrent la ligne ornementale comme traduction d'une force ou d'une vitalité intérieure. De là émergent des questionnements sur son caractère répétitif. À la fin du siècle, cette régularité pourra être décrite comme l'équivalent des rythmes biologiques. Mais avant cela, à une période où émergent des inquiétudes quant aux conséquences de l'industrialisation, la répétition des géométries est parfois entrevue comme le résultat d'un processus mécanisé et sans âme. Lorsque le théoricien de l'art John Ruskin, dans le premier volume des *Pierres de Venise* (1851), propose de classer les types d'ornement en un ordre de progrès, il prend en compte leur capacité à exprimer la vie par l'imitation figurative ou, à défaut, par la dynamique qui semble animer les formes elles-mêmes. Les formes imitatives reprennent celles des quatre éléments de la nature – la terre, l'eau, le feu et l'air – jusqu'à celles plus élevée des organismes animaux et de la figure humaine. Quant aux « lignes abstraites » employées « lorsqu'il n'est pas approprié de rendre de telles formes nettement imitatives », leurs ressources expressives sont certes plus limitées et appartiennent à un registre inférieur, mais elles s'amplifient lorsqu'elles s'inspirent des « contours les plus fréquents des objets naturels » (Ruskin, 213-218).

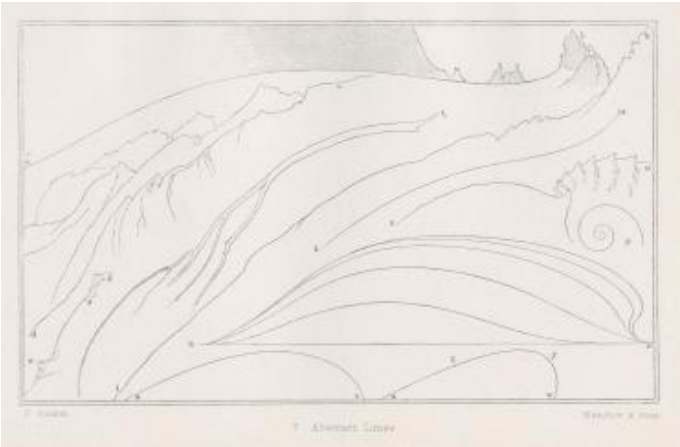


Figure 6 : John Ruskin, *The Stones of Venice*, vol. 1, 1851, pl. VII, « Abstract Lines ».

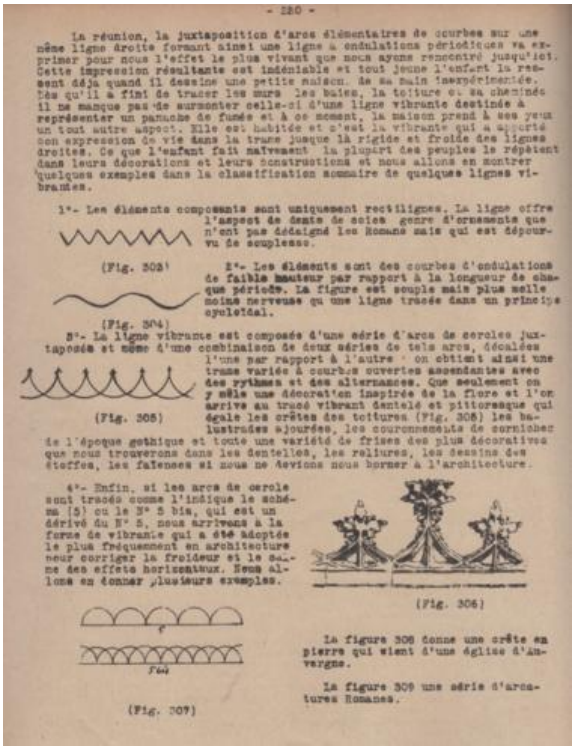
Ruskin attribue la beauté de ces formes dérivées d'une pierre, d'une feuille ou d'un glacier, au fait qu'elles sont « l'expression d'une action ou d'une *force* quelconque », mouvement, expansion ou croissance (Ingold, 2007, 282-289). Parmi ces lignes abstraites qui focalisent l'attention de Ruskin figurent à la fois des courbes sinueuses et des lignes brisées irrégulières, à l'image de ces profils alpins qu'il affectionnait tout particulièrement. Ce qui constitue à ses yeux la beauté de ces lignes est leur instabilité dynamique, l'impossibilité de les réduire à un tracé mécanique. Elles s'opposent, à ce titre, aux lignes brisées régulières des manuels d'ornement du XIXème siècle.

À la suite de Ruskin, l'hypothèse envisageant la ligne ornementale comme le résultat d'une force est également soutenue par le peintre, décorateur et architecte belge Henry Van de Velde (1902). Sa théorie de la « ligne force » est bien connue ; exprimée initialement en 1902, elle est approfondie dans un manuscrit inachevé et inédit consacré à « l'ornement structo-linéaire dynamographique ». Conservé aux archives de la Cambre à Bruxelles, il a été retranscrit et étudié par Priska Schmückle von Minckwitz (2004). Van de Velde s'accorde avec Ruskin pour déplorer la mécanisation de l'ornement et préfère les courbures dynamiques et continues caractéristiques de l'Art nouveau, excluant la répétition mais aussi les brisures de la ligne. Cette inclination peut être corrélée au fait qu'il définit la ligne force comme l'impulsion organique du créateur, traduite par l'ampleur d'un geste humain nécessairement continu. Appliquant à la forme décorative des arguments développés dans l'esthétique germanique de la fin du XIXème siècle (Mainberger, Ramharter, *Linienwissen*, 375-400), Van de Velde développe l'idée selon laquelle une ligne « emprunte sa force à l'énergie de celui qui l'a tracée ». Il en évoque aussi les effets entraînants sur le spectateur : « suivre des yeux une arabesque, c'est abandonner son être à une force qui l'entraîne ». Pour évaluer la qualité d'un ornement linéaire, il s'agit d'estimer le poids respectif de trois types de déterminations : la technique, l'imitation de la nature et l'énergie du geste. De ces trois mobiles, seul le troisième constitue pour Van de Velde l'origine véritable de l'ornement, c'est-à-dire la volonté d'animer les objets en leur communiquant une dynamique vitale. Enquêtant sur les origines préhistoriques de l'art au prisme d'une importante littérature, il se refuse à considérer les lignes brisées observées sur divers objets comme les premiers ornements, parce qu'elles sont, selon lui, le pur résultat de besoins pratiques, de techniques primitives et d'outils médiocres incisant laborieusement la matière :

> On a prétendu, en raison de leur apparence rudimentaire, que les alignements de traits incisés […] étaient des ornements [...] Je ne me figure pas l'homme des cavernes prenant plaisir à aligner patiemment une encoche à côté d'une autre, sinon pour leur accorder une signification pratique ou numérique (Van de Velde, dans P. Schmückle von Minckwitz, *L'ornement*, 32).

Ces zigzags sont pour lui l'antithèse de l'ornement linéaire réussi, parce que le geste qui les engendre est discontinu et répétitif. Dépourvu d'intention artistique et d'énergie organique, il échoue à insuffler la vie aux objets.

Pourtant, dans les mêmes années, c'est-à-dire autour de 1900, les imaginaires artistiques se trouvent stimulés par d'autres genres de tracés linéaires, transcriptions directes des rythmes vitaux. Il s'agit des enregistrements scientifiques qui traduisent graphiquement certains mouvements intérieurs comme le pouls ou la respiration. L'historien de l'art Arnauld Pierre (2003) s'est intéressé à l'incidence de ces images sur les théories et pratiques des arts visuels. Artistes et critiques sont enclins à envisager que de façon réciproque, les lignes puissent communiquer leur rythme à l'observateur. Le mouvement de la ligne brisée ou continue, son amplitude et sa fréquence, communiqués par la machine oculaire à l'appareil émotionnel auraient une influence sur la vitalité interne du spectateur, en la stimulant ou en l'exacerbant. Ces réflexions s'appliquent d'autant plus aisément aux ornements que leurs structures sont régulières. La discussion sur l'effet – inhibant, dynamisant ou exaspérant – de la ligne rythmée se ravive d'ailleurs à partir des années 1920, au moment où se cristallise le débat entre les défenseurs de l'ornement et ceux qui prônent son élimination. La ligne devient alors l'objet de théories concurrentes préconisant tantôt sa complexité formelle, tantôt sa simplification. Du côté des promoteurs de l'ornement, l'animation de la ligne est valorisée comme un facteur de dynamisme. Le *Cours d'architecture* professé à l'École polytechnique par Gustave Umbdenstock (1930) dans le premier tiers du XXème siècle contient un chapitre intitulé « Rythmes et vibrations » (vol. 1, 203-224). L'action de l'ornement sur l'état émotionnel est rapprochée de celle de la musique ; ainsi la vibration visuelle de la ligne décorative est-elle considérée comme l'équivalent du rythme sonore, agissant sur la sensibilité oculaire à l'instar des effets stimulants des airs militaires. Le tracé linéaire qui engendre la composition ornementale est d'autant plus efficacement analysé comme un phénomène oscillatoire, en termes d'amplitude et de fréquence, que le professeur s'adresse à un public d'élèves ingénieurs, familiarisés avec la lecture des courbes périodiques. Umbdenstock compare différentes lignes pour en évaluer la vitalité, comme s'il s'agissait de lire des enregistrements scientifiques. La ligne brisée en dents de scie est jugée rythmée mais « dépourvue de souplesse », la ligne ondulée « plus molle, moins nerveuse », celle composée d'arcs de cercle serait la plus « vivante ». Toutes sont préférables à la ligne droite horizontale, dépourvue de vie et aux effets déprimants.



- 220 -

La réunion, la juxtaposition d'arcs élémentaires de courbes sur une même ligne droite formant ainsi une ligne à ondulations périodiques va exprimer pour nous l'effet le plus vivant que nous ayons rencontré jusqu'ici. Cette impression résultante est indéniable et tout jeune l'enfant la ressent déjà quand il dessine une petite maison. De sa main inexpérimentée, dès qu'il a fini de tracer les murs les baies, la toiture et sa cheminée il ne manque pas de surmonter celle-ci d'une ligne vibrante destinée à représenter un panache de fumée et à ce moment, la maison prend à ses yeux un tout autre aspect. Elle est habitée et c'est la vibrante qui a apporté son expression de vie dans la trame jusque là rigide et froide des lignes droites. Ce que l'enfant fait naïvement la plupart des peuples le répètent dans leurs décorations et leurs constructions et nous allons en montrer quelques exemples dans la classification sommaire de quelques lignes vibrantes.

1°- Les éléments composants sont uniquement rectilignes. La ligne offre l'aspect de dents de scies genre d'ornements que n'ont pas dédaigné les Romans mais qui est dépourvu de souplesse.

(Fig. 303)

2°- Les éléments sont des courbes d'ondulations de faible hauteur par rapport à la longueur de chaque période. La figure est souple mais plus molle moins nerveuse qu'une ligne tracée dans un principe squelettal.

(Fig. 304)

3°- La ligne vibrante est composée d'une série d'arcs de cercles juxtaposés et même d'une combinaison de deux séries de tels arcs, décalées l'une par rapport à l'autre : on obtient ainsi une trame variée à courbes ouvertes ascendantes avec des rythmes et des alternances. Que seulement on y mêle une décoration inspirée de la flore et l'on arrive au tracé vibrant dentelé et pittoresque qui égale les crêtes des toitures (Fig. 308) les balustrades ajourées, les couronnements de corniches de l'époque gothique et toute une variété de frises des plus décoratives que nous trouverons dans les dentelles, les reliures, les dessins des étoffes, les faïences si nous ne devions nous borner à l'architecture.

(Fig. 305)

4°- Enfin, si les arcs de cercle sont tracés comme l'indique le schéma (5) ou le N° 5 bis, qui est un dérivé du N° 5, nous arrivons à la forme de vibranie qui a été adoptée le plus fréquemment en architecture pour corriger la froideur et le calme des effets horizontaux. Nous allons en donner plusieurs exemples.

(Fig. 306)

La figure 308 donne une crête en pierre qui orne d'une église d'Auvergne.

La figure 309 une série d'arcatures Romanes.

(Fig. 307)

Figure 7 : Gustave Umbdenstock, *Cours d'architecture*, vol. 1, p. 212, illustrations du chapitre « Rythmes et vibrations ».

Si de leur côté, les détracteurs de l'ornement mobilisent également des arguments liés à l'influence des lignes sur la sensibilité, c'est dans l'objectif de dénoncer l'agitation de la ligne ornementale comme facteur de fatigue nerveuse. Les analyses qui ont été notamment développées par Le Corbusier dans la revue *L'Esprit nouveau*, puis dans le *Journal de psychologie normale et pathologique* dans les années 1920, sont aujourd'hui bien connues (Rosenblatt, 2001). L'architecte fait référence à la « physiologie des sensations » (Le Corbusier, 1926) pour commenter le mouvement parcouru par l'œil dans la saisie des formes. La ligne droite serait la plus agréable à observer parce qu'elle économise les efforts, à l'inverse de la ligne brisée, saccadée, qui épuise l'appareil perceptif.

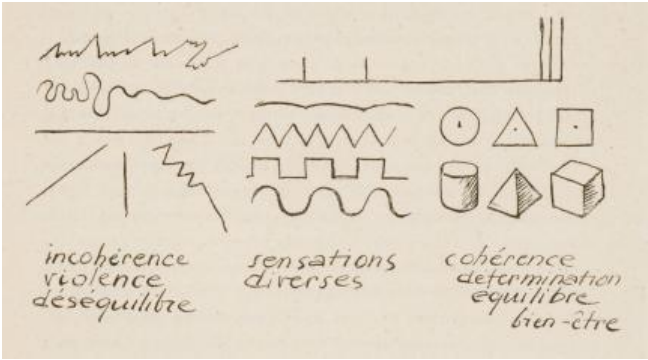


Figure 8 : Le Corbusier, « Architecture d'époque machiniste », *Journal de psychologie normale et pathologique*, n° 23, 1926, p. 344.

La régularité est alors préférable à l'irrégularité, l'orthogonale à l'oblique, la droite à la ligne brisée. Ces analyses s'appliquent à différentes échelles, du détail ornemental aux silhouettes de la ville. L'absence d'ornement est ainsi légitimée et l'horizontalité dominante de l'architecture moderne apparaît préférable aux contours découpés que présentent par exemple les édifices gothiques. Le même raisonnement conduit son confrère André Lurçat à comparer le travail de l'œil à celui « qu'il faudrait fournir si, au lieu de parcourir ces [...] lignes du regard, nous les suivions en marchant » (Lurçat 1953-1954, t II, 303-304).

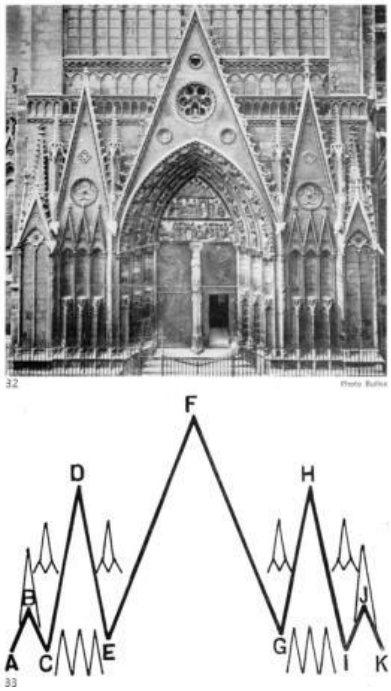


Figure 9 : André Lurçat, *Formes, composition et lois d'harmonie*, vol. 2, 1954, p. 50, « Schéma analytique de l'emploi de la ligne » (transept nord de Notre-Dame de Paris).

L'analogie opérée par Lurçat entre le mouvement de l'œil suivant une ligne et le déplacement du marcheur n'est pas sans antécédents. Dans son manuel de chorégraphie intitulé *Traité complet de géométrie rythmique* (1926), publié sous le pseudonyme de Jean d'Udine, le musicien Albert Cozanet, fondateur à Paris d'une école de gymnastique inspirée des théories du pédagogue suisse Émile Jaques-Dalcroze, effectue des rapprochements entre le mouvement d'une ligne ornementale et celui du danseur. Il s'agit, comme l'indique le sous-titre de l'ouvrage, « d'appliquer, à toutes les formes de danse et de mouvement, les innombrables combinaisons décoratives dérivant des vérités géométriques ». L'auteur poursuit un rapprochement engagé dans son livre précédent *L'art et le geste* entre la musique, la danse et les arts décoratifs, définis conjointement comme des arts dits « cinématiques » (d'Udine, 1910). Il y conçoit les lignes des « divisions du temps » (103) et insiste sur « l'étroite corrélation entre

le caractère esthétique des lignes et celui des rythmes » (105). Dans l'avant-propos du *Traité complet de géométrie rythmique*, la ligne brisée devient le résultat d'un déplacement rythmé qui organise, dans le temps, des changements successifs de direction sur un parcours à vitesse constante. Il raconte avoir été frappé en suivant des yeux le motif d'une frise grecque sur le meuble d'un salon de coiffure : c'était « la traduction rigoureuse, dans l'espace, d'un rythme de la forme » (d'Udine, III). De là, il aurait imaginé inviter ses élèves à traduire sur le papier, « avec une régularité motrice absolue », des mesures jouées au piano : « une grecque de six éléments serait tracée sur le papier à dessin, à raison de un centimètre par seconde, avec le rythme : trois blanches, trois noires, trois blanches, trois noires, etc. » (V). Les exercices graphiques précèdent l'exécution de trajets par la marche, dessinant sur la scène les mêmes figures. Dans la partie abordant « Le rythme des grecques et des volutes » (207-212), les déplacements d'abord à angle droit s'infléchissent, une fois le rythme bien intégré par l'enfant, pour créer des figures de déplacement courbes et continues. La ligne brisée de l'ornement, transposée dans l'espace, devient une chorégraphie aux effets dynamiques.

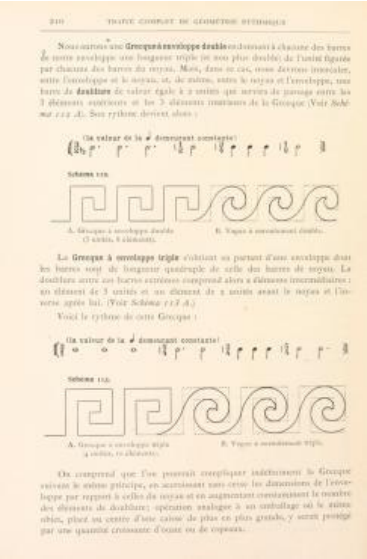


Fig. 10 : Jean d'Udine, *Traité complet de géométrie rythmique*, « Loi des enroulements rythmiques », p. 210.

Conclusion

Cette première enquête confirme l'intérêt d'aborder l'ornement au prisme d'une histoire matérielle et culturelle de la ligne. Certes, les livres et recueils du XIXème siècle ne permettent d'appréhender les productions ornementales que par l'intermédiaire de représentations graphiques et de descriptions. Mais ce sont précisément ces médiations qui nous intéressent. Elles nous renseignent sur les modalités de conception telles qu'elles sont enseignées à ceux

qui créent ces ornements, pensés comme des entités géométriques abstraites, segments assemblés ou lignes repliées, figurés par des tracés à main levée ou guidés par la règle et l'équerre, puis parfois exécutés par des gestes techniques très différents, entrecroisements de fils, plis, incisions… Les illustrations, le plus souvent gravées sur bois ou sur acier, transcrivent les motifs décoratifs dans l'espace de la page imprimée sous l'apparence de traits aux significations variées, segments mathématiques désincarnés ou objets matériels, fils textiles, rubans souples, bandes de papier, tiges de bois et barres métalliques.

Quant aux commentaires qui accompagnent ces figures, ils témoignent des multiples interprétations dont la ligne peut faire l'objet et traduisent les valeurs attribuées aux différents types de figures, hiérarchisées en fonction de leur complexité formelle et de leur charge symbolique. De ce point de vue, les motifs non figuratifs composés de lignes brisées, engendrés par des opérations géométriques élémentaires et concrétisés par des gestes simples, apparaissent comme ancestraux, primitifs et peu sophistiqués. Ils sont généralement placés au niveau inférieur de l'échelle artistique, à l'exception notable des frises et méandres grecs qui, bien que peu différents du point de vue formel, se voient dotés d'une valeur esthétique et culturelle parce que rattachés à l'antiquité classique. Dans les ouvrages du début du XXème siècle, l'interprétation des formes ornementales s'appuie sur des arguments renouvelés, considérant prioritairement les effets qu'elles produisent sur celui qui les observe. Le matériau ou les procédés d'exécution perdent en importance dans ces analyses qui abordent la ligne comme l'expression d'une force dynamique. Ces lectures s'intéressent aux structures formelles indépendamment de leur matérialité : rythmes périodiques indicateurs d'une vitalité, capable d'enclencher des réactions émotionnelles à l'instar de la musique, ces lignes trouvent toutefois une nouvelle incarnation dans le corps en mouvement de l'observateur.

Références

Blanc C., *L'art dans la parure et dans le vêtement*, Paris, Loones, 1875.

Bourgoin J., *Théorie de l'ornement*, Paris, Lévy, 1873.

Bourgoin J., *Grammaire élémentaire de l'ornement*, Paris, Ch. Delagrave, 1880.

Bourgoin J., *Études architectoniques et graphiques*, 2 vol., Paris, Ch. Schmid, 1899-1901.

Cernesson L., *Grammaire élémentaire du dessin*, Paris, Ducher, [1876].

Enfert Renaud d', « Le dessin sous contrôle. La synthèse républicaine » *in* Enfert Renaud d', Lagoutte D., *Un art pour tous. Le dessin à l'école de 1800 à nos jours*, Paris/Rouen, INRP/Musée national de l'éducation, 2014, p. 36-45.

Dorsch S., Vinzent J., *Spatio-Temporalities on the Line: Representations-Practices-Dynamics*, Berlin/Boston, de Gruyter, 2018.

Hogarth W., *The Analysis of Beauty*, Londres, J. Reeves, 1753.

Humbert de Superville, D. P. G., *Essai sur les signes inconditionnels dans l'art*, Leyde, CC. Van der Hoek, 1827-1832.

Ingold T., *Une brève histoire des lignes*, Bruxelles, Zones sensibles, 2014 [éd. or. 2007].

Labrusse R., *Face au chaos. Pensées de l'ornement à l'âge de l'industrie*, Dijon, Presses du Réel, 2018.

Lavezzi E., « Diderot et Hogarth : la pyramide et la ligne serpentine » *in* Frantz P. et Lavezzi E., *Les Salons de Diderot. Théorie et écriture*, Paris, PUPS, 2008, p. 73-88.

Le Corbusier, « Architecture d'époque machiniste », *Journal de psychologie normale et pathologique*, n° 23, 1926, p. 325-350.

Lurçat A., *Formes composition et lois d'harmonie*, Paris, Vincent Fréal et Cie, 1954.

Mainberger S., Ramharter E. (dir.), *Linienwissen und Liniendenken*, Berlin/Boston, de Gruyter, 2017.

Orelli-Messerli B. von, « The line as Force. Henry van de Velde's Scientific Approach to Artistic Problems » *in* S. Dorsch, J. Vinzent, *Spatio-Temporalities on the Line: Representations-Practices-Dynamics*, Berlin/Boston, de Gruyter, 2018, p. 119-140

Passepont J., *Étude des ornements*, Paris, J. Rouam et Cie, 1896.

Pierre A., « La musique des gestes. Sens du mouvement et images motrices dans les débuts de l'abstraction » *in* P. Rousseau (dir.), *Aux origines de l'abstraction 1800-1914*, Paris, RMN, 2003, p. 85-101.

Pierre A., « Du plaisir moteur de l'œil. Hédonique et sens du mouvement » *in* J. Lichtenstein, C. Maigné et A. Pierre (dir.), *Vers la science de l'art. L'esthétique scientifique en France, 1857-1937*, Paris, PUPS, 2013, p. 191-207.

Pierre A., « La Danse des yeux. Empathie kinesthésique et esthétique de l'"arabesque moderne" », *Les Cahiers du musée national d'Art moderne*, n° 102, hiver 2007-2008, p. 5-19.

Racinet A., *L'ornement polychrome*, Paris, Firmin-Didot, [1869-1873].

Reiber E., « Récréations de la barre », *L'Art pour tous,* n° 646, mai 1887, p. 2.

Reiber E., *L'enseignement primaire du dessin*, Paris, l'Auteur, 1878.

Reiber E., *Propagande artistique du Musée Reiber. Le premier volume des albums Reiber*, Paris, Ateliers du Musée Reiber, 1877.

Rosenblatt N., « Empathy and Anaesthesia: On the Origins of a French Machine Aesthetic », *Grey Room*, n° 2, hiver 2001, p. 78-97.

Ruskin J., *The Stones of Venice*, vol. 1, Londres, Smith, Elder & Co, 1851.

Schmückle von Minckwitz P., *L'ornement. Un tapuscrit inédit de Henry van de Velde sur l'origine de l'ornement et sur l'ornement structo-linéaire et dynamographique*, Mémoire de DEA sous la direction de Bruno Foucart, Université Paris IV, 2004.

Stafford B. M., *Symbol and Myth: Humbert de Superville's Essay on Absolute Signs in Art*, Cranbury, NJ/Londres, University of Delaware Press, Associated University Presses, 1979.

Thibault E., *La géométrie des émotions. Les esthétiques scientifiques de l'architecture 1860-1950*, Wavre, Mardaga, 2010.

Udine J. d', *Traité complet de géométrie rythmique*, Paris, Heugel, 1926.

Umbdenstock G., *Cours d'architecture*, 2 vol., Paris, Gauthier-Villars, 1930.

Van de Velde H., « Die Linie », *Die Zukunft*, X. Jd, Bd. 40, Nr. 49, 6 septembre 1902, p. 385-338.

In situ, ex situ / Hors la page

Lignes brisées, recollées et démontées en linguistique informatique

Pierre Zweigenbaum

Parole et écriture : une ligne continue continuellement brisée

« Le discours oral se déroule dans un flux temporel irrémédiablement linéaire. » (Vandendorpe, 25)

Ruptures de linéarité dans l'écriture concrète matérielle du matériau langagier

Écriture physique

Une rupture de linéarité s'est avérée nécessaire dans l'écriture pour faire tenir sur un support de taille bornée un texte trop long pour y être consigné d'une pièce. Déjà, comme le dit Vandendorpe (49), « sur la feuille de papyrus, qui était en usage depuis –3000, le scribe aligne les colonnes de texte en parallèle ». Ce papyrus est « enroulé sur lui-même en un volumen » (*ibid*.). Plus tard, le codex

> consiste en un ouvrage dont les feuilles pliées et reliées forment ce que nous appelons aujourd'hui un cahier ou un livre. Il est apparu quelques dizaines d'années avant notre ère dans la Rome classique à l'époque d'Horace […] Le passage [du rouleau au codex] ne sera vraiment effectué dans l'Empire romain qu'au IVème siècle (Vandendorpe, 50)

Enfin, « le Moyen Âge a aussi connu le rouleau, qui n'est plus le volumen mais le *rotulus* : il s'agit d'un long ruban de parchemin, mais écrit – et cette différence est fondamentale – non pas selon des colonnes perpendiculaires au ruban, mais dans le sens du ruban, sans colonne » (Larousse, 2020). Volumen, codex, *rotulus* brisent ainsi un texte en ce qu'il est convenu d'appeler des « lignes » (ou des colonnes selon les écritures), qui constituent des segments, des brisures de la ligne globale. Le flux de parole linéaire et continu évoqué plus haut est donc amené à apparaître comme ligne brisée lorsqu'il est écrit sur un support matériel. Notons que cette transformation apporte en pratique des avantages car « l'écrit nous permet d'échapper à la linéarité » (Vandendorpe, 1999, 40) : la forme tabulaire du codex facilite la lecture et nous permet de la mener à notre gré.

Lignes brisées et continues dans la gestion informatique du texte

Impression

L'image informatique d'un livre imprimé reproduit généralement ces segments qu'il faut alors savoir recoller de façon appropriée pour reconstituer la linéarité du texte. De nos jours, sa mise en page est calculée informatiquement selon les choix typographiques effectués (police, taille des caractères, taille de la page, etc.) : le nombre de mots approprié est disposé sur chaque ligne, des césures sont introduites si nécessaire ; le nombre de lignes approprié est inséré dans chaque page. Dans les publications de qualité, ce processus est contrôlé par un typographe professionnel qui effectue au besoin des ajustements. Le résultat est figé puis utilisé pour l'impression. Un document préparé pour l'impression, par exemple au format PDF (Portable Document Format), peut aussi être visualisé à l'écran. Dans ce cas, lignes et pages sont figées telles que préparées pour l'impression.

Affichage pour le lecteur

L'affichage d'un texte sur écran dans les logiciels modernes reprend également les principes de la page imprimée. Une différence avec le livre imprimé est que l'affichage à l'écran est susceptible d'être modifié dynamiquement. Le lecteur peut choisir par exemple d'augmenter la taille de la police de caractères, et le logiciel va ajuster en conséquence les points de repliement de la ligne du texte. Une autre différence est la possibilité souvent offerte de faire défiler le texte verticalement sur l'écran, reproduisant alors un *rotulus*. Page ou *rotulus*, l'affichage matériel du texte sur l'écran consiste ainsi en la matérialisation du texte sous la forme d'une ligne brisée dynamiquement ajustée.

Vue logique

Sur un plan informatique, les langages de programmation offrent au programmeur des structures de données pour enregistrer nombres, textes et autres données. Pour les textes, la structure de données standard est la notion de chaîne de caractères, ligne dont la taille n'est limitée que par celle de l'espace de stockage disponible. Dans les langages de programmation couramment utilisés en 2020 (par exemple, C ou Python), cet espace de stockage disponible est la mémoire centrale de l'ordinateur. Sur les ordinateurs personnels de 2020, cette mémoire est de l'ordre d'une dizaine de Giga-octets (1 Go ~ 1 milliard de caractères), ce qui représente environ mille livres de la taille de *À la recherche du temps perdu*. Bien que borné, cet espace est donc, contrairement à l'espace de l'écriture physique mentionné plus haut, suffisamment

grand pour contenir l'immense majorité des textes existants. La vue logique d'un texte fournie par les langages de programmation maintient ainsi virtuellement la ligne continue originale de la parole[48].

Stockage informatique « physique »

Sur un plan informatique plus profond, le système d'exploitation d'un ordinateur gère la mémoire disponible : comme l'explique Bloch (Chap. 4), il l'alloue par morceaux aux programmes qui lui font des demandes. Concrètement, il découpe la mémoire en blocs et tient à jour un annuaire des blocs libres et des blocs en cours d'utilisation. L'action conjuguée du système d'exploitation et du langage de programmation utilisé construit la vue logique, la ligne continue donnée aux programmes. Mais en sous-main, cette ligne est au besoin brisée par le système d'exploitation selon ses besoins de gestion de la mémoire de l'ordinateur.

Vue globale

Ces plans se combinent pour présenter, d'une part, au lecteur d'un texte informatisé une image virtuelle de ce texte, formatée en ligne brisée par imitation des pages d'un livre ou souvent d'un *rotulus*, et présenter, d'autre part, aux programmes qui le traitent une longue ligne reconstituée, tout en stockant souvent le texte brisé en morceaux dans la mémoire de l'ordinateur.

Les unités linguistiques : découper une ligne en une hiérarchie de segments imbriqués

Unités linguistiques

Un texte est écrit avec des caractères et constitue donc une séquence de caractères. En même temps, il est formé d'unités linguistiques. Chapitres, paragraphes, phrases, syntagmes, mots (voir notamment Swiggers) sont des éléments qui jouent un rôle à différents niveaux du fonctionnement de la langue, ou tout au moins de la modélisation qu'en fait la linguistique. Ces unités forment autant de segments de la ligne initiale et découpent cette ligne de façon imbriquée. Par exemple, un texte pourra être découpé en chapitres composés de paragraphes formés de phrases, chaque phrase étant elle-même une séquence de mots. Chacune de ces unités concerne une sous-séquence de la séquence de caractères formant le texte entier. On rencontre donc ici une autre forme de ligne brisée (figure 1).

48. Sur la notion de structure logique et structure physique d'un document, voir notamment André *et al.*.

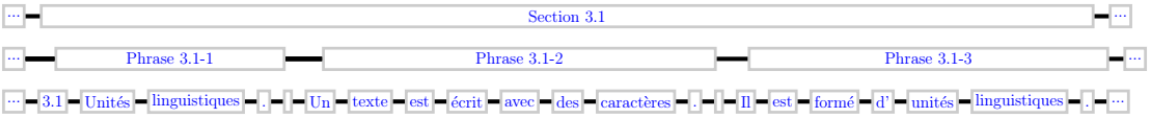


Figure 1. Lignes brisées : segmentation en unités linguistiques.

Segmenter un texte en unités linguistiques

L'analyse d'un texte, qu'elle soit humaine ou réalisée par des programmes de traitement automatique des langues[49], passe généralement par l'identification de ces unités et met alors en jeu un processus de segmentation du texte : la séquence de caractères, ligne continue initiale, est tronçonnée en une séquence de segments, chaque segment pouvant être à son tour découpé en segments plus petits. La figure 1 illustre cela au niveau des sections, phrases et mots d'un extrait de la section précédente.

Briser la linéarité du texte pour recouvrer ces unités, en d'autres termes, le segmenter, rencontre des difficultés d'autant plus grandes que les marques de ces segments sont diffuses ou que leur définition n'est pas ferme. C'est tout l'enjeu des processus de segmentation en mots, en phrases, en syntagmes dont même ceux qui semblent les plus simples, comme la délimitation des mots, sont confrontés à des questions théoriques et pratiques qui se répercutent dans les traitements en aval.

En l'absence d'une définition universelle, les programmes d'analyse automatique de textes adoptent des définitions opératoires qui résultent d'un compromis entre simplicité de mise en œuvre et utilité pour les traitements visés. La définition la plus répandue pour les langues où elle est pertinente consiste à prendre pour délimitation d'un mot les espaces et les ponctuations (figure 2a). Il faut éventuellement considérer que certaines ponctuations, comme le tiret en français, ne sont généralement pas des séparateurs de mots (figure 2b). Cette définition devient cependant rapidement trop étroite face aux diverses expressions polylexicales, aux phénomènes de figement et de non-compositionnalité très bien décrits par Mel'cuk. Des expressions comme *pomme de terre*, ou *en sous-main* et *au besoin* dans la (figure 2c), possèdent un degré de figement qui peut justifier leur segmentation en une seule unité. Les méthodes de traitement automatique des langues traitent ces cas à l'aide de grands dictionnaires d'expressions polylexicales tels que le DELAC constitué par Silberztein ou en estimant de façon statistique

49. Cori et Léon présentent une vue historique de l'emploi des termes proches *Traitement automatique des langues*, *Informatique linguistique* et *Linguistique informatique*.

le degré de figement d'une expression par l'observation de grands corpus avec des mesures comme celles de Church et Hanks.

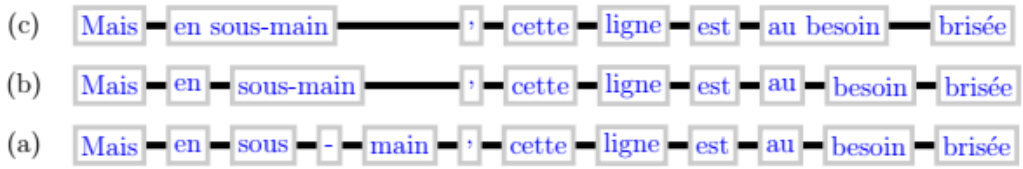


Figure 2. Lignes brisées : prise en compte d'expressions polylexicales dans la segmentation en unités lexicales.

Inversement, la présence d'erreurs orthographiques, la complexité de la morphologie de certaines langues, ou encore le besoin de limiter la taille du vocabulaire traité pour des raisons d'économie peuvent amener les concepteurs d'algorithmes d'analyse de textes à briser les énoncés en unités opératoires beaucoup plus courtes, comme des séquences infralexicales de quelques caractères.

Enfin, les langues dont l'écriture n'utilise pas d'espaces, comme le chinois (Wong *et al.*) ou le japonais, ou qui en utilisent entre toutes les syllabes, comme le vietnamien, font face de façon permanente à une question similaire à celle, introduite plus haut, des expressions polylexicales. La figure 3, qui reprend un exemple de Zhao *et al.*, illustre la segmentation d'une phrase chinoise en mots.

