



HAL
open science

Design et esthétique dans les pratiques de la science

Anne-Lyse Renon

► **To cite this version:**

Anne-Lyse Renon. Design et esthétique dans les pratiques de la science. Histoire, Philosophie et Sociologie des sciences. Ecole des hautes études en sciences sociales, Paris, 2016. Français. NNT : . tel-01802325

HAL Id: tel-01802325

<https://theses.hal.science/tel-01802325>

Submitted on 29 May 2018

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License



ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES
EN SCIENCES SOCIALES

INSTITUT MARCEL MAUSS
(EHESS-CNRS UMR 8178)
CENTRE DE LINGUISTIQUE ANTHROPOLOGIQUE
ET SOCIOLOGIQUE (LIAS)

ÉCOLE DOCTORALE DES SCIENCES SOCIALES (ED 286)

Anne-Lyse Renon

Design et esthétique dans les pratiques de la science

THESE DE DOCTORAT

SOUS LA DIRECTION DE MONSIEUR VICTOR ROSENTHAL

Présentée le 10 Novembre 2016

JURY

M. Jean-François Bordron

Professeur de Sémiotique à l'Université de Limoges

M. Emmanuel Désveaux

Directeur d'études à l'EHESS, IMM-LIAS

M. Peter Galison

Joseph Pellegrino University Professor en histoire des sciences et de la physique, Harvard University

Mme Aud Sissel Hoel

Professor of Media Studies and Visual Culture, Norwegian University of Science and Technology

Mme Sophie Houdart

Chargée de recherche au CNRS

M. Victor Rosenthal

Chargé de recherche INSERM. Directeur de l'Institut Marcel Mauss

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de recherche, Victor Rosenthal, sans qui cette thèse n'aurait jamais pu voir le jour. Merci pour sa générosité intellectuelle, sa disponibilité et sa bienveillance pendant ces six années de travail à ses côtés. Et merci aux membres du LIAS et de l'IMM pour leur accueil, leurs travaux, et leur amitié.

Merci chaleureusement à Jean-François Bordron, Emmanuel Désveaux, Peter Galison, Aud Sissel Hoel, Sophie Houdart et Victor Rosenthal d'avoir accepté d'être jury et du temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de cette thèse. C'est un grand honneur d'avoir leur regard sur ce travail de recherche.

Merci également aux membres de l'ANR Descitech pour leur soutien et leurs encouragements, de même qu'aux personnels et chercheurs de l'ENSCI-Les Ateliers et de Télécom ParisTech. Et merci aux membres de l'association Design en recherche pour le partage de nos angoisses, de nos réflexions, mais aussi surtout de nos joies.

Une pensée affectueuse va bien-sûr à l'équipe L2C2 de l'Institut des Sciences Cognitives de Bron, et tout particulièrement à Armelle Boussidan et Sabine Ploux, pour leur curiosité, nos échanges, et la richesse de nos rapports. Merci également à l'équipe pédagogique de l'ESAD Grenoble-Valence pour leur accompagnement et leur soutien précédant le travail de cette thèse et leur suivi bienveillant durant tout ce parcours. Et mes pensées les plus chères vont finalement vers mes proches, qui m'ont soutenue, voire tenue à bout de bras durant la rédaction : Maxime, Manon, Roman, Simon, Anthony, Julie et Lionel. Merci à Renou, Adrien, Elena, Gaitana, Elise, Morgan, Marilou, Aline et John de ne jamais avoir été très loin. Et merci à ma famille, et tous ceux qui ont suivi ce travail et qui l'ont encouragé, trop nombreux pour tous les citer ici, mais tous sont dans mon cœur.

Par-dessus tout, merci à mes parents chéris, Maryse et Christian, pour leur attention et leur écoute de chaque instant, et qui dans l'adversité à laquelle nous avons dû faire face en équipe durant les derniers mois de rédaction, n'ont jamais cessé de m'apporter leur soutien indéfectible, leur courage, et leur amour inconditionnel. Cette thèse est pour eux. Je vous aime très fort.

Résumé

Ce travail de thèse interroge d'un point de vue anthropologique et sémiotique la construction de la connaissance scientifique par l'expression graphique. De manière générale, il s'agit d'analyser un panorama d'exemples historiques de la culture visuelle des sciences comme des pratiques de recherches contemporaines, notamment l'importance de l'observation et de la fabrication de rendus dans le travail de l'image, dans la fabrication, et la diffusion de la science, en terme d'hypothèses, de méthodes, de théories, et de styles de pensée.

La science contemporaine, caractérisée par sa présence très « visuelle » dans la société, place selon nous le design et les technologies liées à l'imagerie au cœur des relations esthétiques inhérentes à tout processus de recherche. Afin de comprendre comment le statut des objets – dans leur matérialité et leur agentivité – dépasse celui de l'objectivité dans la production du savoir, nous cherchons à le ressaisir comme une construction symbolique particulièrement incarnée par le *design en recherche*.

Mots-clefs : Expression, matérialité, agentivité, design, objectivité, esthétique

Abstract

This work questions from an anthropological and demiotic point of view the construction of scientific knowledge by graphic expression. In general, it studies a panorama of both historical examples of the visual culture of science, and contemporary research practices, including the importance of observation and displays in the construction of images, in manufacturing, dissemination of science, in terms of assumptions, methods, theories and styles of thought.

As contemporary science is characterized by its very « visual » presence in society, we believe that design and imagery-related technologies are in the heart of aesthetic relationships inherent in any research process. To understand how the status of objects - in their materiality and their agentivity - is beyond the status of objectivity in knowledge production, we try to recapture it as a symbolic construction, particularly embodied by the *research design* .

Keywords: Emotion, materiality, agentivity, design, objectivity, aesthetic

Table des matières

Remerciements	1
Résumé	3
Abstract	5
Table des matières	7
Table des figures	11
Avant-propos	19
<u>Introduction</u>	23
<u>A. Contexte</u>	23
<u>B. Un titre et des rythmes à expliciter :</u>	
<u>« Design et esthétique dans les pratiques de la science »</u>	24
B.1/ Design	24
B.2/ Esthétique	29
B.3/ Pratiques de la Science	33
<u>C. Démarche</u>	35
C.1. Cadres de réflexion	37
C.2. Outils d'analyse	38
<u>D. Problématique</u>	39
<u>E. Plan de la thèse</u>	40
<u>Partie 1 - Sciences du visuel et visualité de la science</u>	43
<u>Chapitre 1 : Le tournant iconique dans les pratiques scientifiques</u>	45
<u>I.I Le tournant iconique</u>	47
I.I.1. L'origine du tournant iconique : Gottfried Boehm	47
I.I.2. Le tournant iconique en son sens élargi :	
anthropologie des images et iconographie politique	49
I.I.2.1. Image et medium : Hans Belting	49
I.I.2.2. Histoire de l'art et iconographie : Horst Bredekamp	51
<u>I.II. Le tournant pictorial</u>	53
I.II.1. Le tournant pictorial comme tournant contemporain	53
I.II.1.1. <i>Linguistic turn, pictorial turn</i> : texte et image	54
I.II.1.2. Tournant pictorial et enjeux de la science	55
I.II.2. Le tournant pictorial dans l'histoire	56
I.II.2.1. Le tournant comme concept	57
I.II.2.2. Dernier tournant pictorial en date : le clonage	59
<u>I.III. Science de l'image et culture visuelle des sciences</u>	60
I.III.1. L'image comme objet de science	61
I.III.1.1 La sémiotique visuelle	61
I.III.1.2. Une science des images ?	68
I.III.2. La Culture visuelle	70
I.III.3. Culture visuelle des sciences	78
<u>Conclusion du chapitre</u>	86
<u>Chapitre 2 - Entre art et science : le design</u>	89
<u>II.I. L'art n'est pas la science : les deux cultures</u>	90
II.I.1. La <i>Rede lecture</i> de C.P. Snow	90
II.I.1.1 La troisième culture	101
II.I.2 L'art invente, la science découvre	105
II.I.2.1 La tension essentielle de Thomas S. Kuhn	107
<u>II.II. La science fait art</u>	112
II.II.1. La perspective comme paradigme	113
II.II.2 Art, science et révolutions	121
II.II.2.1. Martin Kemp, <i>Nature</i> , et Léonard	122

II.II.2.2 Acte d'image et main pensante	131
<u>II.III. Rupture et objectivité dans la représentation</u>	140
II.III.1. Photographie et objectivité mécanique	140
II.III.2 La chronophotographie de Etienne-Jules Marey	146
<u>Chapitre 3. Matérialité et agentivité dans les pratiques scientifiques</u>	151
<u>III.I. Observation et culture de la vision</u>	155
III.I.1. Matérialité et visualisation	156
III.I.1.1. L'anthropologie des sciences	157
III.I.1.2. Univers des connaissances et modes de création.	162
III.I.1.3. Représentation et interprétation	175
III.I.1.3.1. Les yeux de la science	176
III.I.1.3.2. Observation et représentation	186
III.I.2. Le concept de <i>Drawing as</i>	190
III.I.3. Graphisme et rhétorique de la réalité	196
III.1.4. Images scientifiques et images de science_	203
<u>III.II. Observation et styles de pensée</u>	207
III.II.1. Voir, c'est déjà savoir	208
III.II.1.1. Styles et collectifs de pensée	209
III.II.1.2 A propos de style d'observation	211
III.II.2 Des collectifs de pensée à la connaissance tacite	214
III.II.2.1 Artefacts, images techniques, instruments et appareils	216
III.II.2.2 Style de laboratoire et geste expérimental	218
<u>III.III. Matérialité et agentivité</u>	220
III.III.1. Matérialité et <i>ordre matériel du savoir</i>	221
III.3.2. L'agentivité des objets	228
Penser le design entre expérience et expression	229
<u>Partie 2 – Anthropologie sémiotique et épistémologie d'un <i>design en recherche</i></u>	233
<u>Introduction</u>	235
<u>IV. Imaginaire numérique et image diagnostique : de l'analytique vers le biologique</u>	239
IV.1. <i>Biopicture</i> et reproductibilité bio-cybernétique	241
IV.2. Images de « synthèse » et conflit des perceptions	247
IV.3. La valeur génétique du calcul	252
<u>V. L'image écriture</u>	253
V. 1. Cartographie et organisation de l'information	254
V.2. Design et objectivité	257
V.2.1. Sémiologie graphique et tentatives de langage universel	260
V.3. La diplomatie du design	264
<u>VI. Enquêtes et études de terrain</u>	275
VI.1. Terrain d'étude en formation de designer	277
VI.2. Etude de cas : l'intervention du dessin dans l'analyse conversationnelle	283
VI.2.1. Récit de synthèse graphique par le dessin	284
VI.3. Observation participante au Medialab de Science-Po	287
VI.3.1. Récit d'observation	288
VI.3.2. « Un projet tant aimé »	295
VI.4. Les rapprochements entre recherche en écoles d'art et recherche scientifique	300
VI.4.1. Les étudiants en écoles d'art et de design vont dans les laboratoires : 2011-2013: Inserm-ENSP	300
VI.4. 2. Les scientifiques vont dans les écoles de design	306
<u>VII. L'image événement et la catastrophe de Fukushima</u>	313
VII.1. Visualiser la catastrophe de Fukushima	314

VII.2. « Voir » les conséquences d'une catastrophe nucléaire	320
VII.3. Cette « subtile beauté des ondes » ... Prévoir la catastrophe	323
VII.4. Catastrophe nucléaire et diffusion de l'image scientifique : un enjeu politique majeur	325
VII.5. Les temporalités de la catastrophe. Japon, Mars 2011	329
VII.6. Espace mythique et espace esthétique de la simulation	335
VII.6.1. L'exemple des océans perpétuels	336
<u>Conclusion générale</u>	345
<u>A. Un design en recherche</u>	348
A.1. Le design : recherche ou projet ?	350
A.2. Anthropologie des sciences et visualisation	351
A.3. Design et expression plastique	353
<u>B. Expression et styles de pensée</u>	354
B.1. La recherche en design serait-elle en train de vivre une crise (ou un « tournant » épistémologique) ?	356
B.2. Faire art ou faire science ?	358
B.3. La diplomatie du design	359
<u>C. Science du design et recherche expérimentale</u>	361
<u>Bibliographie</u>	367
<u>Annexes</u>	393
Annexe 1 : Illustrations de consultations d'analgésie	393
Annexe 2 : Extraits p. 1 à 5 (sur 62) [AIME] Footnotes final du 17 Février 2013	397
Annexe 3 : Extraits p. 1 à 6 (sur 176) [AIME] Sidenotes photos du 18 Novembre 2012	405
Annexe 4 : SCUD tracks the Tsunami Debris Field. Nikolai Maximenko et Jan Hafner IPRC/NASA	413
Annexe 5 : Echanges avec PODAAC/JPL /IPRC	417
<u>Index des noms propres</u>	425

Table des figures

Fig.1. *Coast view of Poverty Bay*, Gravure d'après Sydney Parkinson, Journal, 1773, Planche XIV (p. 71) – p. 71

Fig.2 et 3. illustrations produites par Sydney Parkinson, extraites de *Plants of Australia*, III, f.139. Conservées au British Museum. A gauche : *Eucalyptus Terminalis*, Premier croquis, 1770 (p. 70). A droite : *Eucalyptus Terminalis*, Gravure, 1780 (p.70) – p. 71

Fig.4. *Village at Mercury Bay*, Parkinson, S., Dessin, 1769. British Museum. ADD.MS. 23920, f. 43 (p. 72) – p. 71

Fig.5. *Village at Mercury Bay*, Gravure d'après Hawkesworth, 1773, II (p. 72) – p. 73

Fig. 7. *Natural grotto in New Zealand*, Dessin, 1769. British Museum, Add. MS. 23920, f. 40 (p. 72) – p. 73

Fig.8., L'Atelier (ou L'art de la peinture), J. Vermeer, 1666, 130x100cm, Musée d'histoire de l'art de Vienne. – p. 76

Fig. 9., « Modèle de la double hélice », O. Crick, 1953, *Nature*, 25 Avril 1953, p. 737. – p. 123

Fig.10. Pl.79. Etude de l'anatomie superficielle du pied et du bas de la jambe, L. De Vinci, (1510), crayon et encre, Windsor, Royal Library (19017r), Extrait de Kemp, 1981, p. 287. –p. 124

Fig.11 Quatre études de l'anatomie superficielle du bras, de l'épaule et du thorax, L. De Vinci, 1510-11, crayon, encre et lavis, Windsor, Royal Library (19008v). Extrait de Kemp, 1981, p. 288. – p. 125

Fig.12. P.181. Etudes d'une épaule disséquée, os du pied et du bas de la jambe, et musculature thoracique, L. De Vinci (c.1510), Crayon, encre et lavis, Windsor, Royal Library (19013v). Extrait de Kemp, 1981, p. 288. – p. 126

Fig. 13., Pl.82. Etudes du cœur (1513-14), L. De Vinci, crayon et encre, Windsor, Royal Library (19073v-4v), Extrait de Kemp, 1981, p. 292. – p. 127

Fig. 14 et 15. A gauche : Six vues de la valve pulmonaire /aortique, basées sur W. 19079v (reproductions de Kemp; à droite : Vues de la valve pulmonaire /aortique, basées sur W. 19073v (reproductions de Kemp), Ibid., p. 294. – p. 127

Fig.16 et 17. A gauche : Analyse géométrique de la valve pulmonaire/aortique, basée sur W. 19116v (reproductions de Kemp; à droite : Etude géométrique de cercles et triangles, basée sur G.17v, Analyse de la valve tricuspide, basée sur W. 19074r, (reproductions de Kemp, Ibid., p. 295. – p. 128

Fig. 18. *Diagramme de la croissance des arbres*, L. de Vinci, date inconnue, Extrait de Gombrich, 1960/1971, p. 133. – p. 130

Fig. 19. *The animal Kingdom*, Lewis, G., 1866. Extrait de O'Hara, 1996, p.173– p. 134

Fig. 20. « Verticale Ansicht » de l'arbre de l'évolution des oiseaux, Fürbringer, M., 1888, (réimprimé par Sharpe en 1891). Extrait de O'Hara, 1996, p.173 – p. 134

- Fig. 21. « Stammbaum » de la classe des volailles, Reichenow, 1882 (redessiné par Sharpe). Extrait de O'Hara, 1996, – p.135
- Fig. 22. Partie de la charte de Strickland intitulée Chart of the Natural Affinities of the Class of Birds, présentée en 1843 à la British Association for the Advancement of Science, et publiée après la mort de Strickland par Sir W. Jardine en 1858. Extrait de O'Hara, 1996, p.173 – p. 135
- Fig. 23 et 24. Die Radiolarien (Rhizopoda Radiaria), Haeckel, E., Planche 13 (à gauche), Planche 32 (à droite). Source : mises-en ligne de reproduction des planches en intégralité en 1998 par Kurt Stüber. – p. 136
- Fig. 25. *The History of Creation*, Haeckel, E., 1875-76, Vol. II, p.223 ,(Reproduite dans l'Histoire de la création des êtres organisés, d'après les lois naturelles, Paris, C. Reinwald, 1884) –p. 137.
- Fig. 26. *The History of Creation*, Haeckel, E., 1875-76, Vol. II, p.223 (Reproduite dans l'Histoire de la création des êtres organisés, d'après les lois naturelles, Paris, C. Reinwald, 1884) –p. 137
- Fig. 27. Premier et deuxième diagramme de l'évolution, Darwin, C., 1837.Extrait du *Notebook B*. Dessins à la plume, Cambridge University Library, Dar. Ms., 121, fol. 26. – p. 138
- Fig. 28. Troisième diagramme de l'évolution, Darwin, C., 1837.Extrait du *Notebook B*. Dessins à la plume, Cambridge University Library, Dar. Ms., 121, fol. 36. – p. 138
- Fig. 29. Diagramme de la « sélection naturelle », Darwin, C., 1859. Source : Darwin, 2001, Appendice (1959, p. 116) – p. 139
- Fig. 30. *Hortus Cliffortianus*, Linné, C. V., Amsterdam, n. p., 1737, Table 6. Extrait de Daston et Galison, 2007/2012, p. 76 – p. 141
- Fig. 31. « Néoplasme osseux sur le crâne », Cruveilhier, J., *Anatomie pathologique du corps humain*, 1829, 21^{ème} Lieraison, Pl. 1. – p. 142
- Fig. 32. Saut d'obstacle (« *Animal locomotion* »), Muybridge, E., © Photo RMN-Grand Palais - M. Bellot – p. 146
- Fig. 33. Chronophotographie d'un perchiste, Demeny, G., 1906 © Collection Iconothèque de l'INSEP – p. 147
- Fig. 34. Mécanisme du Fusil Photographique, 1882. – p. 147
- Fig. 35. *Course*, Marey, E.-J., 1886, épure chronophotographique. – p. 148
- Fig. 36. Diagramme cosmologique extrait du Book of Byrthferth (c. 1090), St. John's College Library, Oxford, Royaume-Uni. – p. 160
- Fig. 37. Illustration présentée sur la page wikipédia française à l'entrée :« Diagramme conceptuel ».
Auteur inconnu. Ajout sur la page par Denispir, le 28 novembre 2011 à 16 :47 – p. 160
- Fig. 38. *Valence*, Fry, B., MIT Media Lab, 1999. – p. 161
- Fig. 39. En haut : courbe du degré intellectuel des espèces animales en fonction de leur âge dans les époques de l'évolution. En bas : la même courbe représentée avec une abscisse logarithmique des temps se transforme en une droite et permet une extrapolation précise. (Moles, 1957, p. 93) – p. 169
- Fig. 40. Exemple de schéma constructif #1 : plan de câblage d'un récepteur de radiodiffusion. (Moles, 1957, p. 94) – p. 170

- Fig. 41. Exemple de schéma constructif #2 :
Coupe schématique d'un moteur à explosion d'aviation. (Moles, 1957, p. 95) – p. 170
- Fig. 42. Exemple de schéma constructif #3 : anatomie du cou, (Moles, 1957, p. 95) – p. 171
- Fig. 43. Schéma d'une usine de fabrication du sucre de bois. (Moles, 1957, p. 98) – p. 172
- Fig. 44. Formule développée de l'acide nucléique (d'après Levène). (Moles, 1957, p. 98) – p. 172
- Fig. 45. Schéma des combinaisons auditives centrales, (Moles, 1957, p. 98) – p. 172
- Fig. 46. London Underground, Beck, H., 1933. – p. 173
- Fig. 47. Harry Beck devant le plan de Londres – p. 173
- Fig. 48. Schéma d'un radar. (Moles, 1957, p. 100) – p. 174
- Fig. 50. Diagramme de Blondel Heyland d'un moteur asynchrone (Moles, 1957, p. 101) – p. 174
- Fig. 51. © B. Clair / CNRS Photothèque – p. 178
- Fig. 52. © A. Auffret / CNRS Photothèque – p. 179
- Fig. 53. © D. Cot / CNRS Photothèque – p. 179
- Fig. 54. © E. Flahaut, A. Peigney, A. Weibel / CNRS Photothèque – p. 180
- Fig. 56. © M. Mitov/CNRS Photothèque – p. 181
- Fig. 57. © X. Bourrat/CNRS Photothèque – p. 181
- Fig. 58. Façade du Bâtiment principal de l'Office National des Recherches Scientifiques et Industrielles & des Inventions (ONRSI), 1922. © CNRS Photothèque/Fonds historique – p. 182
- Fig. 59. Détail de la verrière de l'atelier de photographie et cinématographie sur la terrasse de l'aile Nord du Pavillon, Mars 1922. © CNRS Photothèque/Fonds historique – p. 183
- Fig. 60. Caméra sur microscope de Jean Comandon (vers 1931) © CNRS – p. 183
- Fig. 61. Photogrammes de films de Jean Comandon. En haut, de gauche à droite : Spirochaeta gallinarum, germination du pollen en bas, de gauche à droite : L'Escargot, La cristallisation. © CNC. – p. 183
- Fig. 62. Vue sur l'ONRSI en 1931 depuis les usines Renault. Station de recherche Claude Bonnier au premier plan. – p. 184
- Fig. 63. Entrée de la station d'essais, travée 4, sur le site de l'Office National des recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions à Bellevue, Meudon, le 15 Juin 1931. © Photothèque/Fonds historique – p. 184
- Fig. 64. Façade du Pavillon Bellevue, 2013. © CNRS Meudon/Bernard Souty. – p. 184
- Fig. 65. Pavillon de la communication, 2013. © CNRS Images/Nathalie Lambert. – p. 185

Fig. 66. Exemple 1 : Monocristal d'or de 8 nanomètres observé par microscopie électronique à haute résolution. L'arrangement parfait des atomes d'or révèle l'absence de défauts cristallins. © ERC/CNRS Photothèque / Marie-Paule PILENI, Nicolas GOUBET – p. 186

Fig. 67. Exemple 2 : Image 3D d'une protéine obtenue par cristallographie des rayons X. Le signal de diffraction des RX par le cristal de protéine permet de reconstituer le nuage électronique (volume bleu) qui entoure les atomes. © IBMC / CNRS Photothèque / Claude SAUTER – p. 187

Fig. 68. Exemple 3 : Cette figure représente la structure d'un complexe organométallique : $\text{Fe}(\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2)[\text{Pt}(\text{CN})_4]$. Les atomes de fer sont en rouge, les atomes de carbone en orange, ceux d'azote en bleu et de platine en jaune. Les atomes d'hydrogène ne sont pas représentés. Ce composé est étudié pour ses propriétés électroniques, au sein de recherches visant à stocker de l'information dans des matériaux moléculaires par voie optique. © LCC / CNRS Photothèque – p. 187

Fig. 69. Exemple 4 : Visualisation en 3D de la densité de probabilité de présence de l'électron dans 36 états propres de l'atome d'hydrogène. © CNET / Lactamme / CNRS Photothèque / Jean-François Colonna – p. 187

Fig. 70. L'environnement immédiat du pulsar du Crabe (ou PSR B0531+21, NP 0532, PSR J0534+2200), en optique (image Hubble, en rouge) et en X (image Chandra, en bleu). (Époque J2000.0) Source : Wikipédia – p. 190

Fig. 71. Lapin-canard (d'après un original allemand), Jastrow, J., 1899. – p. 191

Fig. 72. Saint-Georges terrassant le dragon, Carpaccio, 1502, Tempera sur panneau, San Giorgio degli Schiavoni – p. 196

Fig. 73. « Le Triomphe de Leda », *Hypnerotomachia Poliphili*, Francesco Colonna, 1467 (imprimé en 1499), – p. 197

Fig. 73. « Le Triomphe de Leda », *Hypnerotomachia Poliphili*, Colonna, F., 1467 (imprimé en 1499), – p. 198

Fig. 75. Cartes de la Lune dressée par Thomas Harriot en 1609, cinq mois avant celle de Galilée. Source : Royal Astronomical Society – p. 199

Fig. 76. La feuille de Florence, dessins de la Lune par Galilée, Novembre-décembre 1609 – Source : Biblioteca Nazionale Centrale, Florence. – p. 200

Fig. 77. Extrait du *Sidereus Nuncius*, Galilée, Venise, 1610, 9V-10R. – p. 201

Fig. 78. Extrait du *Sidereus Nuncius*, Galilée, Venise, 1610, 9V-10R – p. 201

Fig. 79. La Nébuleuse du Crabe ©: NASA, ESA, J. Hester and A. Loll (Arizona State University) – p. 203

Fig. 80. La Nébuleuse Carina © NASA, ESA, and M. Livio and the Hubble 20th Anniversary Team (STScI) – p. 204

Fig. 81. Captures écrans extraites de « Des bisons, des chevaux... et des signes, Deuxième entretien avec André Leroi-Gourhan », in: *L'aventure humaine*, série : Un certain regard (émission de Paul Seban), 19 Avril 1970, Office national de radiodiffusion télévision française, Disponible sur le site de l'INA :<http://www.ina.fr/video/CPF86605025>, 12min10s - 18min58s, – p. 223-224

Fig. 82. Touristes dans la réplique de la cave de Altamira au nord de l'Espagne. © Alberto Aja/European Pressphoto Agency. Source : NYTimes. En ligne : http://www.nytimes.com/2014/07/31/arts/international/back-to-the-cave-of-altamira-in-spain-still-controversial.html?_r=0 – p. 225

Fig. 83. Image 4 du carnet de Alexander Graham Bell, du 18 avril 1876 au 30 Septembre 1876. © Library of Congress, online : <https://www.loc.gov/resource/magbell.25300102/?sp=4> – p. 226

Fig. 84. Page d'accueil du site Visual Complexity. <http://www.visualcomplexity.com/vc/> – p. 241

Fig. 85. Source : M. Lima, détail de l'« Area Grouping », Visual Complexity : Mapping Patterns of Information, Op. cit., p. 158. – p. 242

Fig. 86. Source : Balzer, M. et Deussen, O., Level-of-detail visualization of clustered graph layouts. Asia-Pacific Symposium on Visualisation (APVIS), 2007. Fig.9. En ligne : <http://www.inf.unikonstanz.de/gk/pubsys/publishedFiles/BaDe07.pdf>. (Consulté le 28 juin 2012) – p. 243

Fig. 87. Quaggiotto, M., Knowledge cartographies : Tools for the social structures of knowledge. Colloque « Changing the Change », Turin, 2008. En ligne : <http://www.knowledgecartography.org/PDF/knowledge-cartographies.pdf>. (Consulté le 28 juin 2012) – p. 244

Fig. 88. Cocovas, E. Mislej, 2007. En ligne : <https://sites.google.com/site/emislej/cocovas>, – p. 245

Fig. 89 et 90. En haut : corps de femme. Ci-dessus : section d'un corps d'homme : thorax, cœur (Incluant le muscle du ventricule gauche), poumons, colonne vertébrale, vaisseaux, bras et musculature (vue du thorax). En ligne : https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html – p. 248

Fig. 91 et 92. Plateforme Anatomy learning. En haut : Page d'accueil. Ci-dessus : Crâne. En ligne : <http://anatomylearning.com/en/> – p. 249

Fig. 93. Plateforme Anatomie Learning, base du cœur. Organes isolés en blanc : valve pulmonaire, valve aortique, valve mitrale et valve tricuspide. – p. 250

Fig. 94. Source : Process Grammar for Shape, Leyton, M., 2003 – p. 252

Fig. 95. Carte figurative des pertes successives en hommes de l'Armée qu'Hannibal conduisit d'Espagne en Italie en traversant les Gaules (selon Polybe) (en Haut) ; Carte figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813 (en bas), Minard, C.-J., Paris, le 20 Novembre 1869. – p. 256

Fig. 96. Les images relationnelles de Poincaré, Source : Daston et P. Galison, Objectivité, Op.cit., p. 332. – p. 258

Fig. 97. La structure du monde selon Russell, Source : Daston et P. Galison, Objectivité, Op.cit., p. 341. – p. 258

Fig. 98 et 99. Planches de travail sur La Graphique, Archives Nationales. A gauche : variables de densités et de couleurs. A droite : essai de mise en application pour une étude sur la récolte de riz dans une province du Vietnam. – P. 261

Fig. 100, 101, 102. Groupes de populations dans le monde, formes économiques dans le monde, et religions dans le monde. « La couleur, en plus de mettre en évidence la répartition globale des groupes ethniques, est utilisée avec une certaine continuité – comme toujours dans

l'Isotype – dans le but de renforcer la signification des symboles correspondant aux formes économiques : le rouge pour l'industrie, le bleu pour les formes de travail plus anciennes, le vert pour les activités « primitives ». » (Neurath et Kinross, 2009/2013, pp. 40-41). – p.265

Fig. 103. Diagramme d'exposition, probablement adapté pour une reproduction papier, représentant le nombre de naissances et de décès à Vienne (T3c, ögz, 15 mai 1926). Source : Le transformateur, Op.cit., p.81. – p. 269

Fig. 104 et 105 et 106. Ci-dessus, ci-après et page suivante : Diagrammes des « naissances et décès » à configuration verticale : celui-ci et celui ci-dessous concernent Vienne. Le troisième ci-après l'Autriche, et un titre donne à l'observateur une indication sur sa signification (ögz, 15 Août 1925 ; T3F, ögz, 15 mai 1926 ; T3d). Source : ibid., pp.82-83. – p. 269-270

Fig. 107. Les naissances et décès en Allemagne, à partir de données apparaissant également précédemment. L'information est désormais configurée horizontalement. (DBW., p.43). Source : Ibid., p.84. – p. 270

Fig. 108. Taille des unités d'exploitation dans l'économie agricole allemande en 1925. Source : Ibid., p.89) p. 271

Fig. 109. Tailles des unités agricoles dans l'économie allemande en 1925 (T64h). Source : ibid., p.90. p. 272

Fig. 110. Taille des unités d'exploitation dans l'économie agricole allemande en 1925 (DBW, p.36) p. 272

Fig. 111. Visualisation de « maison » à partir du modèle lexical des Atlas Sémantiques. p. 278

Fig. 112. Vues par année des cartes générées pour la requête « mondialisation » p. 280

Fig. 113. Proposition de déploiement graphique entre les formes des enveloppes « Foyer » et « domesticité, serviteur » dans l'environnement « maison ».p. 281

Fig. 114. J. et L. Lecarme, Etudes sur la composition des mouvements pendulaires, épreuves photographiques positives sur papier aristotype, 1896. Source : Musée des arts et métiers, Cnam, Inv. 12914-2 et -3. p. 282

Fig. 115 et 116. Procédure de vérification de la douleur au niveau de l'épaule gauche. L'enfant a une réaction immédiate : il cambre son dos et lève le bras (T5). Ci-dessous voir : De Fornel, M., Verdier, M., Op.cit., p. 196) – p. 285

Fig. 117. Examen physique d'Elisabeth. La mère, ouvrant la bouche : « voilà elle fait comme ça » (Op.cit., p. 86). p. 286

Fig. 118. Consultation de Gaël (Op.cit., p. 122). p. 286

Fig. 119. Examen physique de Kim. Réaction de l'enfant à l'effleurement du thorax (Op.cit., p. 190). p. 286

Fig. 120. La salle de réunion du Medialab. © Science-Po. p. 289

Fig. 121. Le choix qui a été fait a été de faire un déploiement de la gauche vers la droite. p. 296

Fig. 122 et 123. Esquisses et retouches sur la composition du design de l'interface. p. 297

Fig. 124. Capture écran du document de travail Google Spreadsheet. p. 298

- Fig. 125. Capture écran de l'organisation des dossiers de travail. p. 299
- Fig. 126. Microscope à fluorescence, huit électrodes, 70x52cm. ©R. Moulin/ENSP/INSERM.p. 302.
- Fig. 127. sans-titre, 60x45cm. © R. Moulin/ENSP/INSERM/ p. 303.
- Fig. 128. Extraits du projet de M. Segond, constitué de dix collages numériques et d'une photographie.Ci-dessus, ci-dessous et ci-après. © M. Segond/ENSP/INSERM. p. 304
- Fig. 129 et 130. Ci-dessus Cahier de laboratoire de l'INSERM. Ci-après : Montage à partir de vue schématiques du cosmos d'après Leonhard Euler.
© A.- Tritschler /ENSP/INSERM. p. 305-306
- Fig. 131. L'exemple de la Dualité onde particule. Source : Présentation PDF de l'étudiant. En ligne : http://www.designquantique.fr/download/objet_3.pdf © P.Morin/ENSCI. p. 308
- Fig. 132. Exemple de la superposition d'états © N. Poutoux/ENSCI. p. 308
- Fig. 133. Dispositif fabriqué par l'étudiante. © M. Cardon/ENSCI. p. 309
- Fig. 134. Exemple de l'onde quantique © M. Cardon/ENSCI. p. 309
- Fig. 135. Page 215 du rapport officiel sur l'opération « crossroads » sur les essais nucléaires dans l'atoll de Bikini dans les îles Marshall. 1946. Source : Institution Archives W.H.O.I. Data Library. p. 316.
- Fig. 136. Unité 1 et 4 avec l'explosion © Tepco. p. 317.
- Fig. 137. Akira, Katsuhiko Ōtomo, 1982-93/1984-93, GN 6 / 6, p. 13. © K. Ōtomo / Mangareader.net. p. 318.
- Fig. 138. Photographie de légumes provenant de la préfecture de Fukushima en promotion dans un supermarché, Octobre 2014. Photographie personnelle © A. Dimos. p. 138.
- Fig. 139. Capture écran de l'animation originale recomposée en une image. © IPRC/NASA/JPL. p. 321.
- Fig. 140. Le simulateur Sofia en démonstration © IRSN. p. 324.
- Fig. 141. Photographies satellites du site de la centrale de Fukushima Daichi. Source : New-York Times. © Images GeoEye/EyeQ - Slider de Jason Alvich
Enligne : <http://www.nytimes.com/interactive/2011/03/13/world/asia/satellite-photos-japan-before-and-after-tsunami.html>. p. 330
- Fig. 142. Image satellite du centre-ville et de la côte de Sendai. Daichi. Source : New-York Times.
© Images GeoEye/EyeQ - Slider de Jason Alvich En ligne :
<http://www.nytimes.com/interactive/2011/03/13/world/asia/satellite-photos-japan-before-and-after-tsunami.html>. p. 331
- Fig. 143. Image satellite de la région au Nord de Sendai. Cette région était l'une des plus proches de l'épicentre. © Images GeoEye/EyeQ - Slider de Jason Alvich
Enligne : <http://www.nytimes.com/interactive/2011/03/13/world/asia/satellite-photos-japan-before-and-after-tsunami.html>. p. 332
- Fig. 144. Vue de la webcam Tepco, mai 2011. © Tepco. En ligne : <http://tepcoco.jp/en/nu/fl-np/camera/>. p. 333

Fig. 145. Cartographie de simulation d'une catastrophe similaire à Fukushima pour les États-Unis : <http://www.nrdc.org/nuclear/fallout/>. p. 334.

Fig. 146. Capture d'écran à partir de la vidéo Perpetual Ocean, 2011, MIT/JPL. © NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio. p. 337.

Fig. 147. Vue du « Gulf Stream », Perpetual Ocean, 2011, MIT/JPL. © NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio. p. 338.

Fig. 148 et 149. Captures écran de Excerpt from Dynamic Earth. © NASA/Goddard/GSFC/ SVS. p. 339.

Fig. 150. Captures d'écrans à partir de la vidéo originale, Power of Ten, C. et R. Eames, 9min., 1977. p. 340-341

Fig.151. Illustration prise dans l'article du NYTimes montrant une illustration de « Smell + » du designer James Auger, dont l'idée est de permettre aux personnes utilisant son dispositif de se sentir avant de se rencontrer, et de mettre en évidence l'importance que l'on ne donne pas suffisamment au sens de l'odorat dans nos vies quotidiennes. © Richard Perry/The New York Times. p. 345.

Avant-Propos

Débuter un travail de thèse par des repères biographiques peut sembler curieux, mais afin de mieux comprendre l'arrière-plan et certaines limites d'objectivation auxquelles nous nous sommes confrontées, il nous semble utile de décrire notre parcours et les raisons pour nous de faire une recherche académique de cette nature, et sur ce sujet. La problématique choisie : la place du design et des déterminations esthétiques et stylistiques dans les pratiques de la science et la construction de la connaissance scientifique, s'est en effet construite progressivement au fil d'un parcours de formations, d'études, et d'expériences professionnelles qu'il nous faut présenter en détails.

Nous avons suivi un cursus hétérodoxe, jalonné de formations de nature et d'enjeux parfois très éloignés. Notre ambition première était, de longue date, de faire de la restauration d'œuvres d'art, de tableaux ou d'œuvres picturales plus précisément. Nous avons dès lors suivi, en parallèle une formation traditionnelle qui s'est achevée par un Baccalauréat scientifique, et une formation artistique sur de multiples supports et avec de multiples outils, afin d'acquérir les bases nécessaires aux techniques artistiques. Ce qui nous a conduit tout d'abord à nous engager spontanément du côté de l'histoire des arts et de l'archéologie à l'université. Cependant, les cadres théoriques et les modes interprétatifs tels qu'ils nous ont été enseignés en histoire de l'art nous ont très tôt dérouter. Paradoxalement, alors que notre envie avait fait l'objet d'une poursuite déterminée pendant de nombreuses années, nous nous sommes rapidement orientée vers la communication visuelle, en formation dite « professionnalisante » de BTS (Brevet de Technicien Supérieur), afin de mieux comprendre la construction des images et des messages visuels, du point de vue de la pratique et de la commande. Cette formation étant à l'inverse trop dirigée précisément vers des livrables conditionnés par la commande d'un client ou la prestation d'un service, au détriment de la recherche sur l'histoire des formes graphiques et des artefacts. Aussi avons-nous décidé de nous réorienter vers l'anthropologie, avec l'idée vague au début d'y apprendre les modalités d'une « anthropologie visuelle » sans trop savoir ce à quoi cela pouvait correspondre, et ce en retournant à l'université. Mais alors nous avons perdu l'apprentissage de la fabrication des formes graphiques. Finalement nous avons décidé de nous inscrire aux Beaux-Arts, à l'ESAD de Valence, en section design graphique, car l'orientation pédagogique de l'équipe enseignante était connue pour être attachée autant à l'étude des

outils et à l'apprentissage de l'histoire du graphisme, qu'à la réflexion théorique et critique sur les enjeux des pratiques. A partir de la troisième année de ce cursus, qui correspond à l'équivalent de la Licence à l'université, nous avons orienté notre travail de graphisme sur une exploration du langage par les éléments entourant la fabrication de l'imprimé (parti-pris éditoriaux d'agencement de corpus, choix typographiques, dessin typographique et appareillage iconographique). De nombreuses lectures de critique littéraire (notamment Gérard Genette, Roland Barthes ou encore Maurice Blanchot) nous ont attiré, de même que les théories linguistiques et l'étude des signes de Ferdinand de Saussure, ou la sémiotique de Umberto Eco ou de Charles Sander Peirce. La nécessité pour nous d'avoir un suivi pédagogique spécialisé sur ces notions nous a fait revenir à l'université à l'issue de cette troisième année, cette fois-ci en parallèle de notre formation de design graphique, en sciences du langage. C'est dans le cadre de ce double cursus que nous avons fait notre mémoire de cinquième année, sanctionné à ce moment-là, en 2010, par le DNSEP (Diplôme National Supérieur d'Expression Plastique, devenu depuis un Master 2). Ce changement est la conséquence du protocole de Bologne ratifiant l'uniformisation des diplômes à l'échelle européenne. Cette uniformisation passant par l'application du système des crédits ECTS, et engendrant la réforme LMD (Licence – Master - Doctorat) qui s'est appliquée aux écoles d'Art et de Design (dépendant du Ministère de la Culture), après avoir été conduite dans les universités (dépendantes du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche) et mettant fin dans ces dernières à la distinction deug/licence et maîtrise/DEA (ce qui n'a pas été sans poser un certain nombre de problèmes pédagogiques, mais que nous ne discuterons pas ici). Nous reviendrons en partie 2 de cette thèse sur cette réforme, car elle cristallise selon nous un moment d'accélération vers la recherche dans les écoles d'art et de design (dont nous sommes le fruit d'une certaine manière). Ce diplôme de cinquième année, nous souhaitons le faire sur un sujet qui soit à l'intersection de notre intérêt pour les sciences du langage et pour le design graphique. A l'invitation de l'un de nos enseignants à l'Ecole d'Art de Valence d'un artiste, Boris Nordmann, travaillant à partir d'un modèle d'Atlas Sémantique mis au point par une équipe de recherche en sciences cognitives, nous avons pris contact avec Sabine Ploux, du CNRS. Nous avons été invité à nous joindre à son équipe à l'Institut des Sciences Cognitives de Bron (Rhône-Alpes) pour observer, échanger, et expérimenter des propositions qui seraient « spécifiques » aux méthodes du design graphique, et à nos hypothèses de travail.

Nous avons ainsi intégré le laboratoire « Langage, Cerveau et Cognition » (L2C2) en qualité de stagiaire, et plus précisément au sein de l'équipe de Sabine Ploux travaillant sur les Atlas Sémantiques. Cette équipe était composée alors de Sabine Ploux, Armelle Boussidan, Charlotte Franco, et assistés par Sylvain Lupone et Anne Cheylus. La particularité de leur activité de recherche commune était de travailler sur un projet intitulé « Les Atlas Sémantiques », un atlas de représentation lexicale, basé sur la synonymie, utilisant un modèle mathématique d'analyse factorielle des correspondances. Ce modèle, que nous décrirons plus en détails, de même que les enjeux de cette collaboration, en deuxième partie de cette thèse, fonctionne en récoltant les corpus de synonymes de plus d'une centaine de dictionnaires en ligne, et génère des *cartes*. Notre intérêt pour un tel modèle ainsi que pour une telle collaboration a consisté dès le départ à interroger graphiquement ces cartes, ce qui en tant que designer graphique nous semblait une évidence, mais qui n'était pas le fruit d'une investigation particulière de la part de ces chercheurs, en dehors du fait que les cartes avaient effectivement une forme et une présence graphique, car elles étaient générées à partir d'un modèle géométrique. Mais pour les linguistes et dans le cadre de leurs recherches, ces cartes étaient avant tout utilisées en leurs qualités d'« outils » pour observer des phénomènes linguistiques, notamment par l'intermédiaire de « rangs » statistiques.

Cette collaboration, qui a duré deux ans dans le cadre de notre formation, en 2009 et 2010, et qui s'est prolongé par des communications et la publication d'articles collectifs, en 2011 et 2012, est ce qui petit à petit cristallisa notre intuition d'investir plus en avant les dialogues méthodologiques pouvant exister entre disciplines, qu'il ne semble pas de prime abord tomber sous le sens de réunir, et plus particulièrement les collaborations entre designers et scientifiques. Et surtout, de le faire dans le cadre d'une recherche doctorale à l'université. Cette recherche, nous l'avons débuté en 2010 sous la direction de Victor Rosenthal à l'EHESS. Notre discipline d'inscription universitaire sous sa direction est l'Anthropologie.

Introduction

A. Contexte

Lorsque nous avons commencé ce travail de thèse, il n'y avait pas, ou très peu, de recherches dans le champ francophone ayant le design pour objet d'étude, et ce pour plusieurs raisons. Un premier état de fait est que design n'était (et n'est toujours pas) une discipline qui a une reconnaissance universitaire dans les champs scientifiques (français en tous cas), et les étudiants en écoles d'art et de design ne s'engageaient alors que rarement dans des diplômes de troisième cycle, qui n'existaient qu'au sein des universités. Il y avait la possibilité de poursuivre des études suivies en écoles d'art et de design par le passage du concours de l'agrégation en « Arts Appliqués », notamment par l'intermédiaire de l'Ecole Normale Supérieure, ou de faire un travail de recherche en Arts Plastiques, en Histoire de l'Art ou en Esthétique, portant sur le design par des passerelles dédiées. Mais l'inadéquation des formations en écoles d'art (plutôt engagées dans des processus d'expérimentation libres) en regard des études universitaires (plutôt engagées sur des méthodes cumulatives de restitutions de savoirs par le biais de l'écriture analytique, de synthèse, de travaux empiriques, de recherches en archives), bloquait peu ou prou l'accès au « séraïl » des laboratoires de recherche universitaires. Le statut des « arts appliqués » dans l'enchevêtrement de ces disciplines a par ailleurs une certaine histoire, française notamment, difficile à décrire ici brièvement. Faire une recherche touchant le design était ainsi confiné à l'étude des arts « appliqués ». Ces études avaient par ailleurs existence dans le champ scientifique universitaire français dans le cadre des études architecturales — ou ayant pour objet des constructions architecturales —, des objets de design ayant pénétré l'intérêt académique par leur insertion dans une certaine histoire des objets dits « décoratifs », ou de mobiliers, ou bien dans le cadre de thèses de troisième cycle d'écoles d'ingénieurs en télécommunication, ou associés à des

départements de recherche et développement en entreprises. Ces recherches relevaient exclusivement des départements d'arts plastiques, d'histoire de l'art, étaient internes en écoles d'architecture, ou bien étaient soumises à des programmes de recherches et développement industriels, et donc tenues par l'enjeu une application déterminée, la présence d'un projet, soumis à une commande ou des « livrables » très spécifiques.

Or l'enjeu de notre problématique n'était pas :

1/ de faire un « projet » de design ou d'arts plastiques qui proposerait de résoudre la question que nous avons décidé d'étudier en fabriquant des prototypes d'objets plus ou moins tangibles ;

2/ de faire une histoire de l'art en étudiant des cadres d'analyse et d'interprétation des relations entre « design » et « science » (ce qui semble difficile du point de vue des questionnements épistémologiques déjà internes aux deux termes) ;

3/ d'étudier les relations entre « pratiques de design » et « pratiques de science » de manière philosophique dans le champ de l'esthétique et de la science de l'art, sans en aborder pratiquement la notion même de matérialité d'un point de vue fondamental, ce qui serait un tout autre travail à nouveau.

Deux questions au moins semblent alors se poser :

- Comment aborder l'enchevêtrement de pratiques et de savoirs associés à une notion de « design » dont l'usage flottant va de pair avec l'omniprésence ?
- Quels sont les liens entre design et science, à l'heure où ces savoirs et pratiques semblent revendiquer une place à part entière dans la recherche scientifique ?

B. Un titre et des rythmes à expliciter : « Design et esthétique dans les pratiques de la science »

B.1. Design

Définir le design est une tâche difficile car il s'agit d'une notion encore floue. Nous n'avons pas la prétention d'en donner ici une définition qui en situerait un début et une fin, ou qui considérerait le design comme un début et une fin *per se*, car il nous semble plus pertinent d'envisager la notion de design selon des strates ou des « couches

sémantiques ». Dans les relations que le design entretient avec l'art, et bien que nous ne revendiquions aucunement l'autorité pour en présenter les étendues historiques, il nous semble intéressant d'emprunter une manière de raisonner le design en déplaçant la grille analytique que J.-M. Schaeffer a proposé (et sur laquelle nous reviendrons un peu plus loin) lorsqu'il pense l'œuvre d'art (Schaeffer, 1996). Cette grille comporte cinq points d'entrée permettant d'étudier autant des pratiques et des usages liés à la notion de *design* que dans l'adoption d'un tel « concept » pour *désigner* des pratiques et des usages, voire des connaissances :

a) Le mot *design*, en anglais, renvoie aussi bien au plan d'un projet (au sens technique du terme), qu'à l'intention et au dessin en tant que tracé ou motif. Comme le précise V. Flusser dans *Petite philosophie du design* (2002, p. 7), le mot *design* est à fois un substantif et un verbe : en tant que substantif, il signifie projet, plan, dessein, intention, objectif, mais aussi « mauvaise intention, conspiration », de même que forme, configuration, « structure fondamentale ».

En tant que verbe, *to design* signifie notamment manigancer, simuler, ébaucher, esquisser, donner forme, et « procéder de façon stratégique ». J.-F. Lyotard a lui aussi noté le paradoxe intrinsèque au terme *design* dont le sens est pour ainsi dire flottant (Lyotard, 1990).

b) On pense également au *disegno* italien : dessin, espace, ligne, fondement et concept de la théorie de l'art de la Renaissance qui vise un renouvellement de la perception du réel passant par l'observation, et qui exprime le « moyen » de la découverte et la découverte elle-même (Ciaravino, 2004). Joselita Ciaravino a mis en évidence un paradoxe du *disegno*, de par son statut de « savoir » de la Renaissance, comme *art* mais également comme *processus* de création, interrogeant par ce fait conjointement des finalités conceptuelles et matérielles de la perception sensible du visible par l'expérience graphique. En effet, comme le verbe latin *designare*, qui signifie à la fois dessiner et projeter un plan, *disegno* indique le lieu d'un enchevêtrement :

« (...) *Disegno* dérive du latin *designatio* (désignation), et devient *disegno* dans la *volgar lingua*. Il conserve alors le sens attaché à l'ancien terme, mais s'enrichit d'une nouvelle signification, celle du dessin comme tracé, comme pratique. » (Ciaravino, 2004, p. 28-29)

D'après Ciaravino, nous pouvons également nous appuyer sur la définition que Roberto de Rubertis donne dans son ouvrage *Il disegno dell'architettura* :

« [L'italien *disegno*] prend étymologiquement racine dans le latin *designare* (dont le sens le plus archaïque n'est pas par hasard celui spécifique de « représenter »), et donc dans le verbe simple *signare* (marquer, tracer, mais aussi établir, exprimer), et surtout dans la préposition qui le précède, et dont la fonction consiste spécifiquement à « renforcer l'action, à la portée à un degré élevé ». (Rubertis cité par Ciaravino, *ibid.* p. 29)

« Design » renvoie ainsi au dessin en tant qu'expression d'une forme présente à l'esprit ou au dessein dans l'imagination de l'artiste. Il fait aussi référence à une pratique industrielle de la conception de mise en forme — architecturale, objets de la vie courante, interfaces graphiques ou objets éditoriaux... — une *mise en forme* qui, par définition, dépasse le cadre de la simple « utilité ».

Dans le contexte spécifique de notre recherche, il faut entendre ainsi par *design* à la fois le moyen de donner une forme à un champ de recherches (concepts, observations, données) que le processus de conception lui-même. De la même manière, nous nous intéresserons à l'homologie design-médium : dans les deux cas, objet et pratique (sociale). Définir le design passe également par la définition du designer. Or l'on sait très bien que si le designer « de formation » ou le design comme « attitude », plus qu'une profession, se caractérisent par leur souci de rendre intelligible une adéquation entre formes graphiques — objets, lieux, contenus conceptuels, communication d'un message — révélant ainsi la possibilité d'une synthèse dynamique entre technique, forme et économie selon l'expression de L. Moholy-Nagy : « Le design pour la vie » (Moholy-Nagy, 1947/2007). Comme a pu le montrer N. Potter, ces caractéristiques ne sont pas les seuls faits des designers, et la question des relations entre fond et forme, et entre forme et fonction sont bien plus complexes qu'il n'y paraît (Potter, 1969/2011, p.54). A l'image des travaux de la fameuse école du Bauhaus, dont les principes continuent de nous parler, et de la proximité que l'on peut faire avec des travaux qui étaient engagés avec la Gestalt Theory¹. En effet la relation « forme-fonction » peut être vue comme une déclinaison de la problématique gestaltiste « forme-sens-valeur ». Dans une section de son livre *Qu'est-ce qu'un designer ?* qu'il adresse à des fins pédagogiques, Potter précise :

¹ Voir à ce sujet les travaux de Rudolf Arnheim, sur lesquels nous reviendrons. Pour une approche globale voir l'article de Roy R. Behrens, « Art, design and Gestalt theory ». *Leonardo*, MIT Press, Cambridge, pp. 299-303. Voir également la discussion entre Roy Behrens, Brenda Danilowitz, William S. Huff, Lothar Spillmann, Gerhard Stemberger et Michael Wertheimer : « Gestalt theory and Bauhaus – A Correspondence », in : *GESTALT THEORY*, Vol. 34, No.1, Dortmund, 2012, pp.81-98

« Les étudiants seront prévenus, il s'agit là d'un point de vue : en repensant à l'étendue du *spectre* du design, ils comprendront à quel point le sujet est délicat. Les paramètres conditionnant l'apparence visuelle d'une production de design sont si nombreux que la main du designer semblerait obéir à une forme de « réquisition » bien différente de celle qui détermine une peinture ou une sculpture. Pourtant, certaines des expériences sur lesquelles elles reposent présentent des traits communs. Des transferts tout aussi variables sont donc possibles au vu des « sensations » que procurent les œuvres connexes issues d'autres disciplines (...) et devraient être encouragés. De la même manière, une sensibilité créative peut provenir de sources inattendues que l'on ne saurait trouver en se limitant à une seule de ces disciplines. » (Potter, 1969/2011, p. 22)

Il est particulièrement intéressant à cet égard de souligner que le terme de « requiredness » dans le texte d'origine, que Rosenthal et Visetti ont choisi de traduire par « réquisition » (Rosenthal et Visetti, 1999), fut emprunté à Köhler. Dans la version française du texte de Potter, il est mentionné ainsi :

« Chaque production de design repose sur deux facteurs manquants, qui donnent corps aux idées abstraites : la réalisation et l'utilisation. Ce sont là des réalités aussi insaisissables qu'insolubles, et qu'il ne faut jamais oublier lorsqu'on est devant une planche à dessin. De la même manière, toute discussion sur la philosophie du design ne doit jamais trop s'éloigner des détails pratiques, des catalogues et des exigences matérielles de toute sorte, car c'est par la qualité de ses décisions que le designer donne vie à toutes ces choses. Sa réflexion porte donc bel et bien sur « la place des valeurs dans un monde de faits » (voir le livre de Wolfgang Köhler, *The Place of Value in a World of Facts*), le résultat pouvant (ou devant) être une forme de discours qui ne serait toutefois pas de nature verbale. On peut dire du travail du designer qu'il mobilise les ressources d'un langage et qu'il peut être compris par des moyens non verbaux équivalents à l'intention, au ton, à la sensation et à la structure. » (Potter, Op.cit., p36)

En design graphique (mais cela est vrai pour toutes les formes de design), on nous enseigne que les outils que l'on utilise, de même que la manière d'agencer les formes graphiques que nous produisons, véhiculent du sens. Que cette production est dépendante de notre savoir-faire et qu'il faut toujours garder à l'esprit que le « rendu » de notre production est toujours intimement (ou doit toujours être intimement lié) avec le sens que l'on souhaite lui donner, à la réception et au message que l'on souhaite communiquer, et à l'intersection d'un réseau complexe d'intersubjectivités (ce qui est à la base de l'utilisation de la sémiologie visuelle dans les théories de la communication,

mais également en publicité, en marketing, entre autres). A quoi tient cette idée ou comment se met-elle en œuvre ?

De la même manière que toute mise en forme est une organisation perceptive particulière (cognition, gestalt, forme symbolique), comment la science, de plus en plus visuelle dans ses modes d'existence et de diffusion, entretient une relation privilégiée avec ce que l'on a coutume d'appeler *design*.

Le mythe d'une science qui serait dépourvue d'aspects stylistiques et dont la logique hypothético-déductive la débarrasserait de toute aspérité sensible se trouve-il dans un paradoxe du fait des nombreux outils très graphiques et visuels depuis l'avènement des technologies numériques ?

On a tendance à restreindre le design à une discipline liée aux arts appliqués, depuis le mouvement des Arts and Crafts et la révolution industrielle, à la fabrication de mobilier, d'architecture, parmi d'autres. Le design est également lié à l'histoire des sciences et des techniques : les années 1850 marquent une période importante car la culture matérielle européenne est à ce moment-là bouleversée dans les relations entre industrie et artisanat par l'avènement des machines qui peuvent produire des objets du quotidien de manière massive et standardisée. La modernité artistique et scientifique (Arts and Crafts, surréalisme, affichistes, industrie, mais également abstraction logique, positivisme et évolutionnisme) est liée à cet essor.

La matérialité du design et la naissance d'une discipline qui lui est liée depuis se situent entre la continuité du travail manuel, la volonté de donner forme à un matériau et la forme qui est produite, et le problème des qualités d'« esthétique industrielle » qui lui ont été attribués et qui ont fait objets de débats. Cette pratique « entre économie et morale » (Lantenois, 2010), a connu de nombreuses évolutions au cours du XX^{ème} siècle et dans le début du XXI^{ème} siècle.

Depuis le Bauhaus et les écoles avant-gardistes plaçant la recherche au centre de la pédagogie (comme le New Bauhaus et Ulm), la cybernétique de N. Wiener et les sciences de l'artificiel de H. Simon ont pu associer le design avec les théories de l'information et de la communication. Ce phénomène est plus particulièrement visible depuis les années 1980 où le terme « design » tend de plus en plus à se manifester dans le cadre de doctrines de management (Design Thinking), de modèles de conception (CK Theory), voire à être

associer au créationnisme tant le designer fait figure de « médiateur universel » (Intelligent Design).

C'est dans ce contexte où le terme design renvoie d'une part à un champ disciplinaire, s'inscrivant dans l'histoire de ces dynamiques entre technique, artisanat et industrie, mais également à un « signifiant flottant » dont les pratiques plurielles sont liées aux problématiques d'expression et d'expérience de manière élargie, comme aux théories de la connaissance.

Cette trajectoire historique rapidement décrite a contribué à ouvrir les champs d'un *design* dont les multiplicités se révèlent dans la question de la recherche au sein des milieux académiques, particulièrement depuis les années 1950-60 sur le plan international.

De nombreuses universités et grandes écoles ont intégré un département « design » à leurs cursus. En France, ces départements, longtemps appelés « arts-appliqués », ou « communication » n'ont pris l'étiquette de design que depuis la fin des années 1990, et la signature en 1999 du protocole de Bologne. La spécificité de la notion même de « recherche » dans les écoles d'art de « design » depuis est l'objet de débats. En effet elle est intimement liée à la question de la scientificité des pratiques et des savoirs qui sont enseignés dans ces cursus, mais également à celle du statut et du rôle de l'« artiste chercheur », ou du « designer chercheur » en laboratoires de recherche scientifiques, notamment en raison du développement de collaboration interinstitutionnelles.

L'enquête anthropologique que nous proposons est guidée par cette nouvelle situation, et les déplacements qu'elle occasionne. Il s'agit pour nous d'essayer d'en saisir la richesse et les déploiements, tant d'un point de vue d'un panorama historique et épistémologique que du point de vue des ouvertures pédagogiques qu'elle peut offrir.

B. 2. Esthétique

Pour des raisons qui tiennent à l'histoire récente des sociétés occidentales, lorsque nous disons « esthétique », nous entendons « œuvre d'art » ou science de l'art en tant que discipline. Cette identification fait un amalgame entre l'œuvre d'art et l'artefact esthétique. L'esthétique, qui est un champ de la philosophie qui s'autonomise tardivement au 18^{ème} siècle (Baumgarten, puis Kant en Allemagne) a donc aussi une histoire. Notre utilisation de la notion d'« esthétique » n'est pas mobilisée ici pour

définir les relations entre « art » et « design » ni d'étudier les convergences et les distinctions entre « art » et « science » ; toutefois si l'analyse critique de la notion d'œuvre d'art est nécessaire pour la compréhension des conduites esthétiques, c'est parce que ne pas faire la distinction entre artistique et esthétique, condamne à confondre ce qui est dans la notion d' « œuvre », et ce qui est dû à la relation que nous entretenons avec elle.

En effet, la qualification *esthétique* renvoie à une relation que nous pouvons entretenir avec une œuvre d'art, mais nous pouvons tout aussi bien entretenir une relation esthétique avec des objets ou des événements qui ne sont pas des œuvres d'art, tels que la théorie de l'art pourrait le dicter. La conduite esthétique ne se définit pas par les objets sur lesquels elle porte mais par la manière dont elle se rapporte à ces objets (quels qu'ils soient). Souvent, on considère que l'enjeu de la réflexion esthétique est une question de jugement, d'appréciation. Certes, mais cela n'implique pas que son but soit un jugement. On a tellement accordé d'importance au jugement esthétique, qu'en l'absence d'une légitimation « trans-subjective » (si nous pouvons nous mettre d'accord sur les mêmes propriétés et les mêmes qualités, les mêmes défauts, les mêmes perceptions, etc.) des évaluations esthétiques, la conduite esthétique échapperait à toute rationalité. Là où il faut se méfier du contresens qui voudrait que l'on réduise l'esthétique aux objets d'art, il ne faudrait pas non plus que la notion d'œuvre d'art se voit définie qu'en termes d'objet esthétique.

La question « Qu'est-ce qu'une œuvre d'art ? » est une question qui occupe une place de choix parmi les questions de la philosophie et de la théorie de l'art, et il est très difficile de la synthétiser. Néanmoins, nous emprunterons quelques pistes développées par J.-M. Schaeffer dans son livre *Les célibataires de l'art. Pour une esthétique dans mythe*², pour y répondre. Schaeffer montre tout d'abord en quoi cette question en elle-même n'est pas neutre. La position même du problème commanderait selon le philosophe à passer en revue tout ce qui existe afin de chercher un certain type d'objets et d'en définir des spécificités. Et cela revient à considérer que l'« œuvre d'art » devient une « catégorie », de même que l'« artiste ». Ce qui impliquerait également qu'il faille séparer les « œuvres d'art » et les autres œuvres humaines. Car il y aurait dans ce cas les œuvres d'art d'un côté, et tous les artefacts « non artistiques » de l'autre ? Et de qualifier ce que l'on appelle

² Schaeffer, J.-M., (1996) *Les célibataires de l'art. Pour une esthétique sans mythes*, Coll. nrf essais, Gallimard, Paris.

« artistique », qui devient une propriété à appliquer à certaines « classes » d'objets et pas à d'autre.

L'expression « œuvre d'art » est récente. Elle n'est en usage que depuis le milieu du XIX^{ème} siècle (Schaeffer, Op.cit., p. 24). Parce que préalablement la notion générale d'art s'appliquait à toutes les productions humaines en tant que différentes des œuvres de la nature. Autrement dit, tout ouvrage humain était une « œuvre » de l'« art », qu'il provienne des beaux-arts ou des arts mécaniques. La notion - même de Beaux-Arts, elle-même, ne remonte pas plus loin que le XVII^{ème} siècle.

L'idée commune d'œuvre d'art selon Schaeffer se résume essentiellement à cinq couches sémantiques (nous disons « grossièrement » car ici nous ne ferons que synthétiser les thèses, dont l'exposé nous aidera à mieux comprendre ce que nous allons développer plus loin en terme d'artefacts, à la croisée de chemins historiques et épistémologiques que le *design* a pu emprunter :

a) dans l'usage le plus immédiat, l'expression « œuvre d'art » fonctionne comme prédicat exemplifié par des « classes d'objets » dans lesquels on a reconnu des valeurs ou des qualités similaires. Cela suppose des modèles de référence. Le tableau est dans la catégorie d'objets pouvant être considérés comme œuvre d'art. Le code civil, la carte IGN ou le quotidien journalistique, a priori, ne le sont pas.

b) Le terme « œuvre d'art » peut faire référence à la biographie d'un objet que l'on a qualifié ainsi. Il s'agira de l'œuvre d'art comme œuvre d'un « art de faire ». Dans ces cas-là :

- L'œuvre d'art est un produit humain et non pas un objet ou un événement de la nature. Elle est créée et ouvragée par l'homme.

- Cela suppose une intentionnalité, une expressivité.

- Cette intention a souvent été identifiée d'ordre « esthétique ».
Et c'est le problème crucial.

Si l'on considère que l'intention esthétique est de donner lieu à une réception — source de plaisir, de divertissement, de contemplation — nous sommes face à un problème.

Le fait dans ce cas-là qu'une œuvre d'art ne soit pas « esthétique » n'implique pas forcément que toute préoccupation esthétique soit absente de sa création, ne serait-ce qu'en prenant l'exemple de Marcel Duchamp (dont le ready-made est le geste de référence pour l'esthétique chez Schaeffer). Il ne s'agit pas forcément d'une forme

« plaisante », mais plutôt de la volonté d'inscrire l'œuvre dans le monde de l'art comme dans une activité sociale spécifique. Déjouer des codes, des normes, en les intégrant.

c/ L'œuvre d'art n'est peut-être pas tant dans une intention que l'artiste souhaiterait donner (« je dis que c'est une œuvre d'art, donc c'en est une »), mais dans une attention qui est portée sur la production qui en résulte. C'est un processus d'évaluation, et de consensus, qui est mis en évidence par la fonction qui est donnée à l'œuvre (fonction politique, sociale, historique, valeur technique, habileté).

d/ L'œuvre d'art peut être entendue comme institution. Souvent on a pu considérer qu'une œuvre d'art en devient une dès l'instant où elle entre dans une institution (musée, exposition). Ce qui est indéniable sous de nombreux aspects. Mais alors cela pose la question de la « professionnalisation » des pratiques.

e) L'art a pu être défini selon sa nature institutionnelle sous deux formes :

- Dès l'instant où un objet intègre une institution dont la vocation est du domaine « social des arts », il devient « œuvre d'art ».

- Un objet devient « œuvre d'art » dès l'instant où il est *proclamé* comme tel par l'institution :

« En fait, elle n'est qu'une variante de la première conception : si tout ce qui est choisi par un artiste pour être de l'art est de l'art, il faut néanmoins que le choix soit le fait d'un individu déjà identifié – et donc reconnu – comme artiste, ce qui ne fait que transférer le critère institutionnel de la définition de l'œuvre sur celle du statut d'artiste. » (Ibid., p. 54)

La formation de l'artiste, l'inscription dans une communauté (l'exposition des aquarelles de mon grand-père dans sa mairie de l'Allier n'est pas la même chose que la rétrospective Manet au Musée d'Orsay, et pourtant dans son village mon grand-père est respecté et c'est un événement. C'est une question d'échelle, mais aussi de reconnaissance et de visibilité sociale.) Entre ces cinq couches circule le concept d'« œuvre d'art ». Cela ne constitue pas une définition, mais cela permet d'avoir une distance critique sur les modes d'évaluation. On pourrait également prendre l'exemple des tableaux peints de Winston Churchill. Au-delà de la valeur esthétique que l'on peut leur accorder, leur statut tient plus au fait que ce sont des tableaux de l'homme politique et du personnage célèbre qu'à l'appréciation de leur qualité esthétique³.

³ Le statut de « célébrité » dans l'invention de la figure moderne de l'artiste, et plus généralement, la visibilité comme capital social, ont été étudiés par Nathalie Heinrich dans son livre *De la visibilité. Excellence et singularité en régime médiatique*, Paris, Gallimard, « Bibliothèque des Sciences humaines », 2012.

Tout comme Potter envisage le travail du designer comme celui d'un artisan, J.-M. Lévy-Leblond dans son livre *La science n'est pas l'art*⁴, énonce la proposition suivante, en s'appuyant sur la « pensée gestuelle » de J. Mandelbrojt (2007) pour envisager un sentiment de beauté qui serait « propre à la science » :

« Si l'on récuse la vision élitiste d'une beauté abstraite, idéale et idéale, si l'on refuse la conception médiatique d'une beauté spectaculaire et séductrice, reste la possibilité d'une beauté artisanale et modeste. On trouverait dans la science, comme dans la plupart des activités humaines, une esthétique de l'adéquation entre formes et fonctions. Les outils intellectuels seraient ainsi semblables aux outils manuels, façonnés par un long usage et qui trouvent, sinon la perfection, du moins un équilibre harmonieux pleinement gratifiant dans l'adaptation aux usages qui sont les leurs. » (Lévy-Leblond, Op.cit., p.25)

Et qu'il commente plus loin en écrivant :

« Cette beauté-là, loin d'être objet d'une grandiose révélation, d'un dévoilement inaugural, serait le fruit d'une patiente élaboration. Seul un long travail de refonte et de remodelage des idées, débarrassés peu à peu des inévitables défauts de leur conception initiale, permettrait aux notions scientifiques d'atteindre une forme, sinon pure et définitive, du moins aussi nette que possible, dégageant progressivement une essence d'abord masquée ou brouillée. » (Ibid.)

B. 3. Pratiques de la Science

En nous proposant de traiter de la notion de pratiques associées à celle de science, il ne s'agit pas pour nous de définir les termes « pratiques » et « science » et d'en dérouler les évolutions historiques et culturelles de leurs acceptions, mais plutôt d'exposer les distinctions et des relations *pratiques* que nous souhaiterions faire entre « faire de la recherche » et « faire de la science ». La mise en évidence de telles relations présente un intérêt tout particulier dans le contexte historique récent de la recherche en écoles d'art et de design en France, et qui participe aussi du contexte intellectuel de notre recherche doctorale. Toutefois nous apporterons quelques éléments de précision.

⁴ Lévy-Leblond, J.-M., (2010), *La science n'est pas l'art. Brèves rencontres*. Hermann, Paris. Comme l'auteur le mentionne : « Cette conception instrumentale peut au demeurant s'appuyer sur les analyses de la « pensée » gestuelle » et de son importance dans les sciences comme dans les arts. » A ce propos voir : Jacques Mandelbrojt, (2007), « La pensée gestuelle dans la science comme dans l'art », in : *Alliage*, N°61, Décembre 2007, pp. 3-11. Voir également Gilles Châtelet, (1993), *Les enjeux du mobile : mathématiques, physique, philosophie*, Editions du Seuil.

Certainement que si nous abordons la notion de pratiques, nous devrions également préciser celle des objets en jeu. Dans cette thèse, les objets dont nous parlerons seront à la fois d'un point de vue matériel des documents écrits, des images graphiques, des instruments, et des dispositifs de production ou d'inscription de données, mais également des « objets » de savoir entendus comme des artefacts. Nous employons ici la notion d'artefact telle que Christian Jacob l'a énoncé, selon une approche constructiviste, à savoir « considérer les objets de savoir comme des artefacts, c'est-à-dire comme des objets fabriqués par la pensée et le langage humains. » (Jacob, 2011). Nous nous référons également au travail ethnométhodologique de Michael Lynch (Lynch, 1985, 1998, 2005), et pour l'étude de certains cas particuliers nous pourrions également emprunter à l'approche instrumentale de Pierre Rabardel (Rabardel, 1995, 2005).

Nous verrons d'ailleurs que les problématiques entourant les processus de fabrications d'objets « tangibles » par et pour la science sont au cœur des collaborations entre designers et scientifiques. Mais d'une manière générale, bien que nous évoquerons la question des appareils et des instruments, nous parlerons plus volontiers d'« objets » de laboratoires (Hacking, 1993), dont les propriétés *sémio-pragmatiques* (entre autres) sont étudiés pour être mises à disposition des chercheurs (Meunier et Peraya, 2004), notamment lorsque celles-ci impliquent l'utilisation, la conception et l'évaluation des modèles et données produites par les outils et instruments présents en laboratoires. Leur matérialité, et leur agentivité ont selon nous une influence très importante sur la construction de la connaissance scientifique. Les relations entre sciences et société et la place que prennent les activités de design dans la médiatisation de ces espaces de médiation soulèvent la question de la légitimité des *pratiques* et des définitions que l'on donne au terme design et aux activités de recherche auxquelles il renvoie. Grâce aux apports de la sociologie des sciences et des techniques, nous savons que la « fabrique de la science » inclut une diversité d'acteurs et de supports qui s'inscrivent dans des systèmes de légitimation et d'alliances (Latour, 1988). Jean-Luc Nancy, en conférence de clôture du colloque international « Chercher sa recherche.⁵ » qui s'est tenu en 2005 a proposé de distinguer deux aspects de la recherche :

⁵ Le colloque *Chercher sa recherche. Les pratiques & perspectives de la recherche en école supérieure d'art* s'est tenu à Nancy les 12 et décembre 2005. Ce colloque a été organisé à l'initiative de la Délégation aux arts plastiques et avec le concours de l'Ecole nationale supérieure d'art de Nancy, par un comité de pilotage réunissant des responsables et des professeurs d'écoles supérieures d'art, des universitaires et des artistes. Il se proposait de donner la parole à des enseignants et artistes qui, en France ou à l'étranger, se sont constitués

« Il y a la recherche de la visée, de l'activité et de la maîtrise. Et il y a la recherche du pressentiment, de la rencontre, de l'exploration et de l'accueil, de la réceptivité. Et à ce moment-là, selon l'usage ordinaire des mots, la recherche désigne plutôt le premier type d'activité, c'est-à-dire la visée de l'objet manquant à sa place. Et c'est au nom de cette visée, qui est une visée profondément moderne, c'est-à-dire datant de la Renaissance, que l'idée même de recherche a pu surgir. »

Dans la relation entre « pratiques de recherche » et « pratiques scientifiques » nous étudierons les tensions, les distinctions de « cultures » qui ont pu être pensées entre art et science, pour envisager en quoi et comment le design peut faire apparaître des « zones de négociation ».

C. Démarche

De nombreuses recherches récentes se penchent sur les problématiques que nous venons de présenter, notamment sur l'utilisation et la fabrication des images en sciences, sur la dimension esthétique des données, et ce dans des disciplines aussi diverses que les Technologies de l'information et de la communication, la sémiotique, les *digital humanities* (ou « humanités numériques ») ou même en histoire de l'art, en sociologie et dans les pratiques de recherche en écoles d'art. Lorsque l'on parle d'esthétique, on songe à une activité ou une expérience perceptive. Très souvent on a pu restreindre cette activité, cette expérience, à l'art ou aux disciplines artistiques. Or l'expérience esthétique est une expérience sensible qui intervient dans toute activité humaine, y compris dans les pratiques « scientifiques ».

Le langage employé dans la description des phénomènes physiques, naturels ou sociaux est relativement codé, normé, et soumis à des règles qui ont beaucoup été étudiées, aussi bien dans leurs évolutions au cours de l'histoire et de la formation des disciplines que dans leur rapport à la construction de la connaissance. En revanche, les images, graphiques, cartes, dessins, diagrammes, produites par les scientifiques ou issues des laboratoires de recherche, ont été relativement peu analysées avant les années 1970 (Bigg, 2014). Mais c'est surtout depuis l'avènement de la sociologie des sciences de laboratoires que de nombreuses et riches études portent sur le statut des images dites « scientifiques », et se penchent sur la nature de leur production, ou s'interrogent sur la manière dont leur production affecte la production même de la connaissance

avec leurs étudiants en équipes de recherche, et d'ouvrir le débat autour de la reconnaissance de cette activité dans le cadre de l'harmonisation européenne de l'enseignement supérieur.

scientifique, au-delà (ou en deçà) d'une illustration ou d'un outil de diffusion et de monstration du savoir.

On peut penser que l'expérience et les modalités d'expression spécifiques sont liées à la fabrication d'artefacts. Si les arts, visuels, graphiques, nous permettent d'expérimenter d'une manière assez immédiate ce type d'expérience, et si l'utilité de la production d'images, illustrations, schémas, diagrammes n'est plus à prouver dans la production scientifique, la multiplication des techniques modernes de présentation et de mise en forme des données, des résultats et du discours scientifique nous conduit à nous interroger sur le rôle des déterminations esthétiques dans les modes de production du savoir scientifique. Cela suppose de s'interroger d'abord sur les relations entre « faire-art » et « faire-science », aux nouvelles problématiques de recherche en art, à la relation des sciences à la diffusion des recherches et à la médiatisation de leurs résultats, et aux nouveaux espaces de collaboration et dialogues méthodologiques qu'ils supposent.

Dans cette thèse nous étudierons le statut de la production des artefacts dans la construction de la connaissance scientifique, en proposant l'hypothèse que la fabrication des données et des résultats, et la hiérarchisation de leurs valeurs factuelles, peuvent faire émerger des styles de pensée, et révéler des *patterns* esthétiques (Hanson, 1958/2001) selon trois principaux axes :

1. Le recours à l'image est omniprésent dans les pratiques de la science, et ce à tous les stades de la recherche : dans les intuitions des scientifiques, dans leur manière de concevoir des protocoles expérimentaux, au travers des instruments de laboratoires, dans la diffusion des données, et dans les publications. Dans cette optique, il nous semble important de revenir sur la question de l'image et des pratiques de mises en forme visuelles à l'œuvre dans la recherche scientifique.

2. Ce constat de pratiques de mise en forme de textes et d'images fait apparaître la nécessité d'une investigation qui se situe dans l'héritage de la sociologie des sciences et les analyses épistémologiques selon deux points principaux :

a) Dans les études sur l'image en ce qu'elles ne se restreignent pas simplement aux cadres d'analyse et de l'interprétation de l'histoire de l'art ou de la sémiotique visuelle, mais également dans des processus situés dans le social, le matériel (technique et tangible) et le culturel (politique et anthropologique).

b) Dans les études de laboratoire et de la perception esthétique, qui sont intimement liées à la hiérarchie des valeurs factuelles et aux modes de raisonnement.

3. Dans la mesure où le design peut apparaître (ou se revendiquer) comme un réconciliateur entre des dichotomies qui ont été construites pour séparer des pratiques et des savoirs (art / science, nature/culture, art/industrie, objectif/subjectif, matériel/imaginaire, parmi d'autres), il s'agira d'étudier en quoi et comment le – ou un - design s'intègre dans des hybridations et comme « modalité des relations ».

C.1. Cadres de réflexion

Notre inscription en anthropologie va au-delà d'une disponibilité de certaines méthodes comme le recours aux observations, aux entretiens, aux dessins et aux compte-rendu qui sont pour nous familières sous certains aspects de par notre formation de designer graphique, qui nous a entraîné à avoir une réflexivité indispensable à notre problématique. Même si l'histoire du design comme champ d'étude est riche d'exemples qui donnent à penser, que nous mobiliserons dans des cas précis de notre analyse, ce n'est pas sur celle-ci que nous nous appuyerons le plus. L'apport considérable des études en anthropologie des sciences et des techniques de de même que les études en ethnométhodologie sur les pratiques de recherche et la construction visuelle de la connaissance scientifique sont les références privilégiées de notre étude. L'actualité éditoriale redécouvrant ou remettant à l'honneur ces travaux, notamment dans des enjeux de problématisation anthropologique des images (Belting, 2001/2004), nous semble appuyer notre positionnement.

Pour autant, il ne s'agit pas d'une anthropologie de laboratoire ou de terrain à proprement parler. Il s'agit plutôt d'une anthropologie sémiotique, historique et épistémologique, qui nous a conduit à sélectionner des exemples pertinents pour déplier notre étude. Nous avons eu recours à des observations de terrain, à l'occasion d'un séjour au Medialab de Sciences-Po à Paris. Au sein de ce laboratoire nous avons pu échanger et participer aux réunions de l'équipe, centrales dans la communication et l'élaboration des projets qui y sont menés, de même que participer activement au projet AIME de B.Latour, dans les phases d'élaboration de l'interface qui a accompagné son livre *Enquête sur les modes d'existence. Une anthropologie des Modernes* (2012)

Les sciences de l'information et de la communication, notamment les recherches de B.Jurdant (2009) et Y.Jeanerret (1994), de même que les nombreux travaux plus orientés en épistémologie et en histoire des sciences sur le statut de l'image en laboratoire scientifique (Allamel-Raffin, 2006, 2011), en sémiotique du design (Beyaert-Geslin, 2012) et en sémiotique de l'image et de l'énonciation visuelle (Bordron, 2005, 2014 ; Dondero et Fontanille, 2012)⁶, ont mis en avant la spécificité des supports visuels accompagnant la production de la connaissance scientifique, et la place importante de leur médiation dans la vulgarisation scientifique, de même que les modalités dont cette pratique (si l'on peut la considérer comme « une »), éclaire la science elle-même. Nous emprunterons ainsi à la spécificité de ces approches dans certains cas d'études que nous proposons.

C.2. Outils d'analyse

L'histoire des sciences humaines et sociales comme l'histoire des techniques sont jalonnées de « tournants ». W.J.T Mitchell a proposé un équivalent visuel au paradigme, le « tournant pictorial », qui correspond à un revival visuel tant dans les pratiques savantes qu'ordinaires.

Cette présence des images, qui a été qualifiée de phénoménologique (Freedberg, 2009), est également une nouvelle direction que certains chercheurs ont mise en avant, pour penser la manière dont nous « rencontrons les objets plutôt qu'on ne les interprète » (Moxey, 2008). Il s'agira donc de voir comment entre ces deux approches nous pouvons établir des relations.

Etudier les modes de raisonnement et les styles de pensée sera également une étape importante dans ce développement. En effet, la présence matérielle et technique des « tournants », que l'on a pu faire émerger ces dernières années de manière exponentielle, nous semble, dans le cas des images scientifiques, intrinsèquement liée aux instruments

⁶ Ces études sont augmentées de nombreuses collaborations entre les auteurs, en publications comme en direction d'ouvrages. Pour certaines publications collectives emblématiques, se référer à: La démonstration scientifique et l'image : approches sémiotiques, Visible n° 11 (avec S. Shirkhodaei et V. Lloveria), articles de C. Allamel-Raffin, M. Colas-Blaise, F. Edeline, B. Leclercq, O. Le Guern, L. Meslin, T. Migliore, PULIM, 2014, 182 p. ISBN : 978-2-84287-605-0; Arts et sciences : approches sémiotiques et philosophiques des images, avec Maria Giulia Dondero (articles de C. Allamel-Raffin, A. Beyaert-Geslin, J.F. Bordron, M. Colas-Blaise, B. Darras, M.G. Dondero, J. Fontanille, O. Le Guern, F. Wesemael), Presses universitaires de Liège, 2014, 183 p. ISBN : 978-2-7562-039-2. Accessible sur : <http://hdl.handle.net/2268/164222>, ou encore : Image et démonstration scientifiques (articles de C. Allamel-Raffin, J.F. Bordron, M. Colas-Blaise, M.G. Dondero, F. Edeline, B. Leclercq), Nouveaux actes sémiotiques n° 114, 2011. <http://epublications.unilim.fr/revues/as/2730>.

et appareils utilisés dans les pratiques de laboratoire. Dans ce contexte, sans nous revendiquer pour autant d'une histoire ou d'une philosophie des techniques, il nous semble important de réfléchir aux signes produits dans la construction de la connaissance scientifique par le « travail » de l'image, et ce que l'on considère comme « design ». Aborder la notion de « design » en ce sens nous apparaît pertinent à rapprocher de la notion de *Denkstil* (Fleck, 1935/2005).

L'anthropologie sémiotique nous semble également inséparable sur de nombreux aspects de l'étude la production des formes symboliques. La philosophie des formes symbolique et d'autres travaux de E. Cassirer nous serviront de ressources ponctuelles d'outils au fil de notre argumentation, notamment pour aborder les notions de plasticité et d'expression, que nous relierons avec les cadres d'analyses offerts par la perspective microgénétique de V. Rosenthal.

D. Problématique

Interroger le rôle du design et des déterminations esthétiques dans les pratiques de la science dont les productions consistent en comptes rendus écrits nous semble aller bien au-delà du rappel que tout discours comporte nécessairement une charpente rhétorique, à plus forte raison quand l'enjeu est d'emporter l'adhésion de ses pairs.

De même que la perception du « réel » ne se départ jamais des dimensions expressives et physiologiques qui traversent toute expérience sensible, la mise en forme du réel (théories, modèles, données) par le savant est toujours soumise à la tension d'une esthétique, étroitement dépendante des médiations sémiotiques en jeu.

Les laboratoires de recherche étant soumis de plus en plus à des rapports d'activités dépassant de loin la seule qualité scientifique des travaux des chercheurs, pour aller vers une économie des savoirs, la mise en valeur des travaux, autant en termes de rayonnement, que de compétitivité et d'évaluation, exige de nouveaux outils de diffusion et de publication. A l'heure d'une démocratisation des outils de traitement d'image, de présentation dynamique, d'édition électronique, etc., la frontière mouvante entre les données récoltées et celles produites conduit à reconfigurer le rôle des acteurs (ou des fabricants) de la science.

On peut ainsi voir émerger un « style » scientifique, ou en tous cas une volonté de « faire science » dans des disciplines d'héritage artistique, tout comme l'on constate une volonté de plus en plus partagée de rendre le contenu de recherches parfois arides pour les non-spécialistes, plus attrayantes ou accessibles, par le travail des images ou la mise en forme des données qu'elles produisent, ou que l'on souhaite mettre en évidence.