自然科学的研究不断深入															*Phrase en chinois*
自	然	科	学	/	的	/	研	究	/	不	断	/	深	入	*Segmentation en mots*
B	M	M	E	/	S	/	B	E	/	B	E	/	B	E	*Position dans chaque mot*
sciences naturelles					*de*		*recherche*			*sans cesse*			*en profondeur*		*Glose*
La recherche en sciences naturelles s'approfondit sans cesse															*Traduction en français*

Figure 3. Exemple de segmentation en mots en chinois.

Les premières approches utilisaient un grand dictionnaire électronique et cherchaient la segmentation la plus en accord avec les mots présents dans le dictionnaire. La plupart des méthodes actuelles emploient des méthodes d'apprentissage automatique pour déterminer si dans le contexte où il est rencontré, un caractère est un mot en lui-même ou au contraire le début, le milieu ou la fin d'un mot à plusieurs caractères. La figure 3 symbolise ces positions par les lettres S (*single* = *seul*), B (*begin* = *début*), M (*middle* = *milieu*) et E (*end* = *fin*). Pour entraîner ces méthodes, les chercheurs leur fournissent de grands corpus qui ont été manuellement segmentés en mots.

Arbres et graphes se cachent derrière la linéarité de la parole

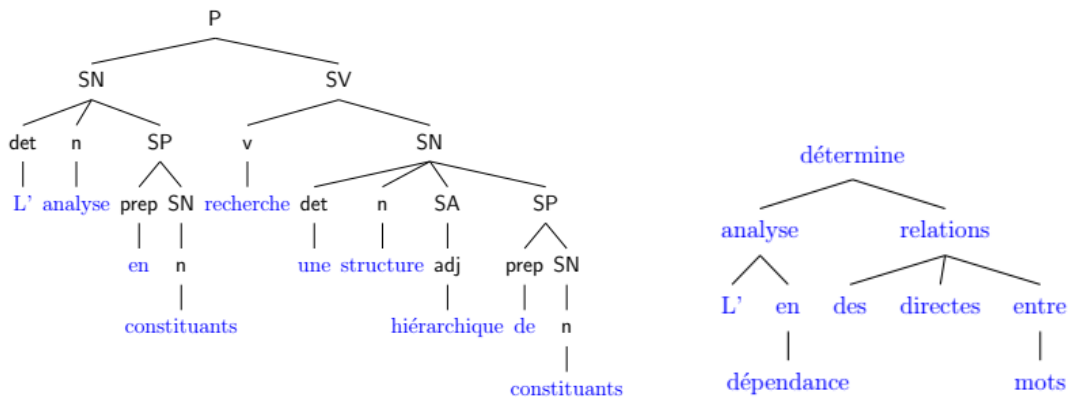
On peut voir une ligne brisée comme enchaînant des segments de ligne l'un derrière l'autre. Si au lieu d'ajouter un segment derrière le précédent on se permet d'en ajouter deux ou davantage, on obtient un branchement. Chaque fois que l'on répète cette opération, on crée un nouveau branchement. La structure résultante est un arbre : le point de départ du ou des premiers segments (dits *arêtes*) est la *racine* de l'arbre, et l'arrivée d'un segment sans suite est une *feuille*. La figure 4a montre un arbre dont les feuilles sont étiquetées par des mots et les branchements sont étiquetés par des catégories syntaxiques. Sa racine est notée P pour indiquer que l'arbre couvre globalement une phrase entière. Comme on le voit au passage, les linguistes, comme d'ailleurs les informaticiens, dessinent généralement les arbres en plaçant leur racine en haut et leurs feuilles en bas. On peut voir un arbre comme la connexion de segments de ligne : une ligne brisée que l'on recolle selon une structure arborescente, hiérarchique.

Un arbre est une sorte particulière de graphe : une structure composée d'*arêtes* qui relient des *sommets*. Alors qu'un graphe n'impose pas *a priori* de contrainte sur la disposition de ses arêtes, un arbre ne peut pas comporter de boucle, de circuit. Si dans un arbre on ajoute une arête entre deux sommets existants, cela crée une telle boucle, et la structure résultante n'est plus un arbre, mais un graphe plus général. On peut voir un graphe comme la connexion sans contrainte de segments de ligne : une ligne brisée que l'on recolle à son gré.

Structures non-linéaires

La linéarité de la parole et la quasi-linéarité de l'écriture sont des formes de transmission d'un contenu. Nous avons évoqué plus haut la notion d'unité de langue. Il faut y ajouter la notion de lien, de relations que les énoncés tissent entre ces unités aux niveaux syntaxique, sémantique et discursif, ainsi qu'entre ces unités et leurs référents dans une réalité extralinguistique. Les structures syntaxiques[50] sont des arbres (figure 4), voire des graphes plus généraux. Leur construction à partir d'un énoncé va donc transformer une ligne en arbre ou en graphe, en déterminant la structure appropriée et sa correspondance avec les éléments de l'énoncé. Inversement, la génération d'un énoncé à partir d'un contenu ou d'une structure syntaxique va devoir linéariser un graphe.

50. Voir par exemple le manuel d'Abeillé.



(a) Arbre de constituants

(b) Arbre de dépendance

Figure 4. Arbres syntaxiques (P=phrase, SN=syntagme nominal, etc.).

Deux types d'arbres syntaxiques

L'analyse syntaxique part d'un énoncé, typiquement une phrase, et vise à déterminer la structure de cet énoncé.

L'analyse en constituants recherche une structure hiérarchique de constituants, ou syntagmes, imbriqués les uns dans les autres (figure 4a). La phrase est le syntagme englobant, constitué habituellement en français d'un syntagme nominal et d'un syntagme verbal, lui-même constitué notamment d'un verbe et de syntagmes nominaux ou prépositionnels, chaque syntagme se décomposant à son tour jusqu'à arriver aux mots. L'analyse en constituants est donc une autre sorte de segmentation, de niveau intermédiaire entre phrase et mot, qui porte sa propre hiérarchie. Elle représente chaque phrase par un arbre de constituants.

L'analyse en dépendance détermine quant à elle des relations directes entre mots (figure 4b). Chaque mot (régi) dépend d'un autre mot (recteur), sauf la racine de la phrase qui ne dépend d'aucun autre mot. Cela constitue un arbre de dépendance, partant de la racine de la phrase et dont les branches mènent aux dépendants, un dépendant pouvant être lui-même accompagné de ses propres dépendants, et ainsi de suite. Les relations de dépendance sont porteuses de relations grammaticales : sujet, objet, modifieur de nom, etc.

Arbre de constituants et arbre de dépendance sont d'ailleurs largement équivalents dans la mesure où chaque syntagme est organisé autour d'un mot de tête dont dépendent les autres

syntagmes qu'il inclut ; et réciproquement, chaque mot recteur constitue avec ses dépendants une unité qui correspond à un syntagme.

Constituants ou dépendances, la structure sous-jacente à une phrase est donc un arbre qui assemble des unités élémentaires en unités plus larges pour préciser, pour compléter l'apport de ces unités. Une structure où chaque mot serait attaché à celui qui précède construirait une séquence linéaire, une ligne. Le besoin de rattacher plus d'un dépendant à certains mots, par exemple à la fois un sujet et un objet à un verbe, ou à la fois un déterminant et un adjectif à un nom, ne peut s'exprimer dans une structure linéaire : il faut passer à une structure plus complexe, au minimum un arbre.

La phrase telle que nous l'entendons ou la lisons a été linéarisée en une séquence de mots pour la faire tenir dans le flux de parole. Mais de façon sous-jacente, c'est un arbre qui est exprimé et que nous reconstituons lorsque nous traitons l'énoncé reçu.

Autres types de relations : graphes

« Les phrases peuvent exprimer des relations qui vont au-delà des arbres que nous venons d'introduire. » Dans la phrase précédente, « phrases » est sujet de « peuvent », mais les propriétés lexicales du verbe « pouvoir » rendent « phrases » également sujet de « exprimer » : le sujet de « pouvoir » « contrôle » le sujet du verbe complément de « pouvoir ». De plus, dans la même phrase, le pronom relatif « qui » fait référence au nom « relations » et est sujet du verbe « vont » : par cette anaphore, au plan sémantique, « relations » est à la fois l'objet de « exprimer » et l'agent de « vont ».

« Les relations anaphoriques dépassent le cadre de la phrase. On les rencontre aussi entre deux phrases différentes ». Ainsi, « les » dans la phrase précédente fait référence à « Les relations anaphoriques » de la phrase d'avant ; et l'expression « la phrase précédente » fait référence à l'entièreté de la phrase en question. Par ailleurs, une phrase peut servir d'exemple à une autre : c'est le cas de la précédente (« Ainsi, … ») par rapport à celle qui la précède (« On les rencontre… »). Explicitation, argumentation, etc., de telles « relations discursives » structurent un texte, un discours, au-delà de la simple séquence linéaire de ses phrases, de la même façon que les relations syntaxiques structurent une phrase au-delà de la simple séquence linéaire de ses mots.

Ces relations s'ajoutent aux relations arborescentes vues au paragraphe précédent. La structure d'une phrase ou d'un texte est ainsi, au-delà d'un arbre ou d'une série d'arbres, un graphe qui relie mots ou unités plus larges selon les besoins de ce que l'on veut exprimer.

Délinéariser

Nous avons introduit plus haut la problématique de la segmentation d'un texte en unités linguistiques et pris l'exemple de la segmentation en mots. De la même façon, l'analyse d'une phrase cherche à identifier l'arbre ou le graphe qui définit la structure de cette phrase. C'est le cas notamment de l'analyse syntaxique et de ses versions computationnelles. Plusieurs décennies de recherches ont mis au point des algorithmes d'analyse syntaxique qui visent à construire automatiquement l'arbre structurant une phrase selon ses constituants ou ses dépendances. L'arbre de la figure 4b a ainsi été obtenu à travers l'interface en ligne de l'analyseur FRMG créé par de La Clergerie *et al*.

Le cheminement

Nous pouvons résumer cet essai en cheminant à partir d'un texte imprimé ou affiché sur un écran d'ordinateur. Ce texte découpe en pages et replie en « lignes », ou plus exactement en segments, la linéarité du flux de parole. En tant que lecteurs, nous recouvrons cette linéarité en parcourant le texte ligne après ligne, page après page. De façon sous-jacente, dans les traitements de l'ordinateur, le texte est également géré à un niveau logique comme une longue ligne. De façon encore plus profonde, au niveau du système de fichiers ou de la mémoire physique, cette longue ligne est en réalité fractionnée en segments qui peuvent être éparpillés ; mais la couche logique crée une abstraction qui masque ce fractionnement et fournit aux traitements une ligne d'une taille suffisante pour qu'y tienne n'importe quel texte courant. L'ordinateur réussit donc à gérer en parallèle la ligne brisée de la présentation à l'écran, la ligne différemment brisée de l'enregistrement dans sa mémoire physique, tout en préservant au plan logique la ligne continue du flux de parole.

Ce que nous avons besoin d'exprimer ne se satisfait cependant pas d'une simple structure linéaire. Nous brisons cette ligne encore différemment : en unités linguistiques, mots, syntagmes, phrases, chapitres et bien d'autres niveaux, souvent imbriqués les uns dans les autres. Ces relations d'imbrication forment des arbres. D'autres relations, comme l'anaphore, s'y ajoutent pour constituer des graphes. Ces relations complexes donnent au texte sa

cohérence, son unité, en identifiant notamment les personnages récurrents, les lieux, les situations, les assertions auxquelles on souhaite faire référence. La compréhension de textes a ainsi besoin de transformer la ligne de la parole en un ensemble d'unités unies par des relations complexes. Le traitement automatique des langues s'efforce de recouvrer automatiquement ces unités et ces relations pour simuler des aspects de cette compréhension.

Références

Abeillé A., *Les Nouvelles syntaxes. Grammaires d'unification et analyse du français*, Paris, Armand Colin, 1993.

André J, Furuta R. et Quint V., (éd.), *Structured Documents*, Cambridge, Cambridge University Press, USA, 1989.

Bloch L., *Splendeurs et servitudes des systèmes d'exploitation. Histoire, fonctionnement, enjeux*. Laurent Bloch, août 2020. En ligne, https://www.laurentbloch.org/Data/Livre-Systeme/, consulté le 7/10/2020.

Church K.W. et Hanks P., « Word Association Norms, Mutual Information, and Lexicography », *Computational Linguistics*, juin 1989, p. 76-83.

Cori M. et Léon J., « La constitution du TAL. Étude historique des dénominations et des concepts », *Traitement automatique des langues*, vol. 43, n°3, 2002, p. 21-55.

de La Clergerie E., Sagot B., Nicolas L et Guénot ML, « Évolutions d'un analyseur syntaxique TAG du français » in E. de La Clergerie et P. Paroubek, (ed.) *Journée de l'ATALA sur : Quels analyseurs syntaxiques pour le français ?*, Paris, France, 2009. ATALA. En ligne, http://hal.inria.fr/inria-00553260, consulté le 19/4/2020.

Encyclopérie Larousse, Entrée « volumen ». En ligne, https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/volumen/182698, consulté le 20/9/2020.

Mel'cuk I., « Clichés, an Understudied Subclass of Phrasemes », *Yearbook of Phraseology*, vol. 6, n°1, 2015, p. 55–86.

Silberztein M., « Le dictionnaire électronique des mots composés. », *Langue Française*, n°87, 1990, p. 71–83. En ligne, http://www.jstor.org/stable/41558558, consulté le 25/4/2020.

Swiggers P., « Le mot, unité d'intégration » *in* G. Serbat et S. Mellet, (dir.), *Études de linguistique générale et de linguistique latine : offertes en hommage à Guy Serbat*, Société pour l'information grammaticale, Paris, 1987, p. 57–64.

Vandendorpe C., *Du papyrus à l'hypertexte. Essai sur les mutations du texte et de la lecture*, Paris, La Découverte, 1999.

Kam-Fai Wong, Wenjie Li, Ruifeng Xu et Zheng-sheng Zhang, *Introduction to Chinese Natural Language Processing*. Synthesis Lectures on Human Language Technologies. Morgan & Claypool, 2009.

Zhao H, Cai D, Huang C et Kit C, « Chinese Word Segmentation: Another Decade Review (2007-2017)« , *CoRR*, abs/1901.06079, 2019. En ligne, http://arxiv.org/abs/1901.06079, consulté le 6/5/2020.

Anatomy of a Broken Line: Why Zigzags Matter in Picturebooks

Anne Chassagnol

Shapes are at the core of pre-school picturebooks. Children at this stage are experimenting with letter formation and basic arithmetic. Identifying contours, colours, volumes and textures is a necessary step towards the acquisition of visual literacy. Numerous studies have been devoted to the role of geometrical motifs as a way of developing "children's cognitive engagement with mathematics" (Elia & Van den Heuvel-Panhuizen, 2010), some focusing more specifically on round shapes and the infinite possibilities of a circle to teach geometry while others rely on quadrilaterals to explore angles, symmetry and volume. English children's literature has always been influenced by authors who were themselves trained in mathematics, such as Lewis Carroll, whose publications in that field under the academic name of Charles Lutwidge Dodgson include *The Fifth Book of Euclid Treated Algebraically* (1868), *A Syllabus of Plane Algebraical Geometry* (1860), *Euclid and His Modern Rivals* (1879), and *Curiosa Mathematica* (1888). His literary work is infused with logic and geometrical concepts. *Through the Looking-Glass* (1871) is laid out as a chess conundrum, inspired by the knight's tour problem (Abeles, Deleuze). In this famous mathematical problem, the knight starts on a random square on the chessboard and the *tour de force* consists in finding the best sequence of moves to ensure that he will visit all the squares just once. Geometry also plays a key role in the publications of A. A. Milne who studied mathematics at Trinity College, Cambridge[51]. The American writer, Norton Juster, author of *The Phantom Tollbooth* (1961), was not a mathematician *per se* but his training as an architect gave him an appreciation of geometry to which he paid homage in *The Dot and the Line: A Romance in Lower Mathematics* (1963).

If traditional geometric patterns are readily available in concept books for pre-schoolers, few academic studies of children's books have been devoted to "the strength of line" (Hintz & Tribunella, 2019), the most basic and abstract geometrical figure. Being both ubiquitous and utterly versatile, the line, which can morph into an infinity of shapes – a wiggle, a segment, a curve, a straight line or a zigzag – is highly underrated. The father of sequential art, the Swiss Rodolphe Töpffer (1799-1846), invented a new type of visual narrative in his *Histoires en étampes*, or *Stories in Etchings*. He also published a lesser-known book two years before his death, *Voyages en zigzag* (1844) in which he promoted school trips to educate children outside the classroom. These trips did not involve a traditional tour, let alone a *Grand Tour*, but

[51] See the poem "*Lines and Squares"* (1924) and Eeyore's interest in letters in *The House at Pooh Corner* (1928).

excursions through walks in the Alps. Zigzags, for Töpffer became a form of geographical pedagogy – the art of meandering. They reveal the importance of rambling through physical space but also on the page, by connecting the text and its illustrations, by allowing fragmented, interrupted narratives through a series of digressions (Le Men, 39-40), just like the squiggle in *The Life and Opinions of Tristram Shandy* (1759) offers a visual reflection on the art of storytelling.

Tim Ingold's remark: "Lines are everywhere" and "subsume all the aspects of everyday human activity" (Ingold, 2007, 1) is true of children's literature, as the motif of the line seems to have become a sub-genre in itself (Greene, 1997; Whitman, 2009; Bossio, 2013; Lee, 2017). Lines appear in a variety of texts for young children, from alphabet books (Sharon Werner's *Alphabeasties and Other Amazing Types,* 2009), interactive books (*Andrew Drew and Drew,* 2012 by Barney Saltzberg), to concept books (*Shapes, Shapes, Shapes,* 1996, by Tana Hoban; *Length,* 1995, by Henry Arthur Pluckrose) and counting books (*1,2,3 San Francisco: A Cool Counting Book,* 2019, by Puck), challenging spatial skills and mathematical deductions. In *Follow the Line* (2006) or *A Line Can Be* (2015) by Laura Ljungkvist, readers are invited to run their finger along an uninterrupted trail, tracing words, solving riddles along the way, while eventually questioning the reliability of the line. *Harold and the Purple Crayon* (1955) by Crockett Johnson is emblematic of these picturebooks in which the whims of the pencil give shape to the story.

From a linguistic point of view, the polysemy of the term "line" points towards a rather fluid definition, which conveys a variety of meanings from a rope, to a track, a border or a direction. A line, as in "a line of argument", can also be interpreted as a pattern of reasoning, which suggests that it is both visual and narrative. By connecting two points, a line establishes a link between two separate units, giving them a sense of direction, the beginning of a storyline.

If the definition of a line seems straightforward, how could we define a broken line? In his pioneering essay on the impact of geometrical forces in painting, *Point and Line to Plane* (1926), Wassily Kandinsky attempts to define a broken line, also called an "angular line", which is composed of at least two parts, as "the result of two forces which have discontinued their action after a single thrust." (Kandinsky, 69). Do broken lines pertain to the category of "graphic codes" such as "blurs, motion lines, and the distortion of perspective" (Nikolajeva, 139)? This article examines lines in picturebooks, more specifically broken lines, zigzags and discontinuous or disconnected lines that meet at oblique angles. The term "picturebook" is intentionally written here in one word and refers to Martin Salisbury and Morag Styles' definition where image and text cannot be dissociated and should be understood as:

> the particular use of sequential imagery, usually in tandem with a small number of words, to convey meaning. In contrast to the illustrated book, where pictures enhance, decorate and amplify, in the picturebook the visual text will often carry much of the narrative responsibility. In most cases, the meaning emerges through the interplay of word and image, neither of which would make sense when experienced independently of the other. (Salisbury and Styles, 7)

Broken lines, far from being a graphic mistake, represent a key stage in early literacy. Using Maria Montessori's concept of "psychogeometry", I will argue that one of the reasons why early picturebooks offer so many illustrations based on irregular lines, crosshatching or zigzags is because they introduce oblique shapes that will help pre-schoolers to identity the letters of the alphabet, preparing them, in turn, to form letters on a page. The second section will focus on the narrative value of broken lines and how they function as visual metaphors that are indicative of a disruption in the plot. Drawing on Scott McCloud's analysis in *Understanding Comics. The Invisible Art* (1993) devoted to the pictorial grammar of comics, I will investigate the "expressive potential of broken lines" (124). This section will contend that the sudden interruption of the line can be a comic mechanism to reactivate the story or can point to the discrepancy between the text and the image to signal dramatic tension. Finally, using the theory of visual perception and graphic design, I would like to suggest that broken lines, in their discontinuity, are essentially dynamic, thereby "implying more energy, more activity." (Nodelman, 161). This third and final part will identify a series of picturebooks in which broken lines animate the page by resorting to different strategies that either produce an illusion of movement by bringing back to life retro instruments pre-dating cinema, or, by faking digital media, mimicking *ipads* and computer games.

Lines and Letters: The Geometry of Early Literacy (Kress, 17)

The omnipresence of lines in picturebooks for the very young and concept books is not incidental or purely aesthetic. Zigzags, snaky, wiggly and crenelated lines, are intentionally used as a way of stimulating children's early visual literacy.

Maria Montessori (1870-1952), the influential Italian educator, pioneered an educational method based on training the senses. Initially conceived to suit the needs of mentally challenged children, she later adapted it to help pre-school toddlers. The very shape of the educational toys she used had a unique place in her pedagogical approach. She designed a series of self-instructive sensorial material – geometric insets, stacking cubes, miniature wooden stairs – encouraging children to experience geometry for themselves, before they were taught key concepts. Geometry plays a pivotal role in her method. It is mentioned in most of her publications, from *Psychogeometry* (1911), to *Dr. Montessori's Own Handbook* (1914), up to

The Montessori Elementary Material: The Advanced Montessori Method (1917)[52]. Geometry and the impact of lines in space also stand at the core of the Swiss constructivist Jean Piaget's theory of cognitive development. In *The Child's Conception of Space* (1956) or *The Child's Conception of Geometry* (1960), Piaget conducted a series of empirical experiments on children on the impact of linear order, angular measurements, straight and divided lines, with the intention of improving their mathematical reasoning by manipulating geometrical shapes (Montessori, 1967)[53].

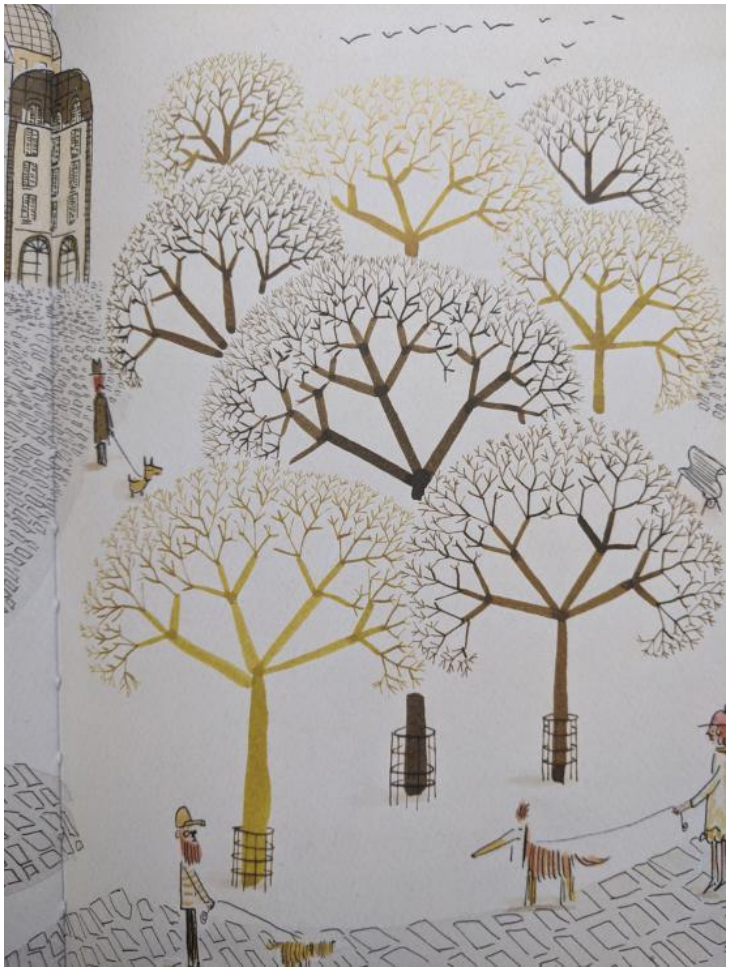


Figure 1 : Miguel Tanco, *Compte sur moi*, 2019. Traduction de Cécile Hermellin © Éditions Gallimard Jeunesse.

[52] See Montessori, *Psico geometría : el estudo de la geometrica basado en la psicologia infantil*, Barcelona, Casa Edit, Araluce, 1934. Montessori, *Manuale di pedagogica scientifica*, Napoli, A. Morano, 1921. Montessori, *L'autoeducazione nelle scuole elementari*, Roma, Loescher, 1916. Montessori, *L'autoeducazione nelle scuole elementari*. Roma, Loescher, 1916.

[53] Piaget, *La Représentation de l'espace chez l'enfant*, Paris, PUF, 1948. Piaget, *La Géométrie spontanée de l'enfant*, Paris, PUF, 1948.

The story of *Count on Me* (2019) by Miguel Tanco revives the heritage of Maria Montessori. It reflects the importance of experiencing and visualizing maths in everyday life. It focuses on a little girl's obsession with lines. She detects mathematical concepts that materialize in her immediate surroundings. While the first part unfolds as a presentation of the narrator's upbringing in a mixed-raced family, exposing her budding passion for maths – a perfect cross between her father's artistic side and her mother's scientific mind, the second part offers an addendum, a self-reflective embedded book in the form of a fake maths diary. It is not exactly an exercise book but rather a copy of the notes that the narrator has assembled. The final pages encourage the reader to flick through the picturebook backwards to identify the fractals, polygons, and other solid forms on each page.

While Montessori crafted new "didactic materials" (Montessori, 1914, 18) to help primary school children acquire a sense of geometry through "conceptual manipulation" (Zuckerman, 2010, 130), she also focused on developing babies' "specially refined form of sensitiveness" (Montessori, 1967, 48). In the 1950s, students attending *The Assistant School of Montessori Infancy* in Rome combined the work of the *avant-garde* graphic designer Bruno Munari (1907-1998), particularly his "machine inutile", and the discoveries of Maria Montessori to create "The Bilancina Munari" (Munari's multi-sensorial mobile for newborn babies)[54]. Bruno Munari was well aware himself of the recent advances in contemporary childhood education theories (Campagnaro, 82). The mobile which is still very much in use today in many nurseries is composed of an articulated structure with three supporting horizontal stems, holding four geometrical shapes in black and white. The principle is simple: once suspended above the crib, the shapes interact, producing visual stimuli through animated broken lines, illustrating Montessori's belief that the visual repetition of a motif appeals to "the absorbent mind" of a child.

> The child has a different relation to his environment from ours. Adults admire their environment; they can remember it and think about it; but the child absorbs it. The things he sees are not just remembered, they form part of his soul. He incarnates in himself all in the world about him that his eyes see and his ears hear. In us the same things produce no change, but the child is transformed by them. (Montessori, 1997, 48)

The lines and geometric shapes Maria Montessori designed for her didactic materials proved to be instrumental in her approach to child development. As the cortical maturation is in its early stages after birth, neonates find it easier to focus on geometrical, high contrast, shapes,

[54] I am particularly indebted to Marnie Campagnaro for her precious help on tracing the origin of what is wrongly referred to as the 'Montessori Mobile' and for pointing out to me Silvana Quattrocchi Montanaro's article, "Protogeometria: forma e dimensione nell'esperienza dei bambini nei primi anni", *Vita Dell'Infanzia*., n°11-12, 2005, p.47-54.

especially when they appear in black and white (Banks, 1981; Bornstein, 2014). Shapes are often the first geometrical patterns that pre-verbal infants encounter in picturebooks, particularly early concept books. According to Bettina Kummerling-Meibauer and Jörg Meibauer, these books target children between twelve to eighteen months and show single objects from the child's surroundings, such as a ball, a doll, an apple or a chair (14). They are designed to encourage visual literacy and develop the child's first lexicon (15). Discontinuous lines therefore function as iconic symbols. A jagged shape might represent a hungry predator. While a green triangular form might stand for a Christmas tree, regular broken segments might suggest a flight of steps, therefore indicating a movement upwards or downward. More generally, zigzags illustrate an iconic visual language. *The Noisy Book* (2010) by Soledad Bravi is aimed at children from 0 to 4 years old, each double page is composed of the visual description of a sound (a crying baby, a whistle, a kiss) and its textual explanation. Zigzags illustrate the irregular cracking tone of the drum ("the drum goes ratatat"), they depict the electrifying mane of a dangerous predator ("the lion goes roar"), or the explosive sound of the firecracker ("the firecracker goes boom") and in doing so they transcend the visual and the textual by introducing concepts such as boldness, fear, surprise or power.

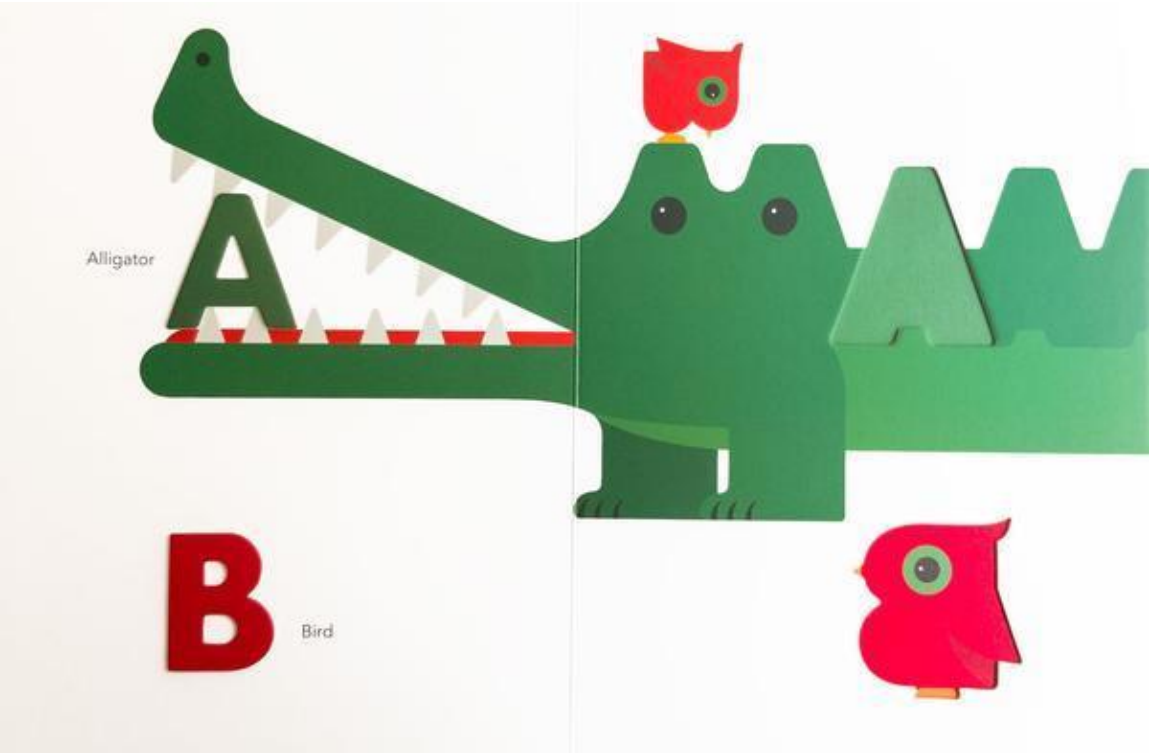


Figure 2 : Xavier Deneux, *ABC*, 2015 © Chronicle Books.

Alphabet books offer an interesting transition in early literacy as they typically match a letter to a sound. In *ABC* (2015) by Xavier Deneux, "A" is for Alligator and "B" is for bird. Nothing

groundbreaking so far in terms of pairing, except that it might not be as simple as it seems. The image incorporates visual games, calling the attention of readers who are expected to detect the A-shaped mouth, teeth, and scales of the reptile but also to mentally fit the misplaced letter back where it belongs. This involves identifying its outline as well as its interior shape. Some alphabetical letters are hollow so that the readers can actually run their finger along the contours to experience the shape of the letters, preparing them for the next step, not only to spell but also to write. Other picturebooks such as *Lines that Wiggle* (2009), encourage pre-schoolers to become more aware of line patterns in their immediate surrounding, in order to build up motor skills and prepare them for letter tracing. *Not a Box* (2006) or *Not a Stick* (2008), both by Antoinette Portis, prompt children to question the versatility of a simple object that can morph into a variety of items, at a time when they start experimenting with pencil strokes and the idea of breaking lines to write in lowercase and uppercase letters. Zigzags and interrupted lines are a common feature of worksheets and teaching resources. They help children master the ligature of the "W" or the slanted line of the letter "N".

The schematic representation of objects and concepts in early children's books is a necessary journey toward the acquisition of reading and writing skills. Tracing lines facilitates pencil control during letter formations; it helps keep the size of the letter within the boundary of the page, while the exercise can also be praised for instilling a sense of text directionality. In fact, from as early as the XVIth century up to the XIXth century, breaking the line as part of a writing exercise was one of the principles of samplers, which were used as an educational method, on textile rather than paper, to teach young girls the art of needlework, particularly as the practice of the marking of house linen remained a family tradition (Goggin, 318). The etymology of the word "sampler" goes back to the Latin "*exemplum*" and the French "*essamplaire*", an example referring to the owner's mastery of domestic crafts, ranging from drawing, darning, to embroidery. It was used both as an exercise in stitching *per se* and as a catalogue of motifs to pass on to future generations[55]. In certain embroidery patterns, the needlework is based on "a glottographic system, one that provides visible representations of spoken language utterances, for example, alphabets or verses." (Sampson, 29). Subsequently, from the XVIIIth century onwards, samplers were indicative of a lesser-known social history of femininity. They document the intimate history of young women via significant dates – baptism, weddings, the birth or death of a sibling, initials, as well as the types of psalms learnt, while referring to local

[55] See the website of The Victoria & Albert Museum: "Embroidery – A History of Needlework Samplers" https://www.vam.ac.uk/articles/embroidery-a-history-of-needlework-samplers (Accessed on January, 11 2020)

buildings and historical events. If samplers were initially a way of ensuring women a means of existence, and of achieving domestic literacy, they became a method, a grammar of ornaments, recycling repetitive motifs, – alphabets, crosses and Christian symbols, naturalistic motifs, rosettes, interlacing symbols, multiplication tables – to teach girls to write using a needle. As they became "an educational tool, lettering displaced pattern, literacy rather than stitchery took precedence." (Goggin, 324; Humphrey, 6). Learning to write, learning to stitch, implied mastering the art of breaking the line by cross-stitching.

The Aesthetics of Accident: Zigzags, Narrative Tensions & Visual Communication

If the manipulation of motifs of broken lines is a key stage in the acquisition of writing skills and literacy, what might be the value of the discontinuous line from a narrative point of view? Or is it the other way round? Does the derailment of the narrative produce, on a graphic level, a series of broken lines? According to Maria Nikolajeva and Carole Scott, "the concept of the thread itself" is "metaphorically used so often to represent the thread of the story or narrative progression." (Nikolajeva, 10). This is typically what is at stake in Serge Bloch's *I Can't Wait* (2005), *The Big Adventure of A Little Line* (2015), or in *Extra Yarn* (2012) by Marc Barnett. The question is not so much what happens when we follow the line but rather what happens if the line is interrupted. Does the broken line function as a structuring narrative device and if so, how does it operate?

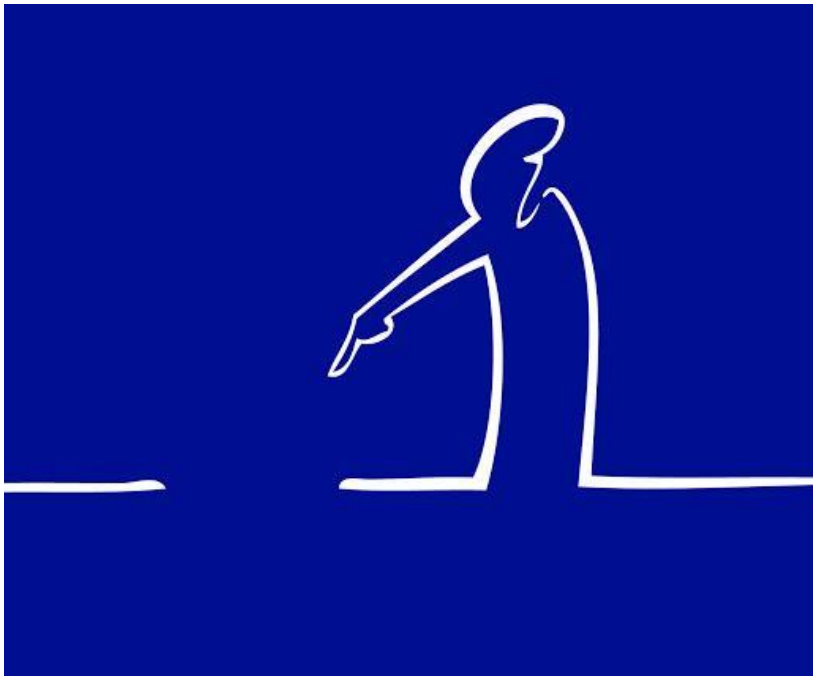


Figure 3 : Osvaldo Cavandoli, *La linea*, episode 101, 1978 © La Rai.