Ce qui nous conduit à nous demander ce qu'il en est des implications de ce que l'on englobe sous l'étiquette générale de design dans l'architecture de la science. S'agit-il d'un simple outil didactique, d'une illustration, ou d'un processus inhérent à la production et à la transmission du savoir ? Plutôt que de construire un plaidoyer pour la recherche en design ou en art en tant qu'approche singulière de la recherche scientifique, ou bien comme approche s'en démarquant de manière systématique, le but ici est de comprendre les implications de la pratique du design (graphique) dans la construction de cette médiation.

L'idée n'est donc pas simplement d'étudier comment les artistes et les professionnels de l'image s'approprient les outils scientifiques pour donner forme et légitimité à des champs problématiques issus des écoles d'art et de design, ou comment la science instrumentalise des compétences et une iconographie issue du monde de l'art pour diffuser ses résultats, mais aussi et surtout de réfléchir aux dynamiques esthétiques produites par les outils utilisés et façonnés par les chercheurs dans la construction de la connaissance scientifique.

E. Plan de la thèse

Cette thèse se compose de deux parties. La première partie porte sur la science du visuel et la visualité de la science. La tension que nous souhaitons mettre en évidence par cette figure rhétorique, est celle qui existe entre la matérialité des productions scientifiques et l'agentivité (s, 1998/2007), dans la construction de la connaissance au sein de laboratoires, et procédant de la *fabrication* d'images. Pour ce faire, nous débuterons cette partie par un chapitre sur le « tournant iconique », dans lequel nous reviendrons sur les principales caractéristiques des discussions à l'œuvre dans le champ de la culture visuelle et des *Visual Culture Studies*, telle qu'il a émergé dans le sillage du « tournant pictorial » de W.J.T. Mitchell, pour introduire les cadres d'analyses de la démarche d'anthropologie de l'image telle que H. Belting l'a proposé. Dans le chapitre suivant, nous aborderons la problématique des « Deux cultures » tel que C. P. Snow l'a décrit, et les relations que

l'acte d'image (Bredekamp, 2007/2015), particulièrement par le dessin d'observation, tisse entre pratiques artistiques et scientifiques. Nous tenterons ensuite d'étudier en quoi l'« objectivité mécanique » (Daston et Galison (2007/2012) a amorcé une nouvelle relation aux appareils d'enregistrement et à la « preuve » par l'image. L'administration de la preuve et la stabilisation de la « bonne forme » est ensuite ce qui guidera notre étude en chapitre trois, en nous appuyant sur ce que L. Fleck a appelé les « styles de pensée » et la construction collective de la connaissance, de même qu'à la notion de « connaissance tacite » (Polanyi, 1958/1962 ; 1969). Ce qui nous servira pour réfléchir à la notion d'habileté et de pratique, ou ce que I. Hacking a étudié comme le « style de laboratoire » et les modes de raisonnement, en tant que produits d'une construction socialement et intimement liée à ce que nous aurons décrits précédemment. Nous essaierons de dresser en filigrane de cette première partie ce que nous souhaiterions appeler une critique de la notion de « performativité » pour privilégier celles d'« expressivité » et de « plasticité » du design dans les pratiques de recherche scientifique.

Dans la deuxième partie, ensuite, nous étudierons les relations entre design et mise en forme graphique, et la notion de visualisation dans la médiatisation des phénomènes observés. Nous débuterons notre examen par les relations entre design et systèmes de signes graphiques en présentant un certain nombre de tentatives de langages universels et de grammaires de formes graphiques qui ont marqué l'assimilation du design au langage. Puis, en empruntant aux cadres d'analyse proposés par J.F. Bordron, l'image horizon, l'image écriture, et l'image événement, nous étudierons la relation à la notion d'objectivité dans la cartographie dynamique et la simulation numérique.

Finalement il s'agira de présenter plusieurs terrains d'observation ethnographique de collaborations entre designers et scientifiques, dans lesquels le design intervient selon des strates différentes. L'objectif de cette deuxième partie sera de proposer des éléments d'éclairages sur la situation d'un *design en recherche*⁷.

⁷ L'expression « design en recherche » provient d'un groupe d'étude formé à L'université Paris 1 au sein du département Design et Environnements dirigé par P.D. Huyghe. En 2013, soucieux de trouver le moyen de nous fédérer et de se soutenir, Marine Royer, Caroline Bougourd et nous-même avons fondé une association de doctorants sous le nom de « design en recherche ». L'objectif de cette association était de constituer un réseau de jeunes chercheurs ayant le design comme intérêt, et de permettre à d'autres doctorants de débiter un travail de thèse avec la possibilité d'autres expériences similaires et de séminaires réguliers. En 2013, nous étions 23 doctorants et jeunes chercheurs, inscrits dans 14 disciplines universitaires différentes. En 2016, le réseau compte 48 doctorants et 10 jeunes chercheurs, inscrits dans 18 disciplines différentes.

Partie 1

Sciences du visuel et visualité de la science

Chapitre 1

Le tournant iconique dans les pratiques scientifiques

Les dernières décennies du 20^{ème} siècle ont témoignées d'importants changements théoriques et institutionnels dans les savoirs de l'image. En Allemagne et dans le monde germanique se sont structurées des « sciences de l'image » (*Bildwissenschaften*) qui, en lien étroit avec la discipline de l'histoire de l'art, se sont déployées dans tous les domaines des sciences humaines et sociales, y compris celui de l'anthropologie et de l'histoire des sciences. Dans le monde intellectuel anglo-américain, c'est même à la naissance d'un champ de recherche autonome, les *Visual Culture Studies* (ou *Visual Studies*), que ces changements se manifestent au début des années 1990. À la suite de l'essor des *Cultural Studies* aux États-Unis à partir de la décennie précédente, ces « études visuelles » se sont émancipées de la discipline de l'histoire de l'art pour interroger toutes les formes d'artefacts visuels, ainsi que les pratiques de regard ordinaires, mais aussi savantes et scientifiques (Boidy, 2014). Ces changements institutionnels ont accompagné l'annonce d'un certain nombre de « tournants » qui restent souvent mal compris dans leurs implications. Ce chapitre se propose de procéder à une clarification de leurs fondements sur le plan de la science, aussi bien comme démarche de recherche que comme objet d'étude.

Nous considérerons ici la formulation de deux tournants principaux : le « tournant pictorial » (*pictorial turn*) et le « tournant iconique » (*iconic turn*). L'un et l'autre ont été définis en écho au « tournant linguistique » (*linguistic turn*) théorisé par le philosophe américain R. Rorty durant les années 1960, bien que l'une des premières occurrences de l'expression « tournant linguistique » soit attribuée à G. Bergman qui, en 1953, l'a

formulé pour qualifier la démarche philosophique héritée de L. Wittgenstein. L'expression a donné son titre au célèbre ouvrage *The Linguistic Turn. Recent Essays in Philosophical Method* (1967). Comme le résume Rorty, l'histoire de la philosophie se résumerait à une succession de tournants, au fil desquels « un nouvel ensemble de problèmes émerge sur les ruines d'un ancien » : « La philosophie antique et médiévale mettait les choses au centre de son épistémè, la philosophie telle qu'elle se développa du XVIIe au XIXe siècle mettait en avant les idées, et aujourd'hui c'est avec les mots qu'on tâche d'éclairer la scène philosophique.» (Rorty, 1990, p. 295 ; Mitchell, 1994)

Là où le tournant linguistique marquait un changement de paradigme au sein de la philosophie, signifiant que toute analyse du monde et de ses objets devait préalablement passer par une analyse de ce qui donne accès au monde - le langage -, le « tournant pictorial » et le « tournant iconique » pointent autre chose : montrer que si le langage est une voix d'accès au monde, il est loin d'être la seule. À une époque de plus en plus marquée par la prolifération du visuel, l'omniprésence des images et de ses médias, il y aurait urgence à rendre compte des nouveaux modes (non nécessairement linguistiques) par lesquels nous évoluons et nous nous orientons dans le monde. C'est ce que nous allons développer maintenant en commençant par étudier le tournant « iconique ». L'expression renvoie aux approches germanophones de manière privilégiée, mais non exclusive (Moxey, 2008), et c'est notamment en raison de cette non-exclusivité que nous l'avons retenue dans le titre donné à ce chapitre. L'autre raison de ce choix concerne la notion riche et polysémique d'« iconicité » dans le champ des savoirs visuels, notamment dans la tradition sémiotique, sur laquelle nous reviendrons dans la seconde partie. Précisons à ce sujet que nous souhaitons distinguer l'*iconic turn* de G. Boehm et la notion d'« iconicité » dans ce chapitre afin d'éviter toute confusion :

« The words « ikonisch » (iconic) or « ikonik » (the Iconic) — Max Imdahl took up the latter and made it his theoretical trademark — therefore have no relation to the « icon » introduced by Peirce as a pictorial sign. This is probably worth nothing for an American reader acquainted with it. However, in the german-speaking realm, Peirce 's concept is, if not unknown, then not particularly prevalent here.» (Boehm, 2009, p. 13)

Nous exposerons successivement les thèses des principaux théoriciens allemands contemporains de l'image que sont G. Boehm, H. Bredekamp et H. Belting. Dans un second temps, nous décrirons ce que recoupe la notion de « tournant pictorial » (*pictorial turn*), ancrée dans le champ américain et spécifiquement associée à la figure

intellectuelle majeure des *Visual Studies* qu'est W.J.T Mitchell. À l'issue de ce tour d'horizon, nous découvrirons que ces travaux partagent un intérêt privilégié pour la relation qui est censée unir la scientificité et la visibilité. C'est sur cette relation que nous nous focaliserons dans la dernière partie de ce chapitre, en considérant successivement deux aspects : d'une part, la constitution d'un projet de « science de l'image », que reprend l'expression allemande *Bildwissenschaft*, mais aussi certaines publications anglo-américaines récentes (Mitchell, 2015) ; d'autre part, le rôle qu'a joué l'image ou la notion de culture visuelle dans l'étude des sciences, ou plus précisément dans le champ appelé les *Science Studies*. En conclusion, nous verrons que de ces champs, et de ces divers tournants épistémologiques, émergent des similitudes et des traits communs, dont l'identification nous donnera les outils conceptuels pour nos réflexions des chapitres suivants.

I. I. Le tournant iconique

La revue franco-allemande *Trivium* a consacré en 2008 son premier numéro au « tournant iconique », co-dirigé par G. Didi-Huberman et B. Stiegler. Rassemblant des essais d'intellectuels francophones et germanophones venant des horizons tels que la littérature, l'histoire, l'art et la philosophie, ce numéro avait pour objectif de faire un bilan critique des débats français et allemands autour de ce tournant. Si la notion de « tournant iconique » tend à fédérer un vaste ensemble d'approches visuelles contemporaines dans le monde germanique, elle est toutefois à l'origine plus particulièrement attachée aux travaux de l'historien de l'art G. Boehm (1994). Comme ce sera le cas pour le « tournant pictorial », il s'agit pour nous de décrire ce que désigne cette étiquette, mais aussi certaines implications qui lui sont sous-jacentes. Deux traits importants tout particulièrement, comme nous le verrons en étudiant ci-après les sous-disciplines de l'histoire de l'art les plus productives à l'heure actuelle.

I.I.1 L'origine du tournant iconique : Gottfried Boehm

L'origine de l'étiquette de tournant pictorial dans le champ académique allemand correspond au livre collectif intitulé *Was ist ein Bild ?* [Qu'est-ce qu'une image ?] édité par G. Boehm en 1994⁸. Chez Boehm, la notion de tournant iconique est intimement liée à

⁸ Gottfried Boehm (éd.), *Was ist ein Bild?*, Munich, 1994.

la tradition herméneutique et phénoménologique allemande, à laquelle lui-même appartient (Stiegler, 2008). Tout l'enjeu consiste à penser l'héritage et l'actualité de ces traditions de pensée largement ancrées dans des approches textuelles sur le plan des significations et des effets visuels. Cela n'en relie pas moins la définition même du tournant *iconique* à celle du tournant *linguistique* par Rorty (Belting, 2007) :

« Au xx^e siècle, après Kant et Nietzsche, la philosophie s'est tournée vers la critique du langage. Chez Husserl, Freud, Wittgenstein, Heidegger, Merleau-Ponty, Derrida et Castoriadis, on peut observer, entre autres, deux pas : le premier veut démontrer que toute connaissance dépend en principe du langage, afin de faire basculer les fondements de la métaphysique et de l'objectivisme. Ce tournant, dans sa forme précise donnée par la philosophie analytique, a été décrit comme *linguistic turn*. Le concept fut employé pour la première fois en 1967 par le philosophe américain Richard Rorty comme titre d'une anthologie. Le second pas consiste en ce que la vérification de la capacité du langage conduit à son dépassement. Dans cette perspective, le *linguistic turn* verse en toute logique dans l'*iconic turn*, car dès qu'il s'agit de fonder la vérité de propositions, il faut avoir recours à des moyens extra linguistiques. L'action d'indiquer ou de montrer est redécouverte comme base de la parole. Le potentiel imagé du langage revient à une métaphorologie, telle que l'a, par exemple, développée le philosophe Hans Blumenberg, s'appuyant entre autres sur Nietzsche, comme en étant la racine authentique. Pour eux, les concepts sont des métaphores refroidies. » (Boehm, 2008)

Le propos de Boehm fait écho à de nombreuses autres considérations contemporaines portées sur le statut des images associé à ce tournant pictorial. D'un côté, ce tournant consiste à reconnaître aux images une autonomie : elles ne sont pas réductibles au langage et comportent toujours un surplus (sémantique ou phénoménologique) par rapport au texte. Boehm le souligne lui-même :

« les images possèdent une logique propre qui n'appartient qu'à elles. [...] Elle n'est pas parlée mais réalisée en étant perçue. » (Boehm, *ibid.*)

D'autre part, la définition de la valeur esthétique ou épistémologique des artefacts visuels rend la comparaison avec les artefacts linguistiques incontournable : même si un statut autonome de l'image existe, il est indispensable d'en méditer l'autonomie *vis-à-vis du langage*. Le tournant iconique désigne avant tout la redécouverte d'une puissance des images que l'analogie avec le langage, ou la construction de modèles interprétatifs sur des bases linguistiques (philosophie analytique, structuralisme, ...) a refoulé par le passé, impliquant de fait une relation de pouvoir vis-à-vis du langage qu'il est nécessaire de considérer comme un fait en soi, et notamment dans l'histoire des sciences.

II.2. Le tournant iconique en son sens élargi : anthropologie des images et iconographie politique

En son sens élargi, le « tournant iconique » concerne également d'autres penseurs. C'est que cette notion est intimement liée à l'émergence de nouveaux champs de recherche au sein de l'histoire de l'art allemande. Parmi ces champs figurent l'anthropologie de l'image (*Bild-Anthropologie*) et l'iconographie politique (*Politische Ikonographie*). À ces deux champs sont respectivement associées deux figures majeures de l'histoire de l'art allemande contemporaine, dont il nous faut maintenant aborder plus en détail les épistémologies visuelles afin de compléter ce tour d'horizon.

II.2.1 Image et medium : Hans Belting

La carrière intellectuelle de H. Belting trouve son ancrage dans une considérable réévaluation du rôle de l'image dans les sociétés médiévales occidentales (Belting, 1998a ; Belting, 1998b). L'importance est double du point de vue de la discipline de l'histoire de l'art. D'une part, elle implique des considérations d'ordre anthropologique, liées aux pratiques d'images plus qu'aux objets proprement dits. Ce n'est donc plus la science historique qui domine, mais une approche plus ouverte au comparatisme entre les pratiques visuelles en différents lieux et à différentes époques, afin d'en identifier les parentés et les différences, les origines et les résurgences. Les principales pratiques documentées par Belting sont l'iconoclasme, et son pendant, l'idolâtrie, dont il a étudié les relations aux pratiques religieuses chrétiennes en Occident. On le sait, l'essor du protestantisme au tournant du 16^{ème} siècle est très lié à une querelle des images avec la tradition catholique. Huit siècles plus tôt, c'est à Byzance qu'une crise iconoclaste longue d'un siècle a ponctué les relations du pouvoir religieux au pouvoir politique.

Cette réévaluation de la place sociétale accordée aux images présente également une importance en ce qu'elle a déplacé le projet de la discipline de l'histoire de l'art vers celui d'une histoire des images. Étudier « l'histoire des images avant l'époque de l'art », comme l'indique Belting dans le sous-titre de l'édition française de son livre *Image et culte*, relève plus de la nécessité que du choix. La catégorie moderne d'art, forgée à la Renaissance, n'étant pas opératoire pour penser les artefacts médiévaux, même lorsqu'il s'agit de peintures et de sculptures, cela implique en effet un considérable basculement intellectuel vers une approche scientifique interdisciplinaire générale du fait visuel. Comme l'a remarqué le théoricien littéraire B. Stiegler, Belting « cherche à transposer l'histoire de l'art en une science de l'image, profilant la question de l'image comme une

question anthropologique fondamentale et projetant ainsi une science de l'image comme *anthropologie de l'image* » (Stiegler, 2008). Remarquons au passage que ce projet intellectuel n'est pas sans lien avec nos propres recherches, dont nous pouvons partiellement résumer l'ambition sous l'angle d'une anthropologie du *design* scientifique.

Si l'anthropologie de Belting considère les pratiques visuelles humaines, la nôtre s'intéresse aux enjeux pratiques du design dans le domaine scientifique, et les deux démarches se concentrent autant sur des pratiques « sur le terrain » que sur la redéfinition contemporaine des cadres de réflexion pour en rendre compte.

À partir de ce « tournant anthropologique », dont l'expression la plus aboutie figure chez Belting dans *Pour une Anthropologie des images*, la définition de la notion d'image devient intimement associée à la notion de « médium » (Belting, 2001/2004). Elle se confronte en réalité à un paradoxe : la circulation des représentations est indissociable de la matérialisation de leur apparition. Ce paradoxe amène Belting à développer une approche en termes de « médium » et d'« incarnation » : « La notion d'image ne peut que tirer avantage à ce qu'on considère image et médium comme les deux faces d'une même pièce : on ne saurait les dissocier l'une de l'autre, même si elles sont distinguées de fait par qui les regarde et qu'elles représentent des choses différentes. » (Belting, 2001/2004, p. 20). Pour Belting, aborder les images en fonction de leur médium fait également revenir le corps humain au centre du débat, faisant du corps ou de la mémoire humaine des « médias » où les représentations s'archivent et se concrétisent :

« Toute image matérielle ou technique a besoin pour apparaître d'un support dans lequel elle puisse s'incarner et éventuellement se transmettre. C'est par le concept générique de "médium" que je désigne ici les divers moyens utilisés ou inventés par l'homme pour satisfaire à cette indispensable condition de possibilité. Il peut s'agir aussi bien de supports inanimés (la pierre d'une statue ou le panneau de bois peint d'un portrait, par exemple) que vivants (essentiellement le corps humain et ses facultés d'imagination et de mémoire). » (Belting, 2001/2004, p. 7)

Par-delà l'ancrage « anthropologique » du propos de Belting et la place qu'occupent ses écrits dans la mise en évidence du tournant iconique, il convient de retenir cette insistance sur la matérialité visuelle et sur les éléments qui la composent, qui la rendent possible. D'une part, cette caractéristique range cette approche parmi d'autres « matérialismes du visible » dans la théorie visuelle contemporaine (Boidy, 2016a). D'autre part, et plus précisément, elle pointe une relation entre le « tournant iconique » et un « tournant matérialiste » sur lequel nous reviendrons en conclusion de ce chapitre,

en considérant en quoi la présence des images, le « visuel » (comme nous avons qualifié dans l'introduction de cette partie), est affaire de matérialité.

II.2.2 Histoire de l'art et iconographie : Horst Bredekamp

Un tour d'horizon théorique du tournant iconique dans les savoirs de l'image germanophones nécessite également d'aborder les travaux de l'historien de l'art H. Bredekamp. Selon l'analyse qu'en propose Stiegler, l'œuvre de Bredekamp a entrepris « la tentative de lier science de l'image et science de l'art, d'imbriquer des questionnements relevant de la science de l'image et des concepts et méthodes venant de la science de l'art, autrement dit de comprendre la science de l'image *comme* une recherche sur l'image » (Stiegler, 2008). Science de l'image et science de l'art sont donc indissociables, et participent d'une réflexion permanente sur les frontières poreuses de l'art et du champ visuel. Les objets retenus par Bredekamp s'en ressentent.

Parmi ses ouvrages majeurs figure tour à tour une réflexion sur le célèbre frontispice du *Léviathan*, traité politique du philosophe anglais Thomas Hobbes (Bredekamp, 2003), ou un travail approfondi portant sur les dessins du naturaliste Charles Darwin comme mise en forme de sa célèbre théorie de l'évolution (Bredekamp, 2008). Que le frontispice ou les dessins de Darwin puissent être de l'art, ou puissent trouver des influences ou des descendances dans des œuvres, fait partie du questionnement de Bredekamp, en reconnaissance du fait que l'enjeu politique d'une gravure représentant l'État moderne ou l'enjeu épistémologique de traits à la plume sur du papier dépasse toute nécessité d'ancrage dans le champ artistique⁹.

Les termes dans lesquels Bredekamp a considéré les traits définitoires du tournant iconique ne sont pas inintéressants à considérer à l'aune de ce qui fait la spécificité de ses travaux :

« Si l'archéologie et l'histoire de l'art, qui sont les disciplines originelles de l'image, ont réactivé leurs traditions en tant que sciences historiques de l'image, si la science du film place au premier plan, avant le récit, le caractère imagé des films, si la philosophie privilégie la réflexion sur l'image, si les sciences littéraires analysent la relation réciproque entre écriture et image, si l'historiographie libère les sources de l'image du sceau infamant de l'illustration, si l'histoire des sciences souligne le conditionnement visuel de la *Science*, si la jurisprudence travaille à une

⁹ Nous reviendrons sur le propos de Bredekamp concernant les dessins de Darwin en étudiant les représentations naturelles au 19^{ème} siècle dans le chapitre suivant.

iconologie du droit, si dans les mathématiques la formule “*Seeing is believing*”, dirigée contre l’iconoclasme du groupe Bourbaki, continue à produire ses effets, si la biologie, pour la première fois depuis Darwin, évoque le critère de la beauté dans la sélection naturelle, et si le visuel informatique agissant dans tous les champs des sciences de la nature est analysé, alors ce sont là les signes que, dans le champ de la recherche également, a lieu une transformation profonde appelée par les techniques modernes de l’image et par le désir d’une participation visuelle, transformation qui s’accomplit dans l’ensemble de la culture. » (Bredekamp, cité in Stiegler, 2008)

Le tournant iconique serait ainsi un phénomène de redécouverte de la valeur des images dans l’ensemble des sciences, aussi bien naturelles que culturelles. Cependant, si, comme nous l’avons vu, ce tournant désigne non seulement un phénomène réel, mais aussi une réponse théorique des savoirs de l’image au tournant linguistique tel que l’a défini Rorty, il faut insister sur le fait que les travaux de Bredekamp sont représentatifs au plus haut point. En effet, ces dernières années, Bredekamp s’est attaché à définir une « théorie des actes d’image », dont l’ouvrage principal a été récemment traduit en français (Bredekamp, 2015). Elle se veut être au tournant iconique ce que la célèbre théorie des actes de langage formulée au milieu des années 1950 était au tournant linguistique (Austin, 1970), du moins dans la mesure où dans les deux cas, le langage et l’image, passent d’une valeur descriptive ou illustrative à une valeur pragmatique. Comme le langage, l’image sert à agir sur le monde : « Ce qui intéresse Bredekamp est une nouvelle réflexion sur l’image d’orientation pragmatique, au sens philosophique du terme, une théorie de l’acte imagé qui serait également constitutif pour la pensée, et qui inclurait du coup une dimension politique et sociale : les images sont formatrices [*prägend*] d’histoire, d’agir et de théorie. » (Stiegler, 2008)

Si cette portée pragmatique de l’image constitue, avec la matérialité, l’autre enjeu théorique majeur du tournant iconique dont nous il nous faudra tenir compte plus loin dans nos analyses, il convient d’en donner brièvement les contours, du moins sur ce qui le caractérise aux yeux de Bredekamp et sur ce qui le relie à la théorie linguistique d’Austin. Sur ce dernier point, Bredekamp est catégorique : l’acte de langage n’est pas l’acte d’image : « Ma tentative prend, sur le plan de la logique conceptuelle, un tout autre chemin. Elle ne met pas l’ « image » à la place des mots, mais à la place du locuteur. » (Bredekamp, 2015, p. 44). L’image n’est donc pas entendue comme un « médium » d’un acte, mais comme une actrice à part entière :

« La signification de l'« acte de langage », de Schleiermacher à Austin, visait des actes illocutoires qui faisaient de l'effet des mots et des gestes, dans l'espace extérieur du langage, l'essence de leur moi. Le concept d'« acte d'image » ici utilisé adopte cette définition faite de tension afin d'en déplacer la force d'impulsion dans le monde extérieur des artefacts. Il est question, dans ce changement de position, de la latence de l'image, d'une image jouant d'elle-même un rôle propre, un rôle actif, en interaction avec le regardeur. » (Ibid., p. 44)

L'historien de l'art s'empresse aussitôt de nuancer tout plan d'équivalence entre l'agir d'un locuteur humain et l'agir d'une image. Mais il n'en reste pas moins une différence fondamentale entre le langage et l'imagerie, à savoir la possibilité que l'image puisse être perçue comme un acteur autonome, voire comme une « forme de vie », ainsi que nous allons le voir dans un instant à propos de la théorie de l'image de W.J.T. Mitchell. Élément central du tournant iconique, la capacité d'agir de l'image nous amène à considérer sa puissance, « ce pouvoir qui lui permet, dans la contemplation ou l'effleurement, de passer de la latence à l'influence visible sur la sensation, la pensée et l'action » (Bredekamp, 2015, p. 44).

I.II. Le tournant pictorial

Comparable à bien des égards au tournant iconique germanophone, le « tournant pictorial » n'en présente pas moins un ancrage spécifique dans le champ théorique anglo-américain. Ce fait est rendu explicite par le néologisme « pictorial », forgé par les traducteurs français du théoricien américain W.J.T. Mitchell en réponse aux usages de l'adjectif « pictural » pour rendre l'expression *pictorial turn*.

Cet adjectif connote un tournant esthétique et de surcroît lié à la peinture, donc inadapté au tournant entendu par Mitchell. Le néologisme « pictorial » dérive au contraire de l'adjectif anglais « picture », un terme dont certaines connotations visuelles spécifiques présentent un intérêt dont nous traiterons plus loin. Intimement lié à l'essor du champ de recherche interdisciplinaire que sont les *Visual Culture Studies*, ce tournant l'est plus encore aux recherches de Mitchell sur les significations, les pouvoirs, mais encore la « vie » des images et des représentations.

I.II.1. Le tournant pictorial comme tournant contemporain

Il existe en réalité non pas une, mais deux définitions du tournant pictorial selon Mitchell. L'une, d'ordre historique, pointe des répétitivités dans l'histoire ; elle est celle

que nous aborderons dans la section suivante. L'autre est plus « présentiste », et correspond à la première formulation de l'expression par Mitchell, en guise de titre à un article paru dans la revue d'art américaine *Artforum* en 1992, repris dans son ouvrage *Picture Theory* deux ans plus tard¹⁰. Dans ce texte, Mitchell pointe l'importance nouvelle prise par l'image et le visible aussi bien dans les pratiques ordinaires que dans les savoirs théoriques et scientifiques, non sans préciser que « les rapports réciproques qu'entretiennent ces changements dans le discours intellectuel et universitaire, de même que leurs relations avec la vie quotidienne et le langage ordinaire, ne vont pas de soi. » (Mitchell, 1994, p. 11) Le versant théorique est particulièrement intéressant à considérer dans son approche, étant donné que Mitchell y associe tout un ensemble de savoirs forgés depuis la fin du 19^{ème} siècle, allant de la sémiotique de C. S. Peirce (par opposition à la sémiologie saussurienne) aux considérations de l'École de Francfort sur la culture de masse, en passant par l'effritement des cadres les plus restrictifs inspirés par la linguistique structurale dans les travaux de Michel Foucault ou ceux de l'histoire de l'art poststructuraliste. Néanmoins, ce sont les pratiques extra-académiques qui ancrent le texte dans le début des années 1990 : le tournant pictorial est étudié implicitement dans le contexte de la chute du mur de Berlin et de l'effondrement de l'URSS, et explicitement à l'aune des reportages de guerre de CNN et de la médiatisation de la première guerre du Golfe (Mitchell, 1994, p. 15-16).

I.II.1.1. *Linguistic turn, pictorial turn* : texte et image

D'une manière comparable à la démarche de Boehm, celle de Mitchell part du langage pour envisager le statut contemporain de l'image et du visible.

Cette relation est forte dans la formulation la plus claire qu'il a donnée du tournant pictorial :

« De toute évidence, le tournant pictorial (quel que soit sa définition) n'est pas un retour aux théories naïves de la représentation ayant trait à la mimesis, à la copie et à la correspondance, ni une nouvelle métaphysique de la « présence » pictoriale : il est plutôt question d'une redécouverte post-linguistique et post-sémiotique de l'image en tant qu'interaction complexe, mêlant visualité, appareils, institutions, discours, corps et figuralité. Il s'agit d'une prise de conscience : *l'observation* (la vue, le regard, le coup d'œil, la

¹⁰ Mitchell, W.J.T., « The Pictorial Turn », in: *ArtForum* (March 1992) ; W .J. T. Mitchell, « The Pictorial Turn », in : *Picture Theory. Essays on Verbal and Visual Representation*, Chicago, University of Chicago Press, 1994, pp. 11-34.

surveillance, le plaisir visuel) peut constituer un problème aussi complexe que la *lecture* (le déchiffrement, le décodage, l'interprétation, etc.) et l'on ne saurait rendre totalement compte de l'expérience ou de la « compétence » visuelle (*visual literacy*) sur le modèle de la textualité. » (Mitchell, 1994, p. 16).

Théoricien littéraire, il est avant tout spécialiste de la relation texte-image, objet de son premier livre *Iconologie* (1986/2009) qui propose une reconceptualisation de cette tradition interne à l'histoire de l'art comme étude des relations conflictuelles entre *icone* et *logos*, image et texte. L'ouvrage aborde aussi bien la conception wittgensteinienne des images mentales que les théories esthétiques préromantiques des relations entre poésie et peinture. Le chapitre conclusif d'*Iconologie* s'intéresse pour sa part aux métaphores fondatrices de l'épistémologie marxiste, la *camera obscura* de l'idéologie et le « fétiche » de la marchandise :

« L'histoire de la culture est en partie l'histoire d'une longue lutte pour la domination entre les signes picturaux et linguistiques, chacune des parties revendiquant des droits de propriété sur une "nature" qui lui serait propre. » (Mitchell, 1986/2009, p. 90)

En ce sens, le tournant linguistique et le tournant pictorial participent eux-mêmes de cette lutte pour déterminer quel serait le régime sémiotique ou sensoriel le plus important dans la période actuelle.

I.II.1.2. Tournant pictorial et enjeux de la science

Le tournant pictorial défini au début des années 1990 par Mitchell est aussi en partie une critique de la science (Boidy, 2016b). En effet, dans *The Pictorial Turn*, Mitchell déconstruit notamment la célèbre méthode mise en place par l'historien de l'art allemand E. Panofsky à la fin des années 1930 pour produire une description hiérarchisée des significations codées des œuvres d'art classiques, en partant des formes les plus générales jusqu'à retrouver les associations spécifiques à une œuvre donnée, entre un motif et une certaine signification (Panofsky, 1939/1967).

Pour Mitchell, une telle méthode, à défaut d'envisager que les données visuelles puissent excéder toute possibilité de classification et de mise en équivalence linguistique, risque de passer à côté des enjeux que pose le visuel (Mitchell, 1994, p. 30). C'est encore une attitude qui guide le dernier livre de Mitchell récemment paru, précisément intitulé « science de l'image », et sur lequel nous reviendrons dans la sous-section suivante (Mitchell, 2015). Notons pour le moment que l'ouvrage s'intéresse à de multiples

relations entre la science et l'image, en particulier à des aspects biologiques et physiologiques que Mitchell a souvent soulignés comme des parentés entre les images et les organismes. Il rappelle ailleurs dans son livre *Que veulent les images ?* (2005/2014), la réciprocité des espèces et des spécimens autour de l'idée de « spécularité », dont on retrouve la racine dans les trois termes. Les spécimens sont pour lui les images « en miroir » des espèces, et *vice versa*. En retour, l'image se révèle être une chose vivante, une forme de vie qu'il faut considérer comme telle, et non comme une forme inerte à analyser au moyen de méthodes systématiques (Mitchell, 2014).

I.II.2. Le tournant pictorial dans l'histoire

Cette critique des « excès » de la science de l'image en particulier, et de la science en général, impliquaient déjà que le tournant pictorial, au début des années 1990, n'était pas qu'un « état des lieux » du visuel, mais qu'il pouvait aussi s'agir d'une notion permettant d'identifier et de mettre en comparaison d'autres situations historiques autour des problèmes visuels qui les ont caractérisées :

« La peur de l'image, la crainte que le « pouvoir des images » puisse finalement annihiler jusqu'à leurs créateurs et leurs utilisateurs, est aussi vieille que la production pictoriale²¹¹. L'idolâtrie, l'iconoclasme, l'iconophilie et le fétichisme sont tout sauf des phénomènes « postmodernes ». Ce paradoxe est précisément la caractéristique de notre moment présent. Le fantasme d'un tournant pictorial, d'une culture totalement dominée par les images, est aujourd'hui devenu une possibilité technique bien réelle à l'échelle mondiale. » (Mitchell, 1994, p. 15)

Mais entre les années 1990 et les années 2000, le tournant pictorial est véritablement devenu un concept. Et, selon Mitchell, ce n'est pas un, mais quatre concepts qui fondent la science de l'image. Au côté du tournant pictorial figurent la « relation image/picture » et la « métapiction ». Nous allons les décrire successivement. Un quatrième concept, la biopiction, présente un intérêt spécifique vis-à-vis des avancées scientifiques contemporaines intervenues autour du décryptage de l'ADN et des technologies médicales du clonage. Nous le présenterons à part dans la sous-section suivante.

¹¹ Pour davantage de commentaires sur les versions traditionnelles de ces craintes, voir : Mitchell, W.J.T., *Iconologie. Image, texte, idéologie*, traduit de l'anglais par Maxime Boidy et Stéphane Roth, Paris, Les Prairies ordinaires, 2009 [1986]. Voir également : Freedberg, D., (1998), *Le Pouvoir des images*, traduit de l'anglais par Alix Girod, Paris, Gérard Monfort.

I.II.2.1 Le tournant comme concept

Une scène biblique souvent commentée par Mitchell permet de comprendre les liens qui unissent les trois concepts de « tournant pictorial », de « métapiction » et de « relation image/picture ». Il s'agit de l'Adoration du Veau d'or par le peuple hébreu dans le désert du Sinaï. Selon l'Ancient Testament, alors que Moïse se rend au sommet du mont Sinaï pour y recevoir les Tables de la Loi, le peuple hébreu se fabrique une idole, sous la forme d'un veau, avec les bijoux qu'ils ont emportés d'Égypte. Moïse découvre la scène, furieux, alors même que le premier commandement qu'il vient de recevoir de Dieu consiste à ne pas produire d'image d'autres divinités, ni surtout à les adorer.

Dans les définitions plus tardives que Mitchell donne du tournant pictorial, cette scène en est déjà un. Il s'agit peut-être même du premier tournant pictorial au sein de la culture occidentale : de nouvelles images apparaissent, elles provoquent des formes d'idolâtrie, et surtout des conflits entre ceux qui les adorent et ceux qui les rejettent. L'image est là au centre d'un rapport politique, comme elle le sera plus tard à Byzance entre l'empereur et le pouvoir religieux. C'est à partir de ce constat que le tournant pictorial peut être pensé comme une répétition dans l'histoire, notamment lorsqu'une nouvelle technologie visuelle est inventée et qu'elle génère des pratiques idolâtres ou des réactions iconoclastes. Ce fut notamment le cas, selon Mitchell, au début du 19^{ème} siècle lors de l'invention de la photographie, que certains artistes (comme Baudelaire) ont beaucoup critiqué :

« L'idée du pictorial turn ne se confine pas à la modernité ou à la culture visuelle contemporaine. Il s'agit d'un trope ou d'une figure de la pensée qui ré-apparaît à de nombreuses reprises dans l'histoire de la culture, habituellement lorsqu'entre en scène une quelconque technologie de reproduction ou un nouvel ensemble d'images associé à des mouvements sociaux, politiques ou esthétiques. Ainsi, l'invention de la perspective, l'apparition de la peinture de chevalet et l'invention de la photographie ont toutes les trois été saluées en termes de pictorial turns, et étaient perçues comme merveilleuses ou menaçantes, souvent les deux à la fois. (Mitchell, 2009, p. 19)

À côté du tournant pictorial comme concept, la scène biblique de l'Adoration du Veau d'or exemplifie aussi ce que Mitchell appelle une « métapiction ». Les *metapictures* apparaissent « à chaque fois qu'une *image* exhibe une autre *image*, à chaque fois qu'une *picture* présente une scène descriptive ou fait apparaître une *image* – comme lorsqu'un écran accessoire est mis en évidence dans un spectacle télévisuel. » (Mitchell, 2009, p. 24)

Selon lui, il existe certains types d'images qui ont non seulement une signification ou une puissance visuelle bien particulières, mais qui illustrent aussi le rapport à l'image en tant que tel. La scène de l'adoration du Veau d'or décrit un basculement vers l'idolâtrie, mais telle que l'ont figurée quantité d'artistes en Occident (comme le peintre Nicolas Poussin au 17^{ème} siècle), il s'agit aussi d'une image qui montre la fabrication d'une image, ainsi que les pratiques (et les conflits) que cette fabrication provoque au sein du peuple hébreu. Bien d'autres images, selon Mitchell, montrent leurs « conditions de possibilité », c'est-à-dire de quelle façon elles fonctionnent en tant qu'images et de quelle façon elles ont été produites. De manière générale, la possibilité qu'elles soient des métapictions, des images non seulement de ce qu'elles « représentent », mais de la *manière* dont elles le représentent, est une question essentielle à se poser devant les images — qui plus est, ajouterons-nous, devant les images scientifiques.

Enfin, il y a un troisième concept, la « relation image/picture ». La langue anglaise possède deux termes principaux pour parler d'« image » — l'une « immatérielle », l'autre « matérielle » — alors même que la langue française ne possède que ce terme, *image*. C'est aussi le cas en allemand, où le mot *bild* n'est pas fragmentable en une composante « matérielle » et une composante « spectrale », et recouvre les deux notions.

Précisons au passage que c'est ce que met en avant Gottfried Boehm pour défendre l'universalité du terme « iconique » dans son approche du tournant visuel :

Here, the concept of the iconic acquires the universality that it did not previously possess. It is true that the German Language does not differentiate between picture und image — the words « Bild » (image) or « bildlich » (pictorial) open up a very broad semantic field. The neologism « ikonisch » (iconic) emphasises this generalisation even further ; the image is simultaneously marked as an object as well as a process, and thus a name is given to the theoretical claim that associates itself with « turn » (Boehm, 2009, p. 13).

Pour Mitchell, la nuance qui existe entre les termes *image* et *picture* dans la langue anglaise vernaculaire est utile parce qu'elle permet de construire une relation théorique à partir d'un rapport profondément intuitif : « La *picture* est un objet matériel, une chose que vous pouvez brûler ou abîmer. L'*image* est ce qui apparaît dans une *picture* et qui survit à sa destruction — dans la mémoire, dans le récit, dans des copies et des traces au sein d'autres médias. » (Mitchell, 2009, p. 21) D'une part, de manière similaire à Belting via l'opposition entre image et médium (Belting, 2004), la relation permet de souligner

l'ancrage profondément matériel de toute image qui apparaît au regard. D'autre part, elle permet d'expliquer la « circulation » d'une image entre ses différents modes de matérialisation. Selon Mitchell, l'Adoration du Veau d'or est une image forgée par le texte biblique, où elle est une *picture* faite de langage. Elle est également une *picture* faite de toile et de pigments dans le cas du tableau de Nicolas Poussin ou de n'importe quelle représentation de la scène en peinture.

La distinction a de fait un mérite principal : elle est indispensable pour comprendre les cibles que visent les iconoclastes et l'échec de leur geste. Un destructeur d'image s'en prend à l'image matérielle en voulant détruire l'image abstraite qui s'imprime dans les cerveaux de ceux qu'il considère comme idolâtres. Selon Mitchell, il atteint la *picture*, mais jamais ou presque l'*image* qu'il vise.

II.II.2.2 Dernier tournant pictorial en date : le clonage

Le dernier des « quatre concepts fondamentaux de la science de l'image » est le concept de « biopiction » (*biopicture*). Celui-ci est à nouveau très lié au contexte contemporain, à travers la problématique du clonage¹². Chez Mitchell, la définition de la biopiction est le fruit d'une double influence. La première est celle du philosophe allemand Walter Benjamin, et ses thèses sur le statut de l'œuvre d'art développées durant les années 1930 dans son texte célèbre *L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique* (1939/2000) Devant la nécessité de reformuler les thèses de Benjamin sur la reproduction photographique à l'ère de l'image numérique, Mitchell définit la biopiction comme un nouveau stade de reproductibilité, entendu comme « biocybernétique », lié à la possibilité technique du clonage animal, et pourquoi pas humain :

À la fin du xx^e siècle, la métaphore du clonage, l'idée de produire la copie vivante d'une chose vivante, est venue supplanter la notion moderniste de « reproduction mécanique ». Le vieux modèle de la ligne d'assemblage et de l'image reproduite mécaniquement (dont le paradigme est la photographie) s'est vu supplanté avec l'avènement d'une ère nouvelle que j'appelle l'« âge de la reproduction biocybernétique », née de la synthèse des biotechnologies et des sciences de l'information. Son symbole iconique est le clone, au même titre que le robot ou l'automate était la figure de proue de la modernité (Mitchell, 2011, p. 37).

L'autre influence qui traverse la biopiction est la définition de la biopolitique par M. Foucault (1978-79/2004) :

¹² W.J.T. Mitchell, (2011), *Cloning Terror. La guerre des images du 11 septembre au présent*, traduit de l'anglais par Maxime Boidy et Stéphane Roth, Paris, Les Prairies ordinaires.

Du point de vue du concept de biopiction, cette mutation constitue la réactualisation d'une condition fondamentale du politique [...].

Les technologies de l'information et les biotechnologies [...] ont ouvert la possibilité d'une ingénierie des corps individuels (reproduction, sexualité et manipulation génétique) et des populations (dépistage statistique des maladies et des anomalies génétiques). Ainsi, le corps est devenu le lieu d'une intervention toujours plus précise au moment même où les populations se voyaient réduites à de simples données (Mitchell, 2011, p. 118).

La principale conséquence théorique de la notion de « biopiction » (ou d'« image vivante »), est d'affaiblir les distinctions entre les formes de vie (ou les organismes vivants) et leur visualisation. Le clone en est un dédoublement, une « image » de l'organisme parent, mais il est aussi un organisme vivant à part entière, comme la célèbre brebis Dolly que Mitchell prend pour exemple (Mitchell, 2011 ; Mitchell, 2014, p. 27-46). Nous ajouterons pour notre part que le clone est aussi *une image de la science tout court*, parvenue à la possibilité de reproduire des organismes à l'identique¹³.

Dolly n'est pas que l'image d'un animal ou l'image de l'organisme vivant à partir duquel un autre organisme a été produit. Elle montre ce que la science est parvenue à produire, tout en évoquant de manière claire les formes de production visuelle les plus anciennes de l'humanité. Les Hébreux se sont construits un veau pour se représenter en tant que peuple (Mitchell, 2014, p. 121). Nous nous sommes fabriqués une brebis qui illustre certaines avancées scientifiques, mais dont les implications et les significations culturelles restent en grande partie opaque, voire, pour Mitchell, « terrorisantes » (Mitchell, 2011).

I.III. Science de l'image et culture visuelle des sciences

Par-delà des séparations nationales « caricaturales » (États-Unis/Allemagne), fondées sur des traditions épistémologiques ancrées chez Boehm dans l'herméneutique et la phénoménologie, et chez Mitchell dans l'histoire de l'art et la littérature, le problème qui nous occupe pose celle d'une autre séparation. Cette séparation se manifesterait dans la volonté d'une part de faire de l'image un objet de science, et donc de proposer une science des images, comme a pu le faire E. Panofsky ou A. Warburg, et d'autre part celle d'envisager les sciences et leur histoire au moyen de l'étude des images qui ont jalonné un certain nombre de tournants à l'intérieur de leur existence, et d'en faire une science de la science, au moyen de l'image. Dans le premier cas (*la Bildwissenschaft*, ou

¹³ Nous reviendrons sur les implications de cet appareil conceptuel dans la partie deux de cette thèse

l'image science selon Mitchell), que nous venons d'étudier, le problème est l'image ; dans le second cas, que nous nous proposons d'étudier à présent, la *Visual Culture of Science*, le problème central est la science elle-même.

I.III.1. L'image comme objet de science

I.III.1.1 La sémiotique visuelle

Le terme « sémiologie » peut être défini, en première approche, comme la théorie ou la science des signes (du grec *séméion* « signe » et de -logie du grec *-logia* « théorie », de *logos* « discours»). On peut faire remonter le terme de sémiologie jusqu'à l'Antiquité grecque où l'on trouve une discipline médicale qui vise à interpréter les symptômes par lesquels se manifestent les différentes maladies (la sémiologie ou symptomatologie). Il semble que, dans le domaine de la philosophie, la problématique du signe apparaisse formellement en Occident chez les Stoïciens (III^e siècle av. J.-C.) dans la théorie du syllogisme comme reliant le mot à la chose (entité physique, événement, action) (Domenjoz, 1998). En tant que discipline, elle tire ses origines du XVII^e siècle, à l'époque où toute la compréhension du monde était remise en question en fonction d'un nouveau postulat : le rationalisme (Cossette, 1982).

On peut identifier trois intellectuels initiateurs de la sémiologie (encore appelée « sémiotique ») : J. Locke, C. S. Peirce, et F. de Saussure. Le médecin philosophe anglais J. Locke publie en 1690 *Essay Concerning Human Understanding* ; il y met en l'avant l'idée que l'expérience est plus importante que la modélisation *a priori* et propose par-là les moyens d'accéder à la connaissance de la vérité par des moyens différents de ceux que propose R. Descartes (Cossette, 1982).

Au chapitre 21 de son livre, traduit en français sous le titre *Essai sur l'entendement humain*, Locke propose ses vues sur la division de la science en trois « espèces » :

- a) la physique (philosophie naturelle)
- b) la pratique (la morale)
- c) la sémiotique ou science des signes (la logique).

Il considère la sémiotique (« sémiotikè ») comme mode de renouvellement de la logique toute entière. Voici ce qu'il en dit :

« [...] son emploi consiste à considérer la nature des signes dont l'esprit se sert pour entendre les choses, ou pour communiquer la connaissance aux

autres. Car puisqu'entre les choses que l'esprit contemple il n'y en a aucune, excepté lui-même, qui soit présente à l'entendement, il est nécessaire que quelque chose se présente à lui comme figure ou représentation de la chose qu'il considère, et ce sont les idées. Mais parce que la scène des idées qui constitue les pensées d'un homme, ne peut pas paraître immédiatement à la vue d'un autre homme, ni être conservée ailleurs que dans la mémoire, qui n'est pas un réservoir fort assuré, nous avons besoin de figures de nos idées pour pouvoir nous entre-communiquer nos pensées aussi bien que pour les enregistrer pour notre propre usage. Les signes que les hommes ont trouvé les plus commodes, et dont ils ont fait par conséquent un usage plus général, ce sont les sons articulés. C'est pourquoi la considération des idées et des mots, en tant qu'ils sont les grands instruments de la connaissance, fait une partie assez importante de leurs contemplations, s'ils veulent envisager la connaissance humaine dans toute son étendue. Et peut-être que si l'on considérait délicatement et avec tout le soin possible cette dernière espèce de Science qui roule sur les idées et les mots, elle produirait une Logique et une critique différentes de celles qu'on a vues jusqu'à présent.» (Locke, 1839/1972, IV.XXI)

Chez Locke, la sémiotique est plus une théorie des idées, science des signes et en particulier des mots, et une science des significations fondée sur la logique comme langage (Guelfand, 2013). Le philosophe américain C.-S. Peirce réfléchit à la même question deux siècles plus tard et exposa ses idées dans ses *Collected Papers*, qui commencent à être publiés bien après sa mort (1914), en 1930. Peirce y milite en faveur du « pragmatisme » où les idées exprimées doivent l'être seulement si elles sont le fruit de l'expérience et en vue de gouverner nos actes (Cossette, 1982).

Peirce propose à son tour une division des sciences narratives selon trois branches :

- a) l'esthétique
- b) l'éthique
- c) la logique

Pour lui, « comme (la logique) s'exprime par le moyen des signes, on peut considérer la logique comme la science des lois générales des signes. » (Cossette, 1982, p.306) :

« In its broader sense, it is the science of the necessary laws of thought, or, still better (thought always taking place by means of signs), it is general semeiotic, treating not merely of truth, but also of the general conditions of signs being signs (which Duns Scotus called *grammatica speculativa*†1), also of the laws of the evolution of thought, which since it coincides with the study of the necessary conditions of the transmission of meaning by signs from mind to mind, and from one state of mind to another, ought, for the sake of taking advantage of an old association of terms, be called *rhetorica speculativa*, but which I content myself with inaccurately calling

objective logic, because that conveys the correct idea that it is like Hegel's logic. » (Peirce, 1867/1931, CP 1.444)

Et il ajoute plus tard : « Logic in its most general sense is *semiotic*, the theory of signs » (Peirce, Op.cit, CP 2.227) Dans la tradition anglo-saxonne, la définition peircienne de la sémiotique comme « doctrine des signes » a une grande autorité, et T. Sebeok, qui a présidé durant trente ans aux destinées académiques mondiales de la sémiotique de par son rôle de rédacteur en chef de la revue *Semiotica* (de 1969 à 2001), a souligné que le concept clé de la sémiotique demeure toujours le signe. (Rastier, 2001)

Environ à la même époque que Peirce, le linguiste F. de Saussure s'est intéressé à la langue comme code et comme système structurel. Dans son *Cours de linguistique générale*, reconstitué et publié en 1916 par C. Bailly, il a proposé une définition de la sémiologie comme science des signes ainsi :

« La langue est un système de signes exprimant des idées, et par là, comparable à l'écriture, à l'alphabet des sourd-muets, aux rites symboliques, aux formes de politesse, aux signaux militaires, etc. Elle est seulement le plus important de ces signes. On peut donc concevoir *une science qui étudie la vie des signes au sein de la vie sociale* ; elle formerait une partie de la psychologie sociale, et par conséquent de la psychologie générale ; nous la nommerons *sémiologie* (du grec *sēmeion*, « signe »). Elle nous apprendrait en quoi consistent les signes, quelles lois les régissent. Puisqu'elle n'existe pas encore, on ne peut dire ce qu'elle sera ; mais elle a droit à l'existence, sa place est déterminée d'avance. La linguistique n'est qu'une partie de cette science générale, les lois que découvrira la sémiologie seront applicables à la linguistique, et celle-ci se trouvera ainsi rattachée à un domaine bien défini dans l'ensemble des faits humains.» (Saussure, 1916, pp. 32-33)

Et plus loin il ajoute :

« Le signe échappe toujours en une certaine mesure à la volonté individuelle ou sociale, c'est là son caractère essentiel ; mais c'est celui qui apparaît le moins à première vue. Ainsi ce caractère n'apparaît bien que dans la langue, mais il se manifeste dans les choses qu'on étudie le moins, et par contrecoup on ne voit pas bien la nécessité ou l'utilité particulière d'une science sémiologique. » (Ibid, p. 34)

La linguistique qui était traitée par la rhétorique et les écoles de grammaire connut un renouveau à la suite des écrits de Saussure. C'est Barthes qui va proposer de construire la sémiologie. Saussure, en effet, pensait que la linguistique proprement dite serait appelée à se fondre dans une science générale des signes. Barthes pense démontrer que

la signification passant toujours par le langage, la sémiologie ne sera qu'une spécification, et non une extension de la linguistique.

Pour Barthes, si la sémiologie relève de la linguistique, il suffit d'emprunter à la linguistique sa rigueur de méthode et ses concepts les plus opératoires (à savoir principalement ses couples fondamentaux que sont : langue/parole, signifiant/signifié, syntagme/paradigme, dénotation/connotation), de prendre pour modèle le système langagier avec ses principes spécifiques d'articulation et de combinaison, pour pouvoir dès lors constituer et analyser en système tout champ social important et traiter en sémiotiques particulières les discours littéraires, cinématographique, musical, etc. La spécificité de la sémiologie en France c'est d'avoir suivi ce qui a pu être défini comme un « modèle » de pensée (ou de réflexion scientifique) : le structuralisme.

Figure majeure du structuralisme par ses travaux en critique littéraire, Roland Barthes reprit les idées de Saussure dans un essai intitulé *Rhétorique de l'image* (1964). Dans ce texte, l'auteur annonçait sa position en ces termes :

« On sait que les linguistes renvoient hors du langage toute communication par analogie, du « langage » par gestes, du moment que ces communications ne sont pas doublement articulées, c'est-à-dire fondées en définitive sur une combinatoire d'unités digitales, comme le sont les phonèmes. Les linguistes ne sont pas seuls à suspecter la nature linguistique de l'image ; l'opinion commune elle aussi tient obscurément l'image pour un lieu de résistance au sens, au nom d'une certaine idée mythique de la Vie ; l'image est re-présentation, c'est-à-dire en définitive résurrection, et l'on sait que l'intelligible est réputé antipathique au vécu. Ainsi des deux côtés, l'analogie est sentie comme un sens pauvre : les uns pensent que l'image est un système très rudimentaire par rapport à la langue et les autres que la signification ne peut épuiser la richesse ineffable de l'image. Or, même et surtout si l'image est d'une certaine façon limite du sens, c'est à une véritable ontologie de la signification qu'elle permet de revenir. Comment le sens vient-il à l'image ? Où le sens finit-il ? Et s'il finit, qu'y a-t-il au-delà ? C'est la question que l'on voudrait poser ici en soumettant l'image à une analyse spectrale des messages qu'elle peut contenir. » (Barthes, 1964, p. 40)

En affirmant, à la suite de ce passage, souhaiter se limiter à l'étude de l'image publicitaire, Roland Barthes admit choisir une facilité, mais également permis le point de départ de l'études des images dites « fonctionnelles » (Cossette, 1982) :

« On se donnera au départ une facilité considérable : on n'étudiera que l'image publicitaire. Pourquoi ? Parce qu'en publicité, la signification de l'image est assurément intentionnelle. » (Barthes, Ibid.)

La sémiologie insisterait donc sur la mise en lumière des aspects socio-structuraux des systèmes de signes ; et la sémiotique viserait quant à elle davantage à préciser les relations logiques unissant les signes aux référents (Cossette, 1982). L'ambiguïté demeurant toutefois entre sémiologie et sémiotique, c'est ce deuxième terme qui prédomine à l'heure actuelle et que nous retiendrons dans la suite de ce développement. Si la sémiotique, définie en tant une « science des signes », possède des cadres d'analyse et de lecture des images visuelles qui permettent de déchiffrer finement des intentionnalités, des phénomènes perceptifs et des significations ont donné et donnent toujours des outils précieux à la communication sociale et visuelle, l'usage courant du terme à l'heure actuelle est suffisamment lâche pour parfois en faire oublier l'ambition d'une rhétorique générale dans certaines thèses scientifiques. Parfois un peu trop rigides, ou à vocation textualistes, ces thèses dans le champ sémiotique révèlent une ambition de « science des images » que certains projets ont pu porter. F. Rastier a mis en question la sémiotique comme « science des signes », notamment dans sa relation complexe avec le signe lui-même :

« La sémiotique est-elle une science des signes ? - La sémiotique contemporaine a peut-être défini trop restrictivement son objet. Elle se présente en effet comme une science des signes, et bien des ouvrages de sémiotique sont consacrés à la typologie des signes. » (Rastier, 2001)

Ce qu'il prolonge par ailleurs en disant :

« L'affaire serait entendue si le signe n'était un artefact des sémioticiens : d'une part, son identification est le résultat d'une interprétation, non son point de départ ; d'autre part, en règle générale, les pratiques sémiotiques ne mettent pas en œuvre des signes isolés, mais des formations complexes dont la segmentation est toujours problématique, parfois impossible. » (Ibid)

En soulignant que la définition de la sémiotique comme « science des signes » s'inscrit dans la tradition logique et grammaticale, d'ascendance aristotélicienne, l'auteur en vient à qualifier cette définition d'« universaliste, statique, réaliste », car elle s'appuie « sur une ontologie des substances, et subordonne donc le signe au concept : il semble bien que la solitude du signe soit la rançon de l'autarcie du concept » (Ibid.).

Certes, les courants sémiotiques issus de la linguistique, plutôt que de la logique ou de la grammaire, soulignent que la sémiotique prend pour objet les systèmes de signes. Cependant, les systèmes de signes sont communément conçus comme des syntaxes : par exemple, la théorie de Hjelmslev étend des procédures d'analyse morphosyntaxique

à l'ensemble des systèmes de signes (Andersson, 2008). Un projet particulièrement intéressant à cet égard est celui développé dans *Le traité du signe visuel* du Groupe μ (1992). En effet, dans ce livre, sous-titré « Pour une rhétorique de l'image », le Groupe μ s'est assigné la tâche de contribuer au projet d'instauration et au développement de la sémiotique visuelle, et, comme l'ont dit S. Badir et M. G. Dondero dans l'introduction du numéro de la revue *Protée* qui a été consacré au travail du groupe en 2010:

« (...) bien qu'un certain nombre de travaux sémiotiques précèdent les siens en la matière, un large consensus reconnaît aujourd'hui au *Traité du signe visuel* un statut fondateur. » (Badir & Dondero, 2010)

L'hypothèse faite par les trois auteurs constituant le Groupe μ (F. Edeline, J.-M. Klinkenberg et P. Minguet) est formulée ainsi dès la première page de l'avant-propos :

« (...) s'il existe des lois générales de la signification et de la communication — ce qui est le postulat de la sémiotique —, alors il est possible qu'on y retrouve des phénomènes de polyphonie comparables à ceux qu'on a pu observer dans le langage verbal. La sous-hypothèse est ensuite que ce sont des mécanismes assez généraux qui sont à l'oeuvre : généraux donc indépendants du domaine particulier où ils se manifestent. » (Groupe μ , 1992, p.9)

Ce que les auteurs mettent en avant dans les pages qui suivent ce passage est bien une envie, explicitement formulée, de proposer des fondements à une sémiotique générale — entendue comme théorie du signe plastique (Andersson, 2008) — dont la finalité serait « l'application des modèles rhétoriques à la communication visuelle » :

Si l'on veut absolument situer ce travail dans un courant quelconque, on pourra le qualifier de sémiotique. On aura en effet compris que nous envisageons l'image visuelle comme un système de signification, en posant l'hypothèse que ce système possède une organisation interne autonome. L'étude de l'image consistera donc à élaborer un modèle qui rendra compte de ce système, de la manière la plus explicite et la plus générale possible. » (Groupe μ , Op.cit., p.11)

Tout en admettant que cette ambition est commune à d'autres disciplines, en premier lieu l'esthétique, ils précisent ensuite que leur but n'est pas de revendiquer une bannière, mais une démarche, et de faire modèle, que l'on retrouve dans ces passages-ci :

Le nom de sémiotique est en effet souvent porteur de confusions et de malentendus (autant qu'en a pu véhiculer celui d'esthétique). On a pu voir naître des travaux se réclamant de la « sémiotique de la peinture » (...) comme si accoler le mot magique à un objet empirique avait pour effet

automatique de constituer cet objet d'expérience en objet de science. [...] (Ibid.)

Notre perspective sera radicalement différente : nous entendons rester à ce haut degré de généralité qu'implique la notion même de modèle. [...] (p.12)

Aucune science ne peut évoluer si l'on prétend atteler les bœufs après la charrue. Nous avons donc résolument opté pour la démarche qui va du simple au complexe, au risque de prêter flanc à l'accusation de cartésianisme naïf. (...) Notre ambition est donc d'élaborer ici des concepts généraux permettant d'envisager l'image visuelle quelle que soit la forme sociale qu'elle prenne, et que cette forme soit légitimée ou non (peinture, cinéma, mais aussi timbre-poste, pièce de monnaie, dessin d'enfant) : ce qui nous intéresse aujourd'hui est le modèle qui sous-tend ces diverses manifestations, et nous remettons à plus tard l'examen de catégories complexes qui semblent surtout préoccuper nos contemporains. (p. 13)

Bien que le programme sémiotique proposé par le Groupe μ élargisse un certain « impérialisme linguistique » à l'apport d'autres savoirs (optique, représentation tridimensionnelle, architecture), l'objectif de la rhétorique visuelle fondamentale telle qu'elle est proposée dans ce traité, prend le risque d'élaborer un métalangage, modèle, entendu comme science générale du visuel, qui s'émanciperait des catégories historiques et culturelles :

De même que nous entendons transcender les classements par genres, nous aurons donc à nous passer des catégories historiques qui ne seront pour nous que des points de repères commodes. (p. 14)

Cette rhétorique générale a ainsi pour objectif de « décrire le fonctionnement rhétorique de toutes les sémiotiques par des opérations puissantes, restant identiques dans tous les cas. » (p. 255)

Les unités sur lesquelles s'appliquent les opérations pouvant différer, selon qu'il s'agit de sèmes, d'indices. Les auteurs préconisent de délimiter des sous-systèmes « définissant et isolant les unités à quoi peuvent s'appliquer les opérations rhétoriques. (...) En distinguant des signes plastiques et des signes iconiques qui s'intègrent en des messages visuels, on isole bien des systèmes distincts, et on fournit au rhétoricien un nouveau programme. » (Ibid).

Ils proposent à la suite un programme complet de rhétorique des messages visuels, qui s'intégrerait au sein d'une rhétorique générale, selon six points (p. 257) :

- Élaborer les règles de segmentation des unités qui vont faire l'objet des opérations rhétoriques, sur les plans plastique et iconique.
- Élaborer les règles de lecture des énoncés, plastiques et iconiques
- Élaborer les règles de lecture rhétorique de ces énoncés
- Décrire les opérations rhétoriques à l'œuvre dans ces énoncés
- Décrire les différentes relations possibles entre degrés perçus et degrés conçus, et donc aboutir à une taxinomie de figures
- Décrire l'effet de ces figures.

Laissons provisoirement de côté la distinction entre signe plastique et signe iconique, de même que l'iconicité entendue comme « modalité de l'expression du sens pour autant que celui-ci a à voir avec le monde sensible » (Bordron, 2010).

Nous reviendrons sur la possibilité de concevoir des systèmes de signes graphiques qui puissent s'agencer selon un modèle énonciatif du visuel en présentant des exemples, en deuxième partie de cette thèse. Ce qui nous intéresse au moment présent lorsque l'on examine les thèses proposant de faire une « science de l'image », c'est la nécessité d'y parvenir en faisant « système ».

I.III.1.2. Une science des images ?

Le projet le plus abouti d'une « science de l'image » contemporaine formulé dans le monde anglo-américain figure dans le dernier ouvrage de W.J.T. Mitchell (2015). Il convient d'en préciser ici certaines thèses qui n'ont pas été abordées précédemment lorsque nous avons décrit l'approche du tournant pictorial propre à cet auteur. Probablement la citation qui résume le mieux son livre n'est-elle pas de lui ; elle est empruntée (en exergue de la préface) au théoricien de l'art allemand du XVIII^e siècle G. E. Lessing, dont Mitchell a longuement analysé la célèbre théorie esthétique dans son *Iconologie* (Mitchell, 1986) : « Nous autres Allemands ne manquons pas de livres à systèmes. » (Lessing, 1990, p. 43). En affirmant cela, Lessing critiquait en son temps l'idée d'un système rigide permettant de codifier les relations entre la poésie et la peinture. Mitchell lui répond plus de deux siècles après en critiquant toute approche contemporaine systémique d'une science consacrée aux images. Selon lui, le danger qui guette la science, plus encore que l'esthétique, est de fixer une codification rigide qui empêche toute nouvelle forme de réflexion. Son point de départ consiste à affirmer que la science (comme l'art) est un « discours multimédias » :

From paleontologists' reconstructions of extinct life-forms like the dinosaur, to the model of the atom, to speculative images that circulate

across the borders between science and philosophy, science and science fiction, science and poetry, and reality and mathematics, science is riddled with images that make it what it is — a multimedia, verbal-visual discourse that weaves its way between invention and discovery. (Mitchell, 2015, p. 23)

Ce constat a une grande importance : il implique que le savoir, l'entendement, a besoin d'images. Celle-ci sont évidemment « matérielles », comme le sont les images photographiques ou celles produites sur nos écrans, mais dans l'esprit de Mitchell, il s'agit aussi d'images mentales et verbales, de métaphores nécessaires pour que le savoir puisse être formulé, construit et communiqué :

If we are going to have a science of images, then, the first step is to release it from the tyranny of the physical eye, literally understood, and understand that images (as icons) circulate through many domains: there are mental and mathematical and verbal images, as well as pictorial and visual images. (Mitchell, 2015, p. 29-30)

Plus important encore, les images *circulent*, et selon Mitchell, elles ne peuvent être confinées dans un seul domaine du visuel, car elles finissent irrémédiablement par s'en extraire pour se métamorphoser dans d'autres médias :

The images we should be concerned with in science are not just the pictures, graphs, and physical models, but also the metaphors that provide pictures of a domain of research — the universe “as” a heat-engine or a clock or a ball of string — pictures that need not be made visible or drawn graphically. Images are not medium-specific, though they are never encountered outside of some medium or other. An image can move from one medium to another, appearing now as an equation, now as a diagram, now as a figure in a narrative, and now as a figure in a narrative painting (Mitchell, 2015, p. 30)

Si les images ne cessent de circuler d'un mode de représentation à l'autre, et si même les figures de style sont nécessaires à la construction du savoir, dès lors l'imagerie ne peut être abordée au moyen d'une science systématique. Elle doit être pensée réflexivement en permanence, tout à la fois utilisée et interrogée, y compris sur le mode de l'interrogation directe que Mitchell défend comme modèle de savoir visuel et *par* le visuel : « que veulent les images ? » (Mitchell, 2014)

Il en résulte une « douce science de l'image » (*sweet science of images*), dont Mitchell défend ardemment le projet et réaffirme certains traits définitoires dans la conclusion de son livre. Il s'agit d'une science qui ne correspond ni aux sciences « dures » derrière lesquelles on résume habituellement aussi bien la physique que les mathématiques ou la

biologie. Il ne s'agit pas d'une science « molle », autre expression derrière laquelle on tend parfois à réunir (par opposition dépréciative) les sciences humaines et sociales. Il ne s'agit ni d'une science iconoclaste cherchant à se débarrasser des images sous prétexte qu'elles induiraient en erreur (sur le modèle des « idoles de l'esprit » qu'entendait détruire le philosophe anglais Francis Bacon, l'un des fondateurs de la science moderne au xvii^e siècle), ni d'une science reine qui les dominerait toutes (sur le modèle de la linguistique vis-à-vis des sciences humaines et sociales au xx^e siècle, le *linguistic turn*). Il s'agit d'un projet critique iconophile qui concerne toutes les sciences, car toutes ont affaire aux images :

The science of images offered [in *Image Science*] is that of Goethe's "tender empiricism" and [William] Blake's "sweet science". It is a critical practice that treats images as the building blocks of our psychosocial worlds as well as our scientific models of objective reality. [...] It also aims to be, then, a relatively practical and applied science, one that deals with the image as an object of inquiry that pervades everyday life as much as the arts, ordinary practices of seeing and knowing as much refined habits of aesthetic contemplation. The image science of this book is, in other words, a tool for understanding the world and ourselves. (Mitchell, 2015, p. 220-223)

Si cette dernière citation rapporte la science à une définition relativement commune — un « outil pour comprendre le monde et nous comprendre nous-même » —, l'ampleur du projet ainsi défini fait de cette « science de l'image » un champ de recherche qui reste largement à construire. Et c'est avant tout dans l'absence de séparation hermétique avec d'autres modes de connaissance du monde et de l'homme (tels que l'art, une fois encore) que ce projet demeure une voie d'entrée capitale pour saisir les rôles de l'imagerie dans notre monde contemporain et dans les connaissances que nous en produisons.

I.III.2. La Culture visuelle

Comme nous avons pu le montrer dans le développement précédent, des intellectuels qui avaient l'habitude de se décrire comme historiens de l'art ont commencé à décrire leur travail comme portant sur la « culture visuelle ». Peter Burke, dans son essai *What is Cultural History?* (2004), dans lequel il dresse les contours de l'« histoire culturelle », situe la primauté de ce tournant vers la culture visuelle dans les travaux de B. Smith et M. Baxandall. Dans *European Vision and the South Pacific* (1950), article de B. Smith qui sera prolongé ensuite par un ouvrage conséquent du même titre en 1959, l'auteur affirme que lorsque les premiers européens (et notamment les artistes qui accompagnaient les voyages de découverte et chargés des illustrations de voyage) ont

débarqué dans cette région, ils perçurent les habitants et les paysages selon un « biais culturel ». En prenant pour exemple l'expédition du Lieutenant J. Cook, qui prit la mer en 1768 dans le but d'observer la trajectoire de Venus affirme que lorsque les européens au travers de la « lentille » (Burke, 2004) de la tradition classique de l'académie royale ou des stéréotypes comme le « bon sauvage » :

[...] in the process of thought which directed the interpretation of Pacific peoples and landscape the artist had rarely been more than an illustrator of the convictions of the group to which he belonged, or which employed him. Serious belief in the terrestrial existence of Eden or Arcady, and in the original sin or natural virtue of southern natives, declined with the extension of the empirical methods of observation championed by the Royal Society. Yet classical and Christian traditions continued to live a shadowy life of their own in simile and metaphor, and in the emotional overtones of popular illustration. In that guise they widely affected the interpretation and frequently the description of South-Sea phenomena. (Smith, 1950, p.100)

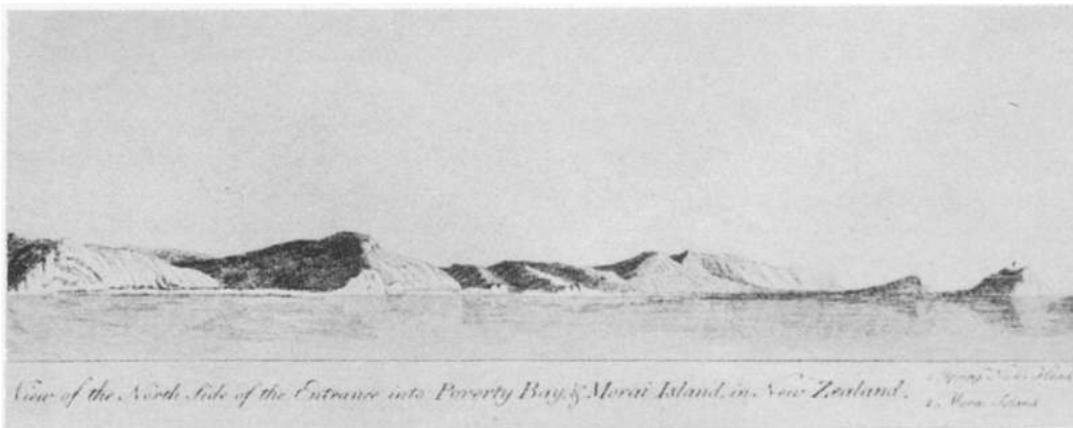


Fig.1. *Coast view of Poverty Bay,*
Gravure d'après Sydney Parkinson, Journal, 1773, Planche XIV (p.71)



b—F. Nodder, *Eucalyptus Terminalis*, Finished Drawing, 1778 (p. 70)

Fig.2 et 3. illustrations produites par Sydney Parkinson, extraites de *Plants of Australia*, III, f.139.
Conservées au British Museum.

A gauche : *Eucalyptus Terminalis*, Premier croquis, 1770 (p.70).

A droite : *Eucalyptus Terminalis*, Gravure, 1780 (p.70).

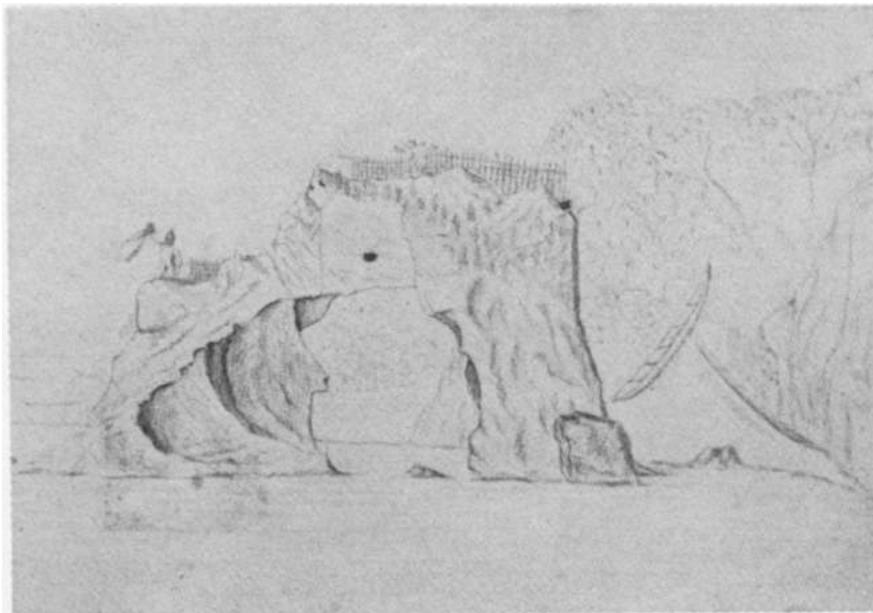


Fig.4. *Village at Mercury Bay*, Parkinson,
Dessin, 1769. British Museum. ADD.MS. 23920, f. 43 (p. 72)

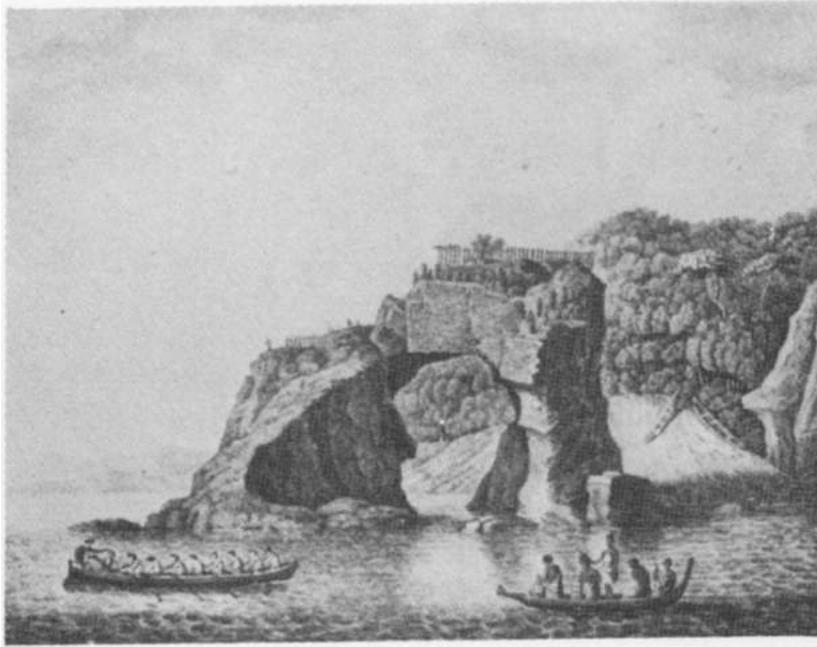


Fig.5. *Village at Mercury Bay*, Gravure d'après Hawkesworth, 1773, II (p.72)

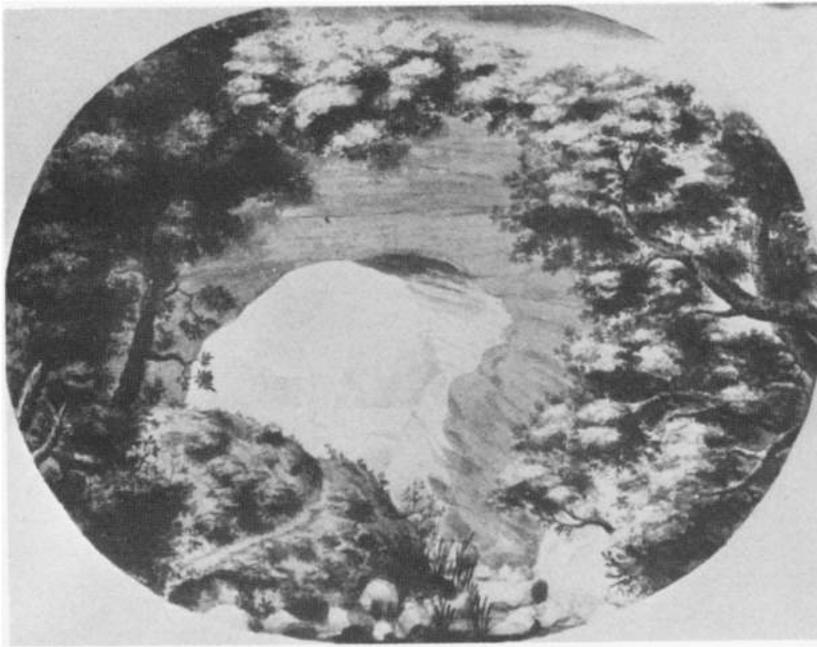


Fig. 7. *Natural grotto in New Zealand*, Dessin, 1769. British Museum, Add. MS. 23920, f. 40 (p . 72)

L'implication culturelle dans la production imagique est abordée ensuite de manière plus directe par M. Baxandall en 1972, dans son livre *Painting and Experience in the Fifteenth Century Italy* (1972). Dans ce livre, il y développe le concept de « period eye » (d'où le titre français du livre, *L'oeil du Quattrocento*, même si en français les choix éditoriaux seront de traduire uniformément « period eye » par « style cognitif » dans le

développement de l'ouvrage). Par ce concept, il tente une prise en compte aussi large que possible des conditions sociales, économiques et techniques de production des œuvres d'art, afin de dégager la manière de percevoir et concevoir du quattrocento, qu'il considère, précisément, comme un « style cognitif ». En effet pour Baxandall, les facteurs sociaux et les expériences de la vie quotidienne favorisent la constitution de dispositions et d'habitudes visuelles caractéristiques, qui sont automatiquement une correspondance entre création et réception, un « ajustement » entre production et consommation :

« Pour résumer : une partie de l'équipement mental avec lequel l'homme ordonne son expérience visuelle est variable, et cet équipement variable dépend en grande partie de la culture, en ce sens qu'il est déterminé par la société qui a exercé son influence sur l'expérience individuelle. Ce qui varie, ce sont les catégories à l'aide desquelles l'homme classe ses stimuli visuels, la connaissance qu'il utilise pour compléter ce qui lui est immédiatement donné, et l'attitude qu'il adopte à l'égard du type d'objet artificiel qu'il voit. Le spectateur doit utiliser les capacités que sa société valorise le plus. Le peintre en tient compte ; il doit s'appuyer sur la capacité visuelle de son public. Quels que soient ses talents professionnels de spécialiste, il est lui-même membre de la société pour laquelle il travaille et dont partage l'expérience et l'habitude visuelles. » (Baxandall, 1972/1985, p. 64-65)

Mais c'est en 1983, chez l'historienne de l'art S. Alpers, dans son fameux ouvrage *The Art of Describing* — à présent classique des cultures visuelles — et traduit en français sous le titre *L'Art de dépeindre* que l'on situe le premier emploi de l'expression « culture visuelle ». En marge d'une tradition en histoire de l'art qui s'en serait tenue à une réflexion centrée, voire restreinte à la peinture et aux arts « nobles », elle choisit au contraire d'élargir l'horizon de la culture visuelle hollandaise de l'époque à une étude de l'ensemble des artefacts présents dans la « culture visuelle » hollandaise des 16^{ème} et 17^{ème} siècle. Elle introduit ainsi sa position dès l'introduction de son livre, en mentionnant d'ailleurs l'influence de Baxandall sur son travail : « Je ne propose [...] pas d'étudier l'histoire de la peinture hollandaise, mais la culture visuelle hollandaise. » (Alpers, 1983/1990, p. 13).

La réflexion de Alpers procède d'un basculement d'une science de l'art vers une recherche sur la construction visuelle de la société :

« En Hollande, la culture visuelle était au centre de la vie sociale. On pourrait dire que l'idée que chacun s'y faisait de lui-même était foncièrement une image, que la conscience de soi y reposait tout particulièrement sur l'expérience visuelle. Si le théâtre fut le terrain où l'Angleterre élisabéthaine se reconnaissait le mieux, on peut dire que les images ont joué le même rôle pour les Hollandais. » (Alpers, Op.cit., p.25)

Alpers met en avant que les peintres Hollandais ne peignent pas à la manière italienne de grandes scènes historiques auxquelles le spectateur assiste comme à travers une fenêtre. Comme le commentera B. Latour : « Ils utilisent la surface même du tableau — prise comme l'équivalent d'une rétine — pour y laisser le monde s'inscrire directement » (Latour, 1985).

Dans ce livre, elle prolonge la réflexion qu'elle avait amorcé quelques années plus tôt dans un article dans lequel elle essayait de comprendre dans quelle mesure « voir » était devenu synonyme de « savoir » dans la république hollandaise (Alpers, 1978), quelles répercussions cela pouvaient avoir sur la représentation de l'*artiste* dans la société de l'époque, et comment cette représentation était générée, et entraînée, notamment par les découvertes scientifiques et l'interconnexion des instruments avec la visualité (Hentschel, 2014). Elle étudie notamment la *camera obscura*, dont la particularité est de transformer de grands volumes en une surface réduite autour de laquelle le spectateur peut tourner à volonté. Quand cette capture d'images a réussi, il n'y a plus pour le spectateur de site privilégié, de même qu'il n'y a plus pour l'image de cadre nécessaire (Latour, 1985) :

« les artistes du Nord, de façon caractéristique, cherchèrent à représenter, en transportant l'étendue de la vue sur leur surface de travail, plate et petite (...) c'est cette capacité de la surface à contenir une telle illusion du monde — c'est-à-dire une combinaison de vues différentes — qui est typique de la plupart des images du Nord. » (Alpers, 1983, p.51)

Elle mit l'accent sur la description, en prenant notamment pour exemple majeur *L'Atelier* de Johannes Vermeer (également appelé, *L'Art de la peinture*, ou *L'Allégorie de la peinture*), et affirma que dans la peinture hollandaise de cette période, l'importance n'était pas la signification, mais le « faire » de peindre, ou le « peindre quelque chose de descriptif ». Car dans ce cas, c'est selon Alpers la peinture même qui est descriptive.



Fig.8., *L'Atelier (ou L'art de la peinture)*, J. Vermeer, 1666,
130x100cm, Musée d'histoire de l'art de Vienne.

En ne restreignant pas son étude aux « seules » peintures de maîtres de l'époque, mais au contraire en l'élargissant aux découvertes techniques, et notamment optiques, elle contribua à déplacer les cadres de lectures interprétatifs et symboliques de l'histoire de l'art traditionnelle pour façonner les jalons d'une plus large et plus souple « culture visuelle ». Pour saisir cet enjeu essentiel de « l'art de peindre », au XVII^e siècle comme au XX^e siècle, Alpers choisit de se donner un observatoire privilégié, à savoir le lieu idéalisé de la création artistique moderne, dans lequel les artistes aimèrent justement à

partir du XVII^e siècle à se représenter dans l'exercice de leur art : l'atelier. Ce que commente O. Christin en disant que pour l'auteure :

« (*l'atelier*) n'est pas seulement un thème pictural - que l'on pourrait faire remonter aux innombrables images qui représentaient saint Luc peignant la Vierge - ou une organisation matérielle du travail artistique : il est construction sociale, invention théorique, état d'esprit qui en fait bien plus qu'un lieu physique. » (Christin, 2008)

L'atelier, la peinture d'atelier, la peinture en atelier deviennent à la fois des conditions de l'activité artistique et un aspect central de celle-ci, un dispositif intellectuel et une forme d'expérience, sur le modèle exactement contemporain de l'expérimentation scientifique (Christin, 2008). Elle revient sur ces arguments dans un chapitre de l'ouvrage collectif édité par P. Galison et C.A. Jones en 1998, *Picturing Science, Producing Art*. Dans cet essai, intitulé *The Studio, The Laboratory, and the Vexations of Art*, elle reprend l'idée déjà émise plus tôt dans ses textes que l'atelier est « le lieu où on fait l'expérience du monde, où on fait entrer le monde dans l'art, dans le tableau, pour le soumettre à des contraintes, de lumière, de disposition, de mise en scène, d'observation rapprochée, en un mot, pour reprendre le titre du livre emprunté à Francis Bacon, à des « vexations » (Christin, 2008). Elle compare en effet l'atelier de l'artiste avec le laboratoire scientifique, retrouvant dans l'atelier une manière de laboratoire et dans son fonctionnement l'efficacité d'un instrument d'expérience, elle émet toutefois des réserves sur leur assimilation tout à fait.