The Italian animated series, *La Linea* (*The Line*, 1969-71) by Osvaldo Cavandoli – which was initially a commercial for the cooking company Lagostina for the Italian show Carosello on La Rai – explores the narrative potential of a simple straight line (Cavalier, 2011, 211). It stands, on a metaphorical level, as the tyrannical relationship between a creator and its creature. A male figure, M. Linea, drawn out of a white uninterrupted line on a piece of paper, rises to life and addresses his creator – who is only visible via his hand holding a pencil – and implores him to carry on drawing so that he can continue to exist. The segmentation of the line becomes the site of an ontological reflection on being and becoming, but it also questions what happens between the segments, in the void, where the viewer is not granted access. The series relies on a comic mechanism alternating between the different moods of the cartoonist – feeling either lazy, uninspired, slow, slightly jaded or, on the contrary, highly creative – and the character begging to be animated into existence. Each three-minute episode is structured on a what-happens-next scenario when the line is unexpectedly cut off. *La linea* exemplifies what Scott McCloud, in his picture plane pyramid of pictorial vocabulary, defines as "iconic characters": "Most comics art lies near the bottom – that is along the iconic abstraction side where every line has a meaning. Near the line, but not necessarily on it! For even the most straightforward little cartoon character has a 'meaningless' line or two! (McCloud, 51)." The cartoon is technically silent but, here, the sequence of events is punctuated by the mumbling protagonist who exhorts the cartoonist to keep on drawing. As Vivian Carol Sobchack suggests: "The line constructs not only a figural narrative but also a narrative of figuration and thus provides an exhilarating meta commentary" (Sobchack, 257). Each episode ends with the character going off piste, in the abyss, as he is kicked off the page by his creator until the next episode. The broken line, in this case, is a visual storytelling device, based on comic relief mechanisms, used at the climax of the narrative arc to reboot the narrative process.

Figure 4 : Tomi Ungerer, *The Three Robbers* 1962/ *Les Trois brigands*, 1968 © L'École des loisirs.

In Tomi Ungerer's iconic picturebook, *The Three Robbers* (1962), broken lines offer a dramatic visual counterpoint to the traditional narrative of the orphan girl. When one of the brigands fractures the wheel of the vehicle carrying a screaming child, broken lines multiply within the illustration, conveying a sense of impending danger. The elegant position of the brigand's body, on tiptoes, delicately holding a massive weapon, and the zigzag motif on his head-dress, read as disruptive signs. A "Z" reappears on one of the men's hat when he kidnaps the little girl, who is safely tucked under his coat. The alphabetical letter ironically associates him with the famous masked hero, sly as a fox, stepping out of the night to rescue the innocent. In this example, the broken line heralds the upcoming sudden twist in the plot, taking the narrative off course, to deploy a new storyline. According to W.J.T. Mitchell, lines mark the vision of the narrative, and in that respect, the wheel appears as a revelatory "spatial form": "One of our most common spatial equivalent of literary action is the image of the wheel whose revolutions mark not just the time-line but the fortunes of the hero." (Mitchell, 288). In Ungerer's tale, the attentive reader is already privy to the fact that "the orphan named Tiffany" was heading in the wrong direction and that her destiny is about to change ("She was on her way to live with a wicked aunt. Tiffany was delighted to meet the robbers."). Ironically, as the etymology suggests, the apparition of their little *protégée* announces the robbers' new career path as Tiffany comes from the Greek "theophania", meaning "manifestation of God", in other words, Tiffany is the brigands' epiphany. The discontinuous line corresponds here to the unexpected discontinuity in the narrative. The treacherous title was all but a diversion – the Three Robbers are no villains after all.

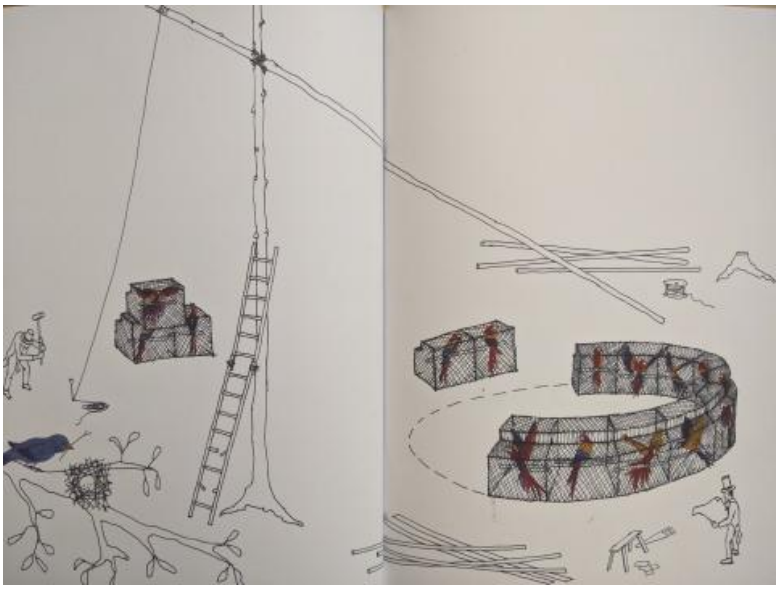


Figure 5 : Duncan Annand, *Caged*, 2018 © Tiny Owl.

Lines are equally deceptive in the wordless picturebook *Caged* (2018) by Duncan Annand. The complex architectural plot is mimetically erected like a building, through a series of beams that are being deployed rather laboriously by two amateurish builders. The book weaves simultaneously three different linear sequences of events: a blue bird on a branch building a nest; two eccentric gentlemen erecting a gigantic aviary; and a flock of parrots trapped in cages. The reader is visually challenged by the multiplication of acentric lines on the page cluttered with trees, poles, saws and wired cages – which seem to branch out into contrapuntal storylines to create a dramatic effect. The fragile equilibrium between the horizontal and the vertical poles reinforces a sense of imminent instability (Kandinsky, 138). On the right page, two men are invested in an anti-ecological economy, destroying the surrounding nature to sustain their project, ultimately burning the forest down to trap animals in cages. Meanwhile, on the left page, the bird's nest develops organically, recycling the leftover twigs to lay her eggs. On a cognitive level, the reader has to connect the lines and match the story on each page to make sense of it all. In that respect, *Caged* is a picturebook version of a game of stacking blocks, as it stimulates spatial reasoning through geometry (Casey, 2008). The construction of the birdcage is done by adding five different units, which eventually collapse when the blue bird sits at the apex. The complex juxtaposition of irregular lines, enmeshed and unstable, creates a narrative tension while revealing the potential playfulness of lines that are prone to gravity and can eventually yield. The sheer pleasure of the picturebook lies in its playful apparatus: the reader is invited to witness the structure being assembled, rather painstakingly, for the sheer pleasure of seeing it give way a few pages later.

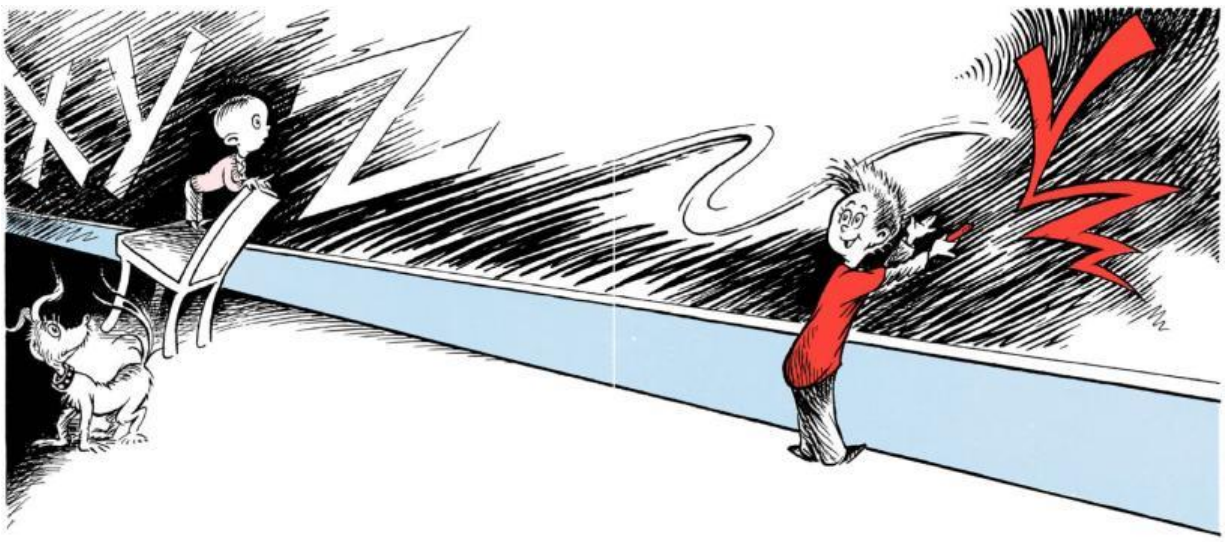


Figure 6 : Dr. Seuss, *On Beyond Zebra!*, 1955 © Random House.

Dr. Seuss, the American author and illustrator, most famous for *How the Grinch Stole Christmas* (1957), *The Cat in the Hat* (1957) or *Green Eggs and Ham* (1960), uses zigzags in *On Beyond Zebra!* (1955), with the same playful intention of catapulting an established linguistic order. He unleashes the readers' creativity by encouraging them to experiment with extra letters to form the most incongruous sounds: according to this extended alphabet, "Wum is for Wumbus", "Thnad is for Thnadner", "Floob is for Floob-Boober-Bab-Boober-Bubs". The story starts in a classroom where young Conrad Cornelius o'Donald o'Dell brags about mastering the twenty-six letters of the alphabet to a friend whose "alphabet starts/Where (Conrad Cornelius') alphabet ends"), only to discover that Z might not be the last letter after all. As the narrator suggests, "there are things beyond Z that more people don't know." The protagonist becomes aware of a new linguistic dimension when he falls "flat on his face", after having recited all the letters he thought he knew. The illustration does not actually reproduce his collapse but it reveals his precarious situation on the chair. The white letters scribbled on the blackboard, particularly the Z, slightly askew, like a thunderbolt, mark the pivotal switch to an additional linguistic space ("In the places I go there are things that I see/That I never could spell if I stopped with the Z"). The red mysterious trigraph that appears on the board, composed of several broken lines, calls for a new linguistic experience: "So, on beyond Zebra! Explore! Like Columbus! Discover new letters!" Just as the zigzagging of the last letter Z on the first pages signals a sliding out towards a new phonemic awareness, Dr. Seuss questions the virtues of a simple, mechanical recitation of the alphabet and invites children to reflect upon "the phonological structure of the name of letters". (Treiman, 3). Broken lines are not a graphic whim: as an expression of visual communication, they signal an accident and mark the graphic deviation of the narrative.

Interactive Lines as Visual Forces: Energy, Rhythm and Speed

If the motif of the broken lines may be understood as a didactic tool, however, it cannot be reduced to an exercise in developing literary skills. As we have seen, zigzags and oblique angles are powerful unexpected signs that visually notify a counterpoint in the story. Geometrical shapes in a picture are also "dramatic visual forces" (Bang, xiii); lines, colours, sizes are displayed in order to affect the viewer in a particular way. In *Picture This. How Pictures Work*, Molly Brand uses the basic example of the oral tale, *Little Red Riding Hood,* to show how the choice of illustrations, their shape, their position, their size, might affect the readers and their understanding of the story. Her take is particularly original as she uses geometrical shapes to

teach the art of visual storytelling. By contrasting the impact of line, colour, size, length and width, along with perspective, she determines the emotional effect each may have on the reader. She uses the components of a well-known fairy-tale (the girl, the wolf, the trees, etc) that are symbolized by a geometric shape. When she raises the question of drawing the forest, she suggests using tilted lines rather than vertical rectangles because "(d)iagonal lines give a feeling of movement or tension to the picture" (Bang, 24). It would be incorrect to assume that broken lines can only suggest fracture or disruption; broken lines, zigzags, chevrons, have an energy of their own that electrify the image and create a visual palpitation on the page.

In *Point and Line to Plane* (1926), Wassily Kandinsky, who was interested in exploring new modes of expressions and particularly the combination of the five senses through synaesthesia, demonstrates how different lines project different emotions on canvas, depending on their positions. The opposite directions at work in an angular line can be understood as a graphic expression of a vibration. Kandinsky recalls that, in music "the line supplies the greatest means of expression", its variation in width suggesting the modulation of the pitch of the instruments (99). The regular and repetitive pattern of broken lines creates a sense of tempo: zigzags produce a music of their own.

Figure 7 : Ezra Jack Keats, *Whistle forWillie*, 1964, / *Un garçon sachant siffler*, 2012 © Didier Jeunesse.

In *Whistle forWillie* (1964), Ezra Jack Keats, the author of *A Snowy Day* (1963) and winner of the Caldecott Medal, one of the most prestigious American children's book awards, relates a

small-scale experience in a deceptively simple form as the story retraces the relentless efforts of a boy called Peter to whistle for his dog, Willie. (Schwarcz, 183). Keats uses *collage*, which was not entirely new in children's books: *Sparkle and Spin* (1957), by the graphic designer Paul Rand, is another example of a ground-breaking picturebook using this particular technique inspired by geometric shapes (Alderson, 201). In Keats's picturebook, the pink jagged ornamental lines on Peter's jumper operate as graphic metaphors, mimicking his failed attempts ("Peter tried and tried to whistle, but he couldn't.") to produce a sound ("He blew till his cheeks were tired. But nothing happened."). The crescendo structure of the picturebook, based on the delayed expectation of the whistling sound, alternates between the absence of "visible sounds" on the page – no musical notes, nor onomatopoeia – and the visual modulation of the broken line, vibrating like an acoustic wave, striving to find a balance between high and low pitch. Peter's jumper seems to morph into an oscilloscope, allowing the reader to visually experience the perception of a sound about to be produced (Schwarcz, 77). The zigzag pattern of Peter's top is visually efficient on two levels, not only does it reveal the inchoate sound effect, his attempts to whistle, but it also renders visible the otherwise invisible expression of the boy's emotions – fluctuating between failure, persistence, confidence, to self-empowerment[56]. To produce this sound, Peter subjects his body to a series of sensorial experiences – he sets his body into a spin, hides in a cardboard, experiences isolation, defies gravity by running away from his shadow; he disappears from the page, before duplicating his image in a mirror "to practice whistling". The title itself with the unusual absence of typographic space between the preposition and the proper noun ("forWillie") seems to reproduce the lack of necessary pause to form the sound by holding one's breath. While zigzag patterns are omnipresent in the image, the text invites the reader to identify the "W" letter words and attempt to pronounce each occurrence on the page ("wished", "whistle", "whirled", "wink", "sidewalk", "grownup", "walked", "shadow", "who", "way"). On the iconic book cover, the zigzag motif of Peter's jumper points toward the dog, as the triangular shapes of the lines suggest a direction. In *Reading Images, The Grammar of Visual Design*, Gunther Kress and Theo Van Leeuwen have shown the visual semiotic effect of this geometrical triangular form:

> the triangle, especially when tilted, is a (fused structure of a) participant and a vector, because it can convey directionality, point at things. The meanings it attracts are therefore less like 'qualities of being' than like processes. (..) Triangles are a 'symbol of generative power', and represent 'action, conflict, tension' (Kress, 55-56).

[56] See more specifically McCloud, Chapter 5, 'Living in Line', *Understanding Comics. The Invisible Art*, New York, HarperCollins, 1993, p.118-137.

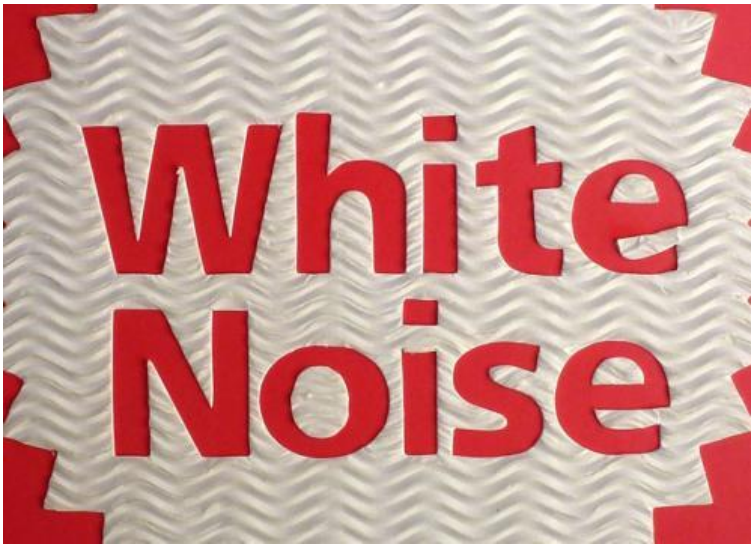


Figure 8 : David A. Carter, *White Noise*, 2009 © Tate Publishing. Photo © Blog *Lines Between*.

If visual illustrations can convey a musical impression on a two-dimensional page, pop-up books can attempt to produce proper sounds, using volumes and textures, on an animated page. In *White Noise* (2009), David Carter explores the potential of irregular lines to create a variety of sound effects with paper and page. Carter creates a specific type of noise made by the combination of all the possible frequencies of sound available. The front cover of the book is a white crenelated circle, containing the title, on a red background. The title seems to propose a chromatic equation, attributing a colour to a sound (white noise equals white hue). When brushed, the herringbone surface within the circle produces white noise, which is believed to have soothing effects on babies. The unusual texture invites the readers to feel the cover to experiment with the unique swishing sound. The indentation facilitates a vibration, a combination of sound and movement that is achieved through the use of broken lines. Describing a similar shape, Molly Bang concludes that explosive circles with spiky edges trapped in a rectangle produce a flashing effect:

> The rectangular frame of the picture forms a separate world inside itself. The edges enclose our attention and force it inward, and we are (usually subconsciously) aware of the rectangle's center. The frame creates a sort of visual conflict that can be thought of as a radial force, directing our attention inward from the frame midpoint. (…) the center of the picture also radiates energy out of itself. You can sense this even more strongly when the picture frame is square or round. (Bang, 76)

Although a zigzag line might be perceived as an erratic, unintentional geometrical figure, its multi-directionality, its versatility, allowing a mere segment to transform into a variety of shapes (a stratified soil, an arborescence, a volume, a grid, or the complex metallic structure of a building), is indicative of its dynamic quality.

Figure 9 : Agathe Demois, *The Great Journey*, 2015. *La Grande Traversée*, 2014 © Seuil jeunesse.

In *The Great Journey* (2015) by Agathe Demois and Vincent Godeau, the red criss-cross patterns of lines covering the ten double-page decors representing a series of various settings (a forest, a kitchen-garden, an ant's nest, a factory, a cityscape, a station, a boat and a jungle) act as an optical illusion, hiding multiple seditious activities. The book comes with a red magnifying glass urging readers to scan the page to uncover illustrations in blue, camouflaged under the red drawings. By so doing, readers are invited to question the reliability of the images, since it soon becomes apparent that what is visible is only a fraction of the image: what they have seen is not only partial but static. The red round tree with its complex system of indented leaves, on closer inspection, is not an element of vegetation but rather a peacock spreading its tail. The enmeshed pile of twigs that, at first glance, seemed organic and unstructured turns out to be a very effective decoy, teeming with life, to lure predators away. The cross-section unveils a social architecture designed to optimize the ant's nest. *The Great Journey* is in fact a double expedition. It follows the migration of a bird from page 2 to page 24 through various landscapes but it also implies a non-linear reading protocol, as the reader has to scour the page, both vertically and horizontally, to identify the hidden pictures in blue under the red drawings and then proceed to connect them to each other, as they operate in a sequential mode.

Interlaced stripes can also produce a much more dynamic image, as it is the case in kinetic art, which relies on an optical illusion and distorts the viewer's perception by juxtaposing, or

superimposing, black and white geometrical lines[57]. In his pop-up books, *Gallop!* (2007), *Waddle!* (2009) and *Kick!* (2008), Rufus Butler Seder relies on visual trickery to create an impression of movement by simply asking the reader to turn the page. The mechanism recalls the origins of animation, particularly Victorian devices, which allowed a sequence of images spinning on a cylinder to form a single image. Seder's books also rely on the practice of "Ombro-cinéma", which he refers to in each of the subtitles, "a book in scanimation". "Ombro-cinéma" is a slightly more modern invention dating from the late 1920s and based on a barrier-grid system of animation. To activate the image, the reader needs to slide a rectangular piece of transparent paper with vertical lines on hatched silhouettes. Once the reader turns the page, the horse in *Gallop!* is set into motion when the two drawings made of interrupted hatching lines overlap, thereby creating an illusion of motion.

Figure 10 : Michaël Leblond and Frédérique Bertrand, *Paris en Pyjamarama*, 2014
© Éditions du Rouergue © Photo ohpopup.canalblog.com.

The interactive dimension of broken lines is also visible in the animated picturebook *Paris en Pyjamarama* (2014) by Michaël Leblond and Frédérique Bertrand, where images come to life. Leblond uses "Ombro-cinéma" horizontally. Movement does not occur when the page is being turned but as soon as the reader slides a striped acetate grid along the surface of the illustrations. When the sheet moves along the open book, the blurred illustrations on the page finally make sense and become animated. The dramatization of broken lines creates a complex image

[57] see https://www.tate.org.uk/art/art-terms/k/kinetic-art (Accessed January, 13 2020)

vibrating with energy (Kandinsky, 76). The metallic structure of the Eiffel Tower sparkles, the visitors of the Pompidou Centre go down the zigzagging escalator, passengers move along the crisscrossing lines of the metro, the wheel of the Moulin Rouge starts spinning round, even the intricate design of Notre-Dame's stained glass windows can be seen glittering in the night. The superimposition of diagonal lines and dots on the page produces what Kandinsky describes as a sense of "inner pulsation." (Kandinsky, n.p). If broken lines produce an optical illusion of movement, the reader has full control over the magic of the book.

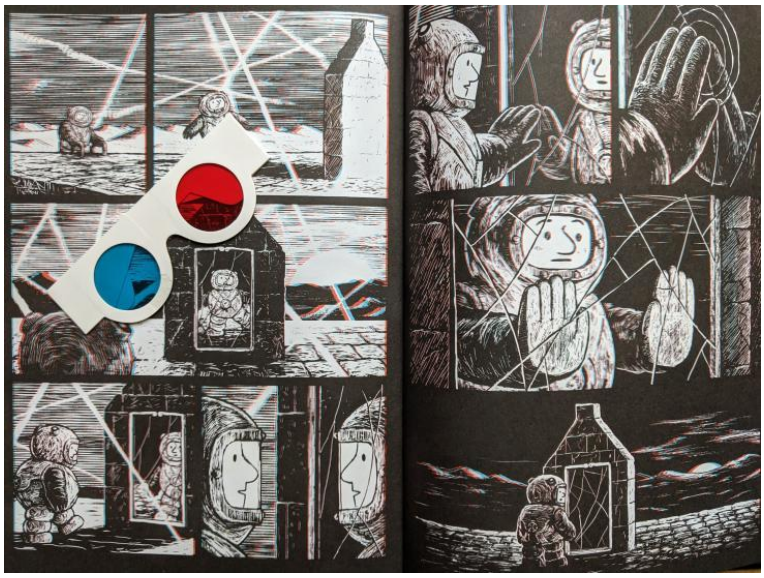


Figure 11 : Matthias Picard, *Jim Curious. Voyage à travers la jungle*, 2019 © Éditions 2024.

The superimposition of lines can also create an immersive cinematic experience as it is the case in the visual narratives of Matthias Picard, who uses anaglyph 3D images in *Jim Curious: A Voyage to the Heart of the Sea in 3D Vision* (2014) and *Jim Curious, Voyage à travers la jungle* (2019)[58]. The book uses three colours, red, blue and black. The flat page reveals a tri-dimensional *tableau* once colour-coded glasses provided inside the books are worn. With the glasses, the book loses two shades and seems to present a black and white décor. The 3D effect is achieved by a slight discrepancy between two overlaid images in red and blue that are both chromatically opposed and meant to be read by each eye separately with the glasses to produce depth of field. Wordless storytelling is not particularly unique as such. What is novel here is the combination of two storylines: a Carrollian *Through-the-Looking-Glass* narrative with a Conradian *Heart of Darkness* scenario in an environment, apparently deprived of oxygen, and

[58] An anaglyph is a stereoscopic motion or still picture in which the right component of a composite image usually red in colour is superposed on the left component in a contrasting colour to produce a three-dimensional effect when viewed through correspondingly coloured filtered in the form of spectacles. (Merriam-Webster)

abandoned by humans. Jim's journey in his clunky spacesuit starts when he chases a dragon-fly through a mirror. The initial passage into another dimension is signalled by the reflection of a Z frame door, revealing a portrait of another man with a surprisingly similar suit and stereoscopic glasses. The title of the book ironically points to Jim's curiosity, while the double reflexive nature of this mysterious visitor in the mirror sparks the reader' inquisitiveness – could he be the protagonist? Did he journey there and back again? Could there be someone else out there? While the glasses are a useful aid for perceiving an additional dimension – the picturebook remains undecipherable without their help – the turning of the page fails to catch up with the central character who is always one step ahead of the reader, hiding within the decor. As soon as Jim goes through the looking-glass, there is a change of paradigm, from the graphic novel to the protocol of the video game. The character is set into motion through situations – an escape room, visually impaired sets, infested waters – commonly found in videogames, each corresponding to a different level of the game. Within each page, broken lines, whether they appear through diagonal lianas or oblique pillars, hinder the progression of the character who is on a course to complete his mission. This hypnotizing journey, which started with a dizzying sense of seeing too much, of catching a glimpse of a dimension that cannot be achieved with paper, ends with an overwhelming sensation of heat. The mirror is cracked, lines lacerate the page, as the light is diffracted and radiates from the lighthouse. Matthias Picard's wordless masterpiece illustrates the multi-sensory quality of broken lines. Jim's curious journey is a *voyage out*, beyond paper.

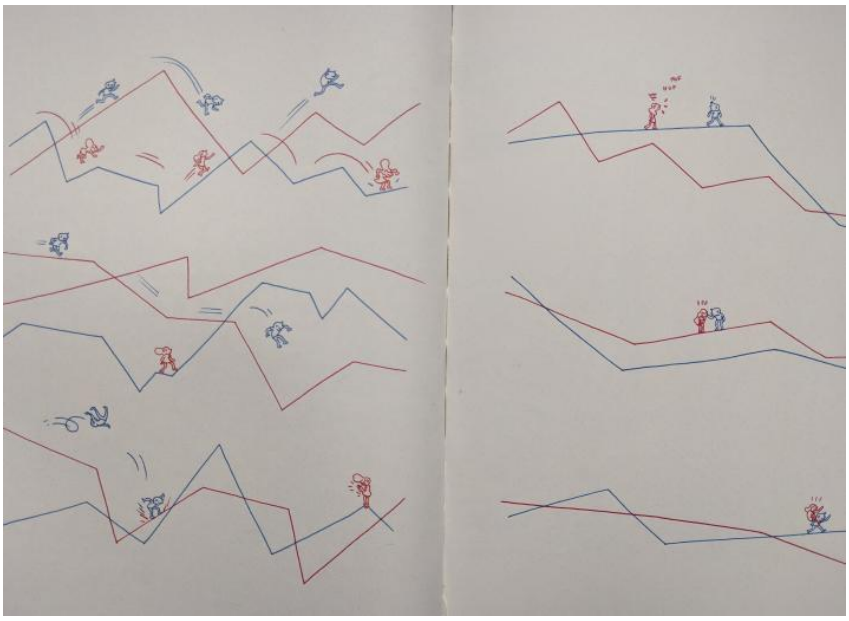


Figure 12 : Victor Hussenot, *The Land of Lines*, 2017/ *Au pays des lignes*, 2014 © La joie de lire.

Other interactive picturebooks mimic the protocols of digital media. In the wordless picturebook *The Land of Lines* (2017) by Victor Hussenot, the sequential visual narrative is inspired by the culture of video games[59]. The story, told initially in bichromy, relates the adventures of a boy, in blue, and a girl, in red, as they progress in a landscape of broken lines that assemble themselves and recompose, according to a different pattern on each page. The irregularity of the line affects the context, by modifying volumes and perspectives, to produce a variety of intricate gamescapes. Broken lines can also morph into a series of obstacles that the characters need to overcome, if they wish to proceed forward. The repetitive use of zigzags partakes of the gamification of the story progressing in a non-linear, interactive dimension, as the game is played on a dual level (Egenfeldt-Nielsen, 7): the red and blue figures need to find a way out, while the reader is invited to locate them on the page and follow their tactical moves. Broken lines, as a graphic tool, create a visual dynamic that animates the image. The actions of the characters, requiring speed when they fall, slide, or jump, are often accompanied by a short line underlining part of their body, emphasizing a gesture, its intensity, or an emotion which seems to transform the figure into a GIF that can loop continuously. This is even more apparent in the second part of the book, when Hussenot introduces a third colour: each figure with its distinctive, flashing tonalities, red, blue or yellow, can be individually located on the page. In *The Land of Lines* (2017), Hussenot transposes the codes of video games and uses irregular lines to shape and pace the story, and by doing so he creates a fiction within the fictitious space, which consists in letting the readers believe that they have become players, rather than readers. From the author's perspective, broken lines offer an illusion of improvisation; while from the reader's point of view, they "map out the networks of possible player choices in a scene" and simulate his immersion in a parallel media.

Zigzags have become a fundamental component of a particular immersive category of picturebooks that attempt to reinvent the traditional text-image articulation by using digital media techniques largely based on broken lines. *Jim Curious*, *The Land of Lines*, *Gallop!*, or *The Great Journey*, all require "a nontrivial effort […] to allow the reader to traverse the text." (Aarseth, 1). They either require the use of an optical instrument (a pair of glasses or a sheet of rhodoid) to read the image or they imply a specific strategy to navigate through the book. Readers are no longer passive, they have no other choice but to gamble their way forward, and decide whether they wish to follow a line to proceed further. The broken line, as a geometrical motif, no longer stands for a mishap, on the contrary, it is a prop that empowers the reader.

[59] See Hussenot, https://www.du9.org/entretien/victor-hussenot/ (Accessed January, 13 2020)

References

Aarseth E.J., *Cybertext – Perspective on Ergodic Literature*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1997.

Abeles F., "Lewis Carroll's Visual Logic", *History and Philosophy of Logic*, vol. 28, n°1, p.1-17, 2007.

Abeles F. and Moktefi, A., "Hugh MacColl and Lewis Carroll: Crosscurrents in Geometry and Logic", *Philosophia Scientiae, Travaux d'histoire des sciences et de philosophie*, 2011, p. 55-76.

Alderson B., *Ezra Jack Keats: Artist and Picture-Book Maker*, New Orleans, Pelican Publishing Company, 1994.

Annand D., *Caged*, London, Tiny Owl, 2018.

Bang M., *Picture This: How Pictures Work*, Revised Edition, San Francisco, Chronicle Books, 2016.

Banks M.S. and Salapatek P., "Infant Pattern Vision: A New Approach Based on the Contrast Sensitivity Function", *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 31, 1981, p.1-45.

Barnett M. and Klassen J., *Extra Yarn*, New York, Balzer and Bray, HarperCollins, 2012.

Bloch S. and Cali D., *I Can't Wait*, New York, Artisan, 2005.

Bloch S., *The Big Adventure of A Little Line*, New York, Thames and Hudson, 2015.

Bornstein M.H. *et al*., *Development of Infancy. A Contemporary Introduction*, New York, Psychology Press, 2014.

Bossio P., *A Line*, Toronto, Kids Can Press, 2013.

Bravi S., *The Noisy Book*. Wellington, NZ, Gecko Press, 2013.

Campagnaro M., "Do Touch! How Bruno Munari's Picturebooks Work", *Rivista Di Storia Dell'Educazione,* vol.6, n°1, 2019, p. 81-96. https://www.rivistadistoriadelleducazione.it/index.php/RSE/article/view/194, Accessed October 13, 2019.

Carter D.A., *White Noise, A Pop-Up Book for Children of All Ages*, New York, Little Simon, 2009.

Casey M.B. *et al*., "The Development of Spatial Skills Through Interventions Involving Block Building Activities", *Cognition and Instruction*, vol. 26, n°3, 2008, p. 269-309.

Cavalier S., *The Word History of Animation*, London, Aurum, 2011.

Cavandoli O., *La Linea*, La Rai, 1969-71 and TF1 1977-86.

Deleuze G., *The Logic of Sense*, New York, Columbia University Press, 1993.

Demois A. and Godeau V., *The Great Journey,* London, Tate Publishing, 2016.

Deneux X., *ABC, Touch, Feel, Learn,* San Francisco, Chronicle Books, 2016.

Dodgson Ch. L., *Curiosa Mathematica: Pillow-Problems, Thought out During Sleepless Nights,* London, Macmillan and Co, 1888.

Dodgson Ch. L., *Euclid and His Modern Rivals*, London, Macmillan and Co, 1879.

Dodgson Ch. L., *The Fifth Book of Euclid Treated Algebraically, so Far as It Relates to Commensurable Magnitudes, with Notes,* Oxford, London, James Parker and Co, 1868.

Dodgson Ch. L., *A Syllabus of Plane Algebraical Geometry,* Oxford, James Wright, 1860.

Egenfeldt-Nielsen S. *et al*., *Understanding Video Games. The Essential Introduction*, New York, Routledge, 2008.

Elia I. and Van den Heuvel-Panhuizen M., "The Role of Pictures in Picture Books on Children's Cognitive Engagement with Mathematics", *European Childhood Education Research Journal*, vol. 18, n°3, 2010, p. 275-297.

Goggin Daly M., "An Essemplaire Essai on the Rhethoricity of Needlework Sampler-Making. A Contribution to Theorizing and Historicizing Rhetorical Praxis", *Rhetoric Review*, vol.21, n°4, 2002, p. 309-338.

Gowler Greene R., *When A Line Bends… A Shape Begins,* New York, Houghton Mifflin, 1997.

Hintz C. and Tribunella E.L., *Reading Children's Literature. A Critical Introduction. Second Edition*, Peterborough, Broadview Press, 2019.

Hoban T., *Shapes, Shapes, Shapes*, New York, William Morrow, 1996.

Humphrey C., *Samplers*, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

Hussenot V., *The Land of Lines*, trad., *Au Pays des lignes* [2014], San Francisco, Chronicle Books, 2017.

Ingold T., *Lines: A Brief History*, London, Routledge, 2007.

Johnson C., *Harold and the Purple Crayon* [1955], New York, HarperCollins, 2015.

Juster N., *The Dot and the Line: A Romance in Lower Mathematics* [1963], San Francisco, Chronicle Books, 2000.

Juster N., *The Phantom Tollbooth* [1961], London, HarperCollins, 2008.

Kandinksy W., *Point and Line to Plane* [1926], New York, Dover Publication, 1979.

Keats E. J., *Whistle forWillie*, New York, Penguin Picture Books, 1964,

Kress G. and Van Leewen T., *Reading Images, The Grammar of Visual Design*, Abington, Routledge, 1996.

Kummerling-Meibauer B. and Meibauer J., "Picturebooks and Early Literacy. How Do Picturebooks Support Early Conceptual and Narrative Development" in B. Kummerling-

Meibauer et al., *Learning fom Picturebooks. Perspectives from Child Development and Literacy Studies*, Hove, Routledge, 2015, p. 13-32

Leblond M. and Bertrand F., *Paris en Pyjamarama*, Arles, Éditions du Rouergue, 2014.

Lee S., *Lines*, San Francisco, Chronicle Books, 2017.

Le Men S., "Töpffer et les Voyages en zigzag", *Cahiers Robinson*, n°19, 1997, p. 27- 40.