La comparaison que Alpers fait entre l'atelier de l'artiste et le laboratoire du scientifique accorde une méticulosité à l'artiste qui déplace le gage de moralité vers celui d'habileté, et dans le même mouvement qui dégage les expérimentateurs scientifiques de leur isolement dans une culture différenciée en redéfinissant le statut épistémologique de ce qu'ils font (notamment en considérant l'atelier sur le modèle du laboratoire par l'intermédiaire du rôle de l'assistant/technicien) (Galison & Jones, 1998). Pour Alpers, c'est par ailleurs la mise à distance du regard (qu'elle développa d'un point de vue plus auto-biographique dans son livre *Roof life*, traduit en français sous le titre *Tuilages*), qui produit un effet cartographique dans ce tableau surprenant (Alpers, 1983).

De sa perspective d'historienne de l'art, Alpers a produit une lecture complexe des représentations de l'atelier d'artiste, en incluant les genres comme la nature morte et le paysage qui ne sont pas la plupart du temps étudiés comme des signes d'« indexicalité » (Galison & Jones, 1998). Alpers recherche dans les deux genres de peinture la manière

de refléter la relation de l'artiste à la réalité, et de produire une analogie entre l'effort artistique et celle scientifique comme partie prenante des traditions mimétiques et analytiques de l'expérimentation. Dans son livre *Que Veulent les images ?* Mitchell a défini la « Culture visuelle » ainsi :

« En somme, une conceptualisation dialectique de la culture visuelle ne peut se satisfaire de la « construction sociale du champ visuel » comme objet d'étude : elle doit également s'attacher à explorer la construction visuelle du champ social. Non seulement nous voyons de la façon dont nous voyons parce que nous sommes des animaux sociaux, mais nos agencements sociaux revêtent les formes qui sont les leurs parce que nous sommes des animaux doués de vision. » (Mitchell, 2005/2014, p. 347)

Cette définition de la culture visuelle et le renversement des mécanismes analytiques qu'elle sous-tend nous semble particulièrement pertinente vis-à-vis de notre objet d'étude. En effet pour nous, il ne s'agit pas d'étudier la « construction scientifique du visuel » mais la « construction visuelle de la science ».

I.III.3 Culture visuelle des sciences

En 1985, B. Latour coordonne le numéro 14 de la revue *Culture Technique*. Dans ce numéro et de manière inédite sont rassemblés des textes de sociologues, d'historiens, de philosophes... et les thèmes de ces textes sont consacrés aux regards, aux inscriptions, aux expériences, à l'observation, aux instruments, aux images et aux procédés de visualisation. Ce numéro spécial, qu'il introduit par un article programmatique, intitulé *Les vues de l'esprit. Introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques*, place donc d'emblée par les thèmes qui y sont abordés l'anthropologie des sciences et des techniques comme champ d'étude des artefacts liés à la construction de la connaissance scientifique et aux différents régimes de visualité qui y sont liés¹⁴.

Le texte introductif qu'il rédige, qui adopte le style d'un manifeste et sera republié dans les textes fondateurs de la sociologie de la traduction et dans des versions modifiées en anglais au cours des années 1980, est particulièrement important vis-à-vis de ce que l'on considère comme le « tournant pratique » des études sur les sciences, dans son versant constructiviste (Wieber, 2010). Latour, en questionnant les sciences sous l'angle

¹⁴ Ce qui rejoint le propos que Martin Jay dans son essai intitulé « Les régimes scopiques de la modernité » (1993/1988), dans lequel il prolonge l'analyse que Christian Metz a fait de ce qu'il a appelé les régimes scopiques du cinéma. Sans prétendre résumer ainsi la notion de « régime scopique », on peut toutefois en retenir la prééminence accordée au sens de la vue sur les autres sens depuis la Renaissance et les révolutions scientifiques, et les conséquences sociales et politiques de cette prééminence.

de la différenciation qui a pu être faite entre les pratiques scientifiques et les autres activités humaines, revendique une opposition à l'idée d'un grand partage entre pensée scientifique et pensée quotidienne. Il s'est attaché à comprendre ce qui différencie les sciences des autres activités humaines, en privilégiant non pas des causes massives comme l'émergence d'une pensée rationnelle ou l'explication économique de tel ou tel développement scientifique, mais des causes simples, « étudiables empiriquement », que sont pour lui les pratiques d'écriture et d'imagerie des scientifiques (Wieber, 2010).

Tout comme la culture visuelle pensée par Alpers visait à reconsidérer le « grand partage » traditionnel en Histoire de l'Art entre arts nobles et arts mineurs pour penser la construction visuelle du social en général, Latour, dans cet article, émet l'hypothèse que certaines révolutions scientifiques doivent en effet moins leur avènement au « génie des grands hommes » qu'à certaines avancées dans la culture technique de l'imprimé et de l'imagerie (Boidy, 2016b). Ces avancées rendant lisibles et visibles des données déjà existantes sous une forme neuve. Il définit la culture visuelle d'un pays et d'une époque comme un ensemble comprenant certaines images, mais aussi des sciences nouvelles, des théories de l'optique, une certaine organisation des arts et des métiers, et surtout une économie. Loin d'être abstraite, une nouvelle vision du monde « redéfinit ce que c'est que voir et ce qu'il y a à voir » (Latour, 1985, p.14). Latour ajoute que « le médiateur obligé est un langage visuel, un protocole de descriptions des couches et des azimuts, un ensemble de conventions de couleurs et de tracés. ¹⁵ » (Latour, 1985, p.19).

Pour l'auteur, les images circulent plus facilement que les objets, les images « voyagent » de sorte à ce que les gens et les objets n'aient pas à le faire. (Hentschel, 2014) Une image ne vient jamais seule : nous devons regarder toute la chaîne (parfois une véritable « cascade ») de représentations sous des formes et formats variés (Latour, 1985, p. 48). Finalement, ce que défend Latour dans ce texte est que les images sont des « mobiles immuables » : « la voie sûre d'une science c'est toujours l'invention d'un mobile immuable capable de rassembler les choses en quelques points » (Latour, 1985, p.19)

¹⁵ M. Lynch a analysé des cas d'illustrations scientifiques qui lui ont permis d'étudier les conventions utilisés par les chercheurs en laboratoire afin de rendre leurs objets d'étude visibles et analysables. Ces conventions « produisant des caractéristiques de rendus graphiques qui reflètent l'organisation disciplinaire du travail scientifique autant que l'organisation des objets naturels et leurs relations » (Lynch, 1985). Nous reviendrons en détail sur le travail de Lynch au chapitre trois.

Il s'en réfère volontiers au travail de Alpers pour appuyer son propos :

« Le grand intérêt pour nous du livre d'Alpers est qu'il ne porte pas seulement sur les images mais sur l'ensemble de la culture visuelle d'un pays et d'une époque. Cette culture comprend à la fois certaines images, mais aussi des sciences nouvelles, des théories de l'optique, une certaine organisation des arts et des métiers, et surtout une économie. On par souvent de « vues du monde » sans comprendre que cette métaphore doit toujours être prise littéralement. » (Latour, 1985, p 39-40)

Tout comme Alpers a souligné la double action qui relie l'art et la science, Latour a proposé de thématiser la pluralité des « cultures », en questionnant ce que nous pouvons apprendre des manières dont les différents régimes de savoir utilisent les techniques visuelles. Pour Latour, la dynamique symbolique ne peut pas fonctionner en invoquant directement le référent final, mais procède plutôt d'un complexe cheminement de médiations qui détermine la signification (Latour, 1985 ; 1998).

Il propose de penser un langage de la culture visuelle suffisamment riche pour inclure une grande variété de médiateurs, et au sein duquel aucun ne peut se substituer à un autre. Les études préparatoires, les couches de peintures, les vernis, les marchands, les assistants, les dirigeants chez Alpers, tout comme les notes, les cartes, les diagrammes, les conditions de mesure, les tableaux de données chez Latour, sont des chaînes de médiation qui constituent les circonstances au travers desquelles le travail artistique, scientifique (voire religieux) peut se réaliser. Et c'est au sein de cet enchevêtrement qu'une asymétrie émerge à ses yeux, car le constructivisme avantage les arts — les médiations d'expositions allant dans la même direction que les ambitions de l'art — alors même qu'il menace, selon la même multiplication de médiations, une construction populaire de la science tenue pour être la référence direct et immédiate au monde. Une manière plus sophistiquée serait pour Latour de prendre la science pour ce qui est constant au travers des transformations (Galison & Jones, 1998).

Dans *Discipline and the Material Form of Images : An Analysis of Scientific Visibility*¹⁶, paru également en 1985, Lynch étudie comment les objets naturels sont rendus visibles et analysables dans la recherche scientifique.

¹⁶ Ce texte est dans le prolongement direct de son travail avec Harold Garkinkel et Eric Livingston Voir : Garfinkel, H., Lynch, M., Livingston, E., « The Work of a Discovering Science Construed with Materials from the Optically Discovered Pulsar », *Philosophy of The Social Sciences*, Vol.11, 1981.

Pour lui, à ce moment-là¹⁷, une caractéristique de l'activité scientifique est en effet la production de « rendus » visuels d'objets, de procédés, de relations et de constructions théoriques. Les productions visuelles (photographies, diagrammes, graphes, rendus visuels divers) utilisés dans les publications de recherche ne tiennent pas lieu pour lui de simples illustrations mais sont des documents essentiels car ils permettent aux objets de recherche d'être perçus et analysés (Lynch, 1985). Et par ailleurs, ces « rendus » sont révélateurs de processus techniques, et peuvent paraître « artificiels » car dépendant précisément des techniques qui ont servies à leur production, mais ce caractère « artificiel » est essentiel à la compréhension du processus de travail des chercheurs, au-delà des seules analyses de documents textuels ou d'interactions entre chercheurs :

« Such displays systematically transform specimen material into observable and mathematically analyzable data.

Objects and relationships which were initially invisible become visible and palpable as a result of highly technical skills and complex instruments. What laboratory scientists perceive and work upon is thus artificial in the extent to which its appearance depends upon such technologies. Artificial features of visual displays sometimes are blamed for illusions, misrepresentations or distortions, but in fields such as electron microscopy the artificial appearance of a specimen is what enables it to be observed and analyzed in the first place. [...]

The process of working with such materials cannot adequately be characterized by focusing only on verbal references to an object, literary inscriptions, the relations between written accounts and visible displays, or embodied actions at the lab bench. What I will present instead is an account of how a specimen is transformed into visible and analyzable data through the various stages of a project. I will describe the rendering practices which utilize a variety of modalities of action to transform the documentary form of a scientific object from one stage of a project to another. » (Lynch, 1985/2006, p 195-196)

Les travaux de Latour, Lynch et Woolgar ont joué un rôle très tôt dans l'orientation dans études sur le rôle de la production et de la circulation des images et des inscriptions dans le travail scientifique. A la suite de ces travaux pionniers, et principalement au travers du « tournant pratique » qui remonte à la fin des années 1970 et au début des années 1980, la communauté scientifique s'est tournée vers l'étude des *pratiques* scientifiques, et surtout expérimentales (Bigg, 2012).

¹⁷ Lynch publiera d'autres textes par la suite dans lesquels il nuancera son propos, notamment en discutant la notions de "representation" et de « visualisation ». Nous présenterons les nuances qu'il propose au chapitre trois.

La place des productions visuelle dans les recherches scientifiques fait en effet l'objet de nombreuses études dont la diversité s'est densifiée depuis les années 1980 et 1990, et ce de manière hétérogène et dans des disciplines et des études aux approches très diverses. Comme l'a étudié C. Bigg (2014) : « la disparité des corpus communs de références n'en laisse pas moins percevoir un champ d'études visuelles transnationales en cours de cristallisation et de structuration que l'on pourrait rassembler sous l'étiquette de « études visuelles des sciences » ».

Cette expression, que nous empruntons à Bigg, est la transposition de l'expression en langue anglaise de *Visual Studies of Science*. La « géographie théorique » de ces études, comme le dit Bigg, nous provient essentiellement des deux pôles théoriques que nous venons de le voir : celui anglo-saxon des *Visual Cultural Studies*, et celui germanique des *Bildwissenschaft*, « sciences des images ». Au croisement de ces deux héritages, l'intérêt pour les images scientifiques, qui a connu un essor particulièrement important dans le champ anglo-saxon autour des années 2000 (Bigg, 2008), se retrouve ces toutes dernières années dans les approches théoriques françaises, sous l'impulsion notamment de l'importation des études de culture visuelle anglo-saxonnes dans le champ académique français (Boidy, 2016b). Les études pouvant être englobées sous l'étiquette de « culture visuelle des sciences » se retrouvent mises en œuvre par la publication croissante d'ouvrages de synthèse et d'études collectives. C'est par la dimension collective de ces études pionnières que nous envisagerons finalement l'émergence de la culture visuelle des sciences. En effet, ces ouvrages et les auteurs qui les ont édités, ont eu la particularité d'avoir réuni des contributions de champs disciplinaires divers, incluant l'histoire des sciences, la sociologie des sciences, la philosophie des sciences, et bien sûr l'histoire de l'art.

Participant des premiers ouvrages traitant de thématiques visuelles dans le travail épistémologique (dont entre autres ceux de M. J. S. Rudwick, 1976 et L. Cartwright, 1995), nous pouvons citer en 1990 la parution de l'ouvrage édité par M. Lynch et S. Woolgar, *Representation in Scientific Practice*, republié en 2014 avec C. Coopmans et J. Vertesi.

Dans l'introduction à la réédition de leur livre qui marqua les années 1990 sur l'étude de la représentation scientifique, Lynch et Woolgar ont fait un retour sur leur réflexion de l'époque afin d'en prolonger la démarche à l'heure de nouvelles possibilités

offertes, notamment par les outils numériques. Dans le premier volume qu'ils ont publié sous ce titre en 1990, la notion de représentation mettait en jeu, selon les auteurs, de longues luttes avec des matériaux de recherche pour les reconstruire d'une manière qui facilitait l'analyse, par exemple au travers de la codification, et en mettant en lumière des fonctions clefs spécifiques en les alignant avec des concepts et des théories particulières. Cette manière de considérer la représentation comme partie prenante des pratiques et comme pratique en soi s'est depuis augmentée de corpus riches d'enquêtes ethnographiques, historiques aussi bien que d'analyse de discours au sein de la communauté scientifique, qui démontrent comment les conditions de production de connaissance sont contenues dans des assertions épistémologiques et des agencements ontologiques.

Cette année 1990 est également celle de la parution de l'ouvrage de J. Crary, *Techniques of the Observer*, qui a eu une résonance importante chez les historiens des sciences. En 1996, B.S. édite à son tour un ouvrage collectif, *Picturing Knowledge: Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science*, suivi en 1998 du collectif réunis par P.Galison et C.Jones, dans *Picturing Science, Producing Art* que nous avons mentionné. En 2006 L. Pauwels prolonge la question de la représentation abordée dans certains textes développés dans les ouvrages précédents en réunissant plusieurs auteurs à son tour dans son *Visual Cultures of Science. Rethinking representational Practices in Knowledge Building and Science Communication*, et en 2007 est publié l'ouvrage majeur de L.Daston et P. Galison, *Objectivity*, qui est l'une des publications les plus abouties de ce parti pris en histoire des sciences.

Dans ces ouvrages, les territoires des arts et des sciences se recoupent, aussi bien dans la dimension scientifique de la production artistique (lois de la couleur, de la forme, recours aux instruments optiques) que dans les dimensions esthétique et la place de l'art d'une façon générale dans le travail scientifique (formation parfois artistique des scientifiques, rôle des illustrateurs, des cartographes, dessins d'explorations, planches botaniques, observations et dessins du ciel, du corps, de roches, etc.).

Afin de cartographier les relations entre les différentes études qui ont été menées, plusieurs écrits de synthèse peuvent être mentionnés : l'article de Burri et Dumit, *Social Studies of Scientific Imaging and Visualization* (2007), et celui de Bigg, *Les études visuelles des sciences : regards croisés sur les images scientifiques* (2012).

Selon Bigg, on peut en effet identifier les travaux pionniers sur l'imagerie et la visualité scientifique de Baxandall et Alpers, mais également ceux de M. Kemp, B. Stafford et J. Elkins :

« Au-delà de la démonstration selon laquelle les sphères artistique et scientifique sont rarement aussi cloisonnées qu'on le supposait, ces auteurs ont cherché à identifier les cultures visuelles propres à des moments et des milieux donnés. De telles cultures, identifiables par le style, la facture, le mode de production des images qu'elles engendrent, seraient ainsi l'expression de conceptions esthétiques, épistémologiques et philosophiques historiquement situées, c'est-à-dire l'expression d'une conceptualisation spécifique du rapport entre sujet et objet, des théories de la perception et de la connaissance. D'où la nécessité d'élargir l'analyse au-delà des caractéristiques formelles d'une série d'images pour prendre en compte l'historicité de l'expérience visuelle et les replacer dans leur contexte culturel et social. » (Bigg, 2014, p.2)

K. Hentschel publia en 2014 une étude très documentée sous le titre *Visual Cultures of Science : Rethinking Representational Practices in Knowledge Building and Science Communication*, dans laquelle il se proposa de faire un état des lieux des recherches existantes et de rassembler les horizons disciplinaires et épistémologiques en jeu dans le développement de la culture visuelle des sciences depuis les premières études pionnières. Comme le commente Hentschel, un certain nombre de préconisations peuvent être identifiées dans ce champ d'études, dont nous synthétiserons plusieurs enjeux ici¹⁸. Plutôt que de s'en référer aux productions visuelles et aux images en tant qu'illustrations, ce qui a d'une part été mis en évidence est que l'étude des images doit être faite dans leur contexte de production et de réception propres (Alpers, 1983 ; Pang, 1996), non pas seulement en regard de leur impact sur les personnes qui les utilisent, mais également dans les procédures qui amènent à leur production, et dans le mouvement qui permet de passer de la production des images matérielles, à l'acte même de représenter ou de « donner à voir » (Hentschel, 2014). Les images, y compris les photographies, ne sont pas simplement des « captures », mais au contraire sont soigneusement construites, par le fait d'habiletés particulières, d'un travail élaboré (Lynch & Edgerton, 1988 ; Yoxen, 1987). En effet toute représentation visuelle requière une habileté non seulement dans le rendu graphique et technique, mais également dans l'interprétation qui en est faite (Gombrich, 1960 ; Perini, 2013). Les illustrations scientifiques, en particulier, sont plus

¹⁸ Hentschel identifie 23 points, avec des découpages analytiques très fins, nous n'en résumerons que certains ici et renvoyons aux propos de l'auteur, dans Hentschel, 2014, op. cit, pp. 64-67.

ou moins « chargées de théories » (Hanson, 1967), dans le sens où elles ne décrivent pas exactement des objets ou des processus mais plutôt contiennent des niveaux d'encodage symboliques qui doivent être apprises d'abord dans le but de pouvoir « lire » de telles images (Topper, 1996). Depuis les trente dernières années par ailleurs, la question de la représentation dans la pratique scientifique est devenue un sujet de recherche établi en STS (Sciences and technology studies). Des illustrations de l'anatomie humaine à l'astronomie, des protéines aux atlas, un champ riche d'enquête incluant des approches aussi bien historiques, sociologiques que philosophique s'est attaché à produire des analyses de l'effort scientifique qui consiste à « capturer », « rendre », ou « donner à voir » les aspects du monde qui sont à notre portée. Pour examiner la richesse de ces efforts, les chercheurs en STS situent les notions contemporaines de « vérité d'après nature » de la représentation comme partie prenante de l'activité contingente, située et déterminée par les disciplines dans lesquelles ces pratiques (de représentation) s'inscrivent (bien qu'elles soient mobiles et déterminantes) (Coopmans, Vertesi, Lynch & Woolgar, 2014). De même que nous n'avons pas mentionné de nombreuses autres propositions, nous ne rentrerons pas dans le développement de chacune des pistes ci-dessus car certaines seront plus avant étudiées dans les chapitres suivants de notre thèse.

Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre nous avons souhaité faire un tour d'horizon de notre objet d'étude en lien avec l'étiquette de culture visuelle, et plus particulièrement avec la « culture visuelle des sciences ». En effet, la logique de « culture visuelle » et l'issue de la visualité elle-même sont deux formes de sujets d'enquête conjointes à l'histoire de l'art, à l'histoire des sciences et aux STS.

Des théoriciens de l'art ont proclamé un « tournant pictorial » dans la culture (Mitchell, 1994) et ont mis en évidence une relation entre les images artistiques et scientifiques et les régimes de représentation dans lesquelles elles sont prises. Ce tournant visuel que nous avons décrit, en empruntant l'expression de Boehm de « tournant iconique », consiste à reconnaître aux images une autonomie : elles ne sont pas réductibles au langage et comportent toujours un surplus (sémantique ou phénoménologique) par rapport au texte. Nous avons fait un tour d'horizon des principaux théoriciens allemands contemporains de l'image en relation avec la figure intellectuelle de Mitchell. Ces travaux partagent un intérêt privilégié pour la relation qui unit la scientificité et la visibilité, et le rôle qu'a joué l'image ou la notion de culture visuelle dans l'étude des sciences, ou plus précisément dans le champ appelé les *Science Studies* de ces dernières décennies.

A partir de ces champs que nous venons de décrire, et de ces divers tournants épistémologiques, émergent des similitudes et des traits communs, et une réévaluation du rôle de l'image qui implique des considérations d'ordre anthropologique, liées aux pratiques d'images plus qu'aux objets proprement dit, dont l'importance a été révélée par des historiens de l'art.

Baxandall et Alpers ont tous les deux exemplifié un champ de recherche émergeant en portraitisant la visualité de toute une société comme incarnée dans la vie quotidienne (Hentschel, 2014). Le fait que la « culture visuelle » soit apparue comme une expression tout à fait adéquate pour englober toute une somme d'objets et de pratiques liés à la « culture de la vision » (Galison & Jones, 1998) et leurs relations à la construction du social et du savoir, a conduit inévitablement beaucoup d'intellectuels à élargir les spectres de leurs champs de recherche.

Alpers comprenait la « culture visuelle » comme :

« a culture in which images, as distinguished from texts, were central to the representation (in the sense of the formulation of knowledge) of the world. »
(Alpers, 1996, p. 26. Citée par Hentschel)

Lorsque Alpers fut sollicitée pour contribuer au *Visual Culture questionnaire* de la revue *October*, elle revint sur son usage de l'expression et ses raisons pour l'utiliser :

« When, some years back, I put it that I was not studying the history of Dutch painting, but painting as part of Dutch visual culture, I intended something specific. It was to focus on notions about vision (the mechanism of the eye), on image-making devices (the microscope, the camera obscura), and on visual skills (map-making, but also experimenting) as cultural resources : related to the practice of painting. » (Alpers, 1996, p. 26. Citée par Hentschel)

La circulation des représentations est indissociable de la matérialisation de leur apparition, ce que Belting a problématisé par la notion de médium, Latour par la notion de mobiles immuables, et Lynch par celle de rendus. Cette circulation procédant par ailleurs de différentes formes de matérialisation, notamment techniques, qui participent à la construction de la culture visuelle scientifique comme nous avons pu le voir chez Lynch. Dans l'articulation de ses systèmes de médiations, à la fois les historiens de l'art et les historiens des sciences concluent à la difficulté de synthétiser les éléments qui conduisent au travail fini.

L'effectivité d'un certain tournant historique contemporain de la culture visuelle qui se trouverait spécifiquement dans les *Sciences Studies* (Lynch et Woolgar, 1990 ; Baigrie, 1996 ; Galison et Jones, 1998 ; Pauwels, 2006 ; Burri et Dumit, 2008 ; Bigg, 2014 ; Herschel, 2014) pourra nous permettre dans les chapitres suivants de remonter dans l'« archéologie » de certains exemples qui ne sont pas mobilisés concrètement dans les tournants que nous venons de décrire, et sur lesquels nous souhaiterions ouvrir cette conclusion par le couple matérialité / agentivité, qui va guider la suite du parcours de cette première partie.

Nous avons proposé d'étudier la relation entre le « tournant iconique » et un « tournant matérialiste » (, 2010) en considérant en quoi la présence matérielle des images, le « visuel » (comme nous avons qualifié dans l'introduction de cette partie), est affaire de *matérialité*.

La portée pragmatique de l'image à la suite des travaux de Bredekamp pourra nous conduire considérer la notion d'agentivité à la suite des travaux de Gell et la « nouvelle théorie de l'art ». Gell a envisagé la question de la visualité comme un moyen qu'ont les êtres humains pour construire les allégories et les principes fondateurs de leur organisation sociale. Parmi les attributs typiques figurent ce qu'il a appelé la notion d'*agency* telle qu'il a formulé dans son livre *Art and Agency*, ainsi que la « capacité d'agir seconde » (*second agency*), c'est-à-dire la capacité qu'ont les images d'affecter et de contrôler la vie de leurs créateurs. Gell développe la thèse selon laquelle les objets d'art devraient être abordés non pas en terme de significations qui pourraient leur être attachées, ou d'un point de vue de critères du « beau » assignés à une esthétique située, mais plutôt comme étant dotés d'une intentionnalité propre, en qualité d'*agents*. En vertu de cette qualité, ils auraient une capacité d'agir comparable à celle des humains dans le sens où les objets d'art sont autant indices, au sens peircéen, que dotés d'une efficacité propre dans l'« agence sociale ». Bloch a justement remarqué que :

« Le remplacement de l'esthétique par l'intentionnalité de l'agent dans la théorie de Gell a des implications beaucoup plus nombreuses qu'on ne pourrait le croire à première vue. Il ne cherche pas seulement une base plus large qui pourrait lui permettre d'englober des choses aussi diverses que les fétiches africains et les tableaux de Rembrandt. Le but de Gell est ainsi de déplacer le socle épistémologique même de l'étude de l'art. Il l'indique lorsqu'il dit qu'il est à la recherche d'une théorie vraiment anthropologique. » (Bloch, 2007)

Dans l'image, les supports matériels, plus qu'un simple appui aux sujets qui apparaissent à la surface de l'image, « mènent une existence souveraine qui n'est pas soumise à l'histoire événementielle, dès lors qu'ils sont formateurs de valeurs expressives maximales [positives ou négatives], statiques ou dynamiques » (Alloa, 2015). La matière, la texture des supports participe non seulement à la fabrication des images matérielles, mais également à celle des représentations, grâce aux « accidents de la matière » servant de support, de médiation. L'identification d'un champ disciplinaire regroupant des théoriciens issus d'horizons disciplinaires très variés sous l'étiquette de culture visuelle puis de culture visuelle des sciences, nous a permis finalement d'identifier une volonté commune de faire non plus seulement science de l'art, mais une science des images. Envisager à cette suite la recherche sur la science par les images qui la compose et qu'elle véhicule, rend ainsi les frontières traditionnelles entre art et science poreuses. Et c'est ce que nous nous proposons d'étudier dans le chapitre suivant.

Chapitre 2

Entre Art et Science : le design

Dans la littérature foisonnante existant sur les relations entre Arts et Sciences, nous trouvons les contributions les plus pertinentes pour notre sujet dans certaines études pluridisciplinaires. Durant l'année 1982 et le premier trimestre 1983 s'est tenu à l'Université de Saint-Etienne, au C.I.E.R.E.C. un séminaire intitulé « les deux cultures », en référence au débat que le chimiste et essayiste C. P. Snow engagea dans l'Angleterre des années 1960. Ce séminaire, à l'initiative de J.-J. Bayle, alors médecin des hôpitaux au CHU de Saint-Etienne et suite à une conversation avec J.-M. Domenach, également médecin, a réuni une équipe de réflexion initialement formée de trois médecins, un physicien, un chimiste, un philosophe, deux linguistes, un ingénieur, un spécialiste de littérature et civilisation britanniques contemporaines. En présentation des actes de ce séminaire parus sous le titre évocateur *Cultures en conflit ?* (1984), L. Roux met en avant que si le débat ré-ouvert par Snow est toujours discuté, c'est pour la raison que « la vie quotidienne de ce microcosme que constitue une université pluridisciplinaire le prouve amplement. Tous les malentendus sont d'abord des questions de langage, lesquelles ne trouvent pas de solution magique dans une invocation incantatoire à la « communication », mais expriment des façons d'être au monde qui sont pour une large part des produits de l'histoire. » (Roux, 1984, p. 5). Le séminaire en effet réunissait des interlocuteurs venant de plusieurs institutions : centre hospitalo-universitaire, université, laboratoire privé de recherche, laboratoire d'épistémologie, et Ecole Nationale Supérieure des Mines. Roux ajoute par ailleurs qu'au fil du séminaire, celui-ci a « perdu le physicien, un médecin et l'ingénieur, et s'est adjoint un second philosophe-psychologue-épistémologue. » (Roux, 1984, p.7)

Si nous portons une attention particulière à ces propositions, c'est pour trois raisons : d'une part le débat au sujet des « deux cultures », sur lequel nous allons revenir dans quelques lignes, nous semble toujours d'actualité sur bien des points, notamment car il est présent de manière diffuse dans certaines publications de la culture visuelle des sciences, et qui interrogent les relations entre art, science, et représentation. D'autre part, car ces dynamiques de réflexion pluridisciplinaires qui ont été présentes au C.I.E.R.E.C., anticipent selon nous sur bien des points les débats actuels sur la formation d'équipes de recherche réunissant des scientifiques de formation diverses, mais également des artistes, des architectes, des ingénieurs, et des designers (sur lequel nous reviendrons dans la partie suivante), et qui sont cœur des enjeux de la place que prend la science dans la société qu'elle-même construit.

Nous nous proposons dans ce chapitre de revenir sur différents cas historiques, et en premier lieu sur l'obstruction que pose la problématique des « deux cultures ».

II.I. L'art n'est pas la science : les deux cultures

II.I.1. La *Rede lecture* de C.P. Snow

« The two Cultures » est le titre ainsi que la première partie d'une conférence prononcée le 7 mai 1959 lors d'une *Rede Lecture*, à la Senate House de Cambridge, par le chimiste et essayiste britannique C. P. Snow. Les *Rede Lecture* constituent une tradition de grandes conférences ayant ses racines au 16^e siècle, et s'étalant jusqu'à aujourd'hui, où l'on a pu traiter tout autant de la thermo-électricité (1873), que du choeur dans la tragédie grecque (1912) et des mécanismes du cerveau (1933). Les thèses contenues dans l'intervention de Snow, qui est encore débattue aujourd'hui — même si elle est plus citée à titre de référence emblématique que l'objet d'analyses détaillées — avaient été l'objet de deux publications antérieures : un article du même titre, paru dans *The New Statesman* du 6 Octobre 1956, et un autre dans le Sunday Times des 10 et 17 mars. Mais aucun ne fit grand bruit avant cette lecture, qui eut un écho retentissant. Elle sera traduite et publiée en français en 1968, accompagnée d'un second texte que Snow rédigea, quatre ans après la conférence de la fondation Rede, en 1963, en réponse aux nombreux débats qu'elle a engendré. Ce que Snow mentionne dans la préface à la seconde édition :

« La conférence que j'avais prononcée ayant fait l'objet de nombreuses controverses, j'ai jugé préférable de ne modifier en rien mon texte original, à l'exception de deux légères inexactitudes que j'ai rectifiées. »

Dans la seconde partie de cet ouvrage, j'ai, comme l'indique son titre, repris le thème de ma conférence à la lumière des divers commentaires qu'elle avait suscités, et aussi parce que quatre années se sont écoulées depuis sa première rédaction. C.P.S. 23 septembre 1963 »

Dans cette conférence, le « constat » énoncé par Snow (qui peut être considéré comme une plainte) est celui que la vie intellectuelle de la société qui l'entoure est séparée en deux. Il jette un éclairage particulier sur cette polarité, « dialectique », qu'il qualifie d'incompréhension, voire d'antipathie, entre scientifiques et intellectuels littéraires :

« Je crois que la vie intellectuelle de l'ensemble de la société occidentale tend de plus en plus à se scinder en deux groupes distincts ayant chacun leur pôle d'attraction (...) Deux groupes, donc, ayant chacun leur pôle d'attraction : à un pôle, nous avons les intellectuels littéraires, qui se sont mis un beau jour, en catimini, à de qualifier d'« intellectuels » tout court, comme s'ils étaient les seuls à avoir le droit à cette appellation. (...) Des intellectuels littéraires à un pôle — à l'autre des scientifiques, dont les plus représentatifs sont les physiciens. Entre les deux, un abîme d'incompréhension mutuelle — incompréhension parfois teintée, notamment chez les jeunes, d'hostilité et d'antipathie.» (Snow, 1959/1968, p.4)

Il évoqua le fossé grandissant entre les intellectuels littéraires et les scientifiques professionnels, observant par exemple que :

« Un océan est, à vrai dire, bien peu de chose en regard de la distance qui les sépare. Il suffit en effet de traverser l'atlantique pour s'apercevoir que Greenwich Village parle exactement le même langage que Chelsea, l'un et l'autre ayant à peu près autant de rapports avec l'Institut de technologie du Massachussetts que si les scientifiques s'y exprimaient uniquement en tibétain » (Op.cit., p. 13)

Il affirme clairement une dichotomie, en réponse à la distinction « intellectuels / non-intellectuels » qu'il dénonce, par la séparation « scientifiques/non-scientifiques ». Snow toutefois ne cherche pas à y analyser théoriquement une opposition entre une culture qui serait humaniste et une autre qui serait scientifique. Ce qu'il pointe, c'est un manque de communication entre les littéraires et les scientifiques (étant lui-même intéressé des deux), qui conduit à des interprétations caricaturales d'un côté comme de l'autre, car basées sur deux clichés :

« Les non-scientifiques sont fermement convaincus que les scientifiques n'ont aucune conscience de la condition humaine et que leur optimisme est un optimisme de surface. Les scientifiques, de leur côté, croient que les intellectuels littéraires sont des gens aux vues courtes, singulièrement indifférents à leurs semblables, foncièrement anti-intellectuels et soucieux

de réduire l'art et la pensée au moment existentiel. Toute personne modérément douée pour l'invective pourrait accumuler de menus griefs de ce genre. Ces propos, de part et d'autre, ne sont pas toujours entièrement dénués de fondement. Mais ils présentent un caractère éminemment destructeur et reposent en grande partie sur de fausses interprétations qui sont dangereuses. Qu'il me soit permis d'examiner deux des préjugés les plus profondément ancrés dans les esprits, un pour chaque camp. » (Op.cit., p. 17)

Le constat de Snow est radical, malgré (ou justement) son attachement personnel aux pratiques littéraires et scientifiques. Si l'on suit son découpage, et en considérant évidemment qu'il écrit ces mots dans le contexte de mésententes dans son environnement de Cambridge de l'époque¹⁹ — les scientifiques et les littéraires y mènent une dispute intense (voir : Bayle, 1984) — ce n'est pas véritablement selon nous à élargir, ou à réduire, à la dichotomie scientifiques / artistes. Car Snow déplore le manque de contact, avant tout car il est pour lui la manifestation d'une grande perte de créativité :

« Dire que c'est dommage ne servirait à rien. C'est d'ailleurs bien pire que cela. (...) (Mais) au cœur même de la pensée et de la création, nous laissons se perdre quelques-unes de nos meilleures chances. De la rencontre de deux sujets, de deux disciplines, de deux cultures (autant dire de deux galaxies) devraient, normalement, jaillir des chances créatrices. Dans l'histoire de l'activité mentale, c'est ainsi que des interpénétrations ont pu se produire. Ces chances, elles existent ; elles sont là, à notre portée. Mais elles demeurent pour ainsi dire isolées dans le vide, faute pour les deux cultures de pouvoir se parler. » (Snow, 1959/1968, p. 31)

L'enjeu de la « création » est inclus autant dans les arts poétiques et leur discursivité que dans l'énoncé de la science dans la finesse de ses démonstrations, sur des modes sur lesquels nous reviendrons, de même que les relations entre la littérature et l'art aux sens larges de leurs acceptions dépassent les contingences des seuls paradigmes langagiers, ce que nous avons vu au chapitre précédent dans la pensée contemporaine de l'*image*.

D'ailleurs, par cette lecture, non sans avoir plus tard dit qu'il y avait joué le rôle de provocateur car elle fait presque figure de manifeste, Snow présente plutôt le problème d'une dialectique entre deux conceptions de la « culture », induites et construites par

¹⁹ Tel que Snow le mentionne lui-même : « Cette conférence ayant été prononcée à Cambridge, je me suis référé à des noms et des exemples connus de mon auditoire, et sur lesquels il était inutile, en l'occurrence, de fournir de plus amples précisions. » Snow, C.P, *op. cit.*, Note 2, p 149.

Il ajoutera en 1963, suite aux réactions que sa conférence a suscité : « (...) j'aurais dû, je crois, porter bien davantage l'accent sur le fait que je parlais en tant qu'Anglais, me référant principalement aux mœurs et aux usages de mon pays. Je l'avais, du reste, indiqué. J'avais également indiqué que cette dualité de la culture est, semble-t-il, beaucoup plus accentuée en Angleterre que partout ailleurs. Je m'aperçois à présent que je n'avais pas suffisamment insisté là-dessus. » (Snow, 1963, p.105)

deux « champs », bien qu'il mentionne le risque assumé d'avoir choisi cette bipolarité des savoirs et des pratiques, qui a pu être qualifiée d' « économie du binaire » (Jones et Galison, 1998) :

« Le chiffre 2 est un chiffre très dangereux : c'est pourquoi la dialectique est, elle aussi, un instrument très dangereux. Toute tentative en vue de diviser quoi que ce soit par deux devrait, *a priori*, nous inspirer une extrême méfiance. J'ai longtemps songé à modifier mon titre initial en le nuancant quelque peu : mais j'ai, tout compte fait, décidé que mieux valait en rester là. Je cherchais quelque chose qui fût un peu plus qu'une brillante métaphore et beaucoup moins qu'une carte géographique de la culture. Dans cette optique, la dénomination « les deux cultures » est encore ce qu'il y a de mieux ; et raffiner davantage n'eût fait que compliquer le problème. » (Snow, Op.cit, p. 22)

Fondant ce qu'il considère comme la science sur le modèle qui l'occupe, la physique et la chimie, toutes les autres formes de « pratiques » sont par le fait non-scientifiques, et c'est là l'enjeu de notre examen, qui nécessite somme toute de faire un détour sur son utilisation du terme « culture » :

— Au pôle scientifique : « la culture scientifique est réellement une culture » pour Snow, non seulement sur le plan intellectuel, mais sur le plan anthropologique du terme, en tant que les scientifiques sont un groupe de personnes évoluant dans le même milieu et liées par des usages, des croyances, et des modes de vie commune²⁰ » (Snow, 1963, p.99) :

« (...) il existe des attitudes communes, un cadre de référence et des modes de comportement communs, des façons communes d'appréhender les problèmes et de formuler les hypothèses. Tout cela constitue un lien singulièrement plus fort et plus profond que ceux qui unissent les membres d'une même religion, d'un même parti ou d'une même classe sociale. » (Snow, 1968 [1959], p. 22)

Si dans ce groupe « les scientifiques », les humains qui s'en réclament n'ont pas les mêmes opinions, formations, origines, la compréhension parfaite n'est pas nécessaire, entre physiciens et biologistes par exemple, car d'après Snow ils ont une attitude commune : la rigueur et la discipline que leur impose la méthode scientifique :

« Ils ont leur propre culture — intensive, rigoureuse et rien moins que statique. Cette culture est en grande partie fondée sur le raisonnement, un raisonnement généralement très strict qui se situe presque toujours à un

²⁰ Il est à ce titre intéressant de constater que chez Snow il y a la confusion entre « Culture scientifique » et « recherche scientifique » (Voir : Bayle, 1984)

niveau conceptuel plus élevé que celui des littéraires, bien que les scientifiques emploient certains termes dans des acceptions totalement étrangères aux non-scientifiques : leur vocabulaire correspond à des définitions précises et, lorsqu'ils font usage de mots tels que « objectif », « subjectif », « philosophie » ou « progressif », ils savent fort bien de quoi ils parlent, même si le commun des mortels y attribue d'ordinaire une tout autre signification. » (Snow, p. 26-27)

En outre, en suivant l'auteur, quelles que soient leurs convictions politiques ou religieuses, leur appartenance de classe, les scientifiques regardent essentiellement vers l'avenir, avec l'idée commune selon laquelle « la science avance » — cette dernière mention est notamment en opposition à l'attitude des littéraires, qui regardent et encensent le passé. Et l'ensemble de ces traits communs constitue une culture :

Dans leur travail, dans leur vie affective, ces gens-là ont une façon de penser qui s'apparente beaucoup plus à celle des autres scientifiques qu'à celle des non-scientifiques ayant, en matière de religion, de politique, etc., la même étiquette qu'eux. Si j'osais risquer pareille métaphore, je dirais qu'ils ont, par tempérament, l'avenir dans le sang. Ils ne seront peut-être pas d'accord avec moi : mais le fait est là. (...) D'instinct, tous ont les mêmes réactions. C'est cela qu'on appelle une culture. (...) Les attitudes de l'un des pôles deviennent les anti-attitudes de l'autre. Si les scientifiques ont l'avenir dans le sang, la culture traditionnelle, elle, réagit, en cherchant à ignorer cet avenir, à faire comme s'il n'existait pas. C'est la culture traditionnelle qui, dans une mesure que l'apparition d'une culture scientifique a singulièrement peu atténuée, régit et gouverne le monde occidental. » (Snow, 1968 [1959], p. 23-24)

Cette distinction caricaturale, est d'ailleurs suffisamment ancrée pour nous faire penser à des réminiscences — en le schématisant à gros traits — de la querelle qui opposa les Anciens et des Modernes :

« La version originelle a fait grand bruit à la fin du XVII^{ème} siècle sous la forme de la célèbre querelle des Anciens et des Modernes (opposant Aristote et la Renaissance à Bacon et à Descartes, comme le raconta avec tant d'humour Jonathan Swift, qui se rangea parmi les Anciens face à une science conquérante dans sa délicieuse Bataille des livres. (...) Ma génération a fait connaissance avec la version moderne de cette vénérable querelle grâce au livre, souvent cité mais rarement lu, de C.P. Snow sur les « deux cultures ». » (Gould, 2003/2005, p.39).

C'est d'ailleurs à resituer la chronologie historique de ce « pseudo-conflit » que c'est consacré S. J. Gould dans son livre *Le renard et le hérisson. Pour réconcilier la science avec les humanités*²¹. En effet :

« (De plus) si logiques qu'elles puissent paraître, et avalisées par le cours de l'histoire, nos taxonomies des disciplines sont les résultats, largement arbitraires et contingents, de normes sociales et de pratiques universitaires anciennes qui sont devenues des obstacles à notre compréhension. » (Gould, Op.cit. p. 38)

Snow n'oppose pas le créateur « humaniste » au scientifique, au contraire il émet le regret que cette polarisation fasse perdre à l'activité intellectuelle :

« Cette polarisation représente pour nous tous une perte pure et simple : pour nous en tant qu'individus, et aussi pour notre société. C'est une perte à la fois sur le plan pratique, sur le plan intellectuel et sur celui de la créativité — encore que, je le répète, on aurait tort d'imaginer que l'on peut les dissocier nettement l'un de l'autre. » (Snow, p.24-25)

Une question se pose alors, que Bayle (1984) : peut-on concevoir une « culture scientifique » hors d'une « vie scientifique » ? C'est-à-dire : « si l'on peut posséder une culture littéraire sans n'avoir jamais écrit un conte ou un roman, peut-on faire de même en matière de culture scientifique ? »

Pour Snow, le grand créateur scientifique, le savant, fut jusqu'aux années 1920 un homme de grande culture. Il se réfère notamment à Einstein qui discutait avec passion les auteurs russes, ou à Rutherford qui lisait énormément, ou encore G.H. Hardy qui était en relation avec le groupe de Bloomsbury²². (Bayle, 1984). C'est au chercheur plus « humble » qu'il se réfère, comme le souligne Bayle : « celui qui, de nos jours, est inclus dans une équipe par la nécessité des programmes de recherche et des budgets qu'ils nécessitent » (Bayle, 1984). Ce chercheur est souvent hyperspécialisé, et, comme le fait

²¹ N. Witkowski, le traducteur de Gould mentionne ceci dès les premières pages de la préface dans une note de bas de page : « Par « humanités », l'auteur entend ici tout ce qui n'est pas directement du ressort des sciences dites « exactes » : littérature, histoire, sciences sociales et humaines, philosophie, éthique, voire à l'occasion l'art et la religion. Quoique d'un usage moins courant en français moderne, le terme est conservé ici pour des raisons de simplicité et parce qu'une partie de l'argumentation, d'ordre historique, se réfère à une époque où il était plus employé qu'aujourd'hui. » p. 17. Or l'utilisation croissante ces dernières années du terme « humanités » lui redonne une actualité qui nous conduira également à l'utiliser, notamment sous l'impulsion du champ des *Digital Humanities*, en français *Humanités numériques*.

²² Lorsque Snow se réfère à G.H. Hardy, c'est car il le considère comme « l'un des mathématiciens « purs » les plus distingués de son époque ; c'était, à Cambridge, un personnage fort pittoresque, aussi bien lorsqu'il y était jeune professeur que lorsqu'il devint, en 1931, titulaire de la chaire de mathématiques de la fondation Sadler. » Snow, C.P., op. cit., Note 2 p. 149. (Note du traducteur)

remarqué J.-M. Lévy-Leblond dans *L'Esprit de Sel* (1981), « sa culture scientifique est souvent limitée à son propre sujet ».

Snow était dans une unité spéciale du WarOffice pendant la guerre (Halperin, 1983), où son rôle était de sélectionner des spécialistes, d'origines, de formations et d'opinions divers, dans l'objectif de développer des techniques dans les domaines du radar et de la physique nucléaire²³. Ce qui lui permis d'interviewer grand nombre de scientifiques et qui forgea pour une part son envie de démontrer « le rôle que les scientifiques peuvent et doivent jouer auprès du pouvoir politique » (Bayle, 1984) :

« La Grande-Bretagne compte environ cinquante mille hommes de science et quatre-vingt mille ingénieurs ou chercheurs travaillant dans le domaine des sciences appliquées. Pendant la guerre et au cours des années qui l'ont suivie, mes collègues et moi-même avons eu à en interviewer à peu près tante à quarante mille, soit, en gros le quart. (...) »

Nous avons pu déterminer dans une certaine mesure ce qui faisait l'objet de leurs lectures, de leurs réflexions. Et je dois avouer que, même moi qui les aime et les estime, j'ai été assez ébranlé par ce que nous a révélé cette enquête. (...) Bien sûr, quelques-uns des hommes de science les plus éminents ont été — et son toujours — des esprits extrêmement actifs et curieux. Et nous en avons rencontré plusieurs qui avaient lu tout ce dont les littéraires parlent volontiers entre eux. Mais le cas demeure très rare. » (Snow, Op.cit. p.26)

Pour Snow, cette culture « humaniste » des scientifiques réside essentiellement en ce qu'ils ont l'exigence et sont surtout sensibles à la musique :

« Leur culture est, à bien des égards, une culture digne d'admiration. L'Art n'y est guère à l'honneur, à l'exception (et l'exception est de taille) de la musique. (...) L'oreille — et, dans une certaine mesure, l'œil. » (Snow, Op.cit., p. 27)

La lecture de livres y occuperait une place faible, le scientifique qu'il décrit préférant à l'outil littéraire les outils techniques à sa disposition. En revanche, les scientifiques ont le sens de leur responsabilités sociales et un haut sens moral, la « morale étant partie intégrante de la science elle-même, et presque tous les scientifiques forment, dans ce domaine, leur propre jugement. » (Snow, Op. cit., p.27-28) Cette prise de position lui

²³ Voir la biographie faite par J. Halperin, *C.P. Snow An oral Biography*, Harvester press, 1983. Voir également les relations entre science et pouvoir chez Snow, C.P, « Science and Government », in *Public Affairs*, Mac Millan, London, 1971, et l'étude de J.A. Brunet, « C.P. Snow, théoricien du pouvoir » dans *Le pouvoir dans la littérature et la pensée anglaises*, Centre Aixois de recherches Anglaises, Université de Provence, Aix, 1981.

value d'ailleurs d'être qualifié de « chargé des relations publiques pour l'*establishment* scientifique » par le critique littéraire F.R. Leavis, qui dans son essai *Two Cultures?: The Significance of C. P. Snow* (1972), publié dans *The Spectator*, répondra à Snow dans une critique acerbe, personnelle même²⁴, au-delà de la seule discussion de ses arguments (Gould, 2003).

— Au pôle littéraire, Snow oppose une gamme d'attitudes qui serait d'emblée plus vaste. Si le constat de Snow est de révéler un appauvrissement de la culture littéraire et de la lecture en général chez les scientifiques, l'appauvrissement culturel vis-à-vis de la science serait peut-être encore plus grave chez les littéraires, car ils en tirent « vanité ». Selon l'auteur, pour les intellectuels littéraires, il n'existe qu'une culture, la culture traditionnelle. L'ensemble des sciences dans leur profondeur et leur complexité, résultat d'un remarquable travail collectif, leur est étranger :

« Comme si les lois de la nature n'existaient pas. Comme si l'étude de ces lois ne présentait pas d'intérêt ni en soi, ni sur le plan pratique. Comme si l'édifice scientifique du monde physique n'était pas, dans sa profondeur intellectuelle, sa complexité et son articulation, l'œuvre collective la plus belle et la plus étonnante que l'esprit de l'homme ait jamais conçue. La plupart des non-scientifiques, toutefois, n'ont aucune idée de ce qu'est cet édifice. Ils ne le pourraient d'ailleurs pas, quand bien même ils le voudraient. On dirait que toute une catégorie d'intellectuels est atteinte de surdité tonale — à ceci près que cette surdité tonale est le fait, non pas de la nature, mais de leur éducation — ou plutôt de leur absence d'éducation. » (Snow, Op.cit., p. 28-29)

La conférence de Snow accusait le système éducatif britannique d'avoir depuis l'époque victorienne privilégié l'étude des humanités au détriment des sciences, alors même que de nombreux changements déterminants ont eu lieu dans les connaissances scientifiques (et ont notamment permis de gagner la deuxième guerre mondiale). Il déplore notamment que dans les cercles intellectuels universitaires, les littéraires n'ont aucune connaissance (ni intérêt) pour les découvertes scientifiques majeures qui permette d'avoir un nouveau regard sur le monde (entre autres, l'utilisation de certains termes, comme « réfraction », avec un usage qui n'est pas celui entendu par la science ; la non-connaissance de ce qu'est thermodynamique alors que la raillerie face à l'inconnaissance

²⁴ Snow fait une mention au caractère extrêmement violent des remarques de Leavis dans son texte « A Second Look » (Supplément aux deux cultures) : « Un très petit nombre des critiques qui m'ont été adressées contenaient à mon endroit des insultes abusivement violente — si violentes même, dans un cas, que le rédacteur en chef d'une revue et un éditeur ont cru devoir, séparément, faire une démarche auprès de moi en vue d'obtenir mon consentement à la publication de l'article auquel je fais allusion. » (Snow, 1963, p. 90)

de William Shakespeare est courante à l'inverse ; l'intérêt porté aux grands pas des travaux scientifiques, comme Spoutnik, les découvertes de Yang et Lee à Columbia, et bien d'autres...). Comme le commente Bayle, « c'est à la faveur d'évènements historiques (révolution industrielle, révolution scientifique) que s'est créée puis approfondie la rupture culturelle que constate Snow. » (Bayle, 1984, p.30). Les incompréhensions et les retards dans le développement industriel reposent en grande partie sur un mauvais système d'éducation en Grande-Bretagne à cette époque dont Snow critique le caractère hyperspécialisé :

« J'ai déjà dit que ce schisme de la culture est un phénomène propre, non pas à la seule Angleterre, mais encore à l'ensemble u monde occidental. Il semble toutefois qu'il revête dans notre pays une acuité particulière et cela pour deux raisons. La première est notre croyance fanatique en une éducation spécialisée, croyance qui est plus profondément enracinée chez nous que dans tout autre pays du monde, à l'est comme à l'ouest. La seconde est notre tendance à laisse se scléroser nos structures sociales. Plus nous nous efforçons de niveler nos inégalités économiques et plus cette tendance, loin de s'estomper, paraît vouloir s'affirmer — en matière d'éducation notamment. Ce qui revient à dire que, pour peu que s'instaure un semblant de schisme culturel, toutes les forces sociales concourent non pas à atténuer cette séparation, mais au contraire à l'accentuer. »
(Snow, Op.cit., p. 32)

La dualité qu'il met en avant est en effet selon lui le symptôme de phénomènes plus vastes, dont les raisons sont nombreuses, profondes et complexes, les unes étant liées à des phénomènes sociaux, d'autres à des facteurs individuels, d'autres encore à la dynamique intérieure des diverses formes d'activité mentale elle-même. Ce qui se dégage de chacune de ces considérations et les imprègne toutes, en étant moins une raison qu'un corrélatif selon l'auteur, c'est la compréhension de la révolution industrielle et les relations entre « révolution industrielle » et « révolution scientifique ». La révolution industrielle correspond pour Snow à l'installation de l'industrie lourde en Angleterre à partir du milieu du XVIIIème siècle, et fixe son terme au début du XXème siècle. Pour lui, cette révolution n'attire l'attention ni des hommes de sciences, ni des universitaires, ce qui conduit à renforcer les clivages, et entre la science et la culture « traditionnelle », et entre les classes sociales, notamment par manque d'attention éducative :

« La culture traditionnelle s'en détourna toujours davantage à mesure qu'elle s'enrichissait ; elle forma les jeunes gens qu'elle destinait aux carrières administratives ou à l'Empire des Indes afin de se perpétuer elle-même, mais jamais, au grand jamais, afin de leur permettre de comprendre la révolution ou de lui apporter leur concours. » (Snow, Op.cit., p. 41)

Snow poursuit sa démonstration en montrant que beaucoup d'intellectuels tels Ruskin, Morris, Thoreau, Emerson et Lawrence, cherchèrent des échappatoires, mais pour les besoins de son argument en ignora bien d'autres qui ont pu décrire la révolution industrielle dans les problèmes qu'elle a engendré (Dickens, entre autres)²⁵.

Il fait une distinction entre révolution industrielle et révolution scientifique. Pour lui la révolution industrielle correspond à l'utilisation généralisée des machines, au travail en usine, à la transformation des villes et à la désertion des zones rurales, ainsi qu'au couple production/distribution. A cela s'ajoute le fait que les universitaires ne s'y sont pas intéressés, et particulièrement les intellectuels littéraires, qu'il qualifie même sévèrement de « luddites ». Pour Snow, l'attitude vis-à-vis de la science et la fracture entre les deux cultures est en partie liée et accentuée par ce désintérêt vis-à-vis de la révolution industrielle.

A la fin du XIX^{ème} siècle, lorsque la révolution industrielle est en effet à son comble, est le moment, particulièrement pour les nations qui ont eu une industrialisation rapide comme le Royaume-Uni, où naît une importante controverse développée sur la question de la distinction des buts entre art et science. De J. Ruskin, et C. Baudelaire, à T.H. Huxley et T. Carlyle, la dominance de l'industrie technologique rendait impératif la compréhension (et potentiellement, la maîtrise) de l'énergie de la science instrumentale (Jones et Galison, 1998). Deux aspects semblaient clairs: l'art occupait le domaine du créatif, de l'esprit d'intervention, et l'*ethos* de la science (Merton, 1942) semblait demander précisément la suppression de ceux-ci²⁶. Dans son *Keywords* (1976/1983), R. Williams a fait une analyse sémantico-historique des mots-clefs et des concepts centraux de notre civilisation. Il y identifie notamment plusieurs termes dont l'évolution est frappante au XIX^{ème} siècle : Industrie, Démocratie, Classe, Art et Culture (Crawford, 1984). Des mots qui, comme le souligne H. Crawford, en évoluant vers leurs significations contemporaines, témoignent du changement général de la nouvelle société industrielle.

La méthode scientifique devint en effet inextricablement liée à la technologie, au progrès industriel et à la mobilité de classe, alors que l'art institutionnalisé et la littérature

²⁵ Raymond Williams dans *Culture and Society* (1983) a beaucoup mieux étudié la démarche de la culture littéraire du XIX^{ème} et XX^{ème} siècle, et a bien montré sa préoccupation des problèmes humains posés par la révolution industrielle (Crawford, 1984). Pour Williams, « la culture est à la fois écho de la société et miroir dans lequel la société se regarde. » (Bayle, 1984)

²⁶ L'*Ethos* est ici au sens de « l'ensemble des caractères et des normes morales encadrant l'activité de la science ». Voir chez : Merton R. K., « The Normative Structure of Science » (1942) in Storer N.W. (ed.), *The Sociology of Science*, Chicago, 1973, University of Chicago Press, p. 267-278.

ont été associés avec la préservation de l'ordre social et la conservation des valeurs traditionnelles (ce que la modernité artistique et les avant-gardes ont précisément voulu affronter, en se définissant au travers de cette opposition) (Jones et Galison, 1998). Pour Snow, le problème qui se pose par ailleurs, est que bon nombre d'intellectuels ne comprennent pas (ou ne s'y intéressent pas, voire dénigrent) le vocabulaire tout comme les notions et découvertes scientifiques jusqu'alors. Dans une situation pareille, que faire lorsqu'il s'agit de science appliquée, ou du bouleversement de la révolution scientifique ?

La révolution scientifique débute, selon Snow, dans les années 1920 -1930, période qu'il choisit car il s'agit de l'époque à laquelle les particules atomiques furent pour la première fois utilisées à des fins industrielles. Comme le commente Bayle : « Par opposition à l'industrie lourde de la Révolution industrielle, elle (la révolution scientifique) va être à l'origine de l'industrie de l'infiniment petit. Elle apparaît lorsque la physique des particules a trouvé ses premières applications dans l'électronique, l'informatique, l'énergie atomique, l'automatisation. Elle apportera dans la société des changements bien plus radicaux que ceux précédemment engendrés par la révolution industrielle. » (Bayle, 1984, p. 31) Elle va révéler des distorsions difficiles à vaincre dans la société au moment où Snow parle :

- La complexité des relations interpersonnelles au sein de l'entreprise industrielle et d'une collectivité basée sur la production n'est appréhendée ni par les hommes de science, ni par les hommes appartenant à une hiérarchie bien établie, comme dans l'armée ou l'administration.
- Le chercheur scientifique et la science appliquée rencontrent des problèmes de compréhension. L'ingénieur aurait une vision plus « métier » de son activité, liée à la finalité de l'application et aux enjeux techniques de production. Le scientifique « pur » serait quant à lui moins averti des nécessités d'intendance et se soucierait moins de l'utilité pratique. Il y aurait même de sa part, un certain dédain vis-à-vis des ingénieurs et des techniciens. Par ailleurs, les hommes de science ne prévoient ou n'anticipent pas les applications pratiques de leurs découvertes.

Comme le rapporte Bayle, le dédain des scientifiques pour l'ingénieur ou le technicien s'exprime en 1970, dans l'ouvrage *The one culture* de Davenport (1970), sur lequel nous allons revenir ci-après, par une formule pleine d'humour : à Cap Canaveral, lors des

premières expériences spatiales, en cas de succès on parlait de « scientific achievement », et en cas d'échec de « engineering failure » (Davenport, 1970, p. 16).

Snow en revanche ne fait que pointer des situations existantes, non prôner un détachement ni une hiérarchie. Ce qu'il confirmera en 1963 dans son *Supplément aux deux cultures* :

« Le processus scientifique obéit à deux mobiles : comprendre le monde physique d'une part, et avoir barre sur lui d'autre part. Chez tout scientifique pris individuellement peut dominer l'un ou l'autre de ces mobiles ; l'un ou l'autre peut être le point de départ du développement de la science. (...) Mais dans toutes les branches de la science, quel que soit le mobile qui leur a donné naissance, l'un des deux finit toujours par devenir complémentaire de l'autre. » (Snow, 1963, p. 103-104)

II.I.1.1. La troisième culture

Dès 1959 l'année de la conférence Snow, M. Polanyi a commenté ses propos²⁷. Pour lui, le problème soulevé par Snow, comme un fossé entre la science et le reste de la culture, réside dans un paradoxe. S'il rejoint Snow pour dire qu'il existe en effet un écart entre la science et le reste de la culture, celui-ci ne réside pas d'un côté dans la méconnaissance d'une œuvre littéraire dans toute son ampleur, ou d'autre part dans l'incompréhension des découvertes scientifiques dans leur complexité les plus fines. La division et la spécialisation du travail pour Polanyi est indispensable (aucun cerveau humain ne peut connaître l'ensemble de l'héritage culturel de l'humanité), et nécessite autant de spécialistes à sa recherche et à sa diffusion, faute de quoi le risque serait de produire un dilettantisme généralisé :

« If I yet agree that there is a gap, and a dangerous gap, between science and the rest of our culture, it is not such deficiencies as the ignorance of thermodynamics shown by literary people, mentioned by Charles Snow, that I have in mind. Even mature scientists know little more than the names of most branches of science. This is inherent in the division of labour on which is likewise indispensable to the advancement of all our modern culture. The amplitude of our cultural heritage exceeds ten thousand times the carrying capacity of any human brain, and hence we must have ten thousand specialists to transmit it. To do away with the specialization of knowledge would be to produce a race of quiz winners and destroy our culture in favour of a universal dilettantism.

²⁷ Polanyi, M., (1959), « The Two Cultures » in : Greene M., (Ed.), (1969), *Knowing and Being. Essays by Michael Polanyi*, The University of Chicago Press, Chicago, Routledge & Kegan Paul Ltd., London.

Our task is not to suppress the specialization of knowledge but to achieve harmony and truth over the whole range of knowledge. This is where I see the trouble, where a deep-seated disturbance between science and all other culture appears to lie. » (Polanyi, 1959/1969, p. 41)

La tâche des scientifiques pour Polanyi n'est donc pas de supprimer la spécialisation du savoir, mais d'atteindre l'harmonie et la vérité sur le large champ de la connaissance. Et c'est précisément dans cette intention qu'il voit le principal trouble entre la science et les autres cultures, car qu'entend-t-on par « harmonie » et « vérité », et qui en fixe les termes ? Ce trouble est inhérent selon l'auteur à l'impact libérateur de la science moderne face à la pensée médiévale. La rébellion pour lui contre une autorité de déduction a laissé place à une autre autorité, celle de l'empirisme et d'un rationalisme, véhiculant de faux idéaux d'exactitude. La science continuant d'être perçue comme l'autorité intellectuelle incontestée, ses critères d'objectivité doivent nier la réalité de toute réclamation morale. Dans le *Supplément aux deux cultures*, Snow admet avoir complètement laissé de côté dans son argumentaire sur les « deux cultures », le courant d'opinion que l'on peut qualifier de « sciences sociales » :

« Il semble que ce courant d'opinion groupe des intellectuels exerçant leur activité dans des disciplines très variées : histoire sociale, sociologie, démographie, sciences politiques, sciences économiques, psychologie, médecine, etc., ainsi qu'arts « sociaux » comme l'architecture. Pour hétéroclite que puisse paraître cet assortiment, le mouvement obéit à une certaine logique intérieure. (...) j'aurais dû, je m'en rends compte à présent, prévoir ce phénomène. Je suis à peu près impardonnable de ne l'avoir point fait. » (Snow, 1963, p. 107)

Il en tente ensuite la définition d'une « troisième culture », qui a été explicitée par Ilya Prigogine dans *La Nouvelle Alliance*:

« Un processus culturel nouveau, la constitution d'une troisième culture (pour reprendre l'expression de Snow) pourrait dès lors prendre une certaine importance. Une troisième culture, c'est-à-dire un milieu où puisse s'engager l'indispensable dialogue entre la démarche de modélisation mathématique et l'expérience conceptuelle et pratique de ceux, sociologues, démographes, économistes, psychologues, médecins, biologistes, architectes qui essayent de décrire la société humaine dans sa complexité. Qu'un tel modèle puisse se développer (et un obstacle majeur à ce développement se trouve levé dès lors que les sciences physiques ont les moyens de reconnaître la validité des problèmes qui occupent les spécialistes d'autres sciences) ce modèle conditionne sans aucun doute la mise en œuvre de nos ressources conceptuelles et techniques dans la crise contemporaine ». (Prigogine et Stengers, 1979, p.42, cité par Bayle)

Cette troisième culture, en devenir, appuyée sur une solide méthode d'investigation (« (...) cette culture devra nécessairement, ne fût-ce que pour remplir son office, entretenir des relations avec la culture scientifique » p. 108), permettrait aux sociologues et historiens d'étudier en profondeur la nature de la société préindustrielle.

A cette même période, E. M. Hafner était à la tête d'un projet éducatif indépendant et expérimental, le Hampshire College, créé en 1965, et ouvert en 1970. Cette structure avait pour but de se différencier du cursus académique traditionnel²⁸. Au lieu d'une fragmentation et multiplication des départements, un cursus en quatre ans avec une formation sanctionnée par des attributions de crédits correspondant à une liste de cours obligatoires, elle souhaitait proposer une structure tripartite comprenant une circulation entre ces trois écoles, un emploi du temps flexible composé de ces trois divisions séquencées, et une méthode d'évaluation basée sur des discussions collectives et des projets de recherches personnels indépendants ou créatifs. Hafner y tenait un programme en sciences naturelles et mathématiques, dont le but était de faire le pont entre et de combiner différentes disciplines dans le but « d'étudier l'homme dans le contexte de son environnement naturel ». Et de manière générale, de centrer ce programme d'éducation autour de l'expérience des étudiants :

To a large extent, each student's picture of modern science will be one in which he sees himself as participant : perhaps as contributing to the growth of science itself, or as playing an informed and responsible role in a culture served by science. What we describe here is an ideal structure for beginning such a program, set forth with the understanding that the real academic life of the College is to be invented in detail by its faculty and students. (Hafner, 1969)

La position de Hafner était en effet à travers ce programme de présenter et d'explorer les problèmes spécifiques par lesquels différentes disciplines entrent en jeu. Mais plus que simplement identifier des spécificités, l'objectif d'une telle formation était de former à l'observation, à la concertation, et aux enjeux sociétaux, en interrogeant l'enquête scientifique, les influences technologiques, et la création de valeur, qui dépassent le seul cadre d'un « pur corps disciplinaire » que serait la science d'un côté, et les sciences « appliquées » ou les autres disciplines d'un autre. Hafner en 1969 publie un essai intitulé

²⁸ A l'initiative d'un consortium de quatre institutions du Massachusetts : Amherst, Mount Holyoke, Smith Colleges, et University of Massachusetts, le projet vu le jour grâce à deux soutiens financiers principaux : la donation de Harold F. Johnson et celle de la Fondation Ford. Voir : Hafner, E.M., *Arches of knowledge*, Hampshire College Planning Bulletin, Bulletin #10, School of Natural Science and Mathematics, August 1969, Amherst, Massachusetts.

The New reality in Art and Science, qui prolonge dans une certaine mesure ce positionnement éducatif par une réflexion sur l'articulation plus large entre science et art. Il y explore les relations d'abstraction entre l'art moderne et la science, mais également les articulations entre connaissances, compétences et perceptions esthétiques. Au lieu d'accentuer la séparation entre l'art et la science, mieux vaut souligner leur commune appartenance à un champ unique où s'entremêlent le savoir et l'expérience, dont J. Dewey avait souligné la continuité : « l'art, tout comme la science, est le produit de l'expérience intelligente, et dans chacun de leur champ respectif l'expérience constitue un test de réussite, en même temps que son développement en justifie la valeur et la fin. » (Shusterman, 2005)

En 1970, W.H. Davenport écrit *The One Culture*. C'est un bilan de l'« après Snow », de l'influence de ses idées dans le monde anglo-saxon, et principalement aux U.S.A. Davenport fut professeur de lettres à U.C.L.A., Harvard, et surtout dans plusieurs écoles d'ingénieurs. Il a donc une expérience professionnelle de l'introduction des « Humanités » au sens large du terme dans l'enseignement des scientifiques et surtout des techniciens.

Partant de la phrase de Snow : « Il est dangereux d'être obligé de se référer à deux cultures qui ne savent ni ne peuvent communiquer » (Snow, 1963, p.144), Davenport pose la question « pourquoi doit-on dès l'école s'affirmer scientifique, artiste ou littéraire ? ». Comme le souligne Bayle :

« L'enseignement doit chercher à développer chez l'ingénieur et le technicien le sens de la vision et de la perception. L'arbre, ce doit être l'arbre vu par un botaniste, mais aussi par un bûcheron, un étudiant qui cherche de l'ombre, un jardinier qui ramasse des feuilles, un oiseau qui cherche à se poser... (...) Mais en regard de l'effort fait par les techniciens, l'humaniste doit « assimiler la machine » c'est-à-dire l'objectivité, l'absence de personnalisation, la neutralité. » (Bayle, 1984, p. 45)

C'est une activité pédagogique qui a toujours existé au M.I.T. et à Harvard, pour s'étendre ensuite à de nombreuses universités américaines (Brand, 1987, 1988). C'est également une dynamique qui s'est concrétisée dans de nombreuses universités techniques au cours des années soixante en Angleterre, et qui s'est ensuite multipliée dans de nombreuses écoles supérieures et universités européennes. On retrouve cette idée, orientée sur les problèmes de l'éducation, dans *Le Cri d'Archimède. La découverte de l'art de la découverte* de A. Koestler (1964/2011), chez qui « l'acquisition d'une culture

scientifique par l'étudiant apparaît plus riche, plus progressive que celle un peu trop traditionnelle du « textbook scientist » que propose Snow » (Bayle, 1984) :

« L'absurde phénomène des « deux cultures » de notre société entraîne ce paradoxe qu'un homme cultivé n'admettra pas facilement qu'un œuvre d'art le dépasse, mais avouera aussitôt, avec une certaine fierté, qu'il ignore tout des principes de son appareil radio, des forces qui meuvent les astres, des facteurs qui déterminent l'hérédité de ses enfants et l'organisation interne de son propre corps... Pour prendre plaisir à l'art de la découverte, comme à tous les arts, le consommateur (l'étudiant dans le cas présent) doit pouvoir revivre dans une certaine mesure le processus créateur. En d'autres termes, on devrait l'engager, avec l'aide et les conseils voulus, à refaire lui-même certaines des illuminations qui ont éclairé la voie. C'est dire que l'histoire des sciences devrait avoir une place de choix dans les programmes et que la science devrait être présentée dans le contexte de son évolution, et non sortie toute armée du cerveau de Jupiter... Car l'homme ne peut hériter le passé, il faut qu'il le recrée ». (Koestler, 1964/2011, p. 242-249, cité par Bayle)

Suite à ces remarques mêlées, beaucoup de choses seraient à développer en matière d'éducation, notamment suite aux mots de Snow en conclusion de son *Supplément* :

« Des réformes de l'enseignement ne résoudre évidemment pas, à elles seules, nos problèmes ; mais, sans un tel préalable, nous ne serons même pas capables de prendre conscience de la nature de ces problèmes. » (Snow, 1963, p. 146)

Nous laissons pour l'instant cette question que nous essaierons de discuter par des exemples, notamment dans le contexte de la recherche en art et en design, en deuxième partie de cette thèse.

Ce qui nous intéresse à présent consiste essentiellement à nous demander, si nous distinguons des territoires ou des tensions, et si des types de circulation sont possibles, comment identifier les « ponts » (Lebel, 2013).

II.1.2. L'art invente, la science découvre

C. A. Jones et P. Galison ont édité un ouvrage en 1998 d'une grande importance dans le champ de la culture visuelle des sciences. Pour les deux auteurs, respectivement historienne de l'art et historien des sciences, les tentatives analytiques pour distinguer l'« art » de la « science » sont souvent génératrices des frontières entre les deux champs. Dans cet ouvrage, intitulé *Picturing Science, Producing Art*, les contributions réunies portent sur des études historiques, philosophiques et sociologiques, dont l'enjeu n'est pas d'établir si oui ou non l'art comme la science sont des domaines

« incommensurables » de connaissance, mais plutôt d'étudier sous quelles conditions certains objets deviennent visibles dans la culture, et de quelles manières ces visibilitées peuvent être caractérisées de « science ou d' « art » (Jones et Galison, 1998, p.1) :

« In the production within laboratories and studios, in the power and ambition of art and science to capture the world, in the variegated and evolving audiences that art and science demanded (or even created), the two realms have been separated, and their resulting relations described variously as markers of the premodern, signposts of the modern, and charged conduits into the postmodern. What much of this focus on « art and « science » as discrete products ignores are the commonalities in the practices that produce them. Both are regimes of knowledge, embedded in, but also constitutive of, the broader culture they inhabit. » (Jones et Galison, 1998, p. 2)

Pour Jones et Galison, la différenciation entre art et science a une histoire, de même que les tentatives pour les unifier. Plutôt que d'entendre l'art et la science comme des oppositions permanentes, et de tenter d'identifier des critères de démarcations universelles pour les séparer, ou bien de proposer de les faire se rassembler sous une seule et même bannière, l'objectif de Jones et Galison est d'explorer l'intersection de leur histoire. L'intérêt d'une telle approche est par ailleurs de faire dialoguer des méthodologies, qui sont liées culturellement à des champs d'étude (ce que nous prolongerons au chapitre suivant lorsque nous aborderons les « styles de pensée »).

Si l'on suit les deux auteurs, il y a des moments au XIX^{ème} et au XX^{ème} siècle où de telles catégories (« Science » ou « Art ») étaient elles-mêmes l'enjeu.

Chacune ayant défini l'autre par une quasi absolue opposition :

« Like all binaries, art and science needed to be yoked together (yet held apart) in order to accrue the strengths of their polar positions: soft versus hard, intuitive versus analytical, inductive versus deductive, visual versus logical, random versus systematic, autonomous versus collaborative, and like all binaries, at some level, female versus male. The binary production of knowledge (the bifurcation of practices) was equally simple: art invented, science discovered. » (Jones et Galison, p.2)

La science, telle que cela a été mis en avant dans les années 1860 par les anatomistes (O'Hara, 1996 ; Kemp, 1981 ; Daston et Galison, 2007), commence « là où s'arrête l'action de l'art » (Jones et Galison, 1998). Et l'Art, comme l'a affirmé Baudelaire, commence lorsque l'ethos « industrialo-mécanique » de la science peut être laissé de côté. (Huyghe, 2004). Or l'on sait très bien que les deux vont de concert, notamment lorsqu'il

s'agit d'autres dualités comme la rationalité et la moralité, le cognitif et l'émotif, l'observation et l'action, entre autres. Pour Jones et Galison, l'objectif n'est pas d'identifier des critères de démarcations qui viseraient à séparer art et science, mais plutôt d'observer comment historiquement et culturellement la production d'images, scientifiques et artistiques, ont pu mettre en lumière des problématiques historiques et philosophiques :

« Neither practice has unique and absolute purchase on « reality », and neither is as alienated from history as its rhetoric might imply. » (Jones et Galison, p. 3)

Sans doute en réponse à cette division formulée par Snow et aux débats qu'elle engendra, Jones et Galison font la synthèse d'un nouveau type de travail, qui émergea dans les années 1960 avec pour but d'explorer les similarités (et les différences admises) entre les pratiques des sciences et des arts. Ces penseurs construisent d'une certaine manière l'« anthropologie » des deux cultures que Snow avait présupposé sans jamais vraiment l'expliquer.

II.I.2.1 La tension essentielle de Thomas S. Kuhn

L'ouvrage de T.S. Kuhn ayant eu curieusement le plus d'influence sur les artistes conceptuels (de même que sur la majorité des chercheurs ayant fait référence à ses travaux) est sans conteste *La structure des révolutions scientifiques*, dont la première parution en langue anglaise date de 1962, augmentée d'une postface en 1969. Entre la première publication de *La structure des révolutions scientifiques* et sa réédition augmentée, Thomas Kuhn s'est intéressé aux rapports entre l'activité artistique et l'activité scientifique, notamment dans ses « Commentaires sur les rapports entre la science et l'art » publiés en 1969. Il les reprendra dans son livre *La tension essentielle. Tradition et changement dans les sciences*, Thomas S. Kuhn dans la section XIV de son ouvrage, intitulée : « commentaires sur les rapports entre la science et l'art ». Lorsque Thomas Kuhn écrivit son essai sur la « structure des révolutions scientifiques » en 1962, il traita délibérément la production de la science d'une manière qui « sociologiquement » plaçait la science et l'art comme « produits du comportement humain » (Galison et Jones, 1998). Mais lorsque E. M. Hafner prolongea de telles perspectives dans l'étude des images d'art et de science comme nous l'avons vu précédemment, Kuhn traça une ligne, argumentant que les images sont, d'un côté, essentielles pour les artistes, alors que de l'autre côté, les

illustrations scientifiques, au contraire, ne sont au mieux qu'un « sous-produit de l'activité scientifique » :

« En ce qui concerne le parallélisme entre les productions, il y a une difficulté qui a déjà été remarquée. Les travaux scientifiques et artistiques juxtaposés dans les exemples saisissants de Hafner proviennent d'un domaine très restreint dans l'ensemble des matériaux dont nous disposons. Par exemple, toutes les illustrations scientifiques qu'il présente sont pratiquement des microphotographies de substances organiques et inorganiques. Le seul fait qu'on puisse trouver des parallélismes aussi frappants soulève d'importants problèmes d'influence sur lesquels ni Hafner ni moi ne sommes préparés à dire quoi que ce soit. Mais il n'est pas nécessaire que deux entreprises soient similaires pour s'influencer l'une l'autre. [...]

Hafner juxtapose — et met en parallèle— un produit final de l'art avec un outil de la science. En faisant passer ce dernier du laboratoire à la galerie, il change les buts et les moyens.» (Kuhn, 1977/1990, pp. 452-453)

Le texte se veut être une analyse des parallélismes étroits et persistants entre ces deux entreprises et part du principe que « plus nous essayons de distinguer avec soin l'artiste du savant, plus nous rencontrons de difficultés» (Kuhn, 1977/1990., pp. 450-451) Cependant, face à la pertinence des thèses de Kuhn sur l'histoire des sciences et à la rigueur des emprunts faits à ces thèses par les artistes conceptuels, il est frappant de remarquer en quoi les conceptions de Kuhn quant aux rapports entre art et science sont caduques concernant l'art de son temps. En effet, pour Kuhn comme pour bien d'autres scientifiques, les images et les critères esthétiques en général étaient de simples signifiants en vue d'une finalité, alors que pour les artistes ils seraient une fin « en soi ».

En prenant pour point de départ certains travaux antérieurs sur cette thématique, Kuhn s'attache à commenter « les parallélismes entre science et art à partir de trois domaines : la production du scientifique et de l'artiste, les activités dont proviennent ces productions, la réaction que le public leur réserve » (Op.cit., p. 451-452). L'usage de la connaissance conceptuelle comme analyseur révèle immédiatement le caractère mort-né de ses remarques. Kuhn opère par exemple le parallèle suivant entre image artistique et illustration scientifique, de manière à les distinguer sur des questions de pérennité et de finalité :

« Une difficulté plus éclairante résulte du contexte artificiel dans lequel ces illustrations parallèles sont exposées. On les montre toutes deux comme des œuvres d'art sur le même terrain, manière de faire qui obscurcit considérablement les sens différents que l'on peut donner en tant que

« produits » de leurs entreprises. Une peinture, même atypique ou imparfaite, est le produit final de l'activité artistique. C'est le genre d'objet que le peintre vise à produire, et sa réputation dépend de la séduction que le tableau exerce. Les illustrations scientifiques, au contraire, ne sont au mieux qu'un sous-produit de l'activité scientifique. Ordinairement, elles sont faites, et parfois analysées, par des techniciens plutôt que par des scientifiques, à qui elles fournissent des données pour les recherches. Une fois le résultat de la recherche publié, il se peut que l'image originelle soit détruite » (Ibid, p. 452)

Cette distinction opérée par Kuhn est largement infirmée par l'art conceptuel, dont le rapport à l'image, bien qu'il repose sur une connaissance hétérogène quant à sa « matérialité », le rapproche de la production d'imagerie scientifique. L'objectif de l'image dans cette pratique artistique est documentaire, et vise à fournir des données informatives ; elle peut en ce sens se voir détruite sans que « l'œuvre elle-même » s'en trouve affectée.

L'historien de l'art D. Riout rappelle par exemple que l'artiste Sol LeWitt « faisait réaliser des dessins muraux à partir de textes adressés aux organisateurs d'exposition », dessins qui disparaissaient avec la fin de l'exposition sans pour autant que l'œuvre n'en pâtisse, étant donné que « la disparition du visible n'altère en rien sa réalité textuelle, qui pourra reprendre corps, ailleurs, autrement » (Riout, 2000, p. 381).

La place de T. S. Kuhn et sa définition du « paradigme » dans l'avènement de révolutions scientifiques tient une place particulière au sein des échanges entre art et science, notamment dans la production artistique conceptuelle du XX^{ème} siècle, et dont C. A. Jones a fait l'étude en regard de la notion de « modernisme » dans son article *The Modernist Paradigm: The Artworld and Thomas Kuhn* (2000). Kuhn donne plusieurs définitions successives de ce concept-clé de paradigme, qu'il présente d'abord comme « un modèle ou un schéma accepté par tous », avant de préciser que « comme une décision judiciaire admise dans le droit commun, c'est un objet destiné à être ajusté et précisé dans des conditions nouvelles ou plus strictes », avant de préciser, dans la postface, « un paradigme est ce que les membres d'une communauté scientifique ont en commun, et, réciproquement, une communauté scientifique se compose d'hommes qui se réfèrent au même paradigme » qu'il illustre de la manière suivante :

[En choisissant ce terme], je veux suggérer que certains exemples reconnus de travail scientifique réel — exemples qui englobent des lois, des théories, des applications et des dispositifs expérimentaux — fournissent des modèles qui donnent naissance à des traditions

particulières et cohérentes de recherche scientifique, celles par exemple que les historiens décrivent sous les rubriques d' « Astronomie de Ptolémée » (ou de Copernic), « Dynamique aristotélicienne » (ou newtonienne), « Optique corpusculaire » (ou optique ondulatoire), etc. (Kuhn, 1962/1983, p.30)

Le parallèle fait entre un paradigme de l'art moderne, et la notion de paradigme énoncée par Kuhn est au centre de la problématique pour Jones. La conjonction de l'apport de Kuhn aux discussions du modernisme artistique des années 60 éclaire la complexité du doute émis par les historiens de l'art quant aux « structures » anthropologiques sous-jacentes à la pensée kuhnienne.

Dans l'art conceptuel, des personnes qui veulent penser l'histoire de l'art récente — et dont ils sont les produits — utilisent la notion de « paradigme », qui structure une histoire des science en tant qu' une succession de ruptures, pour reproduire et légitimiser le geste avant-gardiste en art²⁹.

En 1975, Joseph Kosuth définissait ainsi la rupture de la pratique conceptuelle avec l'art moderne suivant l'idée qu'avec l'art conceptuel émergea « un paradigme ou un modèle *concurrent* de l'activité artistique³⁰ ». L'historien de l'art C. Harrison, ancien membre du collectif d'artistes conceptuels Art & Language, rédigea en 2001 un essai ayant pour objectif de dresser un compte-rendu de l'influence des travaux de Kuhn. Harrison y fait ainsi référence à la postface qui augmenta *La structure des révolutions scientifiques* lors de sa réédition en 1970, et plus précisément à une longue remarque de l'épistémologue portant sur la « circulation sociale des discours scientifiques » :

« (...) la possibilité qui reste à des interlocuteurs qui ne se comprennent pas est de se reconnaître comme membres de groupes linguistiques différents et de devenir alors des traducteurs. Prenant les différences entre leur discours intra-groupal et leur discours inter-groupal comme un sujet d'étude, ils peuvent tout d'abord tenter de trouver les termes et locutions qui, employés sans problèmes à l'intérieur de chaque groupe, sont néanmoins des foyers de divergences pour les discussions entre groupes [...] Après avoir isolé les secteurs de divergence dans leurs communications scientifiques, ils peuvent avoir recours au vocabulaire

²⁹ Nous remercions M. Boidy pour ses remarques sur les relations entre T.S. Kuhn et l'art conceptuel, ainsi que ces références à Joseph Kosuth et Charles Harrison, que nous avons intégré à cette section suite à nos échanges. Les extraits de Charles Harrison et Joseph Kosuth que nous citons ci-après ont été traduits par le sociologue pour ses recherches personnelles, et nous le remercions également pour cet apport.