Ljungkvist L., *Follow the Line*, New York, Viking Press, 2006.

Ljungkvist L., *A Line Can Be*, New York, Pow!, 2015.

McCloud S., *Understanding Comics. The Invisible Art*, New York, HarperCollins, 1993.

Milne A.A., "Lines and Squares" in *When We Were Young* [1924], London, Egmont UK Limited, 2016.

Milne A.A., *The House at Pooh Corner* [1928], London, Egmont, 2004.

Mitchell W.J.T., "Spatial Form in Literature: Toward a General Theory." in W.J.T. Mitchell, ed., *The Language of Images*, Chicago and London, The University of Chicago Press, 1974, p. 271-300.

Montessori M., *The Absorbent Mind* [1967], Oxford, Clio Press, 1994.

Montessori M., *The Montessori Elementary Material: The Advanced Montessori Method*, New York, Frederick A. Stokes Co., 1917.

Montessori M., Oswald P., Schulz-Benesch G., *Basic Ideas of Montessori's Educational Theory. Extracts from Maria Montessori's Writings and Teachings*, The Clio Montessori Series, Oxford, Clio Press, 1997.

Montessori M., *Dr Montessori's Own Handbook* [1914], New York, Schocken, Books Inc, 1965. Project Gutenberg: http://www.gutenberg.org/files/29635/29635-h/29635-h.htm

Montessori M., *The Montessori Method: Scientific Pedagogy as Applied to Child Education in "The Children's Houses"; with Additions and Revisions by the Author*; Translated in Italian by Anne E. George; with an Introduction by Professor Henry W. Holmes, London, William Heinemann, 1912.

Montessori M., *Psychogeometry* [1911], Nienhuis Montessori, vol.16, 2011.

Nikolajeva M. and Scott C., *How Picturebooks Work*, New York, NY, Garland Publishing, 2001.

Nodelman P., *Words about Pictures: The Narrative Art of Children's Picture Books*, Athens, GA, University of Georgia Press, 1988.

Piaget J. and Holloway G.E.T., *The Child's Conception of Geometry,* London, Routledge & K. Paul/ National Froebel Foundation, 1960.

Piaget J. and Holloway G.E.T, *The Child's Conception of Space,* London, Routledge & K. Paul/ National Froebel Foundation, 1956.

Picard M., *Jim Curious : Voyage à travers la jungle*, Strasbourg, Éditions 4048, 2019.

Picard M., *Jim Curious: Voyage to the Heart of the Sea in 3-D Vision*, New York, Harry N. Abrams, 2014.

Pluckrose H.A., *Length: Math Counts*, New York, Watts Books, 1995.

Puck and Somers, K., *1,2,3 San Francisco: A Cool Counting Book*, New York, Duo Press, 2019.

Quattrochi Montanaro S., "Protogeometria: forma e dimensione nell'esperienza dei bambini nei primi tre anni", *Vita dell'infanzia*, n°11-12, 2005, p. 47-54.

Salisbury M. and Styles M., *Children's Picturebooks: The Art of Visual Storytelling,* London, Laurence King Publishing, 2012.

Saltzbeg B., *Andrew Drew and Drew*, New York, Abrams Appleseed, 2012.

Sampson G., *Writing Systems: A Linguistic Introduction*, Stanford, Stanford University Press, 1985.

Schwarcz J.H., *Ways of the Illustrator, Visual Communication in Children's Literature,* Chicago, American Library Association, 1982,

Seder R.B., *Gallop! A Scanimation Picture Book*, Toronto, Workman Publishing, 2007.

Seder R.B., *Waddle! A Scanimation Picture Book*, Toronto, Workman Publishing, 2009.

Seder R.B., *Kick! A Scanimation Picture Book*, Toronto, Workman Publishing, 2008.

Seuss Dr., *On Beyond Zebra!*, New York, Random House, 1955.

Sobchack V.C., "The Line and the Animorph or 'Travel is More than Just A to B'", *Animation: An Interdisciplinary Journal*, vol.3, n°3, 2008, p. 251-265.

Tanco M., *Count on Me*, New York, Tundra Books, 2018.

Tanco M., *Compte sur moi*. Trad. Cécile Hermellin, Paris, Éditions Gallimard Jeunesse.

Töpffer R., *Voyages en zigzag : excursions d'un pensionnat en vacances*, Limoges, E.Ardant, 1898.

Treiman R., Tincoff R., Daylene Richmond-Welty E., "Beyond Zebra: Preschoolers' Knowledge about Letters", *Applied Psycholinguistics*, vol. 18, 1997, p. 391-409.

Ungerer T., *The Three Robbers*, [*Les Trois brigands*, 1968], London, Phaidon, 2009.

Werner S., *Alphabeasties and Other Amazing Types*, Mapplewood, Blue Apple Books, 2009.

Whitman C. and Wilson S., *Lines that Wiggle*, Mapplewood, Blue Apple Books, 2009.

Zuckerman O., "Designing Digital Objects for Learning: Lessons from Froebel and Montessori", *International Journal of Arts and Technology*, vol. 3, n°1, 2010, p. 124-135.

L'hétérogénéité graphique en bande dessinée

Côme Martin

Le style visuel d'un dessinateur joue un rôle plus important encore que le style d'un écrivain dans l'appréciation d'une œuvre : c'est que dans un seul trait peut résider l'identité graphique de l'auteur, ce que Philippe Marion qualifie de « graphiation », « l'empreinte de sa subjectivité singulière » (35). Pourtant, si l'homogénéité a longtemps été, et demeure en grande partie la norme en bande dessinée, les ouvrages où l'hétérogénéité règne en maître et dans lesquels il convient de parler de style au pluriel sont moins rares qu'il n'y paraît. Le trait, autrement régulier autant dans sa graphie que dans son tracé, se brise dans de nombreuses bandes dessinées contemporaines, dont les auteurs n'hésitent pas à varier les approches graphiques au gré de leurs sujets, de leur discours et de leurs envies. Álvaro Nofuentes, dans son mémoire sur l'hétérogénéité graphique, en fait remonter l'origine au concept de plurilinguisme développé par Mikhaïl Bakhtine dans *Esthétique et théorie du roman* (9). On peut trouver des exemples de la pratique d'un style multiple ou tout du moins plastique dès les années 1930 avec *Dick Tracy* de Chester Gould, série où règne « une revendication de l'autonomie de la matière graphique à chaque *strip*, dans un contexte de liberté créatrice où l'effet de naturalisation est délibérément brisé à chaque case » (Nofuentes, 21), mais c'est avec le développement de la bande dessinée alternative dans les années 1970 que la pratique prend son essor. Le meilleur exemple d'un style hétérogène au sein d'un même récit, bien qu'il soit dû à la présence de la « graphiation » de deux auteurs sur la même page, est le *Dirty Laundry Comics* (1974 et 1978) d'Aline, Sophie et Robert Crumb. Toujours selon Nofuentes :

> Ils ne se limitent pas à dessiner leurs alter-ego [mais] leur donnent leur propre personnalité et leur propre discours grâce aux textes des bulles. Ainsi, chaque sujet virtuel n'est plus la prolongation d'une facette d'un seul sujet occulte qui serait l'auteur, sinon la matérialisation graphique des différents sujets qui créent l'œuvre. (60)

On peut également mentionner une forte propension à l'hétérogénéité graphique dans le *manga* comme « moyen de représenter visuellement la psychologie des personnages, puisque les textes récitatifs, utilisés très souvent avec cette finalité en Occident, sont très rarement employés par les auteurs japonais, à cause notamment d'une narration à prédominance visuelle » (43-44). C'est néanmoins à partir des années 1990 que l'hétérogénéité graphique, sans pour autant devenir une norme, devient en tous les cas plus courante ; conséquence, selon Nofuentes, d'une « plus grande reconnaissance culturelle de la bande dessinée, liée en partie à l'essor du […] roman graphique » (37-38).

Comme le note Nofuentes, l'hétérogénéité graphique n'est pas nécessairement synonyme de registre parodique ou humoristique : ainsi, « chez Dostoïevski, la polyphonie vient de la confrontation du grotesque, du fantastique et de la profondeur philosophique » (9). En bande dessinée, au-delà du pastiche graphique pratiqué par exemple par Daniel Clowes dans *Ice Haven* (2005) ou par Kevin O'Neill dans les derniers volumes de *La Ligue des gentlemen extraordinaires* (1999-2019), on peut mentionner une hétérogénéité plus subtile mais aussi plus proche de la subjectivité de ses personnages dans une bande dessinée du dessinateur Boulet intitulée « Un dimanche en famille ». À l'occasion d'un défi de création sous contraintes, Boulet a choisi, dans ce court récit, de présenter un repas familial par le prisme subjectif des différents personnages y participant, chacun ayant son opinion arrêtée et intérieure sur le caractère des autres membres de sa famille. Or, cette subjectivité n'est pas exprimée textuellement, par exemple par le dialogue, mais visuellement : à chaque page, l'un des membres de la famille subit une transformation graphique radicale, d'abord de façon positive puis de façon davantage négative. Le récit vient figer ces perceptions hétéroclites à deux reprises : d'abord lorsque les personnages sont tous réunis autour d'une même table, puis lorsqu'ils prennent la pose pour la traditionnelle photo de famille. Ces deux instants soulignent à la fois la différence de point de vue des différents protagonistes et l'hétérogénéité graphique dont fait preuve Boulet, en confrontant les différentes épaisseurs du trait et les codes graphiques de représentations plus ou moins réalistes. En somme, « Un dimanche en famille » illustre ce que Thierry Groensteen appelle « l'objectivation subjectivée » : « nous voyons les personnages de l'extérieur, mais à la façon dont eux-mêmes perçoivent le monde et s'y projettent » (144).

Asterios Polyp de David Mazzucchelli fournit un cas d'étude plus approfondi de l'hétérogénéité graphique en réponse à cette objectivation subjectivée : le roman graphique érige presque en règle une remise en jeu constante du style graphique, aussi bien sur le plan du trait que de la couleur ou de la typographie. Récit d'une histoire d'amour et de sa rupture aussi bien que d'un renouveau spirituel, inspiré autant par des considérations sur l'architecture que par la mythologie grecque, *Asterios Polyp* est une œuvre complexe qu'il convient, dans la portée de cet article, de placer dans la lignée de l'adaptation de *City of Glass* que David Mazzucchelli avait réalisée avec Paul Karasik en 1994[60]. On retrouvait déjà dans cette dernière la volonté d'approfondir les réflexions de Paul Auster et de bousculer quelque peu les conventions graphiques et typographiques d'alors. *Asterios Polyp* vient, quinze ans plus tard, creuser le même sillon avec obstination : là où *City of Glass* jouait d'abord avec les conventions

[60] Pour une analyse détaillée de cette œuvre, voir le dossier consacré par l'auteur à cette œuvre sur le site du9.org : https://www.du9.org/dossier/city-of-glass/.

graphiques, introduisant plusieurs fois de nouveaux styles de dessin et, ponctuellement, de nouvelles typographies, *Asterios Polyp* propose une exploration à la fois plus visuellement cohérente – un style graphique principal est clairement identifiable dès les premières pages – et plus déstabilisante dans son déroulement. C'est parce que les premières pages de l'ouvrage semblent si conventionnelles que les écarts graphiques et typographiques fréquents de l'ouvrage, son hétérogénéité constamment réactivée, ont un tel impact ; c'est également parce que, plus encore que dans *City of Glas*s, ce sont avant tout des mondes intérieurs, des perceptions se pliant à « l'objectivation subjectivée », qui s'offrent au lecteur.

Asterios Polyp s'ouvre sur un orage et une ligne brisée sous la forme d'un éclair qui vient faire exploser à la fois la vie de son protagoniste éponyme et l'architecture du récit. En effet, dès la page 8 de l'ouvrage[61], les cases se chevauchent, ne tiennent plus sur une grille et sont parfois de guingois, illustrant à la fois la fuite précipitée d'Asterios hors de son appartement prenant feu et son état de panique en cette occasion. La mise en page redeviendra plus conventionnelle pour montrer au lecteur l'intérieur de l'appartement en feu ; cette alternance demeure à peu près constante sur le reste de l'ouvrage, les chapitres (un sur deux) narrés par Ignazio Polyp, le jumeau mort-né d'Asterios, faisant montre d'une disposition beaucoup plus libre des dessins, brisant la composition conventionnelle de la page. Ceux-ci éclairent en creux le passé d'Asterios et sa relation tragique avec Hana ; les autres chapitres, dans un ton de couleurs différent, décrivent le voyage aussi initiatique que géographique d'Asterios après l'incendie de son appartement, son humanisation et son dénuement progressif jusqu'à ce qu'il retrouve Hana lors d'une conclusion qui marie les différentes palettes chromatiques du livre.

Cet usage de la couleur est primordial car, loin de servir uniquement d'aide à l'ancrage narratif et temporel, il joue un rôle important dans la caractérisation des différents personnages du récit. Comme l'écrit Rob Clough, dans *Asterios Polyp* « la temporalité, l'atmosphère et les interactions des personnages découlent entièrement des couleurs très basiques » que Mazzucchelli emploie (n. pag[62].). Randy Duncan ne dit pas autre chose en expliquant :

> Mazzucchelli n'emploie pas les couleurs comme des images diégétiques qui essaient de représenter de façon réaliste la couleur des gens et des objets dans la réalité du récit. Il utilise une palette limitée et, en majorité, présente des personnages monochromatiques. De façon appropriée pour un média imprimé, il emploie les couleurs découlant de la synthèse soustractive qui sont utilisées par les imprimantes : le magenta, le jaune et le cyan. (9)

[61] Les pages d'*Asterios Polyp* ne sont pas numérotées, je me fie donc ici à ma propre numérotation.
[62] Sauf indication contraire, toutes les citations non francophones ont été traduites par mes soins.

Il est à noter que, en sus de cette utilisation non conventionnelle de la couleur, *Asterios Polyp* fait également un usage soutenu du blanc, la plupart des pages présentant un agencement de cases séparées par un espace blanc plus large que le mince filet conventionnel, ce qui contribue à situer le récit dans un espace-temps imprécis, relevant aussi bien du domaine onirique que symbolique.

L'usage de la couleur vis-à-vis des personnages est surprenant mais cohérent, qu'il s'agisse de l'appliquer simplement à leurs vêtements (comme c'est le cas page 37 ou page 54, lorsque seuls les vêtements bleus d'Asterios se détachent d'une myriade de personnages anonymes, monochromes et donc identifiés par le lecteur comme inférieurs, narrativement parlant) ou à la silhouette des personnages dans leur ensemble, comme dans la séquence des pages 117 à 121 où Hana apparaît en rouge (et dans un dessin fait de traits hachurés) et Asterios en bleu (et dans un dessin fait de solides emboîtés). Ces deux couleurs, le rouge et le bleu, apparaissent rapidement primordiales non seulement pour identifier les deux personnages principaux du récit mais aussi le régime émotionnel sur lequel ils fonctionnent : la logique froide pour Asterios et l'émotion parfois débordante pour Hana. Dès lors, les changements chromatiques des personnages deviennent à la fois surprenants et narrativement pertinents, une façon pour Mazzucchelli de dépeindre l'évolution émotionnelle de ses personnages sans avoir besoin de l'expliciter verbalement :

> Lorsqu'Asterios retrouve [Hana] dans le temps présent du récit, elle n'est pas dessinée en rouge, mais plutôt en blanc, vert et violet. Par ailleurs, au bas de la page [39], Asterios passe de sa couleur bleue au violet alors qu'il commence à penser à coucher avec la femme qui lui parle, puis enfin au rouge dans la 3e petite case. (Bennett, 12)

La première conversation entre Asterios et Hana, un *flashback* page 61, illustre de façon concise cette tendance, lorsque les deux personnages sont tous deux dessinés comme des solides bleus remplis de traits hachurés rouges, afin de souligner leur complémentarité et complicité immédiate. D'autres détails plus subtils, comme le fait qu'Asterios porte des vêtements rouges et Hana des vêtements bleus page 139, filent la même allusion. Ces distinctions chromatiques sont totalement absentes des chapitres se situant dans le présent du récit, où les tons de jaune et de violet sont partagés par l'ensemble des personnages et des décors (même si l'on peut déceler une dominante de jaune chez Ursula Major et de marron chez son mari Stiff, qui accueillent Asterios chez eux), comme pour souligner l'équilibre plus constant dans la vie d'Asterios à ce moment.

Les couleurs ne sont donc pas réalistes dans *Asterios Polyp* et, si elles obéissent à une logique narrative et thématique précise, celle-ci n'émerge qu'après une analyse attentive et laissera tout de même des zones d'ombre. Cet usage non conformiste de la palette chromatique à sa

disposition permet à Mazzucchelli un discours fin et complexe, d'autant qu'il est également soutenu par l'emploi hétérogène des lignes composant les personnages et leurs dialogues.

Si l'emploi de différentes couleurs pour exprimer les émotions de personnages et l'atmosphère de leurs récits n'est pas chose rare en bande dessinée (ni d'ailleurs en peinture), l'hétérogénéité du trait de Mazzucchelli dans *Asterios Polyp* est plus surprenante. Il s'agit pour l'auteur de déployer ce que Thierry Smolderen qualifie de « polygraphie » dans *Naissances de la bande dessinée* et de s'inscrire, avec des desseins différents, dans une lignée que l'on peut faire remonter jusqu'au XVIIIe siècle et à William Hogarth (Nofuentes, 13). En bande dessinée, l'hétérogénéité graphique se fait le plus souvent au service du récit, comme le note Álvaro Nofuentes :

> Les rares exemples d'hétérogénéité graphique qu'on peut trouver dans la bande dessinée occidentale depuis le début du XXe siècle jusqu'aux années soixante trouvent le plus souvent leur « justification » dans le récit. Ainsi, le Slumberland de Little Nemo sert à Winsor McCay comme prétexte pour faire subir à ses personnages et décors tout type de transformations, liées notamment à leur élasticité et à l'animation d'objets inertes ; aussi, Cliff Sterrett introduira une vignette abstraite dans un *Sunday page* de *Polly and her Pals* (1913) pour représenter métaphoriquement une bagarre ; ou Walt et Skeezix se plongeront dans le monde de la peinture post-impressionniste dans la planche dominicale du 2 novembre 1930 de *Gasoline Alley.* (16)

L'établissement d'un canon de la bande dessinée, le développement d'analyses (universitaires ou non) du média et, plus simplement, le passage du temps ont poussé de nombreux auteurs contemporains à réutiliser les codes et styles graphiques de plus anciens dessinateurs dans leur travail, sous forme d'hommage ou de commentaire postmoderne. C'est ainsi que Daniel Clowes explique son approche graphique dans *Ice Haven* :

> Toute l'œuvre est plus ou moins inspirée de la section *comics* des journaux du dimanche de la fin des années cinquante et du début des années soixante, une époque où la plupart des *strips* étaient publiés sous forme de demi-pages plutôt que les immenses pleines pages des années vingt et trente. Il y avait quelque chose de vraiment remarquable dans ce fantastique mélange de styles : *Steve Roper* et *Mike Nomad* et *Henry* et la dernière version de *Mutt and Jeff* tous sur la même page, et d'une certaine manière, parce qu'ils sont imprimés avec les mêmes couleurs et dessinés avec les mêmes outils basiques, il y a une sorte de cohésion interne à tout cela. Je pensais que ce serait génial de créer une histoire en utilisant tous ces différents types de styles et d'approches, et de les insérer dans une structure narrative qui les inclurait tous. (Hignite, 167)

Asterios Polyp emprunte une voie différente de celle d'*Ice Haven* dans son emploi de l'hétérogénéité, même si l'ouvrage n'est pas dépourvu d'hommages au style d'autres dessinateurs :

> Dans la première scène du *diner*, à l'arrivée d'Asterios dans la ville d'Apogee, intervient Steve, héros de l'histoire "Near Miss" [de Saul Steinberg], parue dans le premier numéro de *Rubber Blanket*. […] On reconnaît le personnage à la fois par ses traits graphiques et par ses traits physiques. Autrement dit, le style graphique, puisqu'il est associé à une histoire déterminée ou au passage spécifique d'une histoire, se révèle ici un outil très puissant pour créer des relations de tressage. (Nofuentes, 79)

D'une certaine façon, le style hétérogène d'*Asterios Polyp* est plus puissant visuellement que celui d'*Ice Haven*, puisqu'il obéit à des règles constantes (même si implicites) et concerne la plupart du temps les personnages eux-mêmes et non le monde qui les entoure, faisant clairement apparaître au lecteur le statut extradiégétique de cette hétérogénéité.

J'ai ainsi déjà mentionné comment ce que Groensteen appelle l'« idiosyncrasie » d'Asterios et d'Hana est signifié par la façon dont ils sont dessinés :

> Asterios est un architecte et un brillant causeur ; son corps est représenté comme un ensemble de volumes creux, décomposable en formes géométriques, et tracé dans une couleur froide (le bleu) qui dénote son insensibilité. À l'inverse, celui d'Hana, jeune femme qui n'a pas été aimée par ses parents et qui manque de confiance en elle, ne bénéficie pas de la fermeté du trait de contour : elle est représentée par des petits traits hachurés qui lui confèrent un aspect flou, et sa couleur est celle de l'émotivité, le rouge. (126)

La lecture psychologisante des protagonistes est en effet tentante et encouragée par le récit, qui utilise le même genre de procédé graphique pour quelques personnages secondaires du récit. L'usage est explicité aux pages 34 et 35, lorsqu'Ignazio, le narrateur, déclare : « Et si la réalité (telle qu'on la perçoit) n'était qu'un prolongement de soi ? Cela ne fausserait-il pas la façon dont chaque individu appréhende le monde ? ». Cette interprétation négative de l'hétérogénéité est contrebalancée page 40, au milieu d'une planche évoquant les conquêtes sexuelles d'Asterios : « Cela voudrait dire qu'il est possible pour quiconque de librement modifier sa propre perception de la réalité afin qu'elle coïncide partiellement avec celle d'un autre ».

Si l'analogie entre personnalité et apparence graphique, comme un écho des *Dirty Laundry Comics* de la famille Crumb, est brillamment déployée tout au long d'*Asterios Polyp* (elle est, comme pour l'emploi des couleurs, moins mise à profit dans les chapitres se déroulant au temps présent, Stiff et Ursula étant relativement semblables graphiquement), elle a également ses limites. D'une part, la frontière entre représentation interne des protagonistes et raccourci esthético-narratif est poreuse : par exemple, bien qu'Asterios effectue une auto-réévaluation de sa sociabilité tout au long du récit, réévaluation qui le mène à une existence plus sereine, sa représentation graphique (notamment sa silhouette) ne change pas entre le début et la fin du récit, pas plus que la typographie qui lui est rattachée, comme je le montrerai plus loin. D'autre part, comme le souligne Nofuentes, si l'emploi par Mazzucchelli de l'hétérogénéité graphique peut être considéré « comme une hyperbolisation de la théorie de la physiognomonie de Rodolphe Töpffer […] en même temps elle présente le risque d'une schématisation trop forte des personnages, qui sont condamnés par leur aspect à agir d'une façon déterminée, ce qui peut rendre le récit prévisible et manichéen » (65). Mais si les personnages d'*Asterios Polyp* apparaissent de façon archétypale et ne s'écartent que peu (à l'exception d'Asterios) d'une caractérisation simpliste, c'est également, il faut le rappeler, parce que le récit emprunte très

largement à des ressorts esthétiques de l'ordre du mythe[63]. Le récit assume globalement son archétypalité, sans refuser à ses personnages une certaine marge de manœuvre dans leur représentation (par l'évolution de la palette chromatique) et dans leur caractérisation ; comme l'écrit Rob Clough, « la composition des personnages est stylisée au point de télégraphier les intentions de chacun d'entre eux dès son introduction » (n. pag.).

Il est sur ce point important de constater, avec Nofuentes, « la prise en charge du dessin de certaines "responsabilités" attribuées généralement au texte » (68) : il n'est pas besoin de décrire les personnages en détail, ni même de les montrer dans l'action pour faire rapidement comprendre au lecteur leurs traits caractéristiques les plus saillants. En sus des caractérisations d'Asterios et d'Hana, déjà mentionnées, on peut relever les personnages (très) secondaires de Lotta Latte, page 38, dont la coupe de cheveux anguleuse et les lunettes à bords pointus viennent renforcer (de façon dépréciative) le cliché d'une femme lesbienne et autoritaire, ainsi que Laurel, page 39, qui est au contraire dessinée tout en courbes et coiffée d'une chevelure opulente, faisant d'elle l'archétype de la séductrice. On peut également mentionner Willy Illium, rival d'Asterios dans la séduction d'Hana et qui sera l'une des causes de leur rupture, dont la représentation graphique (particulièrement lorsqu'il apparaît pour la première fois page 190), en insistant sur sa petite taille, sa coiffure tiraillée entre deux directions, ses yeux perpétuellement fermés et ses petites bottes, en fait un personnage aussi bien imbu de lui-même qu'involontairement comique. Sans aller, comme Nofuentes, jusqu'à rapprocher ces représentations archétypales des travaux de Rudolf Arnheim dans *Art and Visual Perception* (1954) ou de Vassily Kandinsky dans *Point et ligne sur plan* (1926), il est clair que de tels procédés, tout en soulignant le style hétérogène de l'œuvre, permettent à Mazzucchelli de « conditionne[r] et guide[r] ainsi l'impression que provoque chaque personnage chez le lecteur, de la même façon qu'une description psychologique le ferait en littérature » (78-79).

En sus d'un emploi hors normes de la couleur et de la représentation graphique diversifiée des personnages, l'auteur d'*Asterios Polyp* utilise également la typographie comme marqueur de leur intériorité. Pour Rob Clough, c'est l'union entre ces trois éléments (couleur, style graphique, typographie) qui est au cœur de l'ouvrage :

> Finalement, le livre ne parle que de *design*, dans tous les sens du terme […] Mazzucchelli est autant intéressé par la manière dont des cases de différentes couleurs peuvent se superposer, par l'utilisation de bulles de dialogue et de pensée pour les rendre plus iconiques et les intégrer plus directement sur la page et par la création d'un ton émotionnel par l'emploi de la couleur, qu'il s'intéresse à l'exploration de la vie de ses personnages. (n. pag.)

[63] Sur ce point, et sur les parallèles entre *Asterios Polyp*, la philosophie nietzschéenne et les figures d'Apollon et de Dionysos, voir Bennett (19-30).

Il faut tout d'abord souligner que l'hétérogénéité de la typographie est avant tout *graphique*, puisqu'elle s'accompagne d'une forme de bulle spécifique à chaque personnage. Ainsi, Asterios est le seul personnage du récit, à l'exception du narrateur, à s'exprimer dans des lettres capitales, enfermées dans des bulles rectangulaires, aux angles droits. Cette singularité permet non seulement de réaffirmer son penchant pour la logique et l'ordre, mais également son sentiment de supériorité par rapport à ses interlocuteurs dont les paroles sont retranscrites dans des bulles rondes ou courbes (qu'on pourrait donc interpréter comme plus lâches, plus flexibles) et en minuscules. Deux autres personnages majeurs s'expriment également avec des majuscules : Ignazio, narrateur et frère jumeau (mort-né) d'Asterios, dans une typographie plus grande et large que celle d'Asterios, pour expliciter sa domination sur le cadre du récit, et Ursula Major, qui assied ainsi son image archétypale de femme puissante et impérieuse. Deux autres personnages mineurs du récit s'expriment également en majuscules : Willy Illium, mais dans une police légèrement plus petite que celle d'Asterios, pour mieux signifier l'inégalité de leurs statuts respectifs, et un ex-prisonnier anonyme qu'Asterios rencontre dans une séquence pages 45-49 et qu'il recroisera page 282. Cet ex-prisonnier fait une apparition fugace mais pourtant cruciale puisqu'une altercation entre lui et Asterios dans un bar mènera à la perte d'un œil de ce dernier, sacrifice nécessaire sur son chemin rédempteur.
L'aspect graphique de la parole est donc constamment au premier plan dans le récit et amène à des jeux visuels jamais anodins : ainsi, si la complicité immédiate entre Hana et Asterios lors de leur première rencontre, page 61, est signifiée par l'union de leurs formes et couleurs respectives, la redécouverte de cette complicité post-rupture, page 334, est représentée par l'entremêlement de la queue de leurs bulles respectives, puis page 335 par leur fusion, au moment où ils prononcent la même phrase de concert. Une fois encore, Mazzucchelli profite de la plasticité de son dessin et des moindres éléments du média qu'il emploie pour exprimer de façon à la fois directe, évidente et surprenante (car déviant des conventions) des développements dans la psychologie de ses personnages que l'absence de ces procédés aurait rendu complexes (et longs) à énoncer.

Mazzucchelli n'est pas étranger à une métamorphose de son style pour mieux servir son récit, comme ce fut le cas dans son adaptation de *City of Glass* mais aussi dans son travail sur les super-héros Batman et Daredevil. Dans *Asterios Polyp*, il « permet au style de dicter sens et fonction » au récit (Bennett, 8) ; ce style composite prend très fréquemment le lecteur par surprise et déstabilise la grille de lecture qu'il avait construite jusque-là. Comme l'écrit Rob Clough :

> [Avec cet ouvrage, Mazzucchelli crée] sa propre panoplie de règles visuelles et critiqu[e] dans le même temps la superposition artificielle de règles, de motifs et de structures sur les autres, que ce soit dans l'art ou dans la vie. La tension centrale du livre est […] l'utilisation d'un formalisme tonique et audacieux pour critiquer la rigidité du formalisme. [Mazzucchelli] emploie la caricature tout en critiquant la réduction des autres à la caricature. (n. pag.)

Cette tension, dont l'analyse dépasse le cadre de cet article[64], est présente dans la diégèse mais aussi sur le plan purement formel ; ainsi, utiliser un style hétérogène pour mieux exprimer la vie interne des personnages, c'est également accepter que le style cesse d'être transparent et se rappelle sans cesse au lecteur. Pour citer Nofuentes :

> Une BD à dessin hétérogène est une œuvre qui s'auto-proclame à tout moment comme artifice, comme construction symbolique. […] Si le trait graphique est la signature de l'artiste, on ne doit pas considérer un graphisme composite comme l'absence de style […] mais plutôt comme un style qui se reconnaît polyédrique et mutant, dans lequel les différentes couches qui le composent sont exposées sans pudeur, à la façon d'une leçon d'anatomie. L'hétérogénéité graphique est forcément autoréférentielle, puisqu'elle propose un questionnement de l'ensemble des codes qui constituent la bande dessinée et de la notion de récit, ainsi qu'une réflexion autour du langage. Paradoxalement, l'auteur qui utilise un style composite souligne sa condition d'artiste non pas par la création d'une signature graphique unique et personnelle, mais par le questionnement de la primauté du récit dans la bande dessinée et la recherche d'une certaine autonomie de la forme. (51)

Cette artificialité du récit, soulignée dans le récit même, est typique du postmodernisme ; et si, par bien des aspects, *Asterios Polyp* se présente comme une œuvre tournée vers le passé, sa maîtrise des codes et son détournement des conventions graphiques viennent admirablement briser la ligne sur laquelle il se positionne. À l'image de son auteur, et de son média, il s'agit d'une œuvre qui va là où on ne l'attend pas et repousse à répétition les limites de ce qu'il paraissait possible d'accomplir narrativement dans un tel espace.

Références

Bakhtine M., *Esthétique et théorie du roman*, Paris, Éditions Gallimard, 1978.

Bennett M.B., *A Commentary on David Mazzucchelli's Asterios Polyp,* Middletown, Wesleyan University, 2014.

Boulet, « Un dimanche en famille » *in Notes*, tome 8, Paris, Éditions Delcourt, 2013.

Clough R., « Two and Three: Asterios Polyp », *High-Low*, 2008, En ligne : http://highlowcomics.blogspot.com/2009/07/two-and-three-asterios-polyp.html (consulté le 3 mai 2019).

Duncan R., « Image Functions: Shape and Color as Hermeneutic Images in *Asterios Polyp* » *in* M.J. Smith et R. Duncan, *Critical Approaches to Comics: Theories and Methods*, New York, Routledge, 2012, n. pag.

[64] On en trouvera les développements dans les articles cités en bibliographie.

Groensteen T., *Narration et bande dessinée*, Paris, Presse Universitaires de France, 2011.

Hignite T., *In the Studio: Visits with Contemporary Cartoonists*, New Haven, Yale University Press, 2007.

Marion P., *Traces en cases : travail graphique, figuration narrative et participation du lecteur*, Louvain-la-Neuve, Academia, 1993.

Mazzucchelli D., *Asterios Polyp*, New York, Pantheon Books, 2009.

Mazzucchelli D., *Asterios Polyp*, Bruxelles, Casterman, 2010.

Nofuentes A., *Le style graphique composite dans la bande dessinée : histoire, théorie et applications narratives*, Mémoire de Master 2, 2011, Université de Poitiers et École Européenne Supérieure de l'Image.

Débordements, échappées : espaces entoilés

Toutes à la ligne : de Arundhati Roy à Chiharu Shiota, la grammaire du fil

Elsa Sacksick

Faites rhizome et pas racine, ne plantez jamais ! Ne semez pas, piquez ! Ne soyez jamais un ni multiple, soyez des multiplicités ! Faites la ligne et jamais le point ! La vitesse transforme le point en ligne ! (Deleuze 36).

Figure 1 : Chiharu Shiota, *A Long Day*, 2015-2017, installation : fil, papier, bureau, chaise. K21 Kunstsammlung Nordrhein-Westfalen Düsseldorf, Allemagne © ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

De l'artiste textile Chiharu Shiota à la romancière indienne Arundhati Roy, la ligne ne paraît ni tout à fait droite ni évidente. Il peut même paraître étonnant de comparer Shiota à Roy. Pourtant, en analysant leurs deux langages, littéraire et plastique, une grammaire commune se dessine. Cet article, né d'une intuition esthétique, propose de tisser un lien entre deux pratiques à travers la métaphore textile et à partir de la notion de ligne brisée.

Shiota, artiste japonaise contemporaine, née en 1972, vit actuellement à Berlin. Elle a exposé dans le monde entier, notamment à la biennale de Venise en 2015, au Japon, aux États-Unis, à Lyon pour la biennale d'art contemporain, à Paris à *La Maison Rouge* puis à la Galerie *Templon* en 2012, 2014 et 2017. Elle a été l'élève de Marina Abramovic, a travaillé avec Rebecca Horn, et ses premières œuvres, plus tournées vers la performance, montrent une nette influence de

Ana Mendieta, de Yayoy Kusama, ou de Louise Bourgeois. Sa pratique s'est ensuite nettement orientée autour du fil.

Arundhati Roy, écrivaine indienne, née en 1961, a connu un grand succès avec *The God of Small Things*, publié en 1997 et lauréat du Booker Prize. Ce premier roman, traduit dans de nombreuses langues, est devenu une œuvre emblématique de la littérature indienne écrite en anglais dans la lignée des *Midnight Children* (*Les Enfants de minuit*) de Salman Rushdie et un classique contemporain dans le contexte des études postcoloniales. Alors que l'auteur a publié de nombreux textes militants (altermondialistes, sur l'écologie et la justice sociale), sa trajectoire littéraire est curieusement placée sous le signe de la ligne brisée puisqu'il y a un intervalle de vingt ans entre son premier et son second roman, *The Ministry of Utmost Happiness* publié en 2018.

Le travail respectif des deux femmes convoque, certes, des thèmes communs tels que l'enfance, la mémoire ou le fil, mais il apparaît vite que le lien se situe en premier lieu dans la pratique même, dans la « fabrique » du texte de Roy comme de l'œuvre textile de Shiota qui se tissent par lignes brisées, révélant alors une connivence esthétique. Toutes deux défient la linéarité en présentant systématiquement des lignes accidentées qu'elles font en parallèle bouger et bifurquer. Toutes deux utilisent la ligne brisée pour créer un maillage, à ceci près que là où Roy trace des lignes d'écriture, Shiota tire des fils de coton et de laine. C'est donc d'abord dans la *manière* de *faire* que la comparaison est pertinente, dans la manière d'ériger la ligne brisée en véritable poétique ou « poïétique », c'est-à-dire en pratique et en processus créateur. Après avoir analysé dans un premier temps comment les lignes de l'écriture de Roy (narrative, syntaxique ou encore la ligne concrète typographique) sont des figures de l'interruption et de l'éparpillement, nous montrerons que les mêmes thématiques sont à l'œuvre dans le travail de Shiota : le revenir dans l'espace et le temps (convoquant les revenants) et la figure arachnéenne. Nous mettrons en lumière, dans un deuxième temps, de quelle manière ces lignes brisées produisent un maillage, un véritable tissage du sens et du texte qui est également opératoire sur un plan plastique dans l'œuvre de Shiota en convoquant l'image du trou et de la toile arachnéenne.