³⁰ J. Kosuth, « 1975 » (1975). Repris dans *Conceptual Art: A Critical Anthology*, *op. cit.*, p. 339. Le critique et historien de l'art Jack Burnham soutenait dès 1968 que « la meilleure manière de formuler l'état de l'art actuel est peut-être de le comparer à une transition entre deux paradigmes. » Jack Burnham, « Systems Esthetics », *op.cit.*, p. 165 (*Transition between major paradigms may best express the state of present art*) La pratique artistique de Hans Haacke est l'une des exemplifications données concernant cette transition.

quotidien qui leur est commun et tenter un nouvel effort pour venir à bout de leurs difficultés. C'est-à-dire que chacun peut essayer de trouver ce que l'autre verrait et dirait en présence d'un stimulus pour lequel sa propre réponse verbale serait différente » (Kuhn, 1969, p.274, cité par Harrison)

Dans le prolongement du diagnostic de Kosuth, Harrison relève qu' « il n'est pas difficile d'imaginer comment les concepts de « changement de paradigme » et d' « incompréhension entre interlocuteurs » (*communication breakdown*) pourraient se voir employés concernant l'histoire de l'art de la fin des années 1960 et du début des années 1970³¹ » Là où son témoignage nous éclaire est qu'il s'attache à renseigner l'influence des travaux de Kuhn sur la connaissance de l'activité scientifique comme « pratique sociale », note Harrison :

« par analogie avec la vision kuhnienne de la science comme pratique matérielle collective, une forme d'autonomie pouvait être conceptualisée pour la pratique artistique (ou pour celle d'Art & Language) sans que des questions d'ordre social ou situationnel n'aient à se voir déclarées comme non pertinentes, soit pour ce qui touche à sa conduite, soit en ce qui concerne l'explication de son développement³² »

Il va même jusqu'à affirmer que le livre de Kuhn pourrait avoir eu « une fonction organisatrice parmi les étudiants intéressés par la démarche d'Art & Language », ayant pour conséquence de renforcer « la confiance en la tentative ou en l'expérimentation³³ ».

Lorsque l'on se réfère à ce que nous avons exposé concernant les rapports des artistes conceptuels aux sentiments esthétiques traditionnels, des conclusions similaires sont à tirer de la remarque de Kuhn selon laquelle « dans les arts, l'esthétique elle-même est le but de l'œuvre » tandis que dans les sciences elle « n'est que rarement un but en soi, et, lorsqu'elle l'est, elle n'est jamais le but premier » (Kuhn, 1977/1990, p. 453). Toute différence entre la pratique de l'art conceptuel et la pratique scientifique n'est de loin pas gommée, mais ce que Kuhn présente comme « une différence cruciale » est infirmée : « quel que soit le sens du terme « esthétique », le but de l'artiste » *s'étend au-delà* de « la

³¹ Harrison, C. *Essays on Art&Language, Essays on Art&Language*, Cambridge, MIT Press, 2001, p. 78 : (Clearly, the explanation of change and development in art could be conceived in very similar terms. It is not hard to imagine how the concepts of "paradigm shift" and of "communication breakdown" might be used in an art-historical account of the latter 1960's and early 1970's).

³² Ibid., p. 79 (By analogy with Kuhn's view of science as shared material practice, a form of autonomy could be thought up for the practice of art (or of Art&Language) without social and situational considerations having to be ruled irrelevant either to its conduct or to the explanation of its development)

³³ Ibid. (It may well be that Kuhn's book also had an organizing function among some students interested in the work of Art&Language. On the one hand it suggested that those put in authority over us are as dispensable as we are. On the other, it offered grounds for confidence in trying things out and trying things on) Trad. de M. Boidy

production d'objets esthétiques » par la résolution d'énigmes techniques. Car le but de l'artiste conceptuel est bien plus proche du but du scientifique, à savoir « résoudre l'énigme technique, l'esthétique étant un outil pour atteindre cette fin » (Ibid., p. 454).

II.II. La science fait art

Depuis les travaux de E. Panofsky sur la naissance de la perspective linéaire à la Renaissance — les monographies consacrées à Léonard de Vinci (Kemp, 1981), les études des tableaux de Vermeer et l'influence des instruments dans la connaissance du monde chez les peintres et savants flamands (Alpers, 1983), comme le versant théorique de l'imaginaire d'Albrecht Dürer — l'histoire de l'art mesure mieux l'importance des relations entre la science et l'art. (Herschel, 2014)

De nombreux intellectuels se sont penchés sur les nombreux dispositifs qui ont conduit à une recherche toujours plus appliquée à donner la possibilité d'une représentation du réel tel qu'il peut être perçu par l'œil. Entre perspective et science optique, ces nouvelles « expériences du visuel » et ce que l'on a pu qualifier d'« invention du regard moderne » (Coulais, 2014), ou de « régimes scopiques de la modernité » (Jay, 1993), sont liés notamment à la place accordée, et déterminante, à l'« observateur » (Crary, 1990)

Le récit d'une « histoire de la vision » occidentale nécessite souvent de faire le récit à grands traits de cette tradition qualifiée de spéculaire, ou « scopique », qui la domine (on la considère à partir de Platon, ou du Quattrocento). Mais une fois acquise cette place accordée à la vision et/ou aux instruments ayant permis de penser et de mettre en œuvre la perspective de la Renaissance telle que l'on a l'habitude d'en faire le récit, on accorde de longue date son émergence, non à un lever de soleil renaissant sur un obscurantisme médiéval, mais plutôt mûrie comme le fruit de continuités et de capillarités (Damisch, 1987). Sans en décrire l'étude des antériorités (scolastiques comme pratiques), qui excèderait largement les buts et la portée de ce chapitre — et bien que les relations entre art et science (notamment par le biais des constructions architecturales), puissent être antérieures aux traités sur la perspective — c'est par cela malgré tout que nous débuterons rapidement cet exposé.

Cristallisant une émancipation de la vision (Crary, 1990) et un engouement pour la fabrication technique d'instruments (Coulais, 2014) qui ont pu « extérioriser » la rétine (Lynch, 1985), et que l'on a pu qualifier également de « paradigmatique », la notion de

« perspective » va avoir de nombreuses conséquences sur la perception de la « réalité », et la place des sens dans sa représentation.

II.II.1. La perspective comme paradigme

« De ces objets, de ces dispositifs dont il vaudrait la peine de dresser le catalogue, la perspective offre un échantillon privilégié, qui présente en effet tous les traits d'un paradigme au sens technique du terme, un sens — faut-il le préciser ? — qui n'est pas celui, très lâche, que le mot a pris récemment dans le champ de l'histoire des sciences, et qui même y contredit implicitement. »

Hubert Damisch (1987, p.15-16)

Selon H. Damisch, ils existent deux scénarios historiques pour aborder la perspective. Le premier, considérant la perspective comme un mode de représentation graphique, suppose d'admettre comme point de départ l'origine empirique liée à la pratique des ateliers, et impliquant que la « première » *costruzione legittima* « ait été préparée par de longs tâtonnements, des périodes d'avancée ou de recul, avant qu'elle en vînt à cristalliser sous une forme qui devait ensuite fournir matière à théorisation et à codification. » (Damisch, 1987) Le second, en parfait symétrie, consiste à rechercher les origines de la perspective dite *perspectiva artificialis*, dans le savoir et la théorie antique et médiévale de l'optique : la *perspectiva naturalis*. Le statut paradoxal de ces deux scénarios, comme le souligne Damisch, tient en ce que la perspective est considérée comme à la fois formation culturelle et historique : « telle est en effet la puissance heuristique du dispositif perspectif, sa valeur de modèle pour la pensée, que celle-ci continue d'y trouver sa ressource dans les domaines les plus divers alors même que, dans le champ qui est celui de l'art, tout renvoi à la perspective dite « scientifique » ne serait plus rien qu'une marque d'archaïsme. » (Damisch, 1987, p.7)

Un troisième scénario, que nous pouvons lire chez J.-F. Coulais (2014), ne réside pas tant à considérer le dispositif perspectif lui-même que les « visibilitées calculées » qu'il sous-tend, dans ses multiples usages. Nous introduisant déjà ce dernier argument, car le calcul (et la mesure) sont des aspects fondamentaux de la réinvention de la perspective à la renaissance. La généalogie que Coulais en propose le mène vers l'héritage de ces visibilitées calculées dans les images « virtuelles » et les trajets anthropologiques du regard contemporain, ce que nous étudierons plus en détail en deuxième partie de cette thèse, notamment en lien avec la notion d'« Atlas » abordée plus loin dans ce chapitre.

Avant Copernic, Brunelleschi renversait les méthodes grecques et médiévales pour composer l'espace sur la toile. Les objets n'étaient plus disposés par ordre d'importance, ou selon des hiérarchies de valeurs, mais plutôt composaient l'espace de la toile en accord avec leur relation au regard de l'observateur, définissant ainsi la « réinvention » et le « schéma universel de la perspective ». Au croisement de la géométrie et de l'art pictural (Panofsky, 1932/1975), la peinture « mime » le phénomène de la vue, « suivant les droits qui relient la *virtu visita* aux choses, jusqu'à ce qu'elle se construise, au sens propre du mot, à partir des rayons visuels », tel qu'il a été exposé dans le fameux traité de L.B. Alberti *Della Pittura* (1435):

« (...) « vision » et « peinture » y renvoient à une seule et même chose, mais que la représentation picturale engendre aussi ses propres lois, en réticulant la vision de l'œil dans une vision autre. Pour voir l'objet de la peinture dans sa vérité, il faut chercher pour ainsi dire, le *razzo centrico*, le plus important des rayons qui relient l'œil aux objets. La peinture imite le mouvement de ce rayon et indique le point de vue unique d'où regarder l'objet, le seul point de convergence des droites, à partir duquel la représentation se construit selon la perspective. » (Ciaravino, 2004)

Les nombreux traités sur la perspective et le développement de l'optique ont permis un nouveau type d'interprétation — tridimensionnelle — des images de surface dessinées (dont Brunelleschi et Dürer sont unes des figures emblématisées (images), ainsi que par la lecture des images perçues à l'aide des lentilles, comme celles que Galilée a vu avec sa lunette (Koyré, 1962). Il serait tout à fait malvenu de chercher à savoir si la perception ou la vision changent réellement, car ni l'une ni l'autre n'a d'histoire autonome. Comme l'a étudié J. Cray dans son livre *L'art de l'observateur* à propos de la *camera oscura*, mais que nous pouvons évoquer également ici, ce qui change, ce sont les forces et les règles plurielles qui composent le champ où ont lieu des actes de perception. Tout comme la lumière n'était pas « émise » par les yeux, mais relayée par les objets regardés, « il faut peut-être envisager l'observateur comme le point où convergent des phénomènes disséminés en de nombreux endroits différents ».

Le terme « paradigme », souvent associé à la perspective comme rupture historique avec la perception du réel figuré et comme représentation renouvelant la conception du monde, provient du mot grec ancien *παράδειγμα* / *paradeigma*, qui signifie « modèle » ou « exemple ». Ce mot lui-même vient de *παράδεικνύναι* / *paradeiknunai* qui signifie « montrer », « comparer », construit sur *δείκνυμι* / *deiknumi* : désigner. Le terme grec et sa signification sont centraux dans le *Timée* de Platon, dans l'ordre de la connaissance

tout d'abord, mais également dans la théorie de l'action qu'elle promeut : « les choses sensibles sont des paradigmes qui, correctement interprétés, guident notre ascension vers les Formes (Goldsmith, 1945). A leur tour, les *formes* sont des paradigmes (Euthyphr., 6e4-6 ; Parm., 132d ; Timée, 28a-b, 29b, 48e.) qui, dans la voie descendante, permettent de *connaître* le monde sensible et d'*agir* sur lui. (Goldsmith, 1945)

Pour Damisch, la perspective abordée par le biais du symbolisme comme l'a fait Panofsky peut répondre au statut de système de « signes », de déclinaison et de conjugaison que l'on peut entendre par la notion de « paradigme ». En regard de ses chaînes syntagmatiques (Le Guen, 2014), elle propose en effet un « appareil formel » : « elle se caractérise en effet, en son *appareil*, par la réunion, le concours en un point donné pris pour « origine », des lignes qui mesurent, en les rapportant à un même horizon, la déclinaison des figures en même temps qu'elle règle leur conjugaison dans le plan. » (Damisch, 1987, p.16). Pour autant, il demeure la question du sens donné au mot signe, autrement que d'une manière qui serait réduit à sa dimension métaphorique. L'hypothèse qu'il propose est d'analyser les ressources plurielles de la perspective entendue comme modèle et objet de connaissance paradigmatique, car selon lui « dans la perspective (...) ça montre, et même ça démontre. » (Ibid., p.17). Il ne s'agit pas de voir dans la perspective « qu'une forme conventionnelle de présentation parfaitement accordée à l'air du temps où elle a vu le jour », ou de la traiter comme un objet parmi d'autres, comme *produit* ou comme *effet*. En se référant aux *formes symboliques* de Ernst Cassirer — dont le *produit* est : « la conquête du monde comme représentation » —, dans ses essences plurielles et ses performances sémiotiques, la perspective est productrice d'interactions : entre transposition de motifs, homologations (de classifications et de systèmes), et normes croisées :

« Investissant de nouveaux domaines pratiques, cette procédure ne relève pas nécessairement de nouvelles formes symboliques spécifiques. On parlera alors de technique, ou de technologie, identifiable d'abord comme ressource pratique, ou comme méthode, mobilisable au service d'une infinité de projets. On pourra citer les cas de l'agriculture, de l'écriture et de l'informatique. Ce n'est qu'une fois interprétés (ce qui suppose un point de vue spécifique, et donc partiel) que ces dispositifs technologiques retrouvent un horizon symbolique propre. » (Lassègue, 2009, p.95)

En suivant l'opposition faite par entre les connaissances théoriques de la géométrie savante et les savoirs appliqués de la géométrie constructive (Bechmann, 1981), J.-F Coulais montre que le dessin, entre geste et regard dans les pratiques constructives,

produit un changement dans la relation au visible. Lié à l'essor des chantiers d'une part, et à l'enseignement et la transmission des connaissances théoriques héritées de l'antiquité — en particulier celles d'Euclide et d'Archimède —, le travail concret du géomètre ou de l'architecte nécessite des médiations dans le processus constructif, des méthodes instrumentales de mesure auxquelles le corps est directement associé (Bâton de Gerbert et de Jacob, Triangle de Villard, Télémètres de Léonard de Vinci, Astrolabe, etc.), pouvant déjà être qualifiées d'« expérimentales ». L'exemplarité de la scène racontée dans le *Trattato di Architettura* publié en 1464 de l'architecte et théoricien Filarete, sous forme de dialogue entre un architecte et un prince, met en évidence le dessin comme méthode d'argumentation et de démonstration, et « tourne en un véritable manifeste des vertus de l'activité graphique de l'architecte et des fonctions didactiques des images, sur lesquelles la réflexion théorique s'appuie. » (Coulais, 2014, p. 121), de même que « la médiation du dessin d'architecture y constitue la référence sans laquelle aucun bâtiment ne peut être édifié, et à laquelle l'ensemble du processus constructif doit se conformer » (Ibid. p. 122).

La place de l'expression graphique dans la représentation perspective et technique est à ce propos étroitement liée à la pratique du *disegno*. Celui-ci offre un lieu intéressant pour de nombreux transferts entre *expérience* et *expression*. J. Lichtenstein, dans le Vocabulaire Européen des Philosophies (VEP), dirigé par B. Cassin, offre à l'entrée *disegno* un éclairant parcours sémantico-linguistique et historique de la notion telle qu'elle est arrivée jusqu'à l'acception commune et flottante de « design » dont nous avons extrait certains éléments pour les présenter dans les lignes qui suivent³⁴. L'histoire de la perspective, dont nous avons évoqué brièvement certains aspects qui nous occupent en relation avec le design, est longue et complexe. En Italie, les praticiens et théoriciens du *disegno* — risquons-nous à les appeler les « designers » de manière raccourcie — sont, même s'ils ne maîtrisent pas tous les traités théoriques, et même s'ils ne les ont pas tous lus, à la fois des architectes, des théoriciens, des géomètres, et des peintres.

En France, le concept de *disegno* ne se diffuse qu'au XVII^e siècle, et par l'intermédiaire des théoriciens de l'art. Le terme « dessein » choisi pour aborder une notion équivalente, traduit alors le double sens que les Italiens entendaient par *disegno* : contour et intention.

³⁴ Cassin, B. (dir.), *Vocabulaire Européen des Philosophies. Dictionnaire des intraduisibles*, Editions du Seuil, Le Robert, Paris, 2004. En ligne : <http://robert.bvdep.com/>. Nous utiliserons par la suite l'abréviation VEP pour le mentionner.

Comme le précise J. Lichtenstein : « l s'agit de l'expression d'une idée, c'est-à-dire résultat d'un acte intellectuel et non seulement manuel » (Lichtenstein, 2013).

Le *disegno*, étape préparatoire et notion fondamentale de l'époque, apparaît pour la première fois au livre II du *Della Pittura* de L. B. Alberti (1435 /1992). Mettant en avant le processus pictural comme obéissant à un schéma visuel (Ciaravino, 2013), le terme portait déjà en cela une dimension de « projet » qui est associé au design contemporain (Findeli, 1995; Vial, 2015). Comme *disegnare*, qui signifie à la fois dessiner et projeter un plan, *disegno* inscrit le dessin dans une configuration particulière constituée par un double réseau de significations qui s'entrecroisent. *Disegno* est en quelque sorte un terme topique qui nomme le lieu de cet enchevêtrement. Pour parler du dessin en tant que ligne, tracé, contour, les théoriciens utilisent d'autres termes, comme dans la première version du *Della Pittura* d'Alberti, en latin : « *Nam est circumscriptio aliud nihil quam fimbriarum notati* [la circonscription n'est rien d'autre que la notation des contours] (1435 /1992, p. 147.) »

Comme le renseigne Lichtenstein, lorsqu'il adapte peu après son texte en langue vulgaire, Alberti traduit *notatio* par *disegnamento* — « *la circonscrizione é non altro che disegnamento dell'orlo* » —, qui est traduit en anglais par : « *Circumscription is nothing but the drawing of the outline* » (Op.cit, p. 68). Le *disegno* n'est donc pas la *circonscrizione*, ni la *linea* ni l' *orlo* même s'il implique tout cela. Il n'est pas *dessin* au sens de *drawing*. *Disegno*, tel que le définit plus tard Vasari, signifie le *dessin* en tant qu'expression d'une représentation mentale, d'une forme présente à l'esprit ou à l'imagination de l'artiste :

« Celui-ci est comme la forme (*forma*) ou idée (*idea*) de tous les objets de la nature, toujours originale dans ses mesures. Qu'il s'agisse du corps humain ou de celui des animaux, de plantes ou d'édifices, de sculpture ou de peinture, on saisit la relation du tout aux parties, des parties entre elles et avec le tout. De cette appréhension (*cognizione*) se forme un concept (*concetto*), une raison (*giudizio*), engendrée dans l'esprit (*mente*) par l'objet, dont l'expression manuelle se nomme dessin (*disegno*). Celui-ci est donc l'expression sensible, la formulation explicite d'une notion intérieure à l'esprit ou mentalement imaginée par d'autres et élaborée en idée (*si pu conchiudere che esso disegno altro non sia che una apparente espressione e dichiarazione del concetto che si ha nell'animo, e di quello che altri si è nella mente imaginato e fabricato nell'idea.*) » (Vasari, 1568/1981-89, p. 149, cité par Lichtenstein, 2004)

En rattachant *disegno* à *forma*, à *concetto* et surtout à *idea*, ce texte illustre la manière dont la Renaissance a su utiliser des catégories héritées de la tradition rhétorique et, à travers

elle, de la philosophie d'Aristote pour élaborer une nouvelle *théorie de l'art*. Comme l'a montré E. Panofsky, le sens d'*idea* chez les théoriciens de l'art résulte d'une transformation de l'idée en idéal qui a sa source dans ce texte *De l'orateur* où Cicéron définit l'*idée* platonicienne comme une *forme*, un *modèle* intérieur préexistant à toute réalisation et venant l'informer (Panofsky, 1924/1983) :

« De même donc que dans les formes (*formis*) et les figures (*figuris*) il y a quelque chose de parfait et d'excellent que nous ne voyons qu'en imagination et à quoi nous nous référons pour imiter ce dont le propre est d'échapper à notre regard, de même il y a une image (*speciem*) de l'éloquence parfaite que nous voyons en esprit et dont nos oreilles attendent le reflet. Ce sont ces modèles des choses (*rerum formas*) qu'appelle « idées » (ἰδέα) le garant et le maître le plus profond non seulement de la spéculation intellectuelle, mais aussi de l'expression, Platon » (1964, III, p. 4, cité par Lichtenstein, 2004)

Et c'est bien ainsi que G. P. Bellori définit l' *idea* juste avant de citer ce même passage de Cicéron :

« L'idée du peintre et du sculpteur est ce modèle parfait et excellent dans l'esprit auquel ressemblent les choses qui sont devant nos yeux parce qu'elles en imitent la forme imaginée [*Idea del Pittore et scultore é quel perfetto ed eccellente esempio della mente, alla cui immaginata forma imitando si rassomigliano le cose, che danno sotto la vista*] » (1672/1995, p. 163, cité par Lichtenstein)

Préfigurant l'utilisation et la fonction du dessin moderne d'architecture, du *plan* et du dessin technique, comme à la fois modèle de représentation et schématisation du regard, la pratique du dessin héritée du *disegno*, devient à la fois « support » et « dialogue », dans lequel la créativité et l'imagination sont en permanence stimulées par l'image », ce que A. Moles a étudié comme les méthodes heuristiques et schémas structurels dans la création scientifique (Moles, 1957), sur lesquels nous reviendrons au chapitre suivant. Ce qui nous importe tout particulièrement ici est « cette idée que le dessin ne consiste pas simplement à reproduire les contours, la forme visible des objets mais qu'il implique également un acte de connaissance, est au cœur de la conception du dessin qui se développe à partir de la Renaissance, et dont témoigne le double sens du mot italien de *disegno*, qui signifie à la fois dessin et projet, tracé du contour et intention. » (Lichtenstein, 2013)

Au XVIIe siècle, ce qui est appelé le « dessin » en France, et ce qui correspond à la partie de la peinture qui se différencie de la couleur, est toujours orthographié « dessein », parfois même « desseing ». Le terme « dessein », directement dérivé du terme « disegno »

italien, conserve dans la langue classique toute la richesse sémantique du mot italien. Il est ainsi défini dans le dictionnaire de Furetière en 1690 : « projet, entreprise, intention. Est aussi la pensée qu'on a dans l'imagination de l'ordre, de la distribution et de la construction d'un tableau, d'un poème, d'un livre, d'un bâtiment. Se dit aussi en peinture de ces images ou tableaux qui sont sans couleurs. » Il ne s'agit pas d'une homonymie : « Lorsqu'il se dit en peinture, *dessein* signifie quelque chose de plus mais non pas de différent. S'il a un usage spécialisé, il ne cesse pas pour autant de signifier le projet ou l'intention. Le mot exprime ici de la manière la plus explicite ce qu'est la chose pour un artiste, un théoricien de l'art ou un amateur du XVIIe siècle. Il implique une certaine manière de penser le dessin comme étant toujours la réalisation d'un dessein, c'est-à-dire d'un projet intellectuel. Le mot *dessin* qu'on allait lui substituer un siècle plus tard a une signification beaucoup plus étroite, réduite au seul sens donné en dernier par Furetière. Il ne dit plus qu'il existe une relation nécessaire entre le dessin et la pensée. La perte d'une lettre ne s'accompagne donc pas seulement d'un appauvrissement de sens. Elle correspond à une véritable mutation sémantique qui implique une tout autre conception du dessin que celle qui avait été reprise par les Français aux Italiens. » (Lichenstein, 2004)

Depuis que *dessein* est devenu *dessin*, le *disegno* n'a plus d'équivalent en notre langue. Il faut désormais plusieurs mots pour dire ce qu'un seul mot français, fidèle à l'italien, disait au XVIIe siècle en plusieurs sens. C'est pourquoi la modernisation de l'orthographe dans l'édition des textes français sur l'art du XVIIe n'est pas sans produire de graves effets de contresens.

En anglais il existe également la distinction entre *dessin* et *intention*, tout comme en allemand. En anglais, *drawing* désigne le dessin comme tracé (ou contour), tandis que *design* correspond au français *dessein* et conserve une partie du champ sémantique du *disegno* italien. C'est d'ailleurs à partir du mot italien que Shaftesbury construisit le concept de *design* qu'il est le premier à introduire dans la théorie anglaise de l'art dans *Lettre sur l'art et la science du dessin*, en 1712 : « Fidèle au double sens des mots italien et français, Shaftesbury joue constamment sur la double acception de *design* comme unité d'un projet et comme graphisme. En ce sens, *design* est une pure traduction de *disegno* et de *dessein*. Mais, comme en français, les deux significations vont très vite se séparer en anglais, cette disjonction témoignant des mêmes transformations dans la pensée de l'art. » (Ibid.) Le double sens de conception et de mise en forme réapparaît toutefois dans l'usage moderne et planétaire qui est fait aujourd'hui de *design*, ce mot étant utilisé

dans toutes les langues pour caractériser un certain type d'art industriel issu de la tradition du Bauhaus : « En allemand, *Zeichnung* (dessin) n'a pas lui non plus de rapport avec les termes qui désignent l'intention ou le projet intellectuel, tels qu'*Abzicht* ou *Entwurf*.

Comme *disegno* qui dérive de *signum*, *Zeichnen* dérive de *Zeichen* qui veut dire signe. Il peut signifier l'idée d'un plan, d'un projet, mais en un sens matériel (par exemple un plan architectural) et non, comme *disegno* ou dessein, en un sens purement spéculatif. Le fait que *Zeichnen* soit dérivé de *Zeichen* (signe), qu'il soit affilié à *bezeichnen* (designer), voire à *zeigen* (montrer) pourrait justifier les présupposés fortement logocentriques de certaines recherches contemporaines sur la nature de l'image picturale.

Ainsi, Walter Benjamin dans un texte intitulé *Über die Malerei oder Zeichen und Mal*, oriente toute sa définition de la peinture à partir d'un *Zeichen* originel dont le *Zeichnen* serait une sorte de dérivé au même titre que la tache ou macula (*das Mal*). Ce qui signifie que toute figurabilité serait au fond prédéterminée par un *Zeichen*, c'est-à-dire un acte de dénomination (*Benennung* ou *Benennbarkeit*) de sorte que la finalité de toute figuration serait reconduite implicitement et nécessairement au mot en tant que tel. Les distinctions lexicales qui existent en anglais comme en allemand rendent ainsi illusoire toute tentative de traduire *disegno*, au sens où l'entendaient les hommes de la Renaissance. Conscients de cette difficulté, les historiens et théoriciens de l'art tendent de plus en plus à conserver le mot italien sans chercher à le traduire dans leur propre langue, et parlent du *disegno* de Raphaël ou de la définition du *disegno* chez Vasari. » (Ibid.)

La place du croquis et du dessin dans la « formalisation » de la pensée allant de pair avec les agencements symboliques de la perception, les valeurs synthétiques de « diagrammes » contribuent à confirmer de manière élargie la question de la représentation du *geste expressif* en art (Chastel, 2001), et des relations entre *L'art et l'illusion* (Gombricht, 1971 [1960]) — notamment du dessin lorsqu'il est exécuté de sorte à faire « oublier le métier » — mais également celui du dessin d'observation scientifique, ou les « mains de l'intellect » comme l'a formulé Christian Jacob, où il est précisément question à la fois de mettre en valeur l'expérience et souvent d'oublier l'habileté — tout en faisant par la même occasion oublier le *métier* — en faveur de son statut de « preuve », ou de « témoignage » (Taussig, 2009), ce sur quoi nous reviendrons à la fin de ce chapitre.

II.II.2 Art, science et révolutions

Le passage du XVI^{ème} siècle au XVII^{ème} siècle, et particulièrement le XVII^{ème} siècle et le siècle suivant, constituent les premières grandes périodes de révolutions scientifiques. Celle-ci, comme l'a résumé S. J. Gould : « dans sa version la plus simplifiée et la plus caricaturale met en avant deux grands fondateurs du début du XVII^{ème} siècle — l'Anglais Francis Bacon (1561-1626), qui mit l'accent sur l'observation et l'expérience, et le français René Descartes (1596-1650), promoteur du contrôle de la raison sur la nature et de la vision « mécaniste » du monde (Gould, 2005 [2003]). Le point culminant de la Révolution scientifique, tant au plan du « triomphe de la science expérimentale » que de la formulation de sa méthode, réside dans une « extraordinaire floraison de talents à la fin du XVII^{ème} siècle, au sein d'une génération incarnée par son incontestable tête de file, I. Newton, contemporain d'autres brillants penseurs et techniciens, parmi lesquels R. Boyle, E. Halley, et R. Hooke :

« Bien que difficile à définir, et déniée par certains, cette période de changement crucial a été baptisée, par des historiens ordinairement plus circonspects, au moyen de deux mots très radicaux : l'article défini signalant l'unicité, et le mot marquant le caractère irréversible. Les historiens se réfèrent généralement à ce tournant du XVII^{ème} siècle comme à « la révolution » scientifique. (Gould, 2003/2005, p.30)

Gould émet deux objections « à peu près aussi anciennes que l'idée de révolution elle-même. ». La première, qui concerne la fracture entre le supposé « obscurantisme aristotélicien de la scolastique médiévale », et la renaissance et la réforme expérimentale et mécaniste de la Révolution scientifique, peut-être considérablement adoucie selon lui, dans la mesure où de nombreuses réflexions et découvertes cruciales furent réalisées bien avant le XVII^{ème} siècle. L'autre, qui lui tient particulièrement à cœur puisqu'elle touche de près ses propres recherches, est que la Révolution scientifique caractérise principalement des changements dans les sciences physiques, et le trop peu de place accordée aux changements dans les sciences naturelles (la biologie et la géologie) au cours du XVII^{ème} siècle (Gould, p.33). Gould a remarqué que « comme toutes les caricatures historiques faisant intervenir des modèles simplistes du progrès (par accumulation graduelle ou sauts successifs), de fausses dichotomies entre un mauvais « avant » et un bon « après », cette description de la Révolution scientifique ne résiste pas à l'examen scrupuleux de tel ou tel grand thème de son histoire. » Les révolutions scientifiques et artistiques ont pu être vues comme tournant autour d'un même enjeu,

celui de proposer à chaque nouvelle découverte ou procédé, une autre manière de se représenter la réalité, celle-ci reconfigurant la perception du monde qui nous entoure.

Traduit en 1986, sous la responsabilité de Louis Roux, *Common Denominators in Art and Science* (*Dénominateurs communs aux arts et aux sciences* en langue française), actes d'un colloque organisé sous les auspices de l'École d'Epistémologie à l'Université d'Edimbourg, qui s'est tenu en Novembre 1981, rassemblait des interventions mettant en avant que « la *découverte scientifique* et l'*invention artistique* sont des processus. Dans les deux cas on peut parler de travail, d'opération, de quelque chose qui se passe et qui amène l'expression humaine au manifeste. Cette praxis, cette élaboration ne peuvent s'imaginer que dans le cas d'un *contexte historique*, d'un *climat culturel*. » (Roux, 1986) En suivant cette remarque, nous aborderons ci-après ce que nous aimerions à présent appeler plus directement déjà un *design*, selon l'héritage complexe que nous venons de décrire, dans des travaux de penseurs emblématiques, et plus particulièrement en relation avec ce que Bredekamp a appelé l'« acte d'image ».

II.II.2.1 Martin Kemp, *Nature*, et Léonard

L'historien de l'art britannique M. Kemp a consacré ces 20 dernières années à étudier les frontières entre art et science pour constater leur caractère instable dans la mesure où la notion même d'« art » se transforme et peut même de dissiper à notre époque.

Se qualifiant lui-même volontiers d'« historien du visuel », il interroge dans ces ouvrages des productions visuelles qui conjuguent des habiletés d'artistes et de scientifiques. Kemp, qui a tenu une colonne dans la revue *Nature* dès le 23 Octobre 1997 à l'invitation de l'éditeur de la revue P. Campbell, où il a écrit de nombreux textes à propos des relations entre science et culture (25 essais sont rassemblés dans le recueil *Visualizations*, explorant l'« explosion » de la culture visuelle à la fin du XXème siècle et au début du XXIème siècle, et s'applique à illustrer de manières variées dans quelles mesures nous avons besoin de *voir* pour *comprendre* (Kemp, 2000).

La revue, publiée pour la première fois le 4 Novembre 1869, s'annonçait comme une « Revue de science illustrée hebdomadaire » (*A Weekly Illustrated Journal of Science*). Connue pour publier des découvertes scientifiques, la revue a connu un essor considérable dans la place accordée aux illustrations depuis sa création. Pour Kemp, le style même donné par les images a contribué à modifier la revue. Initialement composée de gravures (le

premier numéro contenait deux photographies et un spectromètre) et de diagrammes, l'augmentation de la part consacrée aux images a été exponentielle à la suite de la fameuse publication du 25 avril 1953 du diagramme de la double hélice créé par O. Crick pour accompagner l'article majeur de J. D. Watson et de son époux, F. H. Crick.

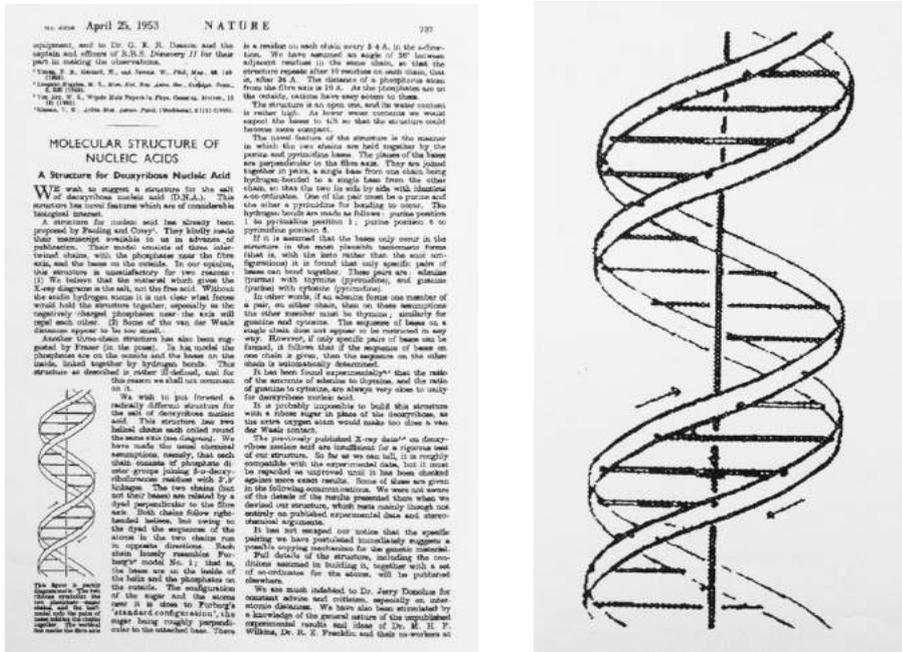


Fig. 9., « Modèle de la double hélice », O. Crick, 1953, *Nature*, 25 Avril 1953, p. 737.

Lorsque M. Kemp fut invité à contribuer à la revue, son intérêt était moins dans l'observation de l'influence de la science sur l'art, ou l'inverse, mais dans l'observation de motifs partagés dans les imaginaires des arts et des sciences, et la manifestation de la créativité, ce qu'il a plus tard nommé les « intuitions structurelles ». Il consacra un travail considérable à étudier les archives et le travail de Léonard de Vinci, auquel il consacra de nombreux articles et ouvrages. La figure de Léonard de Vinci est interrogée, admirée, et suscite pléthore d'écrits depuis ses premiers travaux.

Son caractère visionnaire, et remarquable de technique et d'ingéniosité, est reconnu autant en architecture, en peinture, sculpture, comme en cryptographie, en anatomie, ou en théorie. La figure de Léonard de Vinci est sans conteste évidente à mentionner dans un travail sur le design, l'art et les sciences. En lien étroit avec la théorie et la manifestation du *disegno* de la renaissance, Léonard est figure de proue dans l'héritage contemporain classique de la figure de l'ingénieur, et le symbole de la curiosité et de l'interdisciplinarité incarnée, outre bien entendu du génie artistique. Dans *Leonardo Da*

Vinci. *The marvellous Work of Nature and Man*, Kemp consacre toute une partie du chapitre V, intitulé *The Prime Mover*, aux démonstrations et investigations anatomiques de l'artiste, comme prédéterminant son attitude face aux principes de formation de l'univers (Kemp, 1981, p 286). Cette attitude devant se replacer en regard d'une passion et d'une admiration de la part de Léonard pour la complexité de la « machine » de l'organisme humain. Chaque détail a une fonction, et la série des études myologiques et squelettiques du pied de 1510 contient des dessins très aboutis et documentés.

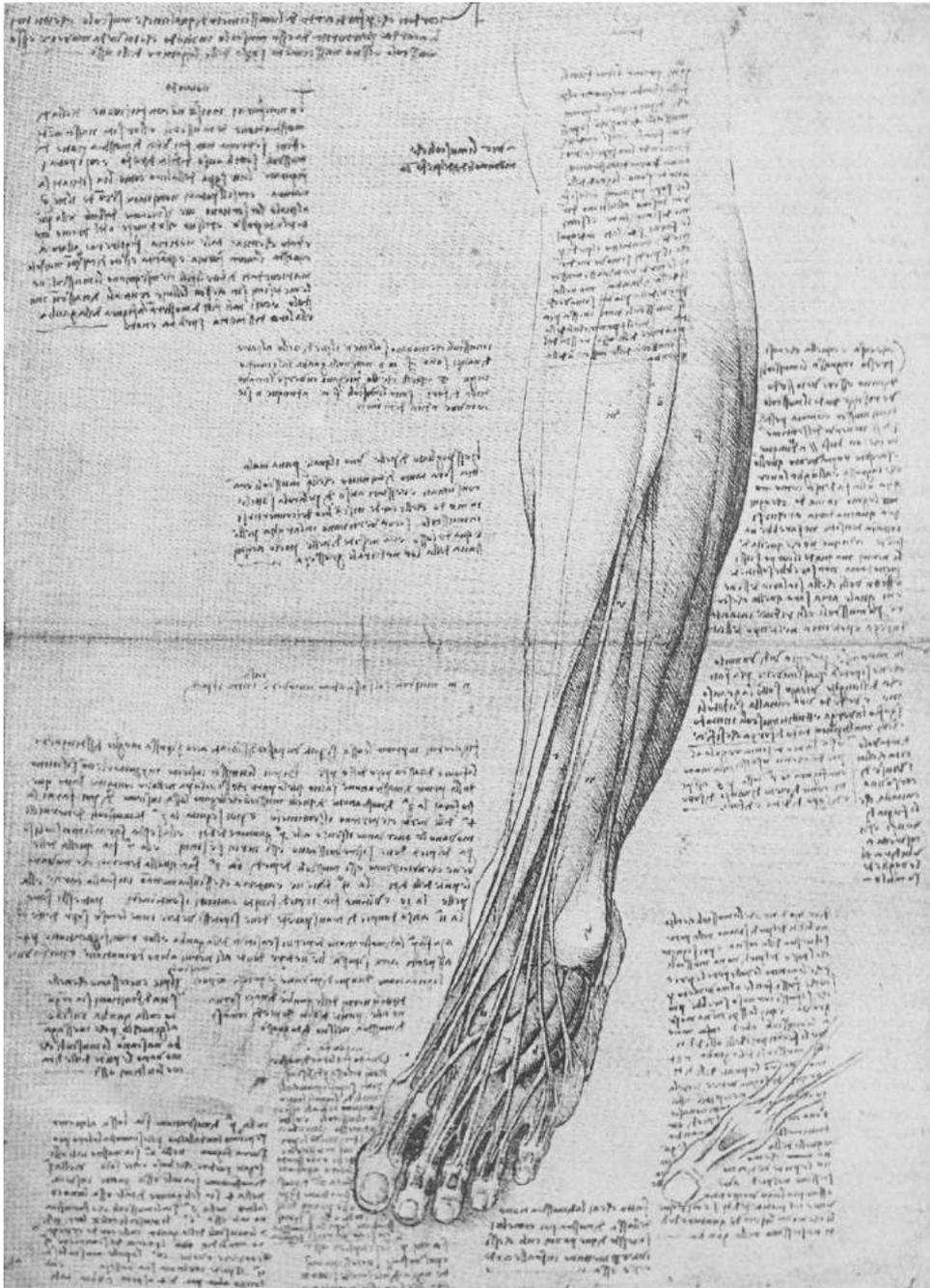


Fig.10. Pl.79. Etude de l'anatomie superficielle du pied et du bas de la jambe, L. De Vinci, (1510), crayon et encre, Windsor, Royal Library (19017r). Extrait de Kemp, 1981, p. 287.

De même l'observation de l'asymétrie des membres qu'il étudia le poussa à faire des études de plusieurs angles de vue afin de rechercher l'angle le plus « informatif » (Kemp, p. 289). Voici ce qu'il fit pour le bras, notamment par la dissection de l'épaule.

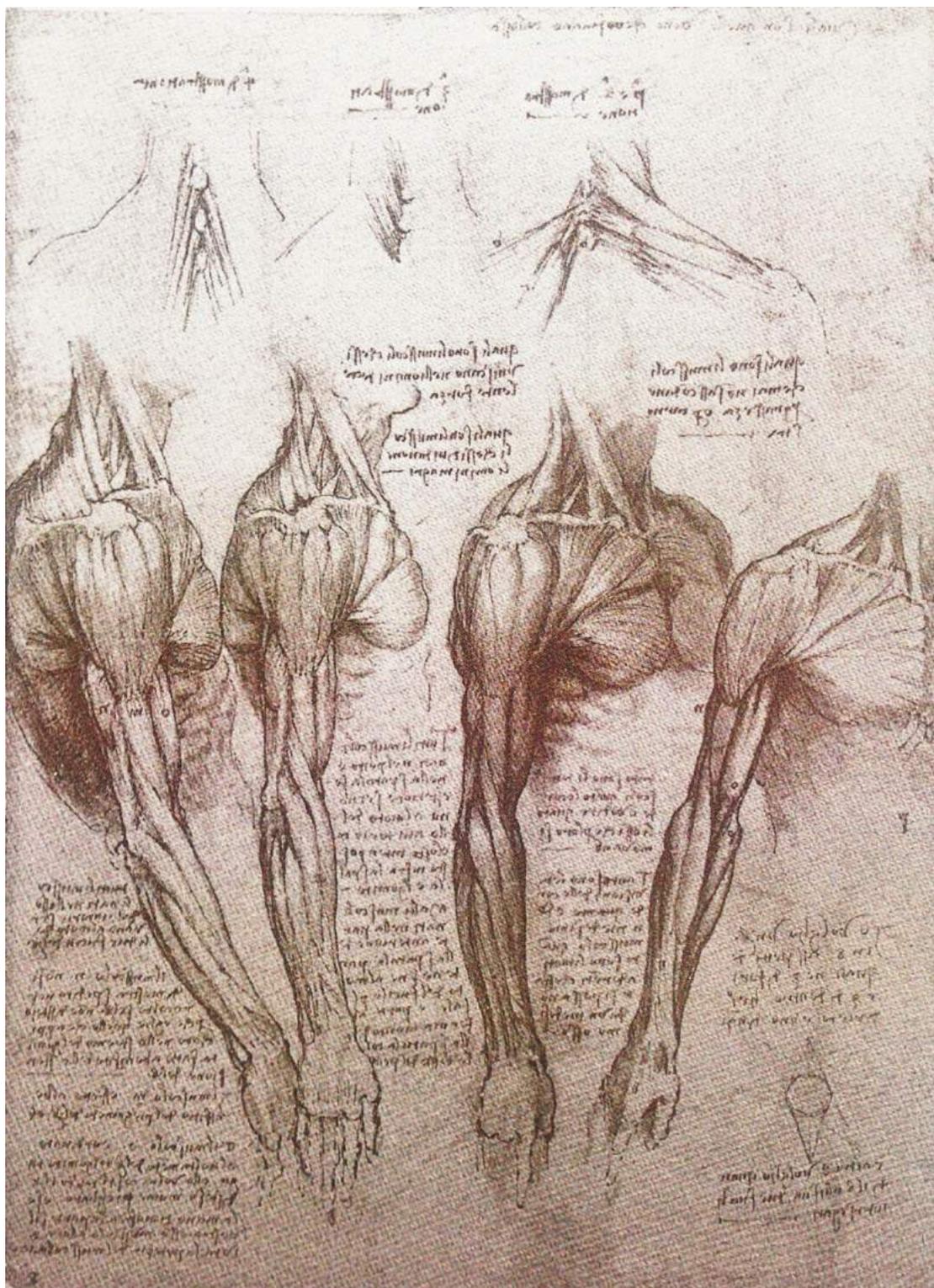


Fig.11 Quatre études de l'anatomie superficielle du bras, de l'épaule et du thorax, L. De Vinci, 1510-11, crayon, encre et lavis, Windsor, Royal Library (19008v). Extrait de Kemp, 1981, p. 288.