Roy : la ligne de l'écriture

Dans le premier roman de Roy, *The God of Small Things*[65], la thématique de la ligne brisée pourrait se décliner à l'infini. D'une part, les lignées familiales sont systématiquement sapées dans le roman : « [Mammachi] had *defiled* generations of breeding . . . It was all finished now » (258). La lignée familiale bifurque avec les couples qui se défont, s'éparpille avec les exils de la mère et de la fille (Ammu et Rahel), se brise avec la mort de la jeune cousine, Sophie Mol. Roy lui impose des déviations jusqu'à la déviance avec l'inceste des jumeaux comme si la lignée familiale se repliait ou se nouait sur elle-même. Les jumeaux, personnages principaux du roman, sont d'ailleurs décrits comme des « fatherless waifs » (*GST,* 45), coupés de la lignée familiale. D'autre part, les lignes de vie des personnages sont toutes brisées, qu'il s'agisse des jumeaux piégés dans le temps immobile du trauma, de leur mère Ammu qui meurt à 31 ans, de Velutha l'intouchable lynché à mort ou encore de la cousine noyée[66]. Mais il est encore plus frappant de voir que ces lignes brisées s'inscrivent dans le *texte* même et jusque dans la *texture* de l'écriture : du déroulement narratif interrompu à la ligne diffractée de la phrase, l'écriture de Roy joue sur l'interruption et la fragmentation.

Un roman aux récits qui bifurquent

En effet, si la ligne narrative est brisée, c'est d'abord parce que le roman commence et finit par le milieu et ne se développe que par flashbacks incessants. *GST* s'ouvre en 1992 sur le retour au village natal de deux jumeaux de 31 ans (Rahel et Estha) et va narrer, par une série d'allers-retours dans le temps, le drame qui a marqué leur enfance en 1969 et qui semble avoir arrêté le fil du temps l'année de leurs sept ans : le lynchage à mort, sous leurs yeux, de leur ami Velutha, l'intouchable avec qui leur mère a une liaison. Cette scène traumatique qui reste mystérieuse jusqu'aux trois quarts du roman intervient comme le *point* de rupture dans l'intrigue, le trou noir qui hante le roman et qui brise toutes les lignes narratives et langagières, le « heart of darkness » conradien réapproprié en « dark of heartness » (306) par Roy.

La facture narrative du roman repose sur ces deux lignes temporelles de 1969 et 1992 qui s'interrompent sans cesse, et les décrochages temporels sont opératoires à chaque page[67]. Ainsi

[65] Le roman *The God of Small Things* sera dorénavant présenté sous l'abréviation *GST*.

[66] On peut aussi penser à l'exemple symptomatique du grand-père qui n'arrive pas à s'inscrire dans la lignée des grands entomologistes puisque sa découverte du papillon ne lui sera jamais attribuée et reviendra à un autre.

[67] En outre, entre ces deux lignes temporelles, celle de 1969 et de 1992, demeure un trou de vingt-trois ans sur lequel presque rien n'est dit.

Roy démantèle la ligne téléologique, tendue vers un but et une fin, elle lui impose des déviations qui brouillent la compréhension du lecteur. Ce dernier se retrouve perdu dans un labyrinthe temporel et dans de multiples allers-retours. Or ce processus de brouillage par allers-retours est mis en pratique concrètement par les fils de Shiota qui se croisent et bifurquent tout en brouillant la vue du spectateur. Comme nous le verrons plus loin les installations de cette dernière jouent également sur des ruptures du temps et du *telos*.

Ces bifurcations de la ligne dans *GST* sont en fait des déviations qu'il faut comprendre comme des stratégies d'évitement dans la mesure où elles diffèrent le moment de mettre en mot la scène traumatique, point central ou névralgique du roman. À chaque fois que le récit en 1969 s'approche du drame, il décroche, bifurque, pour repartir en 1992, et de manière significative les interruptions s'intensifient dans le chapitre de la révélation, comme régi par un affolement narratif. Les retours sont des *retards*, qui ralentissent le temps de la lecture comme pour approcher de l'immobilité et rester dans le non-dit. Le narrateur interrompt donc la ligne du temps et du dire avec ces allers-retours pour donner lieu à des *lignes de fuite* au sens littéral avec cette esthétique de la ligne brisée.

L'achoppement de la phrase

Or cette même dynamique d'interruption et d'achoppement est opératoire pour la ligne de la phrase. Le déroulement syntaxique est véritablement entravé par une ponctuation proliférante comme le montre l'utilisation incessante de tirets et parenthèses mais aussi par les procédés très saillants de répétition. Dans les exemples suivants, la ligne de la phrase est redécoupée par emboîtements et bégaiements jouant ainsi sur la négation de la linéarité : « Taking the boat with Things in it (so that they could (*b. Prepare to prepare to be prepared*) was » (204) ou « Margaret Kochamma (because she knew that when you travel to the Heart of Darkness (b) *Anything can Happen to Anyone*) called her » (328), « past the people watching the people watching the people » (151), ou encore :

> Squashed Miss Mitten-shaped stains in the Universe.
> Squashed frogs-shaped stains in the Universe.
> Squashed crows that tried to eat the squashed frogs-shaped stains in the Universe
> Squashed dogs that ate the squashed crow-shaped stains in the Universe » (82)[68].

[68] Voir aussi, lors de la liaison incestueuse, le style anaphorique où « Only that » est répété sept fois dans sept phrases consécutives (328), ou encore le paragraphe : « When Mammachi decided to enclose the back verandah, it was Velutha who designed. . . . it was Velutha who reassembled. . . . It was Velutha who maintained. . . .Velutha who oiled. . . .Velutha who built » (73-74).

En outre, le fil de la phrase est littéralement coupé, voire cisaillé, par l'utilisation singulière du *point final* qui tombe, tel un *point d'arrêt* en couture, au milieu des phrases et contribue à en briser l'élan :

« There was a sweaty grappling for an edge to hold on to. And a One Two and. » (202) ou « Is. That. Clear ? . . . /Yes. It's. Clear » (148-49)

Cette violence faite à la phrase par les points qui brisent la continuité pourrait renvoyer à la violence faite au corps de l'intouchable lynché par les policiers. Peter Szendy, dans son livre *La ponctuation comme un coup de point* (2013), rappelle que la ponctuation « ponctue » littéralement et parle à ce sujet de « coup de points », le pouvoir de la ponctuation étant de « piquer, tatouer, marquer d'une empreinte, contusionner, couvrir d'ecchymoses » (13-14). Le corps de la phrase serait alors à mettre en miroir avec le corps de l'intouchable. De surcroît, le déroulement linéaire de la phrase est encore miné par les innombrables répétitions internes. Qu'il s'agisse de répétitions de mots ou de sons, tout concourt à faire bégayer le texte, à créer des heurts jusqu'à en perdre le fil du sens : « he thought Two Thoughts, and the Two Thoughts he thought were these » (194), « The laws that make grandmothers grandmothers, uncles uncles, mothers mothers, cousins cousins, jam jam, jelly jelly » (31). Dans l'exemple suivant : « *f*inger-coloured *f*ingers *f*ought the *f*erns » (202, c'est moi qui souligne), l'omniprésence des allitérations insuffle une saturation du son renforcée par la saturation du sens avec les « doigts couleur de doigt »[69], procédé qui revient avec : « white egg white » (104), « bluegreyblue eyes » (238), « skyblue sky » (204). Cette saturation se retrouvera chez Shiota à un niveau plastique par exemple avec l'enchevêtrement des fils qui remplit entièrement l'espace jusqu'à la sensation de suffocation.

Par ailleurs, le fil de la phrase, comme le fil du récit et du temps, défie lui aussi la linéarité en progressant par retours en arrière. D'une part avec les chiasmes récurrents, la phrase se retourne sur elle-même jusqu'à épuisement du sens : « nothing mattered much. Nothing much mattered. And the less it mattered, the less it mattered » (19), « a viable die-able age » (3, 92), « And he waited. And waiting he wiped. And wiping he waited » (101), ou encore: « Ofcourse. Ofcourse. Orangelemon? Lemonorange? » (109). D'autre part, avec l'utilisation des inversions syntaxiques fréquentes, Roy joue aussi du retour en arrière lorsqu'elle ajoute après coup le début de la phrase. Les figures de l'anacoluthe sont fréquentes, les hyperbates proliférantes, et la parataxe, créant un rythme heurté, est omniprésente. « Only that it was a little cold. A little wet. But very quiet. *The Air* » (328, c'est moi qui souligne) et :

[69] Cet exemple est par ailleurs déjà une reprise, il fait écho à : « Rahel took off her new fingers, and had her old finger-coloured fingers back » (198).

« it was warm. *The water*. Greygreen. Like rippled silk. With fish in it » (123, c'est moi qui souligne).

C'est la linéarité du mot qui est soumise à ce renversement avec les palindromes dont raffolent les jumeaux : « They showed Miss Mitten how it was possible to read both *Madam I'm Adam* and *I'm Malayalam* backwards as well as forwards » (60).
Tous ces effets syntaxiques donnent au roman un style très marqué et fondé sur le discontinu et le fragment. En d'autres termes, et pour citer Barthes, la romancière travaille sur « les figures de l'interruption et du court-circuit » (Barthes, 1975, 89.). Le roman tout entier est gouverné par une logique du *revenir* qui interrompt le déroulement de la ligne. Les lignes, qu'elles soient narratives ou syntaxiques se replient sur elles-mêmes à mesure qu'elles progressent sur le modèle de la boucle et du nœud nous renvoyant ainsi au procédé textile de l'artiste Shiota et ses fils de laine et de coton.

Shiota et le brouillage de la ligne

C'est également la ligne interrompue dans son trajet et sans cesse nouée sur elle-même qui, sous les mains de Shiota, donne naissance à une œuvre qui croît comme un tissu. À ceci près que chez l'artiste, la ligne est *matière* : des fils de laine noire, parfois rouge, et plus récemment blancs, que l'artiste s'emploie à nouer les uns avec les autres jusqu'à créer un réseau de fils, un espace textile en trois dimensions.

Figure 2 : Chiharu Shiota, *Stairway*, 2012, installation : bloc, laine noire, Schleswig-Holsteinischer Kunstverein, Kunsthalle zu Kiel, Kiel, Allemagne. Photo de Sunhi Mang © ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

Dans le film *Em busca do destino*[70], qui montre l'artiste en train d'installer une œuvre dans une galerie, le déplacement de l'artiste dans l'espace d'avant en arrière et dans tous les sens selon une sorte de chorégraphie donne déjà à voir une performance de lignes brisées. Cette vidéo révèle comment la toile se tisse avec une même pelote que Shiota dévide. Elle noue le fil à un autre et le fait repartir dans une autre direction si bien que le fil qu'elle tient dans sa main fait lui aussi des allers-retours sur lui-même. L'artiste lance des fils et trace des lignes en trois dimensions dans l'espace pour les interrompre aussitôt par des nœuds. À l'instar de Roy, elle impose des bifurcations à la ligne, visuelles cette fois, qui diffractent les lignes de fuite.

À partir des allers-retours du fil, s'étoffe une toile de plus en plus épaisse qui brouille la vue et crée un labyrinthe de fil dans lequel le spectateur se perd, à l'image du labyrinthe temporel de *GST* qui désorientait le lecteur et que le narrateur annonçait dès l'incipit avec la phrase emblématique : « boundaries blur » (*GST* 9). Si le spectateur peut pénétrer dans certaines œuvres de Shiota, il est souvent maintenu à distance de l'espace de fils et est confronté à un brouillage spatial très graphique. Ainsi la phrase de Roy, « The machine drawing began to blur. The clear *lines* to smudge » (*GST* 285 c'est moi qui souligne) pourrait aussi illustrer le travail de Shiota.

À l'instar de *GST*, l'œuvre de Shiota est sous-tendue par une logique du revenir, non seulement dans l'espace, par le retour du fil sur lui-même et de l'artiste sur ses pas, mais aussi dans le temps. Le revenir du fil est à mettre en relation avec le travail sur la mémoire qui nourrit toute son œuvre et se lit dans les titres mêmes des installations comme « Home of Memory » ou « Labyrinth of Memory ».

Figure 3 : Chiharu Shiota, *Labyrinth of Memory*, 2012 installation : fil, robes, La Sucrière, Lyon, France © ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

[70] La vidéo est consultable sur ce site internet : https://www.youtube.com/watch?v=EPgHrV

Dans ses toiles surgissent des objets du passé tels que les grandes robes blanches qui semblent sorties du XIXème siècle, ou les robes de poupées anciennes liées à l'enfance (voir les œuvres « State of Being » ou « Infinity ») qui évoqueront au lecteur averti de *GST* la petite fille dans son cercueil, en robe d'enfant, dans la deuxième scène du roman. Il faut également mentionner ici le piano recouvert de fils noirs comme une épaisse fumée que Shiota attribue explicitement à un souvenir d'enfance dans l'œuvre « In Silence » (2008) :

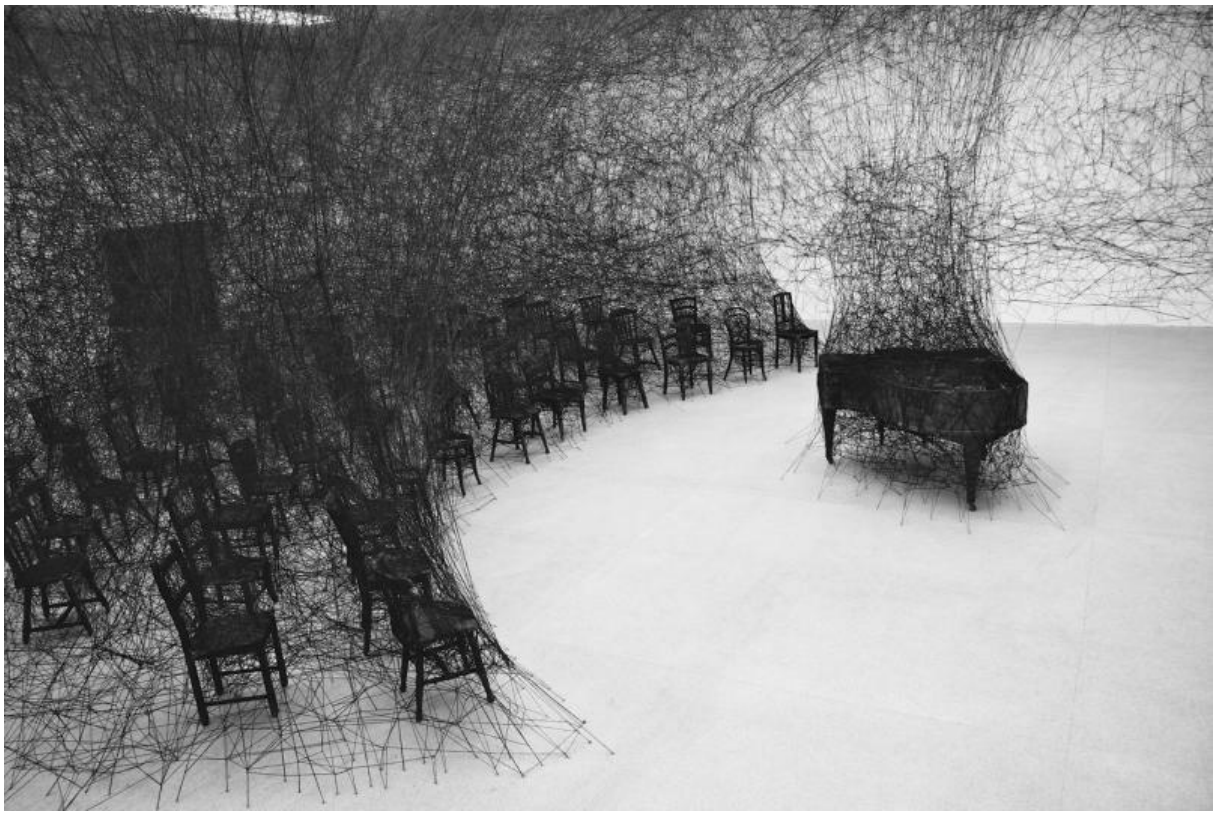


Figure 4 : Chiharu Shiota, *In Silence*, 2002-2013, installation : fil, chaises, piano, Art Unlimited 2013 © ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

L'artiste raconte à ce propos que, après avoir vu la maison de ses voisins brûler, elle a trouvé un piano noir calciné dans la rue, une image si forte qu'elle ne l'a jamais quittée depuis. Ce piano brûlé de Shiota, vestige et souvenir du passé, fait étrangement écho au passé décrit par Roy : « those few dozen hours, like the salvaged remains of a burned house – the charred clock, the singed photograph, the scorched furniture – must be resurrected from the ruins and examined. Preserved. Accounted for » (*GST* 32). C'est exactement ce que semble produire cette œuvre, l'image d'un objet calciné qui convoque le passé, préservé dans la mémoire et revisité par l'art. Le fil noir de l'artiste fait le lien avec le passé et matérialise le *fil* de la mémoire. Le

medium textile, ainsi que l'aspect éphémère de l'œuvre tissée[71], rendent compte de la fragilité des souvenirs tandis que les allers-retours dans le temps sont matérialisés par les allers-retours du fil dans l'espace, renvoyant à cette citation de Woolf sur le travail de la mémoire : « memory runs her needle in and out, up and down, hither and thither » (Woolf, 55)

Dans les œuvres des deux femmes, le réseau de lignes entremêlées se brise sur le présent et emprisonne le temps, imposant une sorte de stase, à l'image de la montre enterrée dans *GST* « something lay buried in the ground . . . a child's plastic watch with the time painted on it » (*GST* 127). Le futur est d'ailleurs le grand absent du roman de Roy : « they [les jumeaux] had nothing. No future » (*GST* 338). Aucune référence à un futur potentiel n'est faite, mis à part le dernier mot « *Naaley*. Tomorrow », empreint d'ironie dramatique puisque le lecteur sait, par le jeu des prolepses, que juste après cette scène le personnage sera tué. La ligne du temps semble s'être figée dans le roman pour les jumeaux comme pour le lecteur, les flashbacks empêchent la progression narrative et ralentissent le temps de la lecture.

De même, le travail de Shiota convoque l'arrêt du temps avec des pièces entières figées dans un « frozen time » (*GST* 160)[72], et comme couvertes de toiles d'araignées évoquant les pièces de maisons abandonnées.

Figure 5 : Chiharu Shiota, *Sleeping is Like Death*, 2016. Installation : fil, lit, Galerie Templon, Bruxelles © ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

[71] Une fois démontée, l'œuvre de Shiota ne peut pas en effet être reproduite à l'identique.

[72] On peut aussi citer ses œuvres composées de valises ou de chaussures, objets qui portent la mémoire de leurs propriétaires.

Dans « A Long Day » (2014) ou « The Crossing » (2018), le tourbillon de papiers pris dans les fils est figé en l'air, dans l'espace et le temps.

Figure 6 : Chiharu Shiota, *A Long Day*, 2015-2017, installation : fil, papier, bureau, chaise. K21 Kunstsammlung Nordrhein-Westfalen Düsseldorf, Allemagne © ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

Les escaliers de « Stairway »[73], suspendus, sans attache au sol ou au plafond et qui ne mènent nulle part, rendent bien compte de cet espace limbique propre à ses œuvres où les souvenirs restent piégés, sortis hors du temps. À ce titre, les grandes robes blanches et suspendues qui flottent dans l'espace dans la série intitulée « After the Dream » ou « Dress », ne peuvent manquer d'évoquer des figures fantomatiques qui hantent également *GST*.

Figure 7 : Chiharu Shiota, *After the Dream*, 2016, installation : robes blanches, laine noire, Toyota Municipal Museum of Art, Aichi, Japon. Photo de Kazoo Fukunaga © ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

[73] Voir reproduction ci-haut.

Ces robes vieillottes et vieillies, un peu sales, évoquent des fantômes du passé de jeunes filles, robes de mariées ou des chemises de nuit sorties tout droit d'un ancien pensionnat.

Dans le roman de Roy, les jumeaux sont aussi présentés comme des revenants, au sens littéral et figuré car ils font retour dans l'espace (leur village d'enfance) et dans le temps : « unable to . . . exorcize the memories that *haunted* them » (191). Ils errent : « We belong nowhere. We sail *unanchored* on troubled seas. We may *never be allowed ashore* » (53, c'est moi qui souligne), ils sont eux aussi piégés dans les limbes et dans le temps immobile du traumatisme : « in the penumbral shadows between two worlds », décrits comme « Frozen two egg fossils » (236, 20, 327, 328), « not old, not young » (164), « A viable diable age » (3, 92, 327), « not death, just the end of living » (321). Estha en particulier est une figure fantomatique ÷ « he had acquired the ability to blend into the background . . . to appear almost invisible to the unstrained eye » (10) qui pourrait trouver son équivalent dans l'œuvre de Shiota où l'on distingue l'artiste elle-même, nue et presque invisible dans le brouillage de lignes brisées dans « During Sleep »[74].

La ligne arachnéenne

L'espace limbique et statique, créé par lignes brisées dans le travail de Roy comme de Shiota, appelle le motif de la toile arachnéenne qui piège le lecteur autant que le spectateur.

Chez l'artiste plasticienne, le patient tissage de lignes qui s'entrecoupent à quelque chose d'organique et donne naissance à un brouillage visuel hypnotique qui captive le regard du spectateur. Ses œuvres sont saisissantes, elles sidèrent le spectateur, en écho à la sidération des jumeaux de Roy lorsqu'ils assistent au meurtre de leur ami. La vidéo de Shiota au travail, *Em Busca do Destino*, renforce cette image de l'artiste qui tisse une toile arachnéenne. L'atmosphère parfois sombre ou angoissante de ses pièces, ainsi que les objets comme des souvenirs englués dans les fils, nous ramènent à cette image d'un espace mortifère, transparent et opaque à la fois. Il pourrait être décrit par cette phrase de Roy lorsque Velutha comprend qu'il est pris au piège : « darkness grew dense. Glutinous » (285).

Dans « Infinity » (2015), la noirceur des fils crée un brouillard gris percé de temps en temps par la blancheur des robes qui flottent au milieu comme des cocons ou par des ampoules qui clignotent, comme des lucioles, évoquant le battement cardiaque des proies dans la toile.

[74] Voir la reproduction de l'œuvre un peu plus loin.

Figure 8 : Chiharu Shiota, *Infinity*, 2015 Installation : laine noire, Espace Louis Vuitton, Paris, Photo de Sunhi Mang © ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

Dans le roman de Roy, le trope de l'araignée est également décliné, notamment avec la tante Baby Kochamma. Trônant au centre de son jardin circulaire, « she raised a fierce, bitter garden that people came all the way from Kottayam to see. It was circular. . . with a . . . driveway looping around it. Baby Kochamma turned it into a lush maze » (26), elle trame : « spinning his nasty web » (102) toute l'histoire qui va piéger les jumeaux justement appelés trois fois « stick insect » (139, 179, 300)[75]. En jouant sur les mots en anglais, on peut dire que la « spinster » (vieille fille) « spins a yarn » (raconte ou invente des histoires). Elle tire les ficelles autour de la grand-mère qu'elle manipule : « She swivelled her around. . . . she said nothing, but used her hands to modulate Mammachi's fury » (284). Velutha, l'intouchable, « locked into a physical impregnable cocoon » (256), intervient aussi comme la proie principale des femmes-araignées. Pris au piège de Baby Kochamma, il est ensuite attaqué : « Mammachi spewed her

[75] « She spent her afternoons in her garden. . . . She wielded an enormous pair of hedge shears » (26), phrase qui introduit l'image de mandibules.

blind venom » (283)[76]. Le champ lexical de la salive et du crachat vient renforcer cette connotation : « She . . . dislodged her dentures with her tongue, *severing the strands of saliva* that attached them to her gums » (298, c'est moi qui souligne). Il est alors anesthésié : « He just stood there. Stunned […] he felt his senses had been honed […] as though everything around him had been flattened into a neat illustration » (284) et finit englué dans la toile : « darkness grew dense. Glutinous […] More than anything else that body wanted to sleep. Sleep and wake up in another world » (285).

Le lecteur lui aussi est balloté d'avant en arrière, et se perd ou s'englue dans le labyrinthe narratif tissé par Roy où tout converge vers le centre et le drame. Il est jusqu'au schéma narratif qui reprend l'organisation concentrique de la toile, tandis que le déplacement du narrateur par allers-retours sur la trame du récit rappelle celui de l'araignée.

GST est un *texte-toile*, ou texte *étoile* dans lequel tous les fils sont connectés les uns aux autres par une cohérence organique ainsi que le révèlent les innombrables échos et le réseau de leitmotivs qui traversent le roman et participent de son architecture. Chez Roy, c'est l'écriture dans son ensemble (la phrase comme le récit) qui s'élance dans une « ligne arachnéenne ». Avec sa notion d'hyphologie, Barthes peut nous éclairer avec l'idée que le texte se fabrique comme la toile d'araignée :

> [*T*]*exte* veut dire *tissu*, mais alors que jusqu'ici on a toujours pris ce tissu pour un produit, un voile tout fait, derrière lequel se tient, plus ou moins caché, le sens (la vérité), nous accentuons maintenant, dans le tissu, l'idée générative que le texte se fait, se travaille à travers un entrelacs perpétuel ; perdu dans ce tissu – cette texture – le sujet s'y défait, telle une araignée qui se dissoudrait elle-même dans les sécrétions constructives de sa toile. Si nous aimions les néo-logismes, nous pourrions définir la théorie du texte comme une *hyphologie* (*hyphos* c'est le tissu, la toile d'araignée). (Barthes, 1973, 85-6)

Texte/textile : le tissage par lignes brisées

C'est précisément la manière dont le texte et les œuvres se font et se génèrent par lignes brisées ou entrelacs qui semble sceller le lien entre la romancière et l'artiste. Chez Roy, comme chez Shiota, ces lignes brisées qui s'enchevêtrent, s'interrompent et qui bifurquent créent de fait un maillage par leurs allers-retours. Plus encore que l'araignée, ce procédé renvoie à l'image de la navette sur le métier qui fabrique le tissu par allers-retours, par interruptions régulières et cadencées. Roy elle-même utilise cette métaphore du tissage et du retour pour la fabrique de

[76] Voir aussi : « Mammachi spat into Velutha's face. Thick spit. It spattered across his skin. His mouth and eyes » (284).

son texte : « I didn't write the chapters in order, I'd weave the threads backwards »[77]. Et le travail de Shiota élabore un tissage en trois dimensions d'une toile proliférante.

Dans ce sens, ces lignes brisées ne donnent pas uniquement naissance à un brouillage et à une stase mais participent en sous-main de la fabrique d'un véritable tissu narratif ou visuel. En d'autres termes, l'apparent chaos dû à l'interruption systématique de la ligne est aussi à interpréter comme un dessin ou dessein qui nous ramène à la métaphore textile de la fabrique de l'œuvre. Dans *GST*, la compréhension du lecteur s'étoffe petit à petit, grâce aux allers-retours entre le passé et le présent construisant le tissu narratif. A chaque aller-retour, l'intrigue progresse et dévoile de nouveaux éléments.

Qui plus est, en dépit des apparences, les lignes narratives de Roy ne sont absolument pas emmêlées mais entrecroisées avec régularité. D'une part, la ligne narrative de 1969 s'étire sur deux semaines, quand les enfants ont sept ans, et raconte *chronologiquement* comment leur vie bascule avec le double drame de la noyade de leur cousine et le meurtre de Velutha. D'autre part, la ligne de 1992 se déroule sur trois jours et raconte *chronologiquement* aussi le retour des jumeaux au village et leurs retrouvailles. À chaque fois que la ligne narrative en 1992 est interrompue, elle reprend toujours au point exact où elle s'est arrêtée, de même pour la ligne de 1969. Par exemple, la scène qui esquisse la liaison incestueuse entre Rahel et Estha reprend exactement au même endroit, malgré une interruption de vingt-neuf pages, avec la même phrase « It was a little cold. A little wet. A little quiet. The Air. But what was there to say? » (299 et 328). Même si les interruptions brouillent le développement de l'intrigue, il y a donc deux lignes de récits qui progressent chacune chronologiquement selon un schéma organisé qui évoque un *tressage* narratif très régulier.

Ce procédé est analysé par Roland Barthes dans *S/Z* à travers une autre image textile, celle de la dentellière, pour rendre compte d'un récit dans lequel « plusieurs actions restent engagées » comme celles de 1992 et de 1969 dans *GST* :

> Le texte, pendant qu'il se fait, est semblable à une dentelle de Valenciennes qui naîtrait devant nous des doigts de la dentellière : chaque séquence engagée pend comme le fuseau provisoirement inactif qui attend pendant que son voisin travaille ; puis, quand son tour vient, la main reprend le fil, le ramène sur le tambour ; et au fur et à mesure que le dessin se remplit, chaque fil marque son avance par une épingle qui le retient et que l'on déplace peu à peu. (165-66)

Le travail de Roy peut à ce titre évoquer une pièce de dentelle dans la mesure où son « ouvrage » est minutieusement élaboré et repose sur un savant agencement des vides avec les pleins. D'un point de vue thématique d'abord, le motif du trou et du vide est omniprésent : le « cœur des

[77] *The Guardian Weekly*, 25 mai 1997, p. 18.

ténèbres » qu'est le meurtre et qui reste longtemps non-dit, hante aussi les personnages, laissant un vide chez les jumeaux: « a hollow where Estha's words had been » (*GST* 19, 20), ils sont désignés comme « Emptiness and Quietness » (*GST* 20, 328) , « the *emptiness* of one twin was only a version of the *quietness* in the other » (20), ou décrits comme « an absence rather than a presence » (*GST* 291).

De plus, le leitmotiv du trou noir est obsédant comme en témoignent ces citations : « black holes in the universe » (82, 118, 191, 307), « A Joe-shaped hole in the Universe » (118), « a yawning, gaping hole. A History hole. A History-shaped hole in the Universe » (307), « God-shaped hole in the Universe », « He left behind a hole in the Universe through which darkness poured like liquid tar. Through which their mother followed. She left them behind, spinning in the dark, with no mooring, in a place with no foundation » (191-92)[78].

D'un point de vue textuel également, *GST* présente une structure « évidée », construite autour d'un trou de vingt-trois ans dans la trame temporelle mais aussi sur des trous dans la phrase laissés par les ellipses de verbe. À l'image d'Estha qui perd le verbe (il devient mutique) les phrases perdent leurs verbes et sont ponctuées de trous. Ces accrocs dans la syntaxe brisent la ligne de la phrase et l'omniprésence de phrases nominales instaure un rythme heurté et syncopé, en miroir de la syncope mentale (c'est-à-dire une absence, un blanc) qui saisit les jumeaux pendant la scène de lynchage :

> The Kottayam Police. A cartoonplatoon. New-Age princes in funny pointed helmets. Cardboard lined with cotton. Hairoil stained. Their shabby khaki crowns.
> Dark of Heart.
> Deadlypurposed » (304),
>
> Past butterflies drifting through the air like happy messages.
> Huge ferns.
> A startling shoeflower.
> The scurry of grey jungle fowl running for cover.
> The nutmeg tree that Vellya Paapen hadn't found.
> A forked canal. Still. Choked with duckweed. Like a dead green snake (305).

Roy nous donne à lire un texte lacunaire à plus d'un titre. Le vide qui hante les personnages et creuse la phrase et le blanc s'installe aussi à l'intérieur du mot, comme si même le corps des mots se disloquait :

> A Wake
> A like
> A Lert (238).
>
> Ei. Der. Down (105).

[78] Voir aussi « Black cat-shaped holes in the universe » (82), « The grey, elephant-shaped hole in the Universe » (235).

Avec cette segmentation de la ligne des mots comme des phrases, il semble que la langue perde son pouvoir cohésif, ce morcellement du dire renvoie à l'état mental des protagonistes pour qui le réel ne fait plus sens. Les mots tombent en lambeaux, ils se délient phonétiquement et se délitent visuellement, ils sont « décomposés », au sens linguistique comme organique, par les oreilles d'enfants non anglophones : « Dus to dus to dus to dus to dus » (7), ou :

> Nictitating
> ictitating
> itating
> tating
> ating
> ting
> ing. (189)

Ces derniers exemples montrent comment le vide devient visible sur la page avec les blancs typographiques en écho aux trous noirs évoqués plus haut :
« once upon a time, there lived a » (192).
C'est ainsi une dernière ligne qui se brise graphiquement : celle des lignes noires sur la page.

> Nothing.
> On Rahel's heart Pappachi's moth snapped its sombre wings.
> Out.
> In.
> And lifted its legs.
> Up.
> Down (293).

> Little Girls Playing.
> Sweet.
> One beach-coloured.
> One brown.
> One Loved.
> One Loved a Little Less. (186)

Les indentations brisent la linéarité du texte sur le même modèle que la parole de Rahel qui est « *jagged* like a piece of tin » (29, c'est moi qui souligne). À la page 54, seule une phrase sur l'espace vide de la page est soutenue par les points de suspension qui, ici, se mettent en ligne : « HOWEVER, for practical purposes, in a hopelessly practical world…….. » (54).

À l'inverse, Roy joue aussi sur les pleins avec des déversements de verbes soudains, sans pause ni blanc ou ponctuation : « Scurrying hurrying buying selling luggage trundling porter paying children shitting people spitting coming going begging bargaining reservation – checking ».
La romancière propose donc un agencement graphique de vides et de pleins, et l'on pourrait presque dire que, en véritable dentellière, elle insère des « jours » dans la trame du texte, terme qui désigne en couture l'ouverture décorative produite dans le tissu en tirant les fils.

Si Roy nous donne à lire un texte ajouré, Shiota donne à voir une trame tissée de vides et de pleins dans la fabrique de son œuvre autant que d'un point de vue thématique. À ce titre, ses œuvres les plus récentes, notamment celles exposées au Bon Marché à Paris, « Where are we going » (2017), renvoient plus explicitement à la dentelle car l'artiste utilise du fil blanc et les trames sont circonscrites dans des cadres ajoutant à ces pièces un aspect plus délicat.

La part laissée au vide peut évoquer la dentelle et pourrait aussi se lire comme la trace d'une esthétique japonaise où tout est question d'épure, d'équilibre entre le vide et les éléments. Shiota, qui emplit l'espace d'un enchevêtrement de fils jusqu'à saturation, (notion présente dans *GST* comme déjà évoqué plus haut), elle laisse aussi jouer le vide dans l'espace d'exposition, non seulement entre les fils mais encore avec les tunnels tracés dans l'espace rempli de fils noirs, qui laissent passer l'air et qui fonctionnent comme des trous noirs aspirant notre regard comme dans « Infinity » présenté précédemment.

Enfin tout son travail tourne autour de la question soulevée dans *GST* : « an absence rather than a presence » (*GST,* 291). Shiota semble tisser le vide et remplit l'espace avec l'immatériel pour convoquer ce qui n'est plus – enfance, souvenirs, rêves – et leur donner corps. Ses œuvres dévoilent un espace mental visualisé comme si elle nous montrait les images qui peuplent son esprit, et les titres sont évocateurs (« After the Dream », « During Sleep » ou « Dialogue with Absence ») d'une tentative de rendre une matérialité à l'absence.

Ses installations soulèvent de manière récurrente la question de la représentation du corps et surtout de son absence puisqu'il y a peu de corps humains dans ses œuvres, renvoyant d'une certaine manière à cette phrase de *GST* : « the loss of Sophie Mol stepped softly…. Like a quiet thing in *socks* » (15). C'est précisément l'utilisation de vêtements vides qui matérialise en creux un corps absent (les petites robes blanches légèrement ornées de dentelle par exemple) dans « Infinity ». Dans un entretien à la Maison Rouge, Shiota explique à propos de l'utilisation des robes, « the person is not here but her presence is », et elle renforce cette interprétation en comparant les vêtements à une seconde peau : « The dress is a second skin, the second skin has more memories for the person[79]. » Ce lien qu'elle établit entre le fil, la mémoire et le corps absent met inévitablement l'artiste dans la lignée de Pénélope. Le travail de Shiota qui tisse l'absence jusqu'à en faire une présence de fils, qui utilise les vêtements pour représenter le corps absent, renvoie à cette figure qui maintient vivants la mémoire et la présence d'Ulysse par les retours inlassables de la navette sur son métier et la production d'un linceul.

[79] Voir l'entretien à la Maison Rouge : https://archives.lamaisonrouge.org/fr/expositions-archives-detail/activites/chiharu-shiota-home-of-memory/ (consulté le 22 octobre 2019)

Dans les rares œuvres-performances où le corps est présent, il est brouillé derrière un écran de fils.

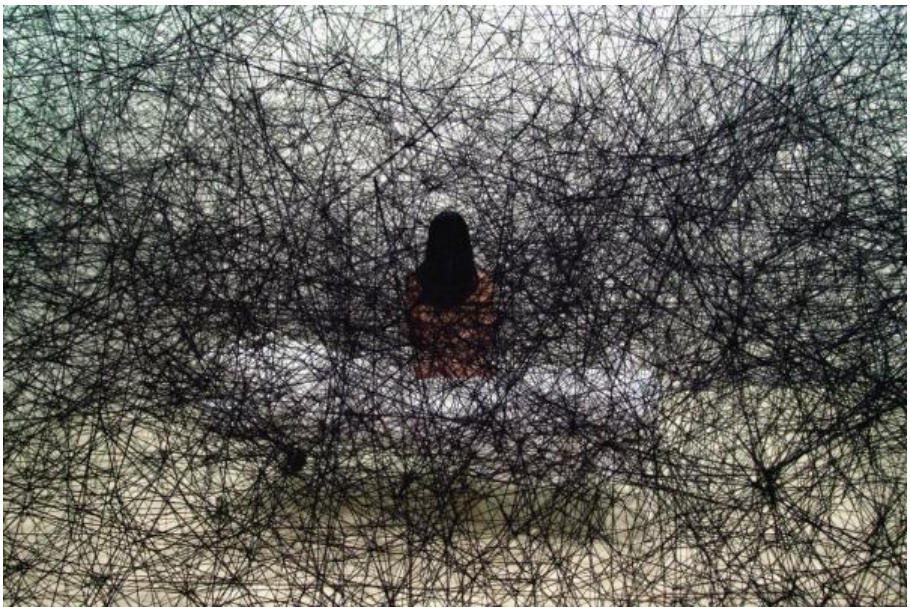


Figure 9 : Chiharu Shiota, *During Sleep*, 2004, Performance/Installation : lit métallique, literie, laine noire, Herzliya Museum of Contemporary Art, Herzliya, Israël, Photo de Sunhi Mang© ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

Dans quelques œuvres, le corps organique est représenté par une inversion intérieur-extérieur avec les fils rouges, évoquant un réseau sanguin ou des viscères qui tombent, comme dans « Dialogue with Absence » (2010) :

Figure 10 : Chiharu Shiota, *Dialogue with Absence*, 2010, Installation : pompes, trépieds, robe, tubes, câbles électriques de couleur, tubes à essai, liquide rouge, Christophe Gaillard Pop-up Gallery, Berlin, Photo de Sunhi Mang © ADAGP, Paris, 2019 et l'artiste © Avec l'aimable autorisation de la Galerie Templon, Paris-Bruxelles.

Enfin, la plupart du temps, le corps de l'artiste est présent mais en *creux* par le travail de performance et de fabrique de la toile. Dans une logique arachnéenne ou hyphologique, les fils sont la trace du corps absent de l'artiste qui s'est dissout dans l'œuvre, ils matérialisent et conservent les trajets du corps et de la main. C'est ce que retient aussi le conservateur de la galerie Templon lorsqu'il dit à propos de l'exposition « Infinity » : « Shiota transforme l'œuvre d'art en extension de son propre corps absent – à l'image de la toile d'araignée produite par l'insecte ».

Face aux œuvres de Shiota l'interprétation n'est pas aisée, d'abord parce que l'œuvre semble se donner d'emblée, trop facile parce que visuellement impressionnante, mais aussi parce que son travail semble régi par des souvenirs et des significations personnels. Shiota nous fait franchir la ligne de son imaginaire, dans un monde onirique et intérieur, de l'ordre de l'intime, à la manière de Louise Bourgeois. S'il est aussi difficile de savoir dans « quel sens » lire la toile, c'est en premier lieu à cause de *l'indirection* constitutive de ses œuvres.

Les papiers figés dans le réseau de fils tombent-ils ou s'envolent-ils ? Les escaliers suspendus de « Stairway » montent-ils ou descendent-ils ? L'ambiguïté constitutive que Shiota cultive sciemment intervient notamment dans son œuvre « Sleeping is like Death » où les lits d'hôpitaux recouverts de fils noirs évoquent pour elle à la fois l'endroit où l'on naît et celui où l'on meurt.

Comment interpréter le rapport à la mémoire ? Les toiles tissées sont-elles des cocons mortifères et les souvenirs au centre de la toile sont-ils en train de disparaître, enfouis sous le brouillage et sur le point d'être aspiré dans l'oubli ? Ou les toiles sont-elles des chrysalides dans lesquelles les objets sont préservés de l'oubli, telles des reliques, exposées et précieusement enveloppées pour être mieux conservées ? Le conservateur de la Maison Rouge pose la question centrale : « Les robes blanches sont-elles protégées comme dans un cocon ou sont-elles prises au piège telles des insectes ? » (*Petit journal de la Maison Rouge*). Il rejoint alors le conservateur de la Galerie Templon sur la question de l'ambivalence : « Les souvenirs nous construisent-ils ou nous empêchent-ils d'avancer » ?

Si l'on veut tisser un lien avec *GST*, les toiles noires seraient plutôt un écrin pour les souvenirs : « those few dozen hours like the salvaged remains of a burnt house (…) must be *resurrected from the ruins* and examined. *Preserved*. Accounted for » (32, c'est moi qui souligne). Cette dernière question est en effet fondamentale dans *GST* fondé sur les souvenirs d'un traumatisme enfoui qui resurgit à tous les niveaux du réseau textuel.

L'indirection des fils qui repartent en tous sens sans plan ni dessin/dessein prédéterminé renvoie à l'indirection de l'interprétation qui prolifère, elle aussi régie par le va-et-vient entre absence et présence, visible et invisible, opacité et transparence, matériel et immatériel.

Cette indirection des lignes du fil et du sens qui semblent proliférer au hasard, ce jeu d'oscillation de l'interprétation sur le mode du « ou » mais aussi du « et » mène la réflexion vers ce réseau de fils sur lequel Deleuze et Guattari ont tant écrit : le rhizome qui infuse toute l'œuvre de Shiota et trouve sa réalisation dans la langue de Roy.

Le texte de *Mille Plateaux* est troublant en regard de la toile de Shiota : « Il n'y a pas de points ou de positions dans le rhizome, il n'y a que des lignes » (15).

Le travail de Shiota s'organise sur des lignes de fuite, loin de la racine, de l'arbre et de la logique binaire, de l'un qui se ramifie en deux selon le principe de hiérarchie. Rien d'arborescent dans sa toile, mais des nœuds et des ruptures de lignes qui repartent en sens inverse et de manière aléatoire.

Le principe de « connexion et d'hétérogénéité » qui définit le rhizome est opératoire dans le travail de l'artiste japonaise. D'une part, la ligne (du fil comme du sens) en se brisant et en se nouant sur elle-même, se démultiplie et s'éparpille en une multitude de trajets et de directions. Elle renvoie alors au rhizome comme système racinaire sans ramification ni hiérarchie organisée : « la racine principale a avorté, ou se détruit vers son extrémité : vient se greffer sur elle une multiplicité immédiate et quelconque de racines secondaires qui prennent un grand développement » (Deleuze, 1980, 12) ou « n'importe quel point du rhizome peut être connecté avec n'importe quel autre, et doit l'être » (13).

D'autre part, le « principe de rupture asignifiante » devient un véritable *modus operandi* dans le traitement du fil et de la ligne chez l'artiste : « Un rhizome peut être rompu, brisé en un endroit quelconque, il reprend, suivant telle ou telle de ses lignes et suivant d'autres lignes … reprendre la ligne interrompue, ajouter un segment à la ligne brisée… là où elle s'était arrêtée. » C'est ainsi que procède l'artiste qui rompt la ligne, entrecroise ses fils et les fait repartir ailleurs à l'infini. L'injonction de Deleuze : « Faites rhizome et pas racine ! Ne semez pas, piquez ! » (36) trouve sa réalisation plastique dans le travail de Shiota qui « repique » son fil sur la même ligne mais aussi un écho textuel chez Roy qui revient en arrière et elle aussi pique et fait des trous.

La remarque : « le rhizome ne se laisse ramener ni à l'un ni au multiple… il n'est pas fait d'unités mais de dimensions, ou plutôt de directions mouvantes. Il n'a pas de commencement pas de fin mais toujours un milieu par lequel il pousse et déborde » (31), décrit autant le réseau de fils rhizomorphe de Shiota que la ligne narrative de *GST* enroulée sur elle-même puisque le

roman commence et se termine par le milieu, donnant l'impression que la narration « pousse par le milieu ». La structure narrative et syntaxique de Roy autant que les structures textiles de Shiota témoignent bien d'une « autre manière de voyager, de se mouvoir, partir au milieu, partir par le milieu, entrer et sortir, non pas commencer ni finir » (37).

Chez Roy, c'est la langue qui emprunte les chemins du rhizome et qui crée des lignes de fuite hors de la langue anglaise, sur le principe énoncé par Deleuze : « Écrire, faire rhizome, accroître son territoire […], étendre la ligne de fuite […]. » (19) Grâce à sa position liminale, ou « d'écrivain mineur » (c'est-à-dire d'Indienne qui écrit en anglais), et à travers ses locuteurs (des enfants qui parlent le malayalam), Roy brise la ligne du langage et de la langue anglaise pour mieux la faire bifurquer vers d'autres contrées. Elle redécoupe la ligne orale pour créer par agglutination de nouveaux mots et nouer les fils autrement : « 'He's a filmactor she explained' . . . making Adoor Basi sound like a Mactor who did occasionally Fil » (144).

> O young Lochin varhas scum out of the vest
> Through wall the vide border his teed was the bes ;
> Tand savissgood broadsod heweapon sadnun,
> Nhe rod all unarmed, and he rode all lalone (271)

La perception orale de la langue anglaise induit ainsi une langue anamorphique, ou rhizomatique, qui se déforme et fluctue pour offrir d'autres sens et un nouveau lexique. Roy invente une écriture phonétique qui fait surgir d'autres mots dans le flux de la parole. Les enfants, dans *GST,* forgent une seconde langue à partir de la première, qui s'y superpose et la déborde, par un procédé que Jean-Jacques Lecercle nomme « traducson » et qu'il définit par « la traduction selon le son, non le sens » (Lecercle, 78). « Prer Nun sea Ayshum » (36), un mot articulé à outrance par Baby Kochamma, surgit à partir de « pronounciation ».

Les jumeaux ne cessent de réinventer le sens à partir du son : « Jolly Well was a deeply well with larfing dead people in it » (148), « boot was a lovely word/ Sturdy was a terrible one » (153), « Estha always thought of Pectin as the youngest of three bothers with hammers, Pectin, Hectin and Abednego » (195). Au cours de cette approche subjective et étrangère de l'anglais, le fil qui relie le signifiant et le signifié est coupé, le signe se découd pour être recousu autrement. Roy fait fructifier et proliférer la langue. Elle fait bouger les lignes jusqu'à déborder des lignes orthodoxes de la grammaire avec ses folles créations verbales et grammaticales. Elle fait littéralement délirer la langue puisque « délirer, c'est sortir du sillon » (Deleuze, 1993, 9) : « to separate Meeters from the Met, Greeters from the Gret » (142), « Margaret told her to stoppit. So she Stoppitted » (141, 300), « the yellow wasp wasping » (201).

Comme le révèlent par exemple l'adverbialisation des adjectifs– « a redly dead » (31), « a sadly swirl » (194), « roos moved cemently » (139), « quiveringly silent » (46) –, Roy crée une autre langue qui se superpose à la langue anglaise dans la lignée des écrivains anglophones selon Deleuze : « Ils font fuir la langue, ils la font filer sur une ligne de sorcière et ne cessent de la mettre en déséquilibre, de la faire bifurquer. » (Deleuze, 1993, 138)

Roy fabrique une langue de l'excès, qui passe de l'autre côté de la ligne, et de la langue, qui la fait fuir, dévier vers d'autres contrées grammaticales. Shiota pour sa part fabrique un espace proliférant qui diffracte la ligne du regard et crée des lignes de fuite pour transporter les spectateurs dans un espace onirique (parfois cauchemardesque) ou dans un autre temps.

A l'instar du tissage, la ligne brisée de la navette sur le métier, interrompue par les allers-retours, constitue en même temps cela même qui crée le tissu et fait surgir du continu à partir du discontinu. C'est là le point commun le plus significatif entre les deux femmes dans leur traitement de la ligne, cette dernière en se brisant ne s'arrête pas, n'achoppe pas mais bifurque pour mieux s'éparpiller et proliférer. La langue de Roy, comme le fil de Shiota, est une ligne qui devient buissonnante, foisonnante. Les deux femmes ouvrent une ligne de fuite[80] qui « donne » au sens de « yield » (produire, faire pousser ou fructifier) et représente une véritable poïétique, ainsi que l'énonce Deleuze : « Partir, s'évader c'est tracer une ligne…fuir c'est tracer une ligne, des lignes, toute une cartographie. On ne découvre des mondes que par une longue fuite brisée » (Deleuze, 1977, 47). Terminons en suivant les lignes brisées du vers de Ponge dans le poème sur l'araignée qui joue à nier au lecteur toute ligne de fuite :

> De rien d'autre que de salive propos en l'air mais authentiquement tissus – où j'habite avec patience sans prétexte que mon appétit de lecteurs.
> À son propos ainsi – à son image – me faut-il lancer des phrases […] en lancer d'autres en sens divers – et même en sens contraire par quoi soit si parfaitement tramé mon ouvrage . . . que je puisse y convoquer mes proies – vous lecteurs, vous attention de mes lecteurs – afin de vous dévorer ensuite en silence (ce qu'on appelle la gloire) …
> Oui, soudain d'un angle de la pièce me voici à grands pas me précipitant sur vous, attention de mes lecteurs prise au piège de mon ouvrage de bave, et ce n'est pas le moment le moins réjouissant du jeu : c'est ici que je vous pique et vous endors !

Références

Barthes R., *S/Z*, Paris, Seuil, 1970.

Barthes R., *Essais critiques*, Paris, Seuil, 1964.

Barthes R., *Le Plaisir du texte*, Paris, Seuil, 1973.

Barthes R., *Roland Barthes par Roland Barthes*. Paris, Seuil, 1975.

[80] On peut penser à ce sujet à la « fuite » des bocaux de l'usine de confiture des jumeaux.

Deleuze G., *Dialogues. Entretiens avec Claire Parnet*, Paris, Flammarion, 1977.

Deleuze G., *Critique et Clinique*, Paris, Éditions de Minuit, 1993.

Deleuze G., et Guattari F., *Mille Plateaux. Capitalisme et schizophrénie 2*, Paris, Éditions de Minuit, 1980.

Lecercle J. J., *La Violence du langage*, Paris,1996.

Ponge F., *Pièces*, Paris, Gallimard, 1962.

Roy A., *The God of Small Things*, Londres, Flamingo, 1997.

Roy A., *The Ministry of Utmost Happiness*, Londres, Flamingo, 2018.

« Chiharu Shiota: Infinity », exposition de la Galerie Templon, Paris, 7 janvier-18 février 2012, https://www.templon.com/new/artist.php?la=fr&artist_id=280&display_press=1

Interview Shiharu Chiota/Home of Memory, *Petit journal de la Maison Rouge*, février-mai 2011, https://archives.lamaisonrouge.org/fr/expositions-archives-detail/activites/chiharu-shiota-home-of-memory/ et https://archives.lamaisonrouge.org/documents/doclepetitjournal1895.pdf

Szendy P., *A coups de points : la ponctuation comme expérience*, Paris, Éditions de Minuit, 2013.

Woolf V., *Orlando*, (1ère éd. 1928), Londres, Grafton books, 1977.

Lines of Identity: The Preference for the Broken Line in the Handloom Weaving of the Nagas of Northeast India

Marion Wettstein

Introduction

In the geographical area of today's India-Myanmar border we find a number of local ethnic groups that are subsumed under the ethnonym Naga. Historically, the Nagas are known, amongst other things, for their extraordinarily splendid material culture. In fact, one of the main collections that formed the original stock of the Pitt Rivers Museum in Oxford, stems from the Naga areas. Among these objects we find a large number of textiles: rectangular cloths mostly used as shoulder shawls by both sexes (measuring roughly 110-120 x 130-160 cm) and wrap skirts by women (measuring roughly 55-90 x 120 cm). Also smaller textile items are woven, such as bags, belts, and headscarves. The design of these textiles features a specific style that exhibits a clear preference for geometric patterns which are based on the broken line, especially on its variations of the square and the triangle. As analysed in detail elsewhere (Wettstein, 2014, 41-49), the rectangular cloths consist of a basic background design structure: either a blank background, lengthwise stripes and lines, or a cheque pattern that results from weaving lengthwise and crosswise stripes and lines in alternate colours. In many cases a range of geometric ornamentation is added to this background with one-faced supplementary weft that is mostly oriented along the lengthwise lines and stripes. The ornamentation mainly consists of extensions, repetitions and mirroring of triangles, as well as squares, and combinations of them, that follow characteristic geometric transformation principles[81].

[81] There also exist some single outstanding exceptions of textiles with other than geometrical designs among the Nagas. Most prominent among them are the *tsunkotepsü* men's shawls of the Ao Naga. In this case, these shapes are, however, not woven into the surface, but they are painted. This is an exceptional case as concerns both design and technique. For a visual impression and detailed analysis of Naga textile design see Wettstein, *Naga Textiles*, especially its supplement poster "Design Chart of Naga Textiles".

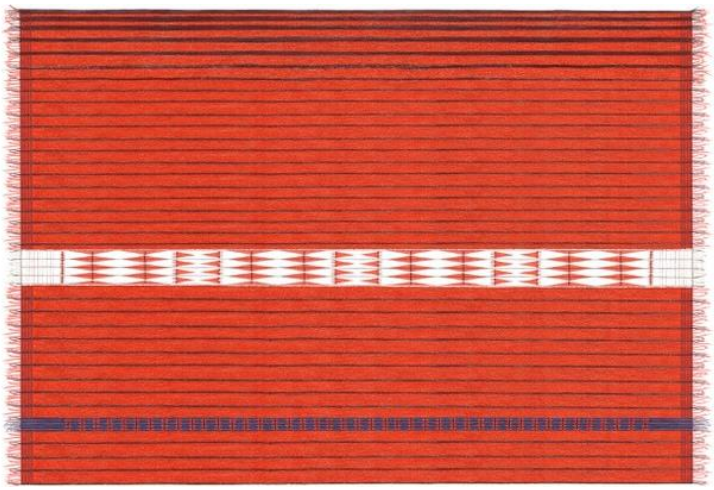


Figure 1 : Ao Naga men's shoulder shawl *süvangsü* from Chuchuyimpang village, 1920s. The middle-band is reserved for accredited warriors while the blue stripe indicates that the wearer has started his series of feasts of merit by sacrificing a *mithun/gayal*. The Pitt Rivers Museum, Oxford, Acc. No 1928.69.454. Colour pencil drawing Marion Wettstein.

The aim of this paper is to suggest possible explanations for the Nagas' preference of angular, abstract geometric textile design, that is, their preference for the broken line. The question I ask here is a very simple one: How come the Nagas, throughout more than a century, by far prefer the broken line to other formal configurations of textile designs? In order to find possible answers to this question I will think along four hypotheses, starting with the most self-evident among them, then proceeding to two hypotheses I consider very likely and rounding up with a fourth, rather speculative one:

Hypothesis 1: The preference for the broken line in Naga textile design is an outcome of technical pre-settings. In order to test this hypothesis, I will have a close look at Naga textile techniques and ask: Do these textile techniques determine the design of Naga textiles, or would it be possible and economically manageable for the Nagas to produce other styles of design? Anticipating the result of this investigation, I cannot clearly confirm the hypothesis, since technical aspects do not seem to restrict textile design to angular, abstract forms. For sure, it is suggestive for a casual weaver, but not necessarily for a skilled crafts woman, for whom it makes little difference in time, effort or planning to weave other shapes. But textile techniques and shapes, once embodied, are likely to be reproduced and passed on to next generations in a similar fashion, which calls for the second hypothesis.

Hypothesis 2: The preference for the broken line in Naga textile design is due to a habit that leads to a distinctive taste. This is to say that a habit of technical practice can result in the reproduction of similar shapes. The shapes are reflected by and inscribed into the bodily movements, the conceptual mind-set, and the visual taste of practitioners and users of objects featuring them. At the same time, changes and development in design happen, but mainly within

the framework of the style of design's formal principles, which in the case of Naga textiles is built by rules of geometric transformations. But as soon as we think of habit in terms of 'habitus' (Bourdieu), we have to include a much larger universe of practices and attitudes, which are linked to the reproduction of social structures and configurations of power. The question of how this taste for the broken line is linked to social meaning and power relations leads me to the third hypothesis.

Hypothesis 3: The preference for the broken line in Naga textile design is a result of symbolic identity politics. In many parts of the world – and especially so in India with its political, administrative and ideological scheme of "scheduled tribes" – cultural expression is closely linked to the collective identity of subcultures or, if one prefers, tribal or regional affiliation. Dress is a common expression of ethnic identity and when fostered by symbolic identity politics can be enforced as a feature of group identification. This process can explain how local weaving practices can come to the foreground in local notions of ethnic identity; it cannot, however, explain why it is exactly the broken line among the many features of textile design that has been strengthened in the process. What distinguishes the Naga broken line from other design concepts in local Indian or South and Southeast Asian textiles? Looking beyond ethnic identity we can ask: Where runs the borderline between those groups that focus on geometric design – on the broken line so to speak – and those who prefer the floral or figurative ornamentation such as they can be found in Central Indian saris for instance? If we follow such questions, we will find that this borderline has a tendency to run along the divide of those local groups populating the mountain and hill regions of Northeast India, southernmost Tibet, and Northern Myanmar and those inhabiting the low lands of the Indian and Southeast Asian plains or the Tibetan Plateau. Or, in other words, between those groups who are said to belong to – or once in a not too far past having belonged to – "Zomia" and those who do not (van Schendel). And this is where the fourth hypothesis comes into play.

Hypothesis 4: The preference for the broken line in Naga textile design is a technique within 'the art of not being governed'. In his seminal book, James Scott suggests that the people of Zomia, a region largely overlapping the Southeast Asian Massive, have found many ways of avoiding the state. Scott's analysis shows that a "friction of terrain" runs between those regions that cultivate wet rice, which is easily controlled and taxable, and those growing dry rice with a slash and burn method, that is, the populations living in the higher mountain regions where wet rice production is not possible. Since taxation and state control have become largely independent of agrarian production in recent times, hardly any Zomians are left that succeed at avoiding the state. Techniques other than agricultural ones are needed to escape the state. A

preference for the broken line in textile design can be seen as one technique among many – of a subversive symbolic kind, if we combine this hypothesis with the former ones – to work towards keeping the state at a distance.

An Outcome of Technical Pre-settings?

Let us now examine the first hypothesis in more detail, according to which the preference for the broken line in Naga textile design is an outcome of technical pre-settings. Weaving is exclusively practiced by women in Nagaland. The cloths are mostly rectangular pieces that can either be wound around the hips as a skirt or hung over the shoulders as a shawl. Traditionally these rectangular textiles are not cut but sewn to shape. Nowadays, of course, the younger generation of Nagas has discovered the possibilities of fashion design based on traditional patterns. This has caused major discussions about what is allowed to be done with a traditional textile and what is not – but that is another story and shall be told another time.

In some regions, the patterns woven into textiles are interlinked with specific rights about who can wear which pattern. Among the Ao Naga at the turn of the century, for instance, there were patterns for every clan-group of a village that were woven into women's skirts, while an additional graphic code indicated how high the status of the woman was. In men's shawls it was not clan affiliation, but the owner's success in headhunting that was recorded. My detailed analysis (Wettstein, 2008, 129-146; Wettstein, 2014, 115-201) shows that the system of graphic codes was highly elaborate and readable throughout a large geographical area well beyond the reach of single Naga tribes.

The Nagas' preference for the broken line in constructing this graphic code is not only visible in the finished pattern, but is also reflected in the weaving technique itself. If we look at the type of loom traditionally used by the Nagas, we find that it is a quite basic variation of the backstrap loom – or Indonesian loom as it is also called. More precisely, the Naga type of loom has been categorised as backstrap loom of the Dusun/Iban type (Roth, 65-108). Backstrap looms are also used in Mesoamerica (in Mexico and among the Zuñi in New Mexico), in Guatemala, Peru and some other Andean regions, and among the North American Navajo (Broudy, 76).

When weaving on a backstrap loom the warp thread is a continuous thread wound around the warp beam and one of the two breast beams, the second breast beam is used to fix the warp. The loom is tensioned by the strength of the weaver's body: the second breast beam is hooked to a strap which is placed around the back of the weaver. By pressing her feet against a hold and leaning backwards, the weaver can now control the tension of the loom. Among the Nagas,

the two thread systems (shed and counter shed) are separated while winding the warp, and kept separated with the help of a heddle wound around a heddle rod, a lease rod and a shed rod. While weaving, the two sheds are temporarily fixed in every round of passing the weft with a weaving sword. The basic cloth is woven by passing the shuttle (a simple stick wound with the weft thread) back and forth through the alternating sheds. Warp and weft of the basic background cloth thus consist of continuous lines in terms of design and continuous threads in terms of weaving technique. The broken line only comes into play when additional ornamentation is added to the basic cloth with the help of a one-faced supplementary weft. Technically, this is done by additional shaft beams. This means that the patterns on the surface of the textile background are not embroidered, that is, they are not applied after the basic cloth is finished. Instead, they are woven into the cloth directly as part of the weaving process. This is an important technical detail, because with this technique the weaver has to have a vision of the finished cloth pattern before she even starts mounting her warp thread. She has to know from the very start what pattern she will put where because she has to count the respective threads and colours. In contrast, if one adds a pattern to a textile surface by embroidery, the decision about the pattern design can also be made at a much later step of the production process; this is not the case with the Naga technique of textile ornamentation.

That which is considered an additional pattern on one side of the surface requires additional technical equipment for the loom. This equipment consists of a number of small sticks that are used as place holders and enable the copying of the pattern after its threads are counted by hand the first time. In complicated patterns, these sticks can also be fixed as additional heddle rods with an additional heddle thread. The sticks are only needed for the repetition of the pattern; when woven for the first time, the lines of the design are counted by hand.

It has been suggested that geometry is a basic design principle of textile traditions worldwide (Regensteiner). Weaving as a technique presumably suggests geometry because the lengthwise and crosswise running threads invite to play around with geometric principles of counting, mirroring, extending, flipping, and repeating shapes. But the most important aspect of this technique as concerns our hypothesis is that nothing limits the initial shape of the pattern. It is perfectly possible to weave a circle, a bird, or any random shape. Once the count of the shape to be woven is completed, it can be easily repeated, mirrored, extended or compressed, and added up, for instance, to a band of flowers. While weaving indeed suggests geometric ideas to play around with, nothing limits them to squares and triangles, that is, to variations of the broken line.

Having said that, every beginner or casual weaver will probably agree that angular and triangular geometric patterns are the fastest to count and the easiest to visually control while counting. Such shapes suggest themselves when starting to weave. It is said that among the Nagas every woman knew how to weave in former times, and that their skill must have varied. While weaving is performed every year during the winter – the season that is not burdened with agricultural work –, dexterity is built up continuously, and depending, on passion or talent, a young "beginner" can fast develop into a skilled craftswoman and artist fast. To play around with patterns is a logical consequence of having reached a certain level of craftsmanship. Nothing hinders a skilled weaver to try out other shapes than angular geometric ones. Indeed, in other world regions where the backstrap loom is employed for weaving – such as Guatemala for instance – traditional patterns also extensively include bands of flowers and leaves winding into each other.

One could argue, of course, that counting the shape of an intricate flower takes much more time, calculation, and imaginative projection than counting an angular geometric shape. And if time investment into a pattern is too high, it is probably abolished in favour of a simpler and faster form. The Naga weavers, however, invest a considerable amount of time for calculation and imaginative projection when producing some of their geometric patterning. The highly complicated triangle-based patterns of most of the Ao Naga or Angami Naga women's skirts for instance surely take up more time to count than many anthropomorphic or floral patterns.

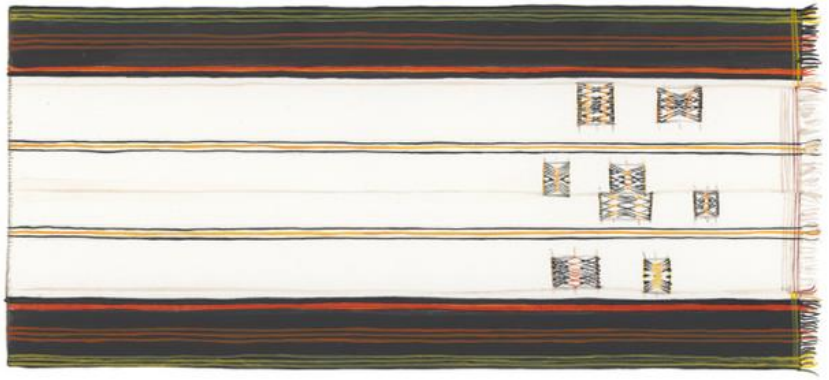


Figure 2 : Angami Naga woman's skirt used in variations since the beginning of the late XIXth century. Völkerkundemuseum der Universität Zürich Acc. No. 9524. Watercolour drawing Marion Wettstein.

Figure 3 : Close-up of patterns in above Anagmi Naga woman's skirt. Photos: Marion Wettstein.

In summary, we can state that there is no technical reason why the Nagas should largely restrict their weaving to angular abstract geometric patterns: it would be technically as easy for a reasonably skilled weaver to weave round, floral, or anthropomorphic shapes with a Naga backstrap loom. Such patterns are neither more complicated nor more time consuming to weave and the Nagas also do not lack inspiration, as they have known of such other designs being used in the neighbouring plains for centuries. It can be observed that floral or anthropomorphic designs especially do turn up from time to time in Naga textiles. Such designs, however, have never really been picked up by the Nagas. They obviously seem to find the geometric shapes more attractive. This leads us to the second hypothesis.

A Habit that Leads to a Distinctive Taste?

If it is not the weaving technique as such that determines the Nagas' preference for the broken line in their textile patterns, maybe it is habituation that leads to a distinctive taste? That is to say, once the angular geometric design was established, it reproduced itself through a technical and visual habit, and through a taste that built itself via the transformation principles inherent to the angular geometrical design. But how does habit develop? How is taste built? Under which

conditions do they adapt and change – or resist change? It will be fruitful to approach these questions by considering three concepts that play into each other's hands, so to speak: the mechanisms of habit, the idea of taste, and the notion of embodiment.

If we accept a commonplace definition, habit is a practice or thought pattern that is repeated regularly and often without thinking. A habit usually starts with a specific goal. If the goal has been reached, the process to this end is repeated when in a similar situation. This can result in the original goal becoming secondary, or even being forgotten over time, while the process keeps being repeated. In psychological terms this reads:

> Habits are learned dispositions to repeat past responses. They are triggered by features of the context that have covaried frequently with past performance, including performance locations, preceding actions in a sequence, and particular people. Contexts activate habitual responses directly, without the mediation of goal states (Wood & Neal, 843).

The decision to repeat a performance that later can lead to habit is also dependent on the kind of responses received. Are they valued positively or negatively, worthwhile or not? Or, in the words of the popular writer Charles Duhigg: does the habit loop of cue, routine and reward kick in or not? In his book *The Power of Habit*, Duhigg's aim is to find ways of breaking bad habits and overcoming addictions. His basic model of the habit loop, as simple as it is, can nevertheless be used as a guide to conceptualize habitual behaviour. The relative value of reward and punishment has been identified as a crucial factor in habit formation at the beginning of the XXth century – by using test animals under laboratory conditions which are today considered unethical (Dodson). Recent studies, however, show that external rewards – such as praise, affection, money or goods – do not seem to be the main factor in habit formation: of greater importance are factors such as intrinsic motivation and perceived pleasure, especially when a change of habit occurs, or is intended to be triggered in someone (Judah *et al.*).

In our case study, the habit we are interested in is not weaving as such, but the weaving of a specific style of patterns. The technical skills of the weavers are adapted to these patterns through the embodied habit of counting lines and visually verifying the projected shape. Weaving a pattern is usually less automatic than merely weaving a portion of the background cloth. Nevertheless, many Naga weavers count their patterns intuitively. Their mind as well as their fingers automatically know how many threads to count in which line of weft for a specific outcome. Embodiment in this case means the bodily knowledge of how to weave and what to weave, it simultaneously incorporates the bodily representation of the pattern once the textile is worn. In the case of a piece of clothing that is woven in the very same community in which it is worn, the embodiment of weaving a certain ornamentation reinforces itself from two sides, from the side of the producer and from the side of the wearer. The habit of weaving certain

shapes that becomes embodied in this double sense also has an influence on what we can call the formation of taste.

Taste concerns aesthetic judgement and, following Kant, is subjectively universal. That is to say that "judgements of taste claim that beautiful objects are (or should be) a source of pleasure for all persons" (Rogerson, 301). Even if there is no accounting for taste, understood as an individual judgement with universal validity, social agreement on what is good taste – and what is not – is relevant for status and identification of in- and out-groups, as sociological approaches suggest. Taste is considered socially determined: "Different socio-economic groups or classes have different tastes. Consequently, in society taste is an empirical category" (Gronow, x). In this sense, taste is not only an aesthetic judgement but simultaneously a technique of status acquisition. This is at least how Pierre Bourdieu (1984) would understand it. Or, even more drastically: Taste, by constituting holdings of cultural capital, "is a weapon for drawing social distinctions and for exercising social and symbolic domination" (Warde, 2). The mutually reinforcing accumulation of economic, cultural and symbolic capital (Bourdieu, 1984, 1986) via cultural objects, that then reinforces the judgement of taste – the preference for the broken line in our case – can be exemplified by the developments of design in Ao Naga women's skirts: the right to wear skirts with blue lengthwise stripes containing geometric patterning based on the triangle were restricted to certain clans. The number of ornamented stripes depended on how far the family had proceeded in the series of feasts of merit. Feasts of merit consisted of a clearly prescribed succession of ritual offerings, each requiring more wealth than the former – the number of sacrificial animals multiplied at every step. Thus, these feasts transformed economic capital into cultural capital. When the ritual systems of the (Ao) Nagas were destroyed by colonial and missionising intervention in the first half of the XXth century to such extent that sacrificial feasts were forbidden, the status record of the families was continued through textile ornamentation. Over time, the number of ornamented stripes that had formerly been regulated rose considerably. In recent times, Ao women's skirts have tended to contain more ornamented stripes than plain background colours. We can, therefore, observe an inflation of the status marker, that is, the broken line.

Figure 4 : Ao Naga woman's skirt of a woman whose father has not performed fests of merit, but whose forefathers have, Chantongya village, 1920s. The Pitt Rivers Museum, Oxford, Acc. No. 1920.69.172. Colour pencil drawing by Marion Wettstein.

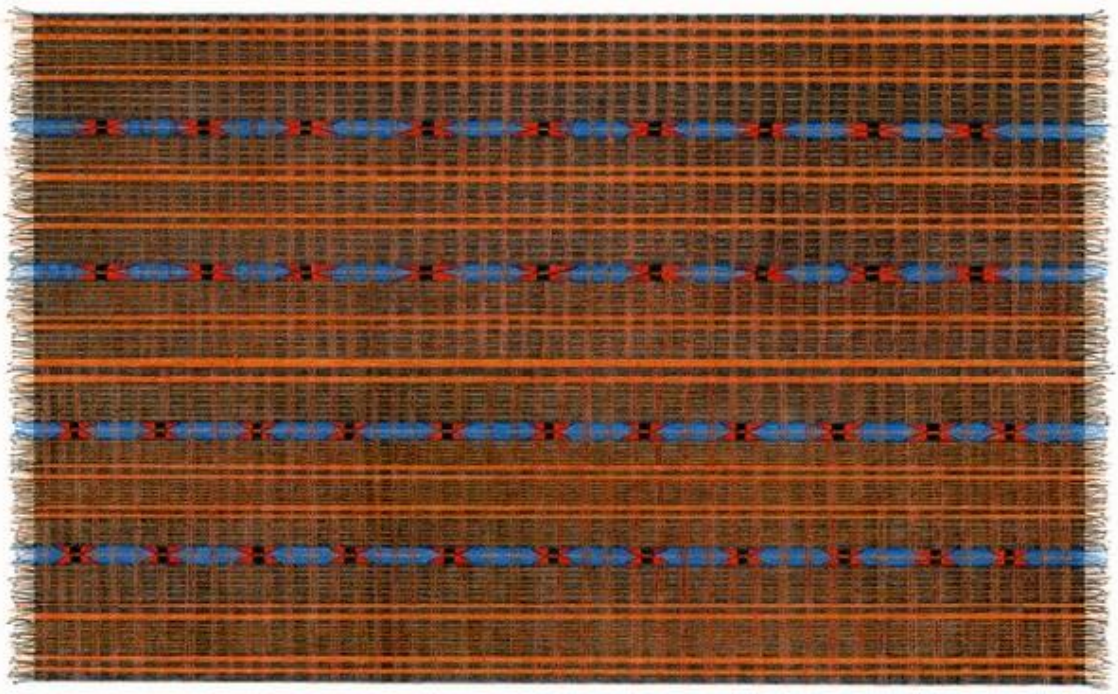


Figure 5 : Ao Naga woman's skirt of a woman whose father and forefathers both have performed fests of merit, Chantongya village, 1920s. The Pitt Rivers Museum, Oxford, Acc. No. 1920.69.170. Colour pencil drawing by Marion Wettstein.

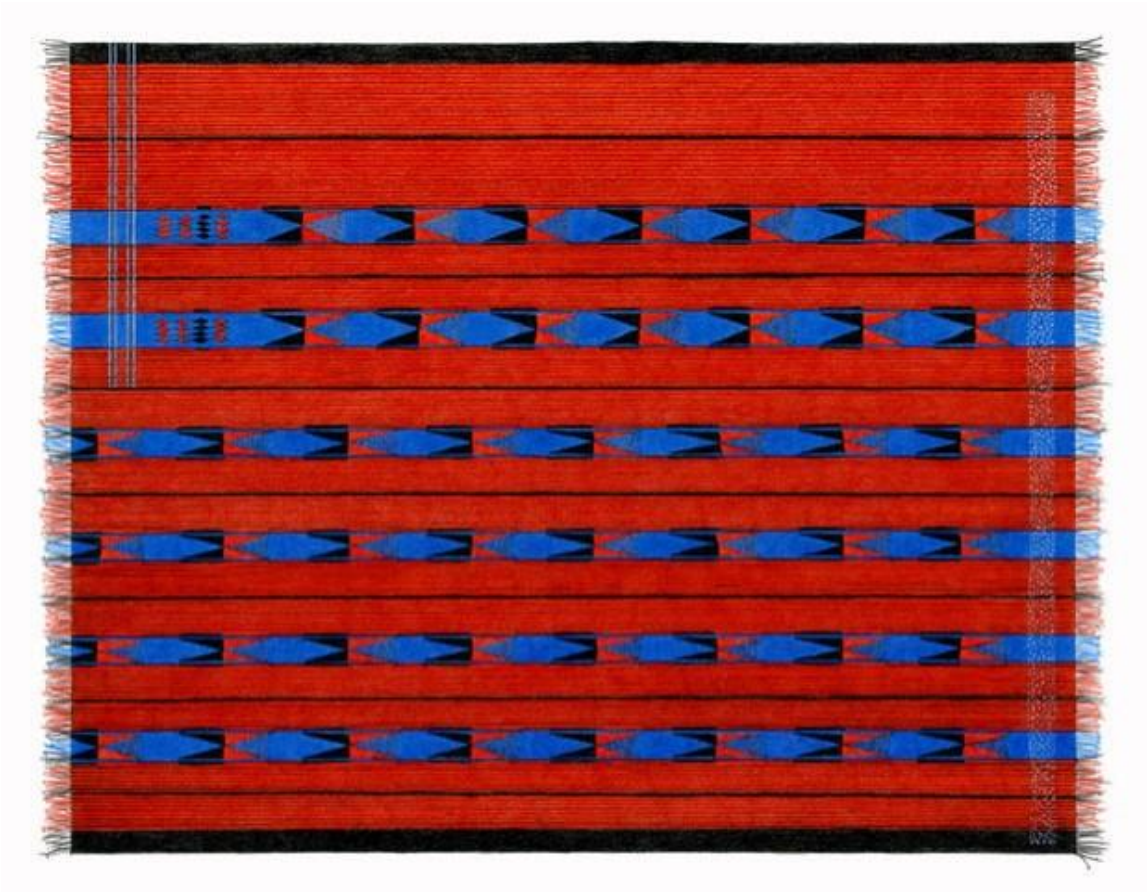


Figure 6 : Contemporary Ao Naga woman's skirt of Longchar, Pongener and Ozukam clans, Sangratsü village, 2004. Private collection. Colour pencil drawing by Marion Wettstein.

Figure 7 : Some historical and contemporary pattern variations found as one-sided supplementary weft ornamentation on the lengthwise stripes of Ao Naga women's skirts.
Colour pencil drawing by Marion Wettstein.

Concepts, such as Duhigg's habit loop as an explanation for the repetition of similar performances beyond the initial motivating goal, or Bourdieu's habitus as explanation for the reproduction of power structures, may help to understand why a certain style of patterning that had once been closely attached to notions of status among some of the Naga groups over time developed into a preferred design. The relevant practices for acquiring status and power that were once linked to respective textile patterns have vanished and have been replaced by other practices entirely for several decades, if not for nearly a century. The patterns have remained though, and have become attached to a new set of meanings in the last few decades, that of ethnic identity. If we consider this recent history of the Naga areas, we come to our third hypothesis.

A Result of Symbolic Identity Politics?

The third hypothesis suggests that the preference for the broken line in Naga textile design – at least in recent times – is a result of symbolic identity politics. In order to examine this hypothesis, we first need to look back into the history of the Naga areas. Most of what we know of the Nagas' erstwhile culture stems from colonial ethnography of the 1920s and 1930s. That is to say, from a time when many of the old Naga traditions were already about to change, or had even died out already, due to strong Christian missionising by the Southern Baptist Church and through the impact of British colonial administration.

From the old monographs and articles by colonial ethnographers J.H. Hutton or J.P. Mills (for instance Mills, 1922, 1926, 1937; Hutton, 1921a, 1921b), we can conclude that most of the Naga's daily life revolved around agriculture. The Nagas were organised in local groups who mostly identified at village or clan level. Larger communities that the colonial administration called tribes were rare. Such identifications started to build up mainly through colonial intervention.

Important factors in the lives of the Nagas were clan affiliations, and notions and practices related to status and rank. They were known for their practice of headhunting which was linked to the status of the warrior, and for their feasts of merit, large village clan festivals that transformed material wealth into status. The Nagas recorded both these aspects of individual status in material culture: in ornament, architecture, landscape modifications, and extensively also in textiles that were worn during festive occasions.

The Naga Hills were only at a very late stage incorporated into the British Indian colonial territories, around the turn of the century. It took the colonial power a long time to take grip in

the Naga Hills. Some regions that are today part of the Indian Union state of Nagaland in fact had never been under British control at all. In colonial times, American Baptist missionaries arrived in the Naga Hills, and today over 90% of the Nagas are Christians. The old rituals have vanished nearly completely. What has survived, however, are parts and transformations of the former material culture, for which the Nagas have found new ways to relate to their new Christian faith and lifestyle. During the First World War, a group of Nagas was recruited to build roads for the English troops in France. This is usually seen as one of the most important turning points in Naga history. It was the moment when the Nagas became aware of their position in world politics. Those who returned from Europe made it clear to their fellow Nagas that the small tribes were about to be crushed between two large political entities, the British and the Burmese Empires. This is how the movement for Naga independence formed itself. When India became independent in 1947, it was automatically assumed that the Naga Hills would become part of the Indian state. This, however, was not what the Nagas themselves had in mind, and an armed conflict between the Naga underground and the Indian Army arose. The Naga underground soon split into different fractions, armed fights broke out between the many different groups and also with the Indian Army. It is estimated that more than 100,000 people lost their lives, and there are villages in Nagaland that have been scorched during this conflict as much as ten times. This experience today still remains deeply rooted in Naga society. Since the year 2000 only has it actually been possible for outsiders to travel to Nagaland, which had been a restricted area for much of the second half of the XXth century (Oppitz *et al*.).

For many Nagas, the symbolic 'enemy' is still what they call 'mainland India'. The Nagas perceive themselves as entirely different from India: they look different, they have a different religion, they have a different taste in food, and they perceive their entire culture as decidedly not Indian. They have a very distinct material culture and the locally produced textiles are one aspect of this material culture. As mentioned above, textile patterns among the Nagas were interlinked with very specific rights about who could wear which pattern in (pre)colonial times. Among the Ao Naga, for instance, there were patterns for every clan-group of a village that were woven into women's skirts, an additional graphic code indicated how high the status of the woman was. In men's shawls, it was not clan affiliation, but success in headhunting that was recorded.

Therefore, certain notions of identity – as contested as this term 'identity' might be – have been attached to textiles from the beginning of record. These notions of identity, however, have changed considerably over time. As I analysed in detail elsewhere (Wettstein, 2008), a single piece of cloth was a record of individual status in former times, whereas, nowadays, the Naga

style of patterning textiles in general has become interlinked with a collective identity, and in this case a general Naga ethnic identity. The notion of individual rights attached to textiles has been transferred from the old status and clan markers to a tribal, even "national" level. A whole style of textile pattern design is locally perceived as protected by a collective ethnic copyright. This notion of copyright has emerged especially after the Government of India conducted copyright awareness workshops in Nagaland after the turn of the millennium. The Naga collective ethnic identification with the broken line can be strong at times: in a discussion with a local Naga academic, I was shown a book with images of textiles stemming from other parts of India. One of the textiles featured a simple zigzag line and the person told me quite outraged that the "Indians" had copied this pattern from the "Nagas", they had simply taken that traditional Naga pattern which they had absolutely no right to do. My objection that a simple zigzag line was probably something quite common in textile design all over the world did not convince my discussion partner at all. The copyright question comes to boil in certain situations, especially when other Indian textiles or fashion designs are detected, that show resemblances to the Naga style.

It can be observed that this collective textile identity has been strongly promoted by the State Government of Nagaland, which sponsors beauty pageants, fashion shows, designer contests and ethnic festivals on regional and state level. Why textile patterns are attractive for symbolic identity politics to such extent can, for instance, be gathered from findings in the psychology of fashion: under certain circumstances, textiles and clothing are understood as a second skin, as an extension of the self (Kaiser). Textile design that is aimed at clothing can therefore be understood as a medium that bridges the individual self and notions of the collective. It seems that among the Nagas, the angular, abstract, geometric patterning – or the broken line, if you want – has become this bridge.

In the context of modern India, clothing plays a crucial role in politics. The fact that fashion is predestined to serve as a tool for symbolic identity politics also has historical reasons. Since the era in which Mahatma Ghandi established a close connection between wearing a Khadi (cotton loin cloth) and representing a specific political and social Indian identity, fashion – or the question of what to wear – has been implemented as a political tool. Symbolic identity politics that are communicated and negotiated via fashion can lead to dilemmas of identification, as Emma Tarlo showed. In the case of the Nagas, the dilemma plays between identification with one's own small local group – a village or a clan – that claims the right to specific textiles patterns and the collective Naga identity fostered by state politics that claims Naga textile design in general for an encompassing "Naga identity". Naga designers that have made a career

at the Indian national level, such as Atsu Sekhose for instance, and designer contests held and sponsored in the regional context of Northeast India at large (including the Indian Union States of Arunachal Pradesh, Assam, Manipur, Meghalaya, Mizoram, Nagaland and Tripura) have a high potential to reveal such dilemmas.

Just like historical textile museum collections, such designer contests give a comparative overview on the textile traditions of India, revealing another aspect of the Nagas' preference for the broken line: the textile designs of many other Hill peoples in the Himalayan region traditionally feature angular geometric motifs as well. It is not precisely the same design as that of the Nagas, but the patterns likewise distinguish themselves from the textiles of the neighbouring plains through their preference for square and triangular design principles over falderal flowery patterns. Just like the Nagas, many other peoples of the Himalayan hills up until recently insisted on mainly weaving on their elementary looms, many of them backstrap looms like those of the Nagas. For long they resisted the Government's attempts to introduce the technically more automated heddle looms that are much faster to produce cloth. At least textiles conceived of as traditional still today have to be woven on a backstrap loom. If the Nagas' preference for the broken line is not theirs exclusively in the region, but is a preference that can, as a tendency, be found among most of the Hill peoples of the Himalayas, we have to consider explanations that reach further back in time than recent history and its symbolic identity politics, and that cover a wider geographical range than only the Naga regions. And this is where our fourth hypothesis comes into play.

A Technique within 'the Art of not Being Governed'?

The hypothesis that the preference for the broken line in Naga textile design is a technique within 'the art of not being governed' is based on James Scott's seminal work. In 2002, Willem van Schendel coined the term Zomia[82] for a geographical region that enclosed most of the peoples in Highland Southeast Asia who were not properly integrated into the states they – in theory – belonged to. Scott took up this starting point and suggested that such situation did not occur by accident or as a result of the state marginalising these peoples, but on the contrary, as a result of active resistance from the Zomians to being integrated into state structures. States have continuously tried to incorporate terrains by incorporating them into the system of wet

[82] In most of the Tibeto-Burman languages which many of these people speak 'zo' means 'remote' and 'mi' means 'people' or 'man'.

rice or the cultivation of other grains. Due to the specific agricultural techniques they required, these grains make for an easily measurable, controllable, and taxable production. Wet-rice cultivation, for instance, requires a population density that is conducive to state structures, and the crop grows on easily measurable fields that allow for fast calculation of yield to deduce the expected tax. The alternative that provides the possibility to escape control is a cultivation of crops that grow underground, with mixed cultivation, which is the type most Eastern Himalayan highlanders preferred as agricultural technique. The resulting "friction of terrain" is supported by altitude levels that limit wet rice production, but it is not necessarily determined by it. Pointing out examples from Malaya, Scott suggests that evading the state by withdrawing or even escaping into the hills and producing crops by shifting cultivation was an active practice of many local ethnic groups – also groups that originally had no tribal structure but "tribalised" themselves for the purpose – in Highland Southeast Asia. In other words, to prefer shifting cultivation over wet rice production, even though yields might be much higher with the second method, can be an active technique of the art of not being governed. While Scott focuses his analysis on agriculture and the state's effort to subjugate more and more terrain to taxable crops, he also suggests that "[v]irtually everything about these people's livelihoods, social organization, ideologies, and (more controversial) even their largely oral cultures, can be read as strategic positionings designed to keep the state at arm's length" (x) and: "Their agricultural practices, their social organization, their governance structures, their legends, and their cultural organization in general bear strong traces of state evading or state distancing practices (127-128)." This is to say that it should be possible to detect active techniques of the art of not being governed in many other aspects of the hill peoples' lives. It is likely that such techniques can be easily identified by observing the state's counter effort to break them, change them or replace them by its own techniques of subjugation and control.

We have already seen that the State Government of Nagaland strongly supports events and competitions that are closely related to fashion and textile design. This support is not only part of symbolic identity politics, it is also a means of controlling the developments of textile and fashion design by sponsoring competition prices, involving state-friendly protagonists into the organisational structures, making sure that speeches are held by the right persons and that the media reports on the government's support. We have also seen that the Government of India invests in copyright awareness workshops and in replacing the technical equipment of the loom by introducing heddle looms. Textiles are seen as potential commodities produced on an industrial scale. But only if they are produced under countable conditions and distributed via controlled channels would this industry be taxable. Governments have practically no control

over home-woven, locally exchanged textiles. But not only that, representatives from Indian state companies also try to influence the design and patterning of the textile with the argument that traditional patterning is too complicated and time-consuming to weave (Wettstein, 2014, 107). This is not a logical argument when we consider some of the very complicated patterning of "low land" textile patterns or the intricate weaving of Indian luxury fashion (Kuldova). The argument that local weavers would not know the colour trends and the general market trend for larger markets is irrelevant to a local Naga weaver who produces for the taste of her own village or region. Local Naga village weavers are (or until recently were) not interested in big markets and overseas sales. What interests them is whether the neighbour for whom they have woven a skirt is really pleased with it, which then results in a higher status as "good weaver" within the community.

The question that arises is: why should a state apparatus show interest in changing a textile design tradition at all, if not for the aim of incorporating Naga weaving into the system of state control? If the Naga textile design tradition can be shifted into a global market or national market that is controlled by the government through taxation and economic dependency, the government has one more tool of control. But if the Naga weavers continue to weave their local designs, that is to say their broken lines that provide identity at the local community level, their symbolic resistance to the state stays strong. In this sense, the Nagas' insisting on the broken line can be seen as a technique of the art of not being governed. This argument, of course, applies to the present days in which the Nagas have to face a strong state which they tried to fight with weapons for nearly a century, but which has gradually crawled nearer and successfully started to integrate them into its structures. But there is also another historical period that can serve as an indicator that the broken line in Naga textiles is a technique of the art of not being governed: the moment in history when the Nagas were confronted directly with the "state" for the first time, that is, at the end of the XIXth century when the administrative and military presence of British India reached the Naga hills.

If we look back in history, through the Naga textile museum collections, we can gather that the further back in time we get, the rarer the skirts and shawls with ornamentation of supplementary weft become. In proportion, simple cloths with just lines and stripes were far more frequent at the end of the XIXth century – that is the time of the first collections – than in the 1910s when J.H. Hutton was deputy commissioner of Nagaland and collected Naga artefacts. In the 1930s, under J.P. Mills as deputy commissioner and main collector, supplementary weft ornamentation intensified again, especially in women's skirts of some regions. It can confidently be stated that collectors have always been interested in ornamented textiles when they were available.

Therefore, the museum collections that show a strong increase of ornamented textiles from the early XXth century onwards can be considered a mirror of an actual increase of textiles with supplementary weft ornamentation. This increase of the broken line in textiles historically runs parallel with the strengthening of state control by the British Empire and later the Indian state in the Naga areas and also correlates with the resistance of the Nagas to this state control. As mentioned above, the local cultural code of ornamentation originally indicated success in headhunting or increase in status through feasts of merit. But both these practices had been largely abandoned already in the very early XXth century. Headhunting had practically vanished in the British controlled areas and specific sacrifices for feasts of merit were only rarely held. The ethnographic data, on which the monographs of J.H. Hutton and J.P Mills were based, had largely been gathered from the memory of elder Nagas who had witnessed these characteristic Naga customs. But the ornamentation symbolically indicating the related status increased in number and elaboration, without the symbols locally changing their meaning. To conclude a causal relation between the use of the broken line and the invasion of and resistance to the state would surely be highly speculative. However, when seen in the light of the development of today's governmental interventions to the design traditions of the Nagas, it could be an interesting argument to follow.

Conclusion

Bringing together the results of the four hypotheses in a conclusion, we can summarise that (1) the weaving equipment of the Nagas and their technique of weaving do not restrict them in any way to the broken line and its variations, the triangle and the square, for ornamenting their textiles. Weaving techniques may be affined to geometry in general, but a fairly skilled weaver would be able to weave any shape with reasonable effort. (2) The concept of a development of a distinctive taste acquired through an embodied habit loop can explain why the broken line and its transformations, once installed as a principle of patterning, would be continued as a style of design. But in order to establish itself as the preferred style of patterning, the broken line needs to be incorporated into the general habitus, one that allows the powerful with high status alone to wear such ornamented textiles. The mechanism of fashion kicks in as soon as the less powerful try to imitate the powerful. (3) In present times, the reason for insisting on the broken line in textile design can partially be found in symbolic identity politics that aim at linking this specific style of ornamentation to a notion of Naga ethnic identity, diverting the focus from the former symbolic meaning of the ornamentation that was linked to individual status. (4)

Observed on a larger geographical scale, however, the broken line is prominent among many peoples of Highland Southeast Asia, especially among those who belong to the areas of so-called Zomia. The development of such ornamentation can be historically correlated with the establishment of state structures and resistance against them in the Naga region, which leads me to suggest that the preference for the broken line in Naga textile ornamentation is a technique of the art of not being governed.

This last hypothesis, however, can only be discussed in a speculative manner and cannot be thoroughly examined in the scope of this article. Methodologically speaking, such an endeavour would require a large scale comparison of textile patterns, their meaning, and the historically changing relations between their meaning and shape in a significant number of Highland Southeast Asian local societies. Large scale comparisons of ethnographic details have come out of fashion for some time, but with the introduction of "big data" approaches to anthropology and kindred disciplines, it is worthwhile to reconsider classical thinkers that have already thought through large scale comparison of form and its morphology as linked to meaning and purpose, such as Claude-Lévi Strauss or D'Arcy Wentworth Thompson, and combine their methodology with a historical perspective on change and transformation.

References

Bourdieu P., « The Forms of Capital » *in* Richardson, J. (ed), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, New York, Greenwood, 1986, p. 46-58.

Bourdieu P., *Distinction: A Social Critique of the Judgement of Taste*, London, Routledge & Kegan Paul, 1984.

Broudy E., *The Book of Looms: A History of Handloom from Ancient Times to the Present* [1979], Hanover, The University Press of New England, 1993.

Dodson, J. D., « Relative Values of Reward and Punishment in Habit Formation », *Psychobiology*, vol. 1, n°3, 1917, p. 231-276.

Duhigg C., *The Power of Habit: Why We Do What We Do in Life and Business*, New York, Random House, 2012.

Gronow J., *The Sociology of Taste*, London, Routledge, 1997.

Hutton J. H., *The Angami Nagas*, London, Macmillan, 1921a.

Hutton J. H., *The Sema Nagas*, London, Macmillan, 1921b.

Judah G., B. Gardner, M. G. Kenward, B. DeStavola & R. Aunger, « Exploratory Study of the Impact of Perceived Reward on Habit Formation », *BMC Psychology* 6, n°62, 2018.

Kaiser S.B., *The Social Psychology of Clothing: Symbolic Appearance in Context* [1986], New York, Macmillan, 1990.

Kant E, *Critique of Judgment*, New York, Hafner Publishing, 1892.

Kuldova T., *Fashion India: Spectacular Capitalism*, Oslo, Akademica Publishing, 2013.

Lévi-Strauss C., *Le Cru et le Cuit*, Paris, Plon, 1964.

Lévi-Strauss C., *Du miel aux cendres*, Paris, Plon, 1966.

Lévi-Strauss C., *L'Origine des manières de table*, Paris, Plon, 1968.

Lévi-Strauss C., *L'Homme nu*, Paris, Plon, 1971.

Mills J. P., *The Lhota Nagas*, London, Macmillan, 1922.

Mills J. P., *The Ao Nagas*, London, Macmillan, 1926.

Mills J. P., *The Rengma Nagas*, London, Macmillan, 1937.

Oppitz M., Th. Kaiser, A. von Stockhausen and M. Wettstein, "The Nagas – an Introduction" *in* M. Oppitz *et al.* (eds.), *Naga Identities. Changing Cultures in the Northeast of India*, Gent, Snoeck, 2008, p.11-29.

Regensteiner E., *Geometric Design in Weaving*, West Chester, Shiffer Publications, 1986.

Rogerson K. F., « The Meaning of Universal Validity in Kant's Aesthetics », *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, vol. 40, n°3, 1982, p. 301-308.

Roth H. L., *Studies in Primitive Looms*, New York, Burt Franklin Reprints, 1974 (Reprint from Bankfield Museum Notes 1918, second series, 8-11).

Schendel van W., « Geographies of Knowing, Geographies of Ignorance: Jumping Scale in Southeast Asia », *Environment and Planning D: Society and Space*, vol. 20, 2002, p. 647-668.

Scott J.C., *The Art of Not Being Governed: An Anarchist History of Upland Southeast Asia*, New Haven, Yale University Press, 2009.

Tarlo E., *Clothing Matters: Dress and Identity in India*, London, C. Hurst & Co, 1996.

Thompson D. W, *On Growth and Form*, Cambridge, Cambridge University Press, 1917.

Warde A., « Does Taste Still Serve Power? The Fate of Distinction in Britain », *Sociologica*, vol. 3, 2007, p. 1-26.

Wettstein M., « Defeated Warriors, Successful Weavers: Or how Men's Dress Reveals Shifts of Male Identity among the Ao Nagas » *in* Michael Oppitz *et al.* (eds.), *Naga Identities. Changing Cultures in the Northeast of India*, Gent, Snoeck, 2008, p. 129-146.

Wettstein M., *Naga Textiles: Design, Technique, Meaning and Effect of a Local Craft Tradition in Northeast India*, Stuttgart, Arnoldsche Art Publishers, 2014.

Wood W. and D. T. Neal, « A New Look at Habits and the Habit–Goal Interface », *Psychological Review*, vol. 114, n°4, 2007, p. 843-863.

La ligne brisée : pratiques, gestes, paroles, installations

Parcours et paroles d'artiste : lignes brisées, lignes de reliance

Élodie Barthélemy, entretien avec Andrée-Anne Kekek-Dika, Anne Chassagnol et Camille Joseph

Pourriez-vous retracer brièvement votre parcours en tant que plasticienne ?

Née en Colombie de mère conteuse haïtienne et de père anthropologue français, j'ai grandi en Bolivie, au Sri Lanka, au Maroc puis en France. J'ai reçu une formation en dessin et peinture auprès du peintre Rémy Aron. Entrée aux Beaux-Arts, j'ai été diplômée avec félicitations du jury de l'ENSBA de Paris. J'ai développé en textile un travail de mémoire, des tissus appliqués composés à partir des vêtements de ma famille que j'ai exposés en Amérique centrale en 1992 (année des 500 ans de résistance indigène, noire et populaire en Amérique latine), lors d'une résidence de plusieurs mois au Guatemala et au Honduras. Par la suite, la prise en compte de la spécificité de tout lieu d'exposition m'a amenée à travailler des œuvres *in situ* en écho avec l'époque et, de ce fait, aux prises avec la censure. *Le manteau protecteur* exposé au Couvent des Cordeliers (Paris) en 1997 réintroduisait l'épisode de la démolition à la hache par les forces de l'ordre du portail de l'église Saint Bernard occupée en 1996 par des Maliens et des Sénégalais en situation irrégulière. *La Boucherie musulmane* questionnait notre silence lors du massacre de Srebrenica en 1995. Une série de toiles intitulée *Petites annonces* interrogeant le poids de l'héritage esclavagiste de la France fut peinte à l'occasion de la commémoration des 150 ans de l'abolition française de l'esclavage. En 2000, *Le radeau – encore vif, déjà mort* – rendait compte du dénuement d'un immigré haïtien mort loin de sa terre et de la veillée funéraire qui accompagnait son passage vers le royaume des morts des vodouisants. Lors du bicentenaire de l'indépendance d'Haïti, en 2004, les sculptures organiques *Des Racines* me permirent d'évoquer l'histoire d'Haïti jusqu'aux conséquences mortifères de sa déforestation avec *Terre glissée*. Depuis, je poursuis mes travaux, développant dans mes performances des collaborations avec des artistes de tout domaine, après avoir travaillé de nombreuses années comme scénographe pour la conteuse Mimi Barthélémy, ma mère. J'ai réalisé ces dernières années, avec la participation des habitants du quartier parisien de la Goutte d'Or, enfants comme adultes, deux fresques *in situ* : *Notre tissu commun, les valeurs de la République* et *Vive la Commune, enfants !* qui ont été adoptées par la population et préservées de toute dégradation, à notre plus grande satisfaction.

La ligne brisée est très présente dans votre travail. Quel regard portez-vous sur ce motif géométrique ?

J'aime avant tout les rayures, surtout la multiplicité des rayures. Mon goût s'est révélé il y a une vingtaine d'années. J'avais créé un *Laboratoire d'art génétique*, une approche intuitive de nos empreintes génétiques à partir d'assemblages de tissus rayés, en guise de code barre génétique. Ce travail était l'aboutissement d'une interprétation des tissus Saramaca (Suriname, Guyane) qui eux-mêmes seraient des réminiscences des textiles Kente, se présentant comme des lés de tissus entrelacés, originaires des Akan (Ghana). Si on regarde de plus près la structure de ces tissus rayés juxtaposés dont les lignes s'enchevêtrent, on s'aperçoit que c'est un monde de lignes brisées. Mon attachement à ces tissus s'explique par leur structure élémentaire – la ligne brisée : croisement du fil de trame qui passe en-dessous et au-dessus des fils de chaîne et qui les réunit pour en faire une structure souple – pleine de vides – mais résistante aux tensions. Les caractéristiques de souplesse et de résistance que je lui attribue m'aident dans mon travail et dans ma vie. Une ligne brisée peut facilement se fragmenter en d'autres lignes brisées, en autant de bifurcations nécessaires pour poursuivre son chemin d'un point à un autre. Plus largement, cette fonction de faire lien, de relier des personnes – que j'attribue à la ligne brisée – génère du foisonnement, de la surprise, de la vie. C'est la raison pour laquelle je situe mon travail au sein des arts de la relation.

En 2017, vous avez conçu une exposition en Martinique à partir de la ligne brisée. Quelle était la démarche artistique de cette exposition ?

Il s'agissait à l'origine d'envoyer mes œuvres par bateau en un aller-retour, de l'atelier à la galerie et de la galerie à l'atelier. C'était une décision qui misait sur l'efficacité et la sécurité, un choix qui correspond à « la ligne droite » et qui me désespérait. Les raisons étaient simples : au-delà du coût du transport et de l'empreinte carbone, exposer sans connaître le lieu, sans échange initial avec les habitants n'avait pas de sens pour moi et ne me procurait aucune joie. Ayant peu d'attaches en Martinique, je souhaitais aller à la rencontre des gens et me familiariser avec les lieux en parcourant la ville de Fort-de-France. Car mon but véritable, en exposant, n'était pas de montrer mon travail, encore moins de le vendre, mais de confronter un dispositif de création à un environnement et de l'éprouver pour qu'il puisse créer du vivant, de la rencontre. Ainsi seulement mon travail s'inscrirait dans la ligne brisée et emprunterait un chemin de traverse, une bifurcation, avec le désir de faire émerger des possibles qui se présenteraient à moi, de suivre des pistes entre les habitants, leur lieu de vie et ma proposition

et, au final, de m'ancrer dans un lieu. Il y aurait là de l'incertitude, un jeu ouvert, une curiosité pour ce qu'il pourrait advenir.

Pourquoi avoir choisi d'intituler cette exposition *Un lieu en liens* ?

Une partie du projet a consisté à réaliser une exposition sur place, en moins d'une semaine, en imaginant des « créations performatives qui témoigneraient de mes rencontres et multiplicités humaines » (Antourel, 2017). Mon idée était que les discussions et déplacements me permettent d'éprouver et de percevoir le « c'est ainsi que les hommes vivent », « hommes » entendu comme genre humain. Je souhaitais entrer dans les interstices de cette réalité perçue et en offrir une interprétation, un écho, un jeu de miroirs. En proposant un format ouvert à la rencontre, j'ai opté pour l'incertitude, le rebond, le détour, le chemin de traverse, la bifurcation. Le dispositif consistait à me faire inviter chez toute personne avec laquelle j'entrerais en contact, dès mon arrivée, pour demander à mes hôtes d'accepter que j'aille à leur domicile emprunter un siège. L'objet choisi, le siège, est celui que l'on présente à tout hôte qui vous rend visite, dans un geste immémorial d'hospitalité. En cas d'accord avec mon interlocuteur, lorsqu'il acceptait de m'accueillir et de me prêter une chaise, je lui demandais incidemment de me dessiner un plan d'accès pour me rendre chez lui. Sans appréhension, pour m'aider à retrouver mon chemin, les gens ont dessiné des plans. J'ai alors récolté un siège et un plan.

Votre travail met en lumière les contradictions de la ligne brisée. Ces liens très forts que vous faites apparaître ne sont pas des lignes de rupture mais, au contraire, des points de contact entre les différents intervenants. Quelle est votre place dans le dispositif d'*Un lieu en liens*, dans lequel vous êtes à la fois actrice et artiste ?

Dans ce projet, la ville était dessinée par ses habitants. Je prenais ces plans comme des contrats authentiques, des sésames pour aller à la rencontre de gens et de lieux qui auraient été longtemps inaccessibles à l'étrangère que j'étais. Les trajets que j'aurais à faire à Fort-de-France, d'un plan à l'autre, formaient un réseau de lignes brisées, me reliant désormais à chaque personne. Ils créaient une nouvelle cartographie de la ville et du réseau relationnel qui seraient installés dans l'exposition.

En dessinant leurs propres tracés, ils m'avaient déjà livré une part de leur perception de leur environnement. C'était en quelque sorte le premier événement de la future exposition : de leur part, une émotion et un engagement manifestes. Ils me donnaient à parcourir une topographie qui révélait leur intérêt, leur attachement, leur fierté ou leur agacement pour tel ou tel

monument, bâtiment, place, inflexion du paysage, arbre. Ces plans ont été affichés sur un mur de l'exposition. Ils n'étaient pas de ma main, ils étaient issus de nos liens.

D'une rencontre à l'autre, une longue ligne brisée enchevêtrée a commencé à se tresser. Le chauffeur du théâtre ou la commissaire de l'exposition, bons connaisseurs de leur ville, m'amenèrent dans tous les quartiers, centre-ville ou quartier excentré, populaire ou cossu. Une vieille famille martiniquaise m'ouvrit les portes de sa maison créole. Une famille haïtienne me garda à dîner. Je franchis le seuil de l'appartement de la directrice des Archives départementales. Un célibataire préféra me remettre la chaise sur le pas de sa porte afin que je ne constate pas son désordre mais m'invita à une visite du centre-ville. Souvent, ainsi, nous avons eu le temps d'engager une conversation. La discussion naissait de l'intérêt que cette chaise sur laquelle j'étais assise suscitait soudainement : sa fabrication, sa provenance, son histoire, ses déménagements, ses réparations, son usage. Puis, la conversation filait sur des digressions historiques, sociologiques, urbanistiques, architecturales, intimes. Finalement je repartais avec la chaise sous le bras, que je soustrayais de son cadre, de son utilité quotidienne, plus lourde de tout ce que j'en avais appris.

Quelle est pour vous la valeur symbolique et esthétique des chaises qui sont au cœur de votre installation ?

Les sièges, une vingtaine en tout, sont disposés sans être alignés le long du mur de la salle d'exposition, l'assise étant tournée vers le spectateur. Ils sont reliés entre eux par des fils qui les traversent et qui s'élèvent jusqu'au mur pour redescendre vers d'autres sièges. Ainsi chacun, dans ses qualités propres, dignes, fait corps dans une assemblée de sièges, celle-ci ancrée, grâce aux fils, au mur de la galerie.

Figure 1 : Élodie Barthélemy, *Un lieu en liens*, 2017, installation (détail) : sièges, fil. (Photo Robert Charlotte).

Il y avait là réunis, à Fort-de-France, des sièges du Mali, du Sénégal, de Guyane, d'Haïti, d'Angleterre, de Chine, d'Indonésie et une chaise fabriquée en Martinique. Toutes ces provenances géographiques configuraient un autre rapport au monde dans lequel l'insularité rayonnait – départs, voyages, détours et retours. Ces trajets parcourus reliant l'île à de nombreux points de la planète, se laissaient deviner dans ces fils tendus en zigzags et bifurcations, qui couraient d'un siège à un autre, comme un immense maillage sur une cartographie effacée. Comment cette île, comme tout point du globe, peut-elle contenir aujourd'hui – ne serait-ce que par ses sièges – le monde entier ? De plus, chaque chaise, fauteuil, banc, tabouret, rigide ou pliant, assemblé ou taillé d'un seul bloc, en bois, en fer ou en plastique, d'apparat ou d'atelier, unique et traditionnel ou standard et industriel, haut ou bas, offre une façon sensiblement différente de s'y asseoir. Cela induit des adaptations du corps, des changements de perception (si on s'assoit au sol, cela modifie le champ de vision, le contact au sol, peut-être même la notion du temps, voire le changement de posture : la digestion, la pensée, qui sait ?) Ainsi, ces négociations du corps avec les objets qui nous transforment et nous ouvrent au monde – à ses possibles – sont vécues au cœur des foyers.

Vous commencez, ce qui est inhabituel, par rendre hommage aux participants. Pourquoi était-ce essentiel pour vous d'impliquer le public ?

Tous mes hôtes et hôtesses, propriétaires de sièges, étaient effectivement présents à l'inauguration de l'exposition *Un lieu en liens* : nous étions hors de l'entre-soi de l'art contemporain, hors de *La Nasse* (Grisel, 2001)[83]. Nous étions bien en présence de personnes, dont certaines peu coutumières des vernissages, curieuses et désireuses de discussions. Elles

[83] Je reprends là le titre du poème de Laurent Grisel qui explore les relations entre création et diffusion, entre art, pouvoir et politique. La « nasse » y est ainsi décrite :

Regardez les artistes, braves poissons
à la recherche de pitance
et pourquoi pas celle du filet, du pêcheur,
de la poêle pleine de tomate et de piment ?

Ils appellent cela pudiquement « un public »
mais ajoutez : « qui ne me dise pas non
quand je brame solitude, trouvaille, génie,
Art, œuvre, mon œuvre, moi ! »

Ils vont se mettre en sécurité
dans un lieu où tout est organisé,
où la table est mise et la glose surabondante
sur les modèles à suivre ou désuivre.

furent accueillies par un mur couvert de haut en bas de remerciements écrits à la main, relatant la provenance géographique des sièges – et leurs noms y figuraient. Voici le texte retranscrit :

> Merci aux personnes qui m'ont offert un siège – geste d'hospitalité – pour m'asseoir, me reposer et pour échanger autour de son histoire – oui chaque siège, chaque élément de nos vies a son histoire – pour se connaître un peu, discuter de ce qui pourrait nous réunir. On trouve vite dès que l'on cherche ensemble. J'ai emporté le siège pour l'associer à d'autres sièges, tous sortis de leur cadre de vie, de leur quotidien, chacun avec sa vie, sa personnalité. La chaise du Tropiques Atrium aux proportions généreuses à l'image de l'accueil que chacun, qui entre ici, reçoit. La petite chaise paillée laissée par une compagnie haïtienne de passage. Et merci à Hassane Kouyaté et à Bernard Lagier d'inviter les artistes qui viennent aussi d'ailleurs, qui apportent des choses matérielles ou immatérielles qu'il n'y a pas ici et qui les laissent pour que d'autres s'en saisissent et les transforment. Merci pour le fauteuil à bascule sans bascule qu'Ymelda, la chanteuse, a apporté d'Haïti. Merci pour la chaise orpheline de ses autres sœurs autour de la grande table où se retrouve la famille, ici accompagnée d'un tabouret de peintre, prêts d'Hervé Beuze, complice de création. Bienvenue à la chaise en bambou, souvenir d'Indonésie de Gulmy Pierre, entrepreneur. Bienvenue à la chaise acquise en Angleterre, qui, pliante, a survécu à de nombreux déménagements, prêt de Dominique Taffin, en signe d'amitié. Bienvenue au banc pliant, œuvre d'un sculpteur Saramaca de Guyane, prêt d'un musicien ami, Patrick Womba. Merci à Suzy Landeau pour le siège à palabre rapporté du Mali, qu'elle a vu émerger d'un billot en bois. Merci pour le siège de méditation, provenant du Sénégal que m'a confié Coline Toumson. La chaise pliante choisie par Sophie D'Ingianni, commissaire de l'exposition, grâce à laquelle mon travail peut exister et prendre sens. Merci pour les deux chaises du Campus Caribéen des Arts prêtées avec enthousiasme par Albert Montlouis. La chaise d'atelier d'Hugues Henri et de Lise Brossard rencontrés à la Fondation Clément. La chaise restaurée, bien consolidée, prêtée par Marcelle Pennont qui accueille avec confiance et sérénité les artistes au Tropiques Atrium. La chaise en acajou – l'âge n'a pas de prise sur elle, comme c'est le cas de ses propriétaires M. et Mme Sobesky. La chaise pliante rouge en plastique arrivée sous le bras de Madame Henriette. La chaise en fer de Claude Cauquil et Mica dont j'ai visité les ateliers. La chaise pliante confiée par Dominique Berthet, toujours curieux de toute forme de création. La chaise absente par faute de temps de Frédéric Thaly. Les chaises ont été réunies par Yann Mathieu Larcher, Andy Bafin, techniciens sensibles et Sandrine Joseph, stagiaire bienveillante. Et je vous remercie vous tous qui venez ici, qui êtes attentifs à ces invitations à converser, à échanger, à vivre communément l'accueil et l'hospitalité.

Ainsi, à leur geste d'hospitalité et de bienvenue répondait son corollaire, celui de la reconnaissance, du remerciement. En incluant les habitants dans le processus même de mon travail – sans eux, il n'y aurait rien –, en exposant leur plan, en intégrant leur mobilier dans une œuvre, en les nommant sur les murs de l'exposition, en les remerciant, je tentais de m'approcher de ce foisonnement qu'est la vie en société, les relations humaines, les échanges, le don et le contre-don, ce qui finalement donne le goût des autres. Tout cela semblait en définitive procéder de la ligne brisée – des segments de ligne droite reliés entre eux et qui créent une forme, un espace, peut-être même de la vie, et qui permet un rapport plus direct, quotidien, sans façon, sans hiérarchie ni snobisme. Tout ce parcours depuis les premières rencontres, jusqu'à la visite de la galerie et aux discussions qui s'y sont poursuivies, a ainsi créé plus de liens, plus nombreux et plus riches, que n'importe quelle exposition « clé en main »[84].

[84] Autre exemple d'exposition en ligne droite, celle qui accroche des œuvres en série toutes sorties d'un même moule – une période – où il faut montrer une cohérence, vierge d'un avant et d'un après.

Dans cette exposition, ce qui se passe dans les tableaux est aussi important que ce qui se noue entre eux. Pourriez-vous nous en dire davantage sur le choix de relier les œuvres les unes aux autres ?

À l'image de cette installation, l'ensemble de l'exposition était conçu comme un tout composé de pièces très différentes les unes des autres, œuvres *in situ*, sculptures, peintures, vidéos de performance, suivant un parcours conduisant le visiteur de l'entrée jusqu'à la sortie, faisant se côtoyer des œuvres d'époques différentes et qui, malgré la variété des supports et des techniques, laissait deviner des invariants comme autant de lignes de structure qui définiraient mon travail. Que faire de ces invariants ? Les liens en réseau, que ce soit dans les fils zigzaguant entre les sièges et le mur, entre les boules d'argile surmontées d'un fil de fer que j'ai nommées « capteurs », entre les traits de pinceau reliant des formes sur les toiles comme des tracés de fil et clous, entre mes cheveux tressés qui fondent sur la toile comme autant de pinceaux, entre tous les participants à une performance s'enroulant les uns aux autres et aux colonnes de la chapelle par des bobines de laine, entre les fils de laine de couleurs, s'emmêlant à la façon d'un écheveau passé entre les pattes d'un chat joueur, posés sur une petite chaise en paille et que j'ai nommés *Autoportrait*. La ligne brisée serait bien au « cœur » de mon travail, reliant tous mes travaux.

Si ces liens que je perçois comme autant de « flux de matière et d'énergie » m'intéressent autant, c'est qu'ils portent une promesse conceptuelle inspirante, celle des structures dissipatives[85]. Ce n'est donc pas que dans la forme – segments de lignes plus ou moins droites – ou dans le dispositif participatif de création que se déploie la ligne brisée dans mon travail, c'est également dans l'irruption de l'imaginaire.

[85] « Loin de l'équilibre thermodynamique, c'est-à-dire dans des systèmes traversés par des flux de matière et d'énergie, peuvent se produire des processus de structuration et d'organisation spontanées au sein de ces systèmes, qui deviennent le siège de « structures dissipatives ». L'association entre les termes structure et dissipation, apparemment paradoxale puisque le mot « structure » évoque l'ordre alors que le mot « dissipation » évoque le gaspillage, le désordre, la dégradation, marquait le caractère inattendu de la découverte ; le second principe de la thermodynamique, qui a trait aux processus dissipatifs, producteurs d'entropie, était usuellement associé à la seule idée d'évolution irréversible d'un système vers l'état d'équilibre, identifié comme l'état de désordre maximal, où toute l'énergie utilisable du système s'est dégradée ; or, la découverte des structures dissipatives signifie que l'irréversibilité, loin de l'équilibre, peut jouer un rôle constructif et devenir source d'ordre. » (Stengers)

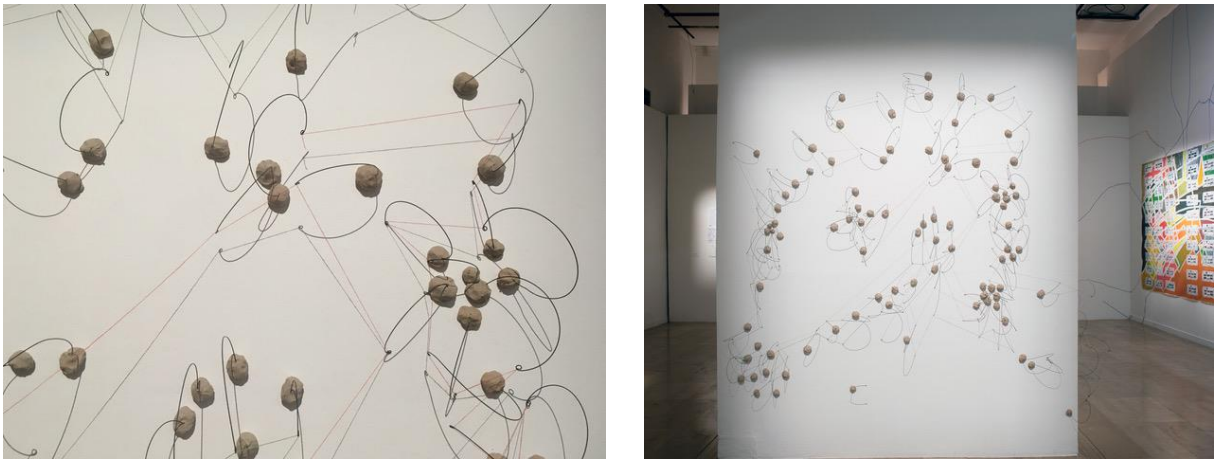


Figure 2 : Élodie Barthélemy, *Capteurs,* 2017, installation et détail : argile, fil de fer, fil.
(Photo : Robert Charlotte).

Comment expliquez-vous que, dans votre travail, la ligne brisée représente bien souvent un vecteur d'énergie ?

Je suis très sensible à la place déterminante des capteurs dans nos vies, que ce soit dans le domaine de la saisie du mouvement, de la surveillance, de la reconnaissance des visages et des empreintes. J'ai donc souhaité en subvertir les usages en créant un dispositif échappant à l'hyper-sophistication de son acception actuelle. Mes capteurs se composent de mottes d'argile malaxées, gardant l'empreinte de la main, et servant de socle à des tiges de fil de fer courbé, dont l'extrémité refermée sert de chas à du fil de couleur reliant une tige à l'autre. Ces éléments sont posés au sol ou au mur. Le fil de couleur parcourt en lignes brisées une grande partie du plan, il couvre le sol en un maximum de points avec un minimum de matériau. Les capteurs ont ainsi toutes les chances de pouvoir « fonctionner » puisqu'ils « contrôlent » la totalité du plan. Une fois cette installation créée en une journée, dans cette irruption créatrice rare, que faire, à part couvrir la terre entière ? Que pouvaient bien capter mes capteurs ? J'ai donc cherché à savoir. Comme lorsqu'on emprunte un labyrinthe sur le sol de la cathédrale de Chartres, on accède immédiatement à son centre puis on s'en éloigne durablement. On se perd pour retrouver finalement ce centre, symbole de la Jérusalem céleste. Il fallait comprendre ce que je ne voyais pas, chercher à l'aveugle, dessiner, peindre. Cette installation prenant tout l'espace de l'atelier, protubérance invasive, m'a ainsi fourni des motifs à dessiner et à peindre. Elle agissait comme un générateur de formes, un piège à rêveries, un capteur de silences, d'où émanaient des champs colorés. Sur les toiles peintes, j'ai fixé des structures en lignes brisées traversées par une vibration colorée. Dans l'exposition, les toiles voisinaient avec les capteurs présentés à la verticale et éclairés, qui continuent d'opérer en moi, en nous, un effet de reconnaissance de formes, issues des ombres perçues grâce aux différentes sources lumineuses. Ce qui apparait là

– grâce à cet apport d'énergie qu'est la lumière – met à mal la toute-puissance de la technologie. L'œil seul suffit à capter de multiples formes pour y rechercher des intériorités et interactions communes à tout être humain et non humain.

Figure 3 : Élodie Barthélemy, *L'Encampement du monde,* 2017, acrylique sur toile, pastels et ruban adhésif. (Photo Robert Charlotte).

Votre travail entre en résonnance avec les lieux dans lesquels vous exposez. Ces lignes brisées ne sont-elles pas aussi une façon d'inviter le spectateur à prolonger la réflexion en sortant du tableau ?

Deux autres peintures, *Les toiles reliées* (2017), des grands formats, sont traversées par ces mêmes réseaux de lignes brisées, qui se poursuivent hors des limites de la toile, sur le mur et le sol, par de fins rubans de scotch de couleurs, façon de les arrimer au lieu d'exposition et au-delà à son lieu géographique, sa situation sociale, politique. Les deux toiles s'intitulent *L'encampement du monde* et *Parcours migratoires* (Agier, 13). Pour la première, c'est le plan du camp de conteneurs disposés à proximité de la jungle de Calais et sa conception rectiligne, normative et déshumanisante – puisque rien n'était prévu pour s'y réunir, y prendre un thé ou un repas, pour se doucher – qui avait été l'élément déclencheur de ce travail. Cette conception d'habitats brisant tout lien social, toute histoire partagée, toute possibilité de communauté, était rendue par les schémas rectilignes de conteneurs ou – pour la seconde toile – d'éléments architecturaux que sont les escaliers, échelles et autres embûches sur le parcours des réfugiés. En opposition, les tracés aux pastels irrigués de vies multiples, chemins poursuivis ou brisés, traversaient, se croisaient, s'entremêlaient pour enfin déborder de la toile et nous invitaient alors à les suivre du regard et à les accompagner par le cœur. Face aux toiles, j'ai pu m'entretenir avec une visiteuse qui s'étonnait que celles-ci soient présentées en Martinique où il n'y avait –

selon elle – pas de migrants. C'était bien vite oublier les Dominicains et Haïtiens, citoyens « de seconde zone » sur l'île, et nier toute l'histoire démographique de la Caraïbe.

Figure 4 : Élodie Barthélemy, *Jalouzi,* 2014, ciment coloré, capsules, fil, timbres d'histoire d'Haïti, dominos. (Photo Olivier Chariot).

***Jalouzi* est une œuvre un peu différente. Il ne s'agit plus de capteurs disposés sur une toile mais d'une sculpture composée à partir d'une superposition de poutres disposées de guingois. Que représente cet enchevêtrement de lignes brisées ici ?**

Dernière pièce du parcours, *Jalouzi*, déjà exposée à Paris au Grand Palais dans l'exposition *Haïti* à l'hiver 2014- 2015, entrait en écho avec les autres œuvres présentées dans cette galerie. À la fois élément architectural, morceau de paysage et microcosme urbain, elle se présente comme un escalier en désordre, du moins juste un fragment. Inspirée d'un quartier éponyme de Pétionville, situé au-dessus de Port-au-Prince, construit à flanc de morne, *Jalouzi* est une ville verticale, très escarpée, constituée d'habitats autoconstruits. Suite au séisme de janvier 2010, ce bidonville s'est beaucoup développé. Cette sculpture évoque l'instable, l'interrompu ou le devenir, le caché. Se dérobant aux yeux des visiteurs pressés, un monde en miniature se découvre dans les axes transversaux de la sculpture, à qui manie la lampe de poche mise à sa disposition. Le regard peut y deviner alors un réseau enchevêtré d'échantillons de fil à broder en guise de branchement électrique non réglementaire, ou une forêt de timbres d'histoires d'Haïti en écho aux clameurs de manifestations populaires ou encore des dominos, traces du séisme, corps mortellement éparpillés sur un tapis de jeu. L'ambition de cette sculpture est écrasée par son modèle où toute nouvelle construction vient s'adosser à une existante avant qu'elle-même ne serve de mur de soutien à la suivante, dans une croissance rapide. Il n'y a pas de plan urbanistique d'ensemble mais des rajouts incessants. Toute nouvelle marche d'escalier vient complexifier le réseau d'escaliers existants. Coursives, raccourcis, bifurcations, impasses – ici règnent les lignes brisées et il faut s'armer de courage pour gravir ces dédales et gagner en hauteur. Mais ces tours et détours permettent surtout de se sentir chez

soi dès lors que l'on a franchi le seuil du quartier. Ce qui expliquerait peut-être pourquoi ces habitats construits dans l'emplacement réduit du morne induiraient un mode relationnel spécifique de ses habitantes et habitants. Ceux-ci semblent en effet se fédérer pour contrer un quotidien inextricable en développant une intelligence interrelationnelle et un fonctionnement en auto-régulation, en redistribution – je pense en particulier à la gestion collective de l'eau, au ramassage commun des déchets, à la réactivité concertée face au séisme.

Votre travail est traversé par une interrogation sur le rapport au monde et, plus précisément sur la relation au lieu. Diriez-vous que la ligne brisée est une représentation de ce lien ? Une invitation à créer des liens ?

À favoriser le vivant ? Oui, en effet, pourquoi ne pas considérer les solutions trouvées dans le bidonville de Jalouzi ou celui de la jungle de Calais, comme dignes d'intérêt, même si elles sont non conformes à l'occidentalisation des modes de vie ? Il convient de les interpréter comme autant de lignes brisées qui permettent aux habitants, en démultipliant leurs points de croisements, relais, rencontres ou retraits, de percevoir leur appartenance au lieu, de se sentir arrimés, reliés entre eux par ces multiples liens invisibles. Et, qui sait, y être bien – ne serait-ce qu'un moment, dans la mesure du possible – vu les conditions précaires et les tensions. Il faudrait remettre en question nos modes de vie dominants où efficacité et individualisme sont les maîtres mots, et solitude et dépression, les maudits maux, afin d'accueillir d'autres représentations du monde comme l'appelle de ses vœux l'économiste et écrivain Felwine Sarr. J'ai dit précédemment que l'exposition fonctionnait comme un tout. Je peux maintenant en donner l'axe directeur. J'ai orienté mon travail, pour ce lieu, vers ce que pouvait être la notion d'hospitalité, en un temps donné, dans ce théâtre, dans cette ville, cette île et plus largement dans notre société. Sans doute, tout ce réseau de lignes brisées, véritable élan vital, courant entre les chaises, les plans dessinés, les capteurs, les toiles peintes, les mondes minuscules ou plus imposants, fonctionne comme un discret mais tenace tressage. Il permet d'y conduire, comme il se doit, tout visiteur et de l'inviter à y prendre la part maîtresse, celle qui fait lien, par lui, grâce à lui, l'ensemble faisant corps. L'hospitalité qui lui était ainsi faite lui offrait la possibilité d'y être reconnu, dans la relation, dans sa complétude.

Références

Agier M., « Un monde de camps ou la fabrique des indésirables », *Le Monde Diplomatique*, mai 2017, p. 13.

Antourel C., « Un lieu en liens, aux confins de l'image », *France-Antilles*, 26 avril 2017.

Grisel L., *La Nasse*, Rimbach, Verlag im Wald, 2001.

Price R. et S., *Les Marrons*, La Roque d'Anthéron, Vents d'ailleurs, 2003.

Sarr F., *Habiter le monde, Essai de politique relationnelle*, Montréal, Mémoire d'encrier, 2017.

Stengers I., « Structure dissipative », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 25 octobre 2020. URL : https://www.universalis.fr/encyclopedie/structure-dissipative/

Résumés

1. Trois études de cas autour du motif de la ligne brisée dans les sciences mathématiques
Jenny Boucard et Christophe Eckes

Dans cet article, nous nous intéressons à trois corpus de textes mathématiques faisant intervenir des figures ou des représentations diagrammatiques autour de la ligne brisée. Nous déterminons par ce biais les fonctions qui peuvent être assignées à de telles représentations, tantôt dans l'économie des raisonnements, tantôt pour distinguer ou préciser certains concepts mathématiques fondamentaux – nous pensons en particulier à la continuité et à la dérivabilité –, tantôt pour résoudre des problèmes. Dans un premier temps, nous aborderons les exemples très classiques des propositions I. 14 et I. 27 des *Éléments* d'Euclide. Dans un deuxième temps, nous montrerons à travers quelques exemples classiques, à savoir la courbe de Peano et la courbe de Koch, comment certaines lignes brisées, devenues génériques, permettent d'aboutir à des résultats contre-intuitifs. Dans un dernier temps, nous nous attarderons sur la polygraphie du cavalier, un problème de situation qui peut être résolu en s'appuyant sur le motif de la ligne brisée. Ce problème admet des ramifications dans les mathématiques récréatives, l'art ornemental, ainsi que la littérature.

2. La ligne brisée dans les ouvrages d'ornement : diagramme, trace, fil, geste, énergie
Estelle Thibault

Cet article cherche à mieux comprendre le statut et les significations accordées à la ligne brisée dans un ensemble de recueils et traités d'ornement publiés dans la seconde moitié du XIXème siècle. Ces ouvrages rédigés par des artistes, architectes, techniciens, théoriciens ou pédagogues sont souvent très illustrés et décrivent les motifs en conjuguant des analyses géométriques, des commentaires sur leur valeur culturelle ou encore des observations sur leurs caractéristiques matérielles et techniques. Lignes brisées, zigzags, méandres, dents ou grecques sont tantôt opposés à la ligne droite, tantôt à la ligne ondulée, et font l'objet d'interprétations assez diversifiées. Dans un premier temps, nous tenterons de comprendre ce que la ligne brisée représente dans les méthodes de composition ornementale : de simples diagrammes ou des éléments matériels concrets, traces, fils ou tiges, associés à différents gestes techniques. Dans un second temps, nous nous intéresserons aux valeurs culturelles qui sont associées à certains de ces motifs en fonction des traditions auxquelles ils appartiennent, des zigzags dits primitifs aux grecques classiques qui sont les plus élevées dans la hiérarchie esthétique. Dans un

troisième temps, prolongeant l'enquête vers le début du XXème siècle –c'est-à-dire vers une période nettement moins favorable à l'ornement –, nous observerons les tonalités affectives dont ces lignes ont pu être investies, dès lors qu'elles sont envisagées comme des incarnations de la vie : expression d'émotions, de forces, d'énergie et de mouvements.

3. Lignes brisées, recollées et démontées en linguistique informatique
Pierre Zweigenbaum

La parole est linéaire : elle s'écoule dans le temps. Cette linéarité est en réalité brisée à de nombreux niveaux, par contingence (contraintes d'écriture) ou intrinsèquement (unités linguistiques). Elle est de plus une forme de transmission par un locuteur qui génère un énoncé, d'une pensée et d'un matériau linguistique qui sont *a priori* non-linéaires, que l'interlocuteur doit reconstituer lorsqu'il analyse l'énoncé à partir de cette forme linéaire intermédiaire.

La linguistique informatique, ou traitement automatique des langues, vise à modéliser informatiquement les phénomènes linguistiques et à automatiser le traitement d'énoncés langagiers par des ordinateurs : correction orthographique, traduction automatique, extraction d'information en sont des exemples. Elle doit, de ce fait, concevoir des algorithmes pour résoudre automatiquement de multiples problèmes de passage de lignes brisées à des lignes continues et inversement de segmentation de lignes continues en lignes brisées (ligne continue *vs* brisée) ou de reconstitution des structures non-linéaires sous-jacentes à la langue (ligne continue *vs* non-ligne).

Nous verrons, d'une part, comment l'informatique met en place de multiples niveaux de représentation d'un texte dont certains donnent la vision d'une ligne continue alors que d'autres en font une ligne brisée. Nous présenterons, d'autre part, la façon dont le traitement automatique des langues découpe la ligne d'un texte en segments selon les unités linguistiques qui le composent, et au-delà de ces segments cherche à recouvrer l'arbre ou le graphe des relations entre ces unités linguistiques.

4. Anatomy of a Broken Line: Why Zigzags Matter in Picturebooks
Anne Chassagnol

If numerous studies have been devoted to the use of geometry in picture-books, the role of lines in this medium has been overlooked in contemporary research. This article will particularly focus on zigzags and disconnected lines in children's books. Far from being a graphic accident, they represent a key stage in early literacy. Using Maria Montessori and her concept of psycho-

geometry, I will show that broken lines help pre-schoolers identify the shapes of the alphabet, preparing them to form letters on the page. This article will also explore the narrative value of broken lines and the manner in which they function as visual metaphors that are indicative of a disruption in the plot. Drawing on Scott McCloud's analysis in *Understanding Comics. The Invisible Art*, I will contend that the sudden interruption of a line signals a narrative change. Finally, this article will examine the interactive dimension of broken lines.

5. L'hétérogénéité graphique en bande dessinée
Côme Martin

Asterios Polyp de David Mazzucchelli, publié en 2009, se présente comme un roman graphique très conventionnel. Pourtant, de par son usage original de la couleur, par la représentation graphique de ses protagonistes et de la typographie, il se révèle après analyse un cas exemplaire d'application d'une hétérogénéité graphique au service d'un récit protéiforme et d'une caractérisation complexe du personnage éponyme. En détournant des codes qui semblent contraindre son média et en laissant au lecteur nombre d'espaces interprétatifs au lieu d'expliciter ses intentions, Mazzucchelli produit une œuvre maîtrisée en tous ses aspects et représentative de la bande dessinée d'auteur contemporaine.

6. Toutes à la ligne : de Arundhati Roy à Chiharu Shiota, la grammaire du fil
Elsa Sacksick

Le roman de Arundhati Roy, *The God of Small Things*, est traversé de lignes brisées et se construit sur cette dynamique en convoquant la métaphore du fil. Qu'il s'agisse de la ligne narrative, syntagmatique ou des mots eux-mêmes, toutes les lignes sont systématiquement coupées, cisaillées mais aussi dans un double mouvement nouées ensemble autrement et ravaudées. Je me servirai en contrepoint du travail de Chiharu Shiota, artiste japonaise contemporaine, pour voir comment cette thématique de la ligne et du fil brisés emprunte les mêmes chemins sur le plan des arts plastiques. Si les deux femmes présentent systématiquement dans leurs œuvres des lignes accidentées, elles les font en parallèle bouger, bifurquer, buissonner. Elles explorent ce qui est derrière les lignes : le rêve et le « reste » (au sens de Jean-Jacques Lecercle).

7. Lines of Identity: The Preference for the Broken Line in the Handloom Weaving of the Nagas of Northeast India
Marion Wettstein

This article discusses four hypotheses as answers to the following question: why do the design of the textiles of the Nagas in Northeast India exhibit a strong preference for the broken line? Starting from the seemingly most self-evident hypothesis and proceeding to more speculative ones, this essay shows that the preference for the broken line is (hypothesis 1) an outcome of technical pre-settings, (hypothesis 2) a habit that leads to a distinctive taste, (hypothesis 3) a result of symbolic identity politics, and (hypothesis 4) a technique within 'the art of not being governed.'

8. Parcours et paroles d'artiste : lignes brisées, lignes de reliance
Élodie Barthélemy

Élodie Barthélemy dans cet entretien retrace son parcours de plasticienne. Elle aborde dans ses œuvres la mémoire familiale, traite les questions sociales et politiques : la régularisation des sans-papiers, la guerre de Bosnie, historiques : l'héritage esclavagiste de la France, l'histoire d'Haïti et ses répercussions économiques et sociales actuelles. Son goût pour la ligne brisée se développe lors de collectes auprès du public d'empreintes génétiques intuitives en tissus rayés pour son Laboratoire d'art génétique. Elle apprécie les caractéristiques de la ligne brisée au sein de la trame structurelle du tissu : souplesse grâce aux vides et résistance aux tensions. La ligne brisée fait lien générant foisonnement et vie. L'artiste explique ensuite la démarche choisie pour son exposition *Un lieu en liens* en Martinique (2017) : confronter un dispositif de création à un environnement et l'éprouver pour qu'il puisse créer de la rencontre. Les lignes brisées deviennent alors, non des lignes de rupture, mais des points de contacts entre les participants à sa création. Elle décrit sa place d'actrice et d'artiste dans ce dispositif. La raison du choix des matériaux de prédilection : le fil, les sièges. L'importance de rendre hommage aux participants. La nécessité de relier les tableaux à l'espace d'exposition. Elle reconnait dans la ligne brisée pour l'avoir expérimentée dans son installation *Capteurs* un vecteur d'énergie. Elle explique en quoi sa sculpture *Jalouzi* repose sur la dynamique des lignes brisées générant déséquilibre et mouvement. Elle révèle au final l'axe directeur de cette exposition : l'hospitalité.

Les auteurs

Née en 1965, plasticienne, **Élodie Barthélemy** vit et travaille à Paris.

Dernières expositions collectives :

2020 *Map danse anba lapli*, Studio Boissière, Montreuil / Galerie La Rage, Lyon

2019 *Arbres, l'intime échange* au Centre d'art contemporain de Chateauvert (Haut-Var) ; *Artistes en voie d'apparition*, Chapelle castrale de Saint-Ilpize (Haute-Loire)

2015 *Haïti* au Grand Palais, Paris

2011/2013 *Haïti, Royaume de ce monde*, Galerie Agnès B, Paris / Pavillon d'Haïti, Biennale de Venise /Global Caribbean III, Little Haïti Cultural Center, Miami /Fonds Saint Jacques, Martinique / Institut Français, Halle Vital, Jacmel

Jenny Boucard est maître de conférences en histoire des mathématiques au Centre François Viète (Université de Nantes). Ses recherches actuelles portent principalement sur la notion d'ordre en sciences, philosophie et art, sur la circulation des savoirs mathématiques via les journaux, et sur les femmes et les mathématiques à l'époque contemporaine. Elle a récemment publié « Number Theory in the *Nouvelles Annales de Mathématiques* (1842-1927): A Case Study About Mathematical Journals for Teachers and Students » dans la *Revue d'histoire des mathématiques* (2020) et « Arithmetic and Memorial Practices by and around Sophie Germain in the 19th Century » dans l'ouvrage *Against all odds. Women's Way to Mathematical Research Since 1800*, dirigé par Eva Kaufholz et Nicola Oswald (Springer, 2020).

Anne Chassagnol is a senior lecturer at the Université Paris 8 and member of the TransCrit research group. She is an interdisciplinary scholar who writes on the relations of literature and the visual arts. Her early research focused on Victorian fairy culture (*La Renaissance féerique*, Peter Lang, 2010; 'Nuptial Dreams and Toxic Fantasies: Visions of Feminine Desire in John Anster Fitzgerald's Fairy Paintings (1858)' in Béatrice Laurent (ed.), *Sleeping Beauties in Victorian Britain: Cultural Literary and Artistic Explorations of a Myth*, Bern and Oxford, Peter Lang, 2014). Her subsequent research has extended to children's literature, pop-up books and graphic novels. She co-edited a special issue on the relations between tattoos and literature ('La littérature dans la peau: tatouages et imaginaires', *La Peaulogie*, 4, 2020).

Christophe Eckes est maître de conférences en histoire des mathématiques aux Archives-Henri Poincaré (Université de Lorraine). Ses recherches portent sur les interactions entre les sciences mathématiques, la botanique et les arts d'ornement au XIXème siècle. Il s'intéresse également

aux fonctions de l'idée d'ordre dans les philosophies d'Antoine-Augustin Cournot et de Louis Couturat. En parallèle, il mène une vaste enquête sur les comportements des mathématiciens sous l'Occupation et dans le cadre de l'épuration des universitaires. Il a notamment publié : « Organiser le recrutement de recenseurs français pour le *Zentralblatt* à l'automne 1940 », *Revue d'histoire des mathématiques*, volume 24, fascicule 2, 2018, p. 259-329 et, avec Jenny Boucard, « Une classification selon l'ordre et la forme : Jules Bourgoin et l'art ornemental », *Cahiers François Viète*, série III, n°1, 2016, p. 137-158.

Camille Joseph est docteur en sociologie et professeur agrégé au sein du département d'études des pays anglophones de l'université Paris 8. Elle est membre associée de l'UR TransCrit. Ses recherches portent sur l'histoire de l'anthropologie américaine et plus particulièrement sur l'histoire de l'anthropologie physique et du concept de type. Avec Isabelle Kalinowski, elle a traduit, annoté et édité la première anthologie française de l'œuvre de l'anthropologue germano-américain Franz Boas (*Anthropologie amérindienne*, Champs-Flammarion, 2017). Elle a également co-dirigé avec Anaïs Mauuarin un numéro de la revue *Gradhiva* consacré aux rapports entre anthropologie et photographie (*Sur le vif. Photographie et anthropologie*, n° 27, 2018).

Andrée-Anne Kekeh-Dika est maître de conférences HDR en littérature anglophone (États-Unis, Caraïbe anglophone) à l'université Paris 8 et membre de l'UR TransCrit. Sa recherche actuelle porte sur la production littéraire de la Caraïbe anglophone (20ème-21ème) et ses frayages hors-champ (botanique, géométrie, géographie). Elle a notamment publié Jamaica Kincaid's « Autobiographical Performance, or what Happens to Lines Deviated in *Writing the Self as Other* » (dir. Nelly Mok & Claudine Raynaud. Newcastle Upon Tyne, UK: Cambridge Scholars Publishing, 2019, pp. 120-141) ; *L'imaginaire de Jamaica Kincaid, variations autour d'une île caraïbe*, Presses universitaires de Bordeaux, 2016 ; « *Paris* ou Paris : quand le littéraire fraye avec le botanique » (dir. Lori Maguire & Yves Abrioux, publié le 11 septembre 2014, https://www.bibliotheque-numerique-paris8.fr/items/browse?collection=156).

Côme Martin est docteur en littérature contemporaine américaine ; il travaille sur les relations entre texte et image et sur les formes matérielles du livre, aussi bien en bande dessinée qu'au sein du roman. Il a publié en 2020 un ouvrage intitulé *Lire le récit multimodal, à la limite de ses habitudes* aux Presses Universitaires de Liège.

Elsa Sacksick est maître de conférences à l'université Paris 8, rattachée à l'UR TransCrit. Elle a soutenu une thèse à la Sorbonne Nouvelle intitulée « Éloge de l'excès : tissage et hybridation dans l'oeuvre de S. Rushdie, A. Roy et J. Winterson » et a depuis publié de nombreux articles sur ces auteurs. Elle travaille sur les notions d'hybridité, d'animalité et d'oralité dans la littérature contemporaine britannique et indienne et, plus récemment, sur les liens entre roman et art contemporain. Elle a participé au premier colloque international consacré à Rushdie à Lisbonne en novembre 2013 avec la communication : « Roy and Rushdie : Cries and Whispers ».

Estelle Thibault est maître de conférences HDR à l'École nationale supérieure d'architecture de Paris-Belleville et membre du laboratoire IPRAUS/UMR AUSSER (CNRS/MCC 3329). Ses travaux portent sur les relations entre les théories de l'architecture et leur environnement philosophique et scientifique aux XIXème et XXème siècles, ainsi que sur l'histoire de l'enseignement de l'architecture, du dessin et de l'ornement. Elle a notamment publié *La Géométrie des émotions. Les esthétiques scientifiques de l'architecture en France, 1860-1950* (Wavre, Mardaga, 2010) et, avec Maryse Bideault et Mercedes Volait, *De l'Orient à la mathématique de l'ornement. Jules Bourgoin (1838-1908)* (Paris, Picard, 2015).

Marion Wettstein is an anthropologist, ethnographer, scientist of religion and curator with a comparative approach to religious, performative, and material practices between Europe and Asia. She is based at the Institute for the Science of Religion and Central Asian Studies at the University of Bern, Switzerland, with a regional focus on the Himalayas and the Tibetosphere. Major publications include "Naga Textiles: Design, Technique, Meaning and Effect of a Local Craft Tradition in Northeast India" (2014) and "Naga Identities: Changing local cultures in Northeast India" (2008). Her current research project examines ritual dance and performative traditions in eastern Nepal. For more information visit: www. marionwettstein.ch

Pierre Zweigenbaum est directeur de recherche au CNRS et membre du laboratoire LISN à l'Université Paris-Saclay. Il mène des recherches pluridisciplinaires en traitement automatique des langues appliqué au domaine médical. Ses travaux actuels portent plus particulièrement sur la conception de représentations informatiques de mots et de termes apprises automatiquement à partir de corpus de textes et de bases de connaissances. Ses récentes publications sur ce thème incluent « CharacterBERT: Reconciling ELMo and BERT for Word-Level Open-Vocabulary Representations From Characters » (H El Boukkouri et al., *COLING* 2020). Avec Nicholas Asher, il a écrit le chapitre « Artificial Intelligence and Language » dans l'ouvrage *A Guided*

Tour of Artificial Intelligence Research dirigé par Pierre Marquis, Odile Papini et Henri Prade (Springer, 2020).