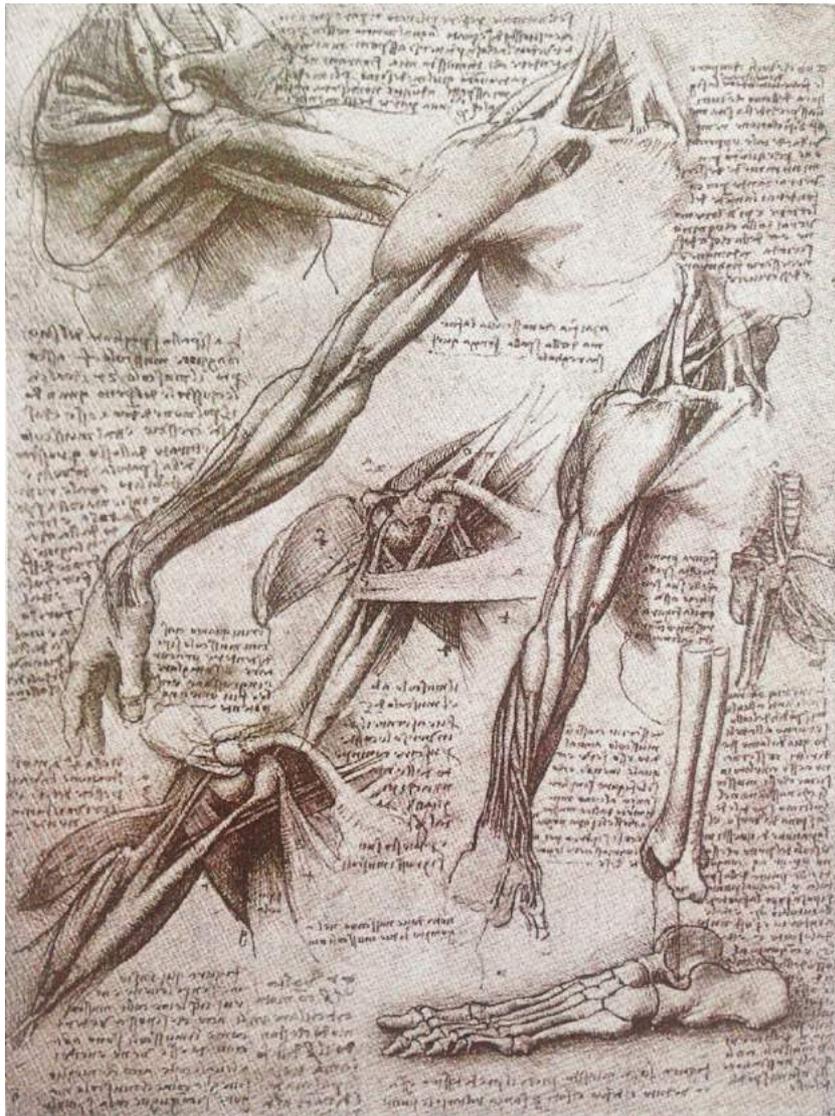


Fig.12. P.181. Etudes d'une épaule disséquée, os du pied et du bas de la jambe, et musculature thoracique
 L. De Vinci, (c.1510), Crayon, encre et lavis, Windsor, Royal Library (19013v).
 Extrait de Kemp, 1981, p. 288.

L'aboutissement d'une telle enquête « visuelle » a conditionné selon Kemp les terrains ultimes de l'auteur qu'était également Léonard : « With what words, O writer, will you describe with similar perfection the entire configuration which the drawing here does ? » (19071r) ; « You who claim to demonstrate in words the shape of man from every aspect dismiss such an idea, because the more minutely you describe the more you will lead away from the thing describes » (19013v). Pour Kemp, « his own drawings will give a true knowledge of their shapes that neither the ancient masters nor the moderns would be able to give without an immense, tiresome and confusing amount of writing and time » (19007v) (Journal de Léonard, cité et traduit par Kemp).

Il est à remarquer que les textes anatomiques traditionnels de l'époque n'étaient que très peu illustrés, de même que jusqu'à Léonard la plupart n'étaient accessibles qu'en grecque. Sa recherche d'étudier et de respecter toutes les nuances de formes est née d'une profonde mutation de sa méthode scientifique vers une forme d'empirisme. Ses efforts vers la représentation des mécanismes anatomique le conduire à mener une réflexion sur les causes structurelles en jeu dans la forme que prennent les organes. Il en vint à penser des « diagrammes » visant à schématiser le fonctionnement des organes représentés, convaincu qu'il y avait des causes régulières derrière des effets naturels. Mais également à en faire le « dessin technique », démonstrateur du « système » de fonctionnement, avec l'ambition de forger une « science mathématique de l'anatomie » (Kemp, p.294). Ce qui fut le cas pour l'organe du cœur (certainement un organe bovin), dont il fit l'étude des valves aortiques.

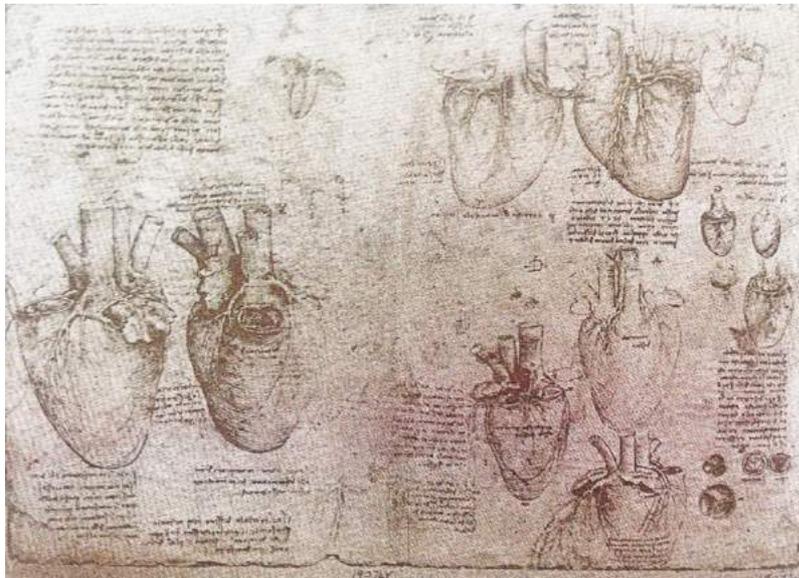


Fig. 13., Pl.82. Etudes du cœur (1513-14), L. De Vinci, crayon et encore, Windsor, Royal Library (19073v-4v), Extrait de Kemp, 1981, p. 292.

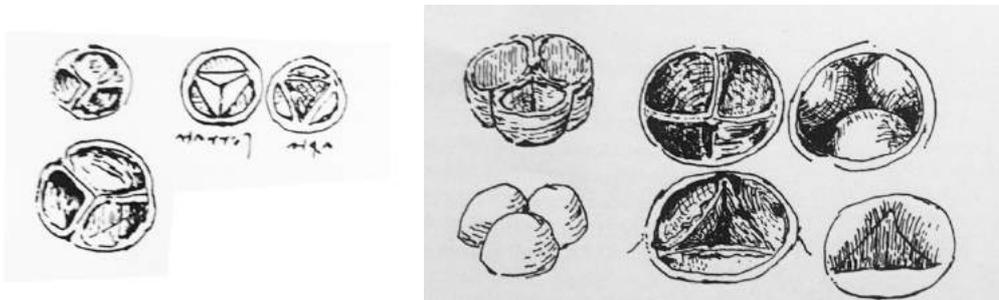


Fig. 14 et 15. A gauche : Six vues de la valve pulmonaire /aortique, basées sur W. 19079v (reproductions de Kemp) ; à droite : Vues de la valve pulmonaire /aortique, basées sur W. 19073v (reproductions de Kemp), Ibid., p. 294.

La similitude graphique entre la configuration d'une valve du cœur et d'une figure purement géométrique est frappante.

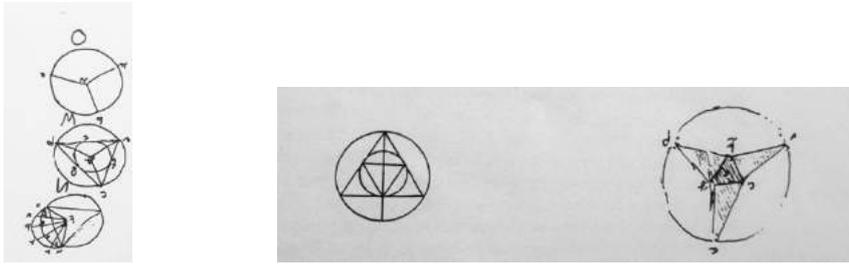


Fig. 16 et 17. Ci-dessus, à gauche : Analyse géométrique de la valve pulmonaire/aortique, basée sur W. 19116v (reproductions de Kemp) ; à droite : Étude géométrique de cercles et triangles, basée sur G.17v, Analyse de la valve tricuspide, basée sur W. 19074r, (reproductions de Kemp), *ibid.*, p. 295.

L'intérêt de Léonard pour les diagrammes a également été mis en évidence dans les écrits de E. Gombrich. Dans *L'Art et l'illusion*, celui-ci consacre le chapitre V aux relations entre « la formule et l'expérience ». Il débute son examen par apporter un éclaircissement sur l'apport de la « révolution de l'art grec » à la fonction et à la forme de l'art. A l'usage de *canon* jusqu'alors en vigueur— c'est-à-dire des rapports géométriques essentiels que l'artiste doit connaître afin d'exécuter le travail de dessin pour construire une image « ressemblante » — s'est ajouté par cette « révolution » la recherche des proportions et de la beauté. Sans pouvoir modifier la logique sous-jacente à toute production d'image — « cette simple nécessité qu'un artiste ne saurait imiter le réel sans se servir d'un moyen d'expression et d'un *schéma* qu'il peut modifier et remodeler », Gombrich propose d'analyser la mimesis à partir d'un point de référence qui se situerait, dans son propos, « en-dehors du domaine de l'esthétique ». Il l'illustre par les propos extraits de la conclusion de la thèse de doctorat sur la psychologie du dessin de F.C. Ayer :

« Le dessinateur bien exercé a pu acquérir la maîtrise de nombreux schémas qui lui permettront de tracer rapidement sur le papier la forme schématique d'un animal, d'une fleur, d'une maison. Celle-ci sert de support à une représentation de ses souvenirs visuels et il la modifie peu à peu, jusqu'à ce qu'elle corresponde avec ce qu'il a l'intention d'exprimer. De nombreux dessinateurs, qui peuvent reproduire sans peine un autre dessin, se trouvent incapables de dessiner d'après nature, du fait que les schémas mémorisés leur font défaut. » (Ayer, cité par Gombrich, p.126)

La théorie du schéma qui s'esquisse dans ces quelques lignes, et qui est affirmée par Gombrich dès l'introduction de l'ouvrage, s'appuie sur les modèle de K. Popper et sa

critique de ce qu'il qualifie de « théorie de l'esprit réceptacle ³⁵» et sur l'intérêt de l'hypothèse et des tests expérimentaux, c'est-à-dire dans l'énonciation d'une séparation des domaines de production de la vraie science et de la "pseudo-science" et la généralisation de tout un tas de critères de démarcations à cette fin³⁶. Gombrich adapta le programme de Popper sur le testable et le falsifiable, non pas pour l'appliquer à l'art au sens où l'art serait « falsifiable », mais dans le sens où le travail de l'artiste, tout comme celui du scientifique, pouvaient s'illustrer d'une certaine approche du monde naturel qui pourrait être testée, corrigée, amendée, vérifiée et augmentée (Jones & Galison, 1998). Le classement et la hiérarchie des formes dans la construction visuelle par le dessin, y apparaît presque programmatique. Gombrich pointe les nombreux traités d'enseignement du dessin, archétypés, remplis de formes géométriques qui constituent le matériau de base à l'apprentissage de la distinction des formes des objets, qu'il qualifie de « mécanique ».

Comme l'a écrit E. Cassirer à propos notamment de Léonard : « ce que la science recherche, ce sont les caractères essentiels d'un objet donné à partir desquels pourront être déduites toutes ses qualités particulières. Si un chimiste connaît le nombre atomique d'un élément, il possède une indication lui permettant de connaître avec précision sa structure et sa constitution. De ce nombre, il peut déduire toutes les propriétés caractéristiques de l'élément. Mais l'art ne connaît pas ce genre de simplification conceptuelle et de généralisation déductive. Il ne recherche pas les qualités ou les causes des choses, mais nous donne l'intuition des formes. (...) Il ne s'agit nullement, cependant, de la simple répétition de quelque chose de déjà existant. C'est une véritable, une authentique découverte. L'artiste découvre les formes de la nature comme l'homme de science découvre des faits ou des lois naturelles. » (Cassirer, 1932/1975, p. 205).

Or dans l'exemple de Léonard de Vinci décrit par Gombrich, la recherche de compréhension « scientifique » du monde de la part de l'artiste passe par sa « formulation » graphique, qui illustre à son tour les maladroites d'observation et des « découvertes ». Ce que commente, non sans une pointe d'humour, Gombrich, à propos

³⁵ Popper, K.R., *The Open Society and its Enemies* (Princeton, 1950 ; 3ème édition, Londres, 1957), III, p. 213 et suivante dans la dernière édition. Voir également le chapitre « The Philosophy of Science : a personal Report », in : *British Philosophy in the Mid-Century*, Cecil A. Mace (Ed.), Londres, 1957, pp. 155-194.

³⁶ Popper, K.R., *La logique des découvertes scientifiques*, Payot, 2007. (Titre original : *The Logic of Scientific Discovery*, Londres et New-York, republié en anglais en 1959 [Publié initialement en allemand en 1934].

du modèle de compréhension de la structure de l'arbre et de sa représentation par Léonard :

« (Léonard) n'était pas d'accord avec la méthode employée pour dessiner des arbres. Il en connaissait une meilleure. « Rappelez-vous, recommandait-il, que lorsque la branche se divise le rameau s'amincit en conséquence, de sorte que, si vous tracez un cercle autour de la couronne de l'arbre, l'ensemble de toutes les sections des rameaux devrait correspondre à l'épaisseur du tronc. ». Je ne sais pas s'il s'agit là d'une loi scientifique que l'on pourrait éventuellement vérifier. Il ne me semble pas à première vue qu'elle soit tout à fait exacte. Mais cette remarque de Léonard revêtait une importance considérable en tant que suggestion sur la « façon de dessiner les arbres. » (Gombrich, 1960/1971, p.132)



Fig. 18. *Diagramme de la croissance des arbres*, L. de Vinci, date inconnue, Extrait de Gombrich, 1960/1971, p. 133.

La question de l'apprentissage pointée ci-avant par Gombrich soulève potentiellement le conflit des perceptions entre peinture d'atelier et peinture sur le motif, expérience de l'observation de la nature et connaissance et travail de formes standardisées, développant « formules » et schémas. Ce faisant la question de l'expérience esthétique peut paraître problématique. Mais précisément, elle n'en contient pas moins

l'illustration de la quête de « vérité d'après nature » de la part des artistes en dévoilant également un autre aspect lorsque nous lisons Léonard : celui que les artistes, en s'intéressant à la structure des choses, trouvent une préoccupation pratique dans le souci de connaître des schémas efficaces. Cette recherche de « schéma », potentiellement universel, de « méthode », permettant de saisir l'infinie variété de ce monde changeant, et avec l'impression d'en être soi-même créateur.

La place de l'arbre dans les recherches de Léonard, et sa découverte d'une « loi applicable à la catégorie biologique de l'« arbre », à laquelle appartient chaque arbre individuel, peut-être rapprochée de ce que l'on nomme en termes modernes une pensée de la morphogénèse, notamment dans les diagrammes de croissance qu'il a dessinés. Ce qui nous mène vers ce que H. Bredekamp nomme « l'acte d'image », et l'étude emblématique qu'il a fait sur le travail de C. Darwin.

II.II.2.2 Acte d'image et main pensante

De nombreux domaines de la vie étant désormais régis par la surabondance d'images, la question du visuel se trouve au centre de la question anthropologique et de la civilisation. Probablement pour la première fois depuis la Réforme, donc depuis le 16^{ème} siècle.

H. Bredekamp a récemment publié une *Théorie de l'acte d'image* dans laquelle il retrace une histoire du passé, et conceptualise la puissance des images (2007/2015). Pour Bredekamp, « la force des images échappe aux hommes qui les ont pourtant créées. Elles ont une présence propre qui les tient captifs. Créée par les hommes, l'image leur échappe par sa propre puissance, et ils se retrouvent à la merci de ses effets. Pourquoi ? Parce qu'il y a une permutation de l'image et du corps du spectateur. » Pour l'auteur, et comme nous l'avons déjà remarqué au chapitre précédent, la théorie de l'acte d'image est un contrepoint à la théorie des actes de langage de Austin. Le terme « acte d'image » tente de cerner, de définir par une formule un phénomène que les poètes, les philosophes, et les historiens de l'art ont souvent tenté de décrire sans qu'une théorie précise n'est pu être développée :

« Le terme « acte d'image » essaie de décrire et de comprendre que l'œuvre ou la forme, une fois réalisée, possède une énergie qui dépasse ce que le créateur a voulu y mettre. C'est une sorte d'agir propre, que ni le créateur, ni le récepteur, ne peuvent entièrement contrôler. Un « surplus de forme », qui entraîne le regardeur dans un espace d'expérience qui suscite la

surprise, le choc, des réactions que nul ne pouvait prévoir. » (Bredekamp, 2016)

Bredekamp essaie de définir l'acte d'image comme « partie intégrante d'une théorie de la culture et du monde, où le monde ne se laisse pas complètement décrypter par « l'esprit constructif », mais où notre entourage et les formes produisent un effet supplémentaire qui vient vers nous.³⁷ » Ce surplus, que le constructeur ne maîtrise pas et ne peut pas maîtriser, voilà ce que l'historien de l'art appelle « acte d'image ». Pour Bredekamp, la place du « modèle » dans l'acte d'image est déterminante. Car la constitution d'un modèle « est l'un des éléments les plus marquants de l'acte d'image intrinsèque ». Bredekamp fonde sa réflexion sur le modèle à partir du *modello* italien, synonyme de « minimisation du *modus* (mesure) », c'est-à-dire du « modèle réduit », de la « maquette » :

« La « petite mesure » offre une réduction de toute chose mesurée, cette réduction permettant de concevoir des états de fait ou des dimensions complexes qui excèdent en tant que tels les capacités de connaissance. L'origine du concept de modèle réduit renvoie au but fondamental de la réduction ; et même là où les modèles grandeur nature sont utilisés, par exemple comme accessoires au cinéma ou comme moyens de démonstration en architecture, ils se conforment au même principe. » (Bredekamp, 2007/2015, p. 266)

L'idée soulevée par Bredekamp en faisant appel au modèle, c'est la possibilité de « manifestation de ce qui doit être concrétisé », et de permettre « de se faire une idée précise de quelque chose qui n'existe pas encore ». Cette « promesse » des modèles — comme à la fois « outils explicatifs et contraignants » — permettant de concevoir des objets imaginés dans une forme « réduite » dans le but de transférer leurs propriétés à d'autres échelles, existe également en sciences :

« Face à la contingence de leurs matériaux, aucune méthode scientifique ne peut se passer de modèle, et c'est dans ce rôle incontournable que résident la grandeur et le danger des modèles. » (Op.cit. p.267)

L'auteur a ainsi mis en évidence l'observation paradigmatique de ce double caractère dans le graphique de l'évolution de C. Darwin, qui selon lui « relève des modèles les plus remarquables jamais inventés. » :

« Darwin n'a laissé planer aucune ambiguïté à ce sujet : son diagramme devait être considéré comme le symbole visuel de son œuvre toute entière,

³⁷ Dialogue entre H. Bredekamp et A. Leblanc dans l'émission « Square idée », orchestré par la chaîne de télévision franco-allemande Arte, diffusé le 17 Avril 2016 autour de la « puissance des images »

le langage étant incapable de saisir les réalités aussi complexes que la nature. Si les diverses branches d'une vieille famille devaient toutes être saisies dans l'image, cela valait d'autant plus pour les familles naturelles des espèces, qui ne pouvaient l'être sans diagramme. » (Op.cit. p. 268)

Le modèle du diagramme ou de l'arbre pour décrire la représentation de l'évolution biologique et du système naturel a été étudié par R. J. O'Hara (1996). Il y étudie comment, alors que la notion même de « système naturel » n'a pas toujours trouvée de consensus autour de sa signification, l'usage du diagramme pour présenter les recherches des « systématistes » sur le sujet est très répandu, et ce du naturaliste anglais H. E. Strickland (1811-53), à A. R. Wallace (1823-1913), et bien sûr C. Darwin.

Il définit trois périodes dans l'histoire de ces systèmes au XIXème siècle : la première, la « Quinarian period » (1819-40), rassemble des systématistes qui croient que deux sortes de relations – l'affinité et l'analogie – existent entre les taxons, qui sont répartis en groupes de cinq. Une chaîne circulaire d'affinités connecte les taxons à l'intérieur de chaque groupe de cinq, et des relations d'analogie lient les taxons entre eux suivant leurs positions dans les différents cercles d'affinité. Par ailleurs, la question de la direction et de l'orientation, voire de la « croissance », sont des questions au cœur des modalités de mise en forme graphique.

Une autre période, qu'il qualifie de « map-making » (1840-1901), représentée par Strickland et Wallace, rejette l'analogie et la symétrie, et défend une approche empirique qui compare la reconstruction du système naturel avec l'enquête géographique d'un territoire inexploré.

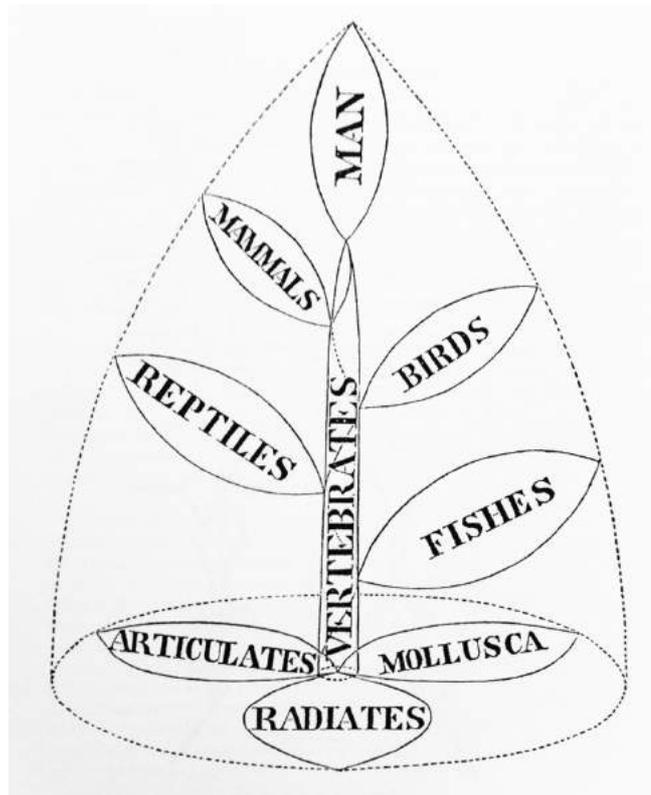


Fig. 19. *The animal Kingdom*, Lewis, G., 1866. Extrait de O'Hara, 1996, p.173

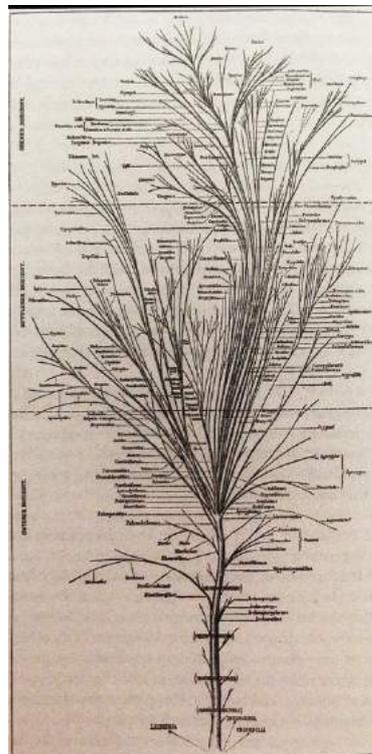


Fig. 20. « *Verticale Ansicht* » de l'arbre de l'évolution des oiseaux, Fürbringer, M., 1888, (réimprimé par Sharpe en 1891). Extrait de O'Hara, 1996, p.173



Fig. 21. « Stammbaum » de la classe des volailles, Reichenow, 1882 (redessiné par Sharpe).
Extrait de O'Hara, 1996, p.174

Finalement, durant ce qu'il nomme « evolution period » (1859-1901), une grande variété de systématistes a exploré, en variant les niveaux de profondeur et de dimensions, les implications de la nouvelle théorie darwinienne sur leur discipline.

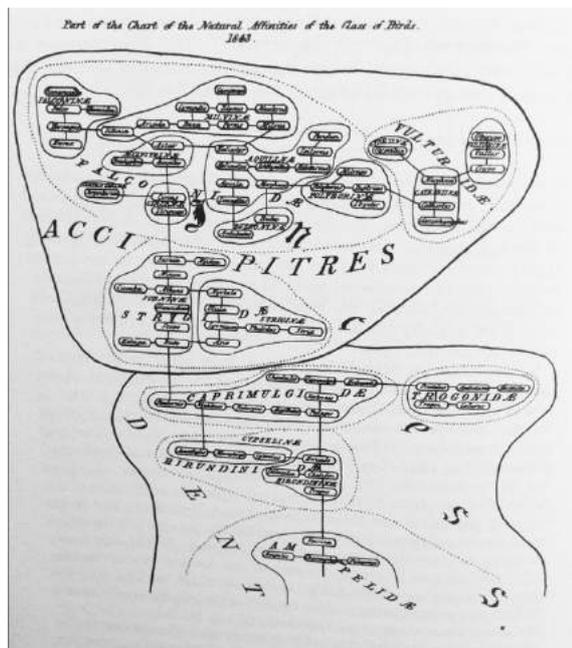


Fig. 22. Partie de la charte de Strickland intitulée *Chart of the Natural Affinities of the Class of Birds*, présentée en 1843 à la British Association for the Advancement of Science, et publiée après la mort de Strickland par Sir W. Jardine en 1858. Extrait de O'Hara, 1996, p.173

C'est notamment le cas du traitement graphique des hiérarchies chez Ernst Haeckel. Les « arbres généalogiques » de Haeckel offrent un sens implicite, outre l'utilité graphique immédiate (Kemp, 2000). Connu pour ses fameuses illustrations de Radiolaria (Haeckel, 1862), Haeckel défendait que l'essence du processus d'évolution est « retraitée » dans le développement embryologique des vertébrés (Kemp, 2000).

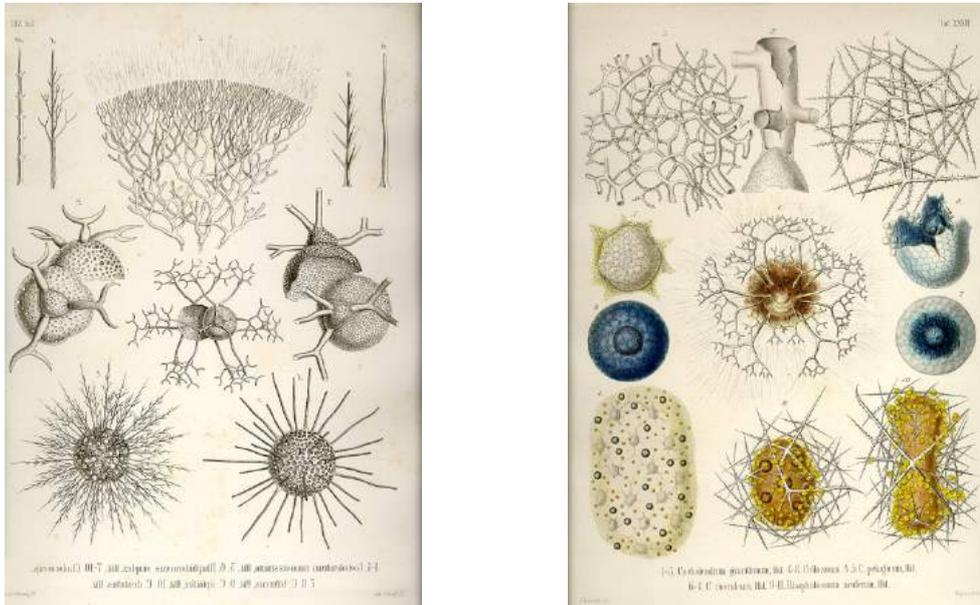


Fig. 23 et 24. *Die Radiolarien (Rhizopoda Radiaria)*, Haeckel, E., Planche 13 (à gauche), Planche 32 (à droite). Source : Mise en ligne de reproduction des planches en intégralité en 1998 par Kurt Stüber.

Si la forme de ces premiers arbres parus dans son *General Morphology of Organisations* en 1866 est plutôt organique, elle est remplacée dans *L'histoire de la création des êtres organisés* (traduite par C.-J.-M. Letourneau en 1884) en structure ressemblant à la fougère, avec comme le commente Kemp, un degré de suggestivité impressionniste commensurable avec le caractère incertain de l'enregistrement des fossiles (Kemp, Op.cit., p.90-91). Haeckel reconnaissait une continuité de toutes les choses vivantes, il en a fait une « anthropogénie » empreinte d'eugénisme, et fortement critiquée, notamment par Gould (1997).

Cependant les caractéristiques graphiques de la forme de ses arbres avaient malgré tout l'intérêt de montrer que l'espèce humaine avait un long passé derrière elle.

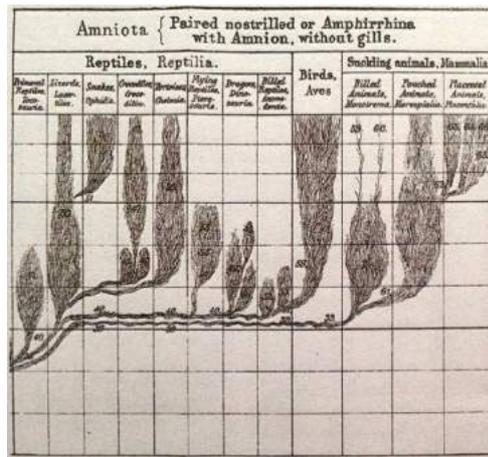


Fig. 25. *The History of Creation*, Haeckel, E., 1875-76, Vol. II, p.223 (Reproduite dans l'Histoire de la création des êtres organisés, d'après les lois naturelles, Paris, C. Reinwald, 1884)

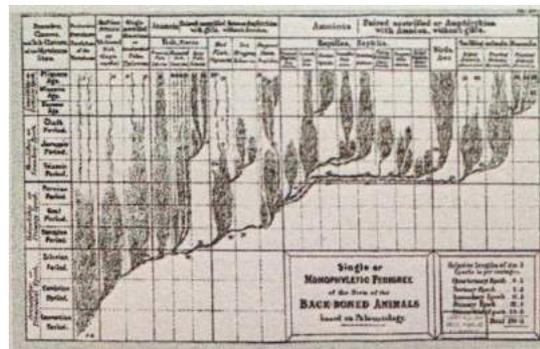


Fig. 26. *The History of Creation*, Haeckel, E., 1875-76, Vol. II, p.223 (Reproduite dans l'Histoire de la création des êtres organisés, d'après les lois naturelles, Paris, C. Reinwald, 1884)

Darwin a accordé au dessin la même confiance « en tant que matrice des idées » (Bredekamp, 2008), cependant elle déplace le modèle de l'arbre vers une autre symbolique visuelle. Pour Darwin, la contrainte directionnelle de l'arbre comportait une faiblesse dans l'idée de croissance qu'elle pouvait véhiculer.

Dans ses notes, Darwin écrit qu'il s'intéressa au corail, car avec ses troncs morts pouvant faire penser aux fossiles, et ses branches s'écartant les unes des autres, il pouvait contester la thèse de J.B. Lamarck de la « transformation continue » (Lamarck, 1809/1994, p.648):

« Base des branches mortes ; de sorte que les passages ne peuvent être vus — cela contredit à nouveau la succession constante des germes en progression. » (Darwin, 1836-44, cité par Bredekamp, 2008, p.33)

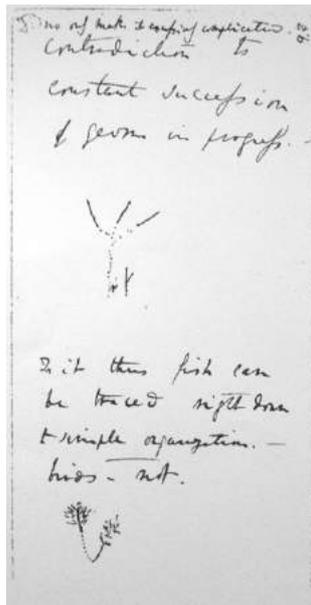


Fig. 27. Premier et deuxième diagramme de l'évolution, Darwin, C., 1837.
 Extrait du Notebook B. Dessins à la plume, Cambridge University Library, Dar. Ms., 121, fol. 26.

Dans le premier diagramme, les pointillés du tronc font apparaître « l'évolution que l'on doit reconstruire à partir des espèces éteintes. » (Bredekamp, 2008, p. 28). L'innovation réside dans la distinction entre pointillés et lignes. Dans le second que l'on peut voir en bas de l'illustration, l'évolution de la branche se ramifie, pour exprimer un développement.

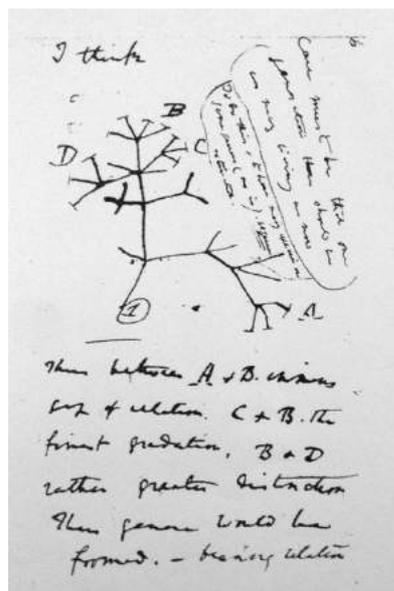


Fig. 28. Troisième diagramme de l'évolution, Darwin, C., 1837.
 Extrait du Notebook B. Dessins à la plume, Cambridge University Library, Dar. Ms., 121, fol. 36.

Dans cette esquisse, ce qui est intéressant, c'est que les ramifications ne s'étendent pas seulement vers le haut mais dans toutes les directions. Finalement, la proposition de diagramme qui sera retenue par Darwin sera celle-ci :

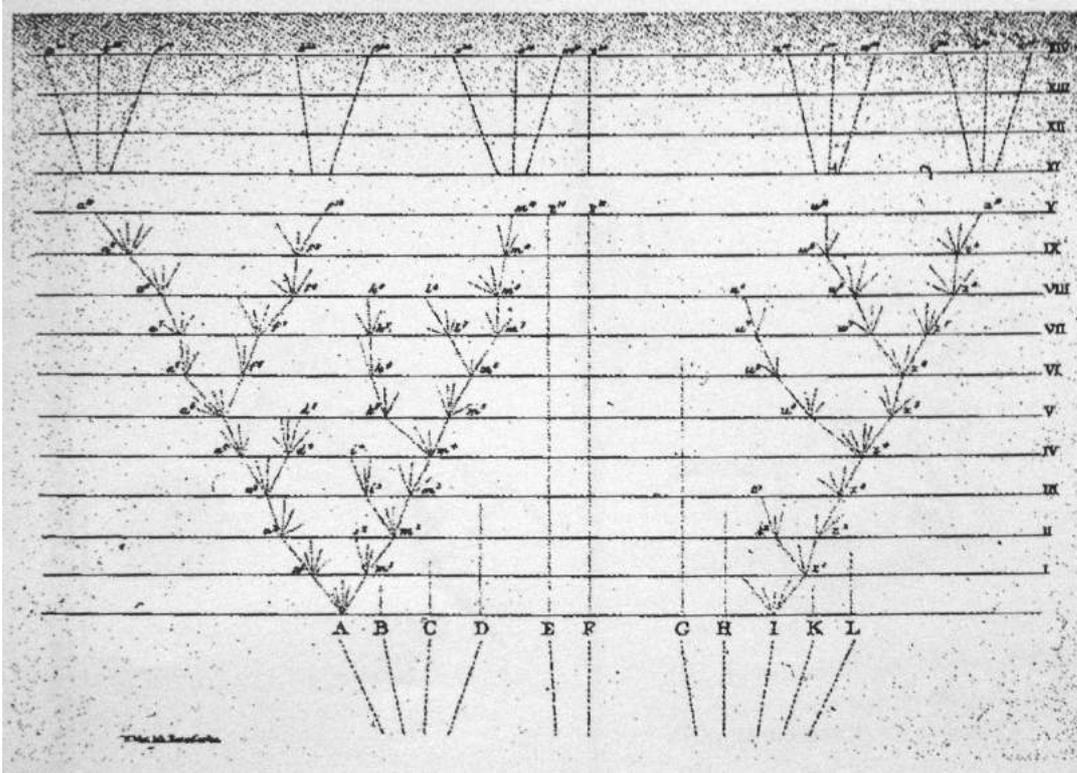


Fig. 29. *Diagramme de la « sélection naturelle »*, Darwin, C., 1859. Source : Darwin, 2001, Appendice (1959, p. 116)

A la fois abstraction et clarté, la capacité de ces modèles de diagrammes réside dans ce qu'ils pouvaient contenir de grandes quantités d'informations. Il est frappant comme la forme de ces diagrammes apparaît familière de la cartographie dynamique — précisément ce que O'Hara appelle les « mind-mapping » — auxquels nous sommes confrontés dans les médias numériques à l'heure de la récolte et de la mise en ordre des « big data ». Comme le remarque Bredekamp à propos du modèle darwinien :

« Sa superbe clarté s'accompagne également d'un grand potentiel de séduction. Comme en témoigne le modèle en forme d'arbre de Darwin, les modèles élaborés avec virtuosité peuvent devenir des fétiches dans les univers de chercheurs submergés par des quantités de données indéchiffrables. » (Bredekamp, 2015, p. 269)

Le modèle qu'offrent les Atlas scientifiques, ou plutôt peut-être ceux des « méta-atlas » contemporains, mettant en jeu à la fois le « design des programmes » (Masure, 2014),

comme les choix graphiques de leurs *rendus* (*display*), fait l'objet de typologies dans la théorie de la *Visual Complexity* de M. Lima qui sera abordée la partie suivante de cette thèse.

II. III. Rupture et objectivité dans la représentation

Avec l'essor des « sciences studies » (Pestre, 2006), l'attention portée par les chercheurs sur la production visuelle des sciences a fait resurgir de nombreux débats, notamment autour de la notion d'objectivité. Notion centrale pour la qualification de l'activité scientifique. La chronologie historique de cette notion a été étudiée par L. Daston et P. Galison dans leur ouvrage *Objectivity*, publié en 2007 (traduit en 2012 en français). L'objectivité, pour les deux auteurs, a une histoire, qui ne débute ni avec l'esprit expérimental de Bacon, ni avec le discours sur la méthode de Descartes et la volonté à maîtriser la nature grâce à un savoir rationnel. Elle correspondrait plutôt à un basculement, identifiable dans la seconde moitié du XIX^e siècle, avec pour pivot un certain rapport aux appareils d'observation et d'enregistrement. L'histoire de l'imagerie scientifique est mêlée d'une peur et d'une méfiance, associant l'image à l'« erreur ». Si cette méfiance vis-à-vis des images a pu conduire à les écarter du projet de la science, l'intérêt qu'on leur porte a également conduit à des hiérarchies et les dispositifs de reproduction et d'enregistrement qui ont pu être tout à la fois encensés et critiqués. Ce que les auteurs mettent en évidence, c'est cette « polarisation des discours, des pratiques et des débats, autour de ces deux directions opposées mais intimement solidaires que deviennent alors « l'objectivité » et « la subjectivité » » (Citton, 2013), et qui constitue une partie de l'histoire du *soi* :

« L'objectivité et la subjectivité se définissent l'une l'autre comme la gauche et la droite ou le haut et le bas. On ne peut les comprendre ni même les concevoir indépendamment l'une de l'autre. Si l'objectivité a été créée pour nier la subjectivité, alors l'émergence de l'objectivité correspond nécessairement à l'émergence d'un sujet doué de volonté, un moi qui mettrait en dans le savoir scientifique. C'est ainsi que l'histoire de l'objectivité devient *ipso facto* une partie de l'histoire du soi. » (Daston & Galison, 2007/2012, p.48)

II.III.1 Photographie et objectivité mécanique

Au XVIII^e siècle et jusqu'en 1850, domine dans les atlas un régime de « fidélité à la nature » visant à figurer le type sous-jacent d'un objet naturel indépendamment de ses variations particulières et ayant pour fonction de représenter des « archétypes », à l'image

des classifications de C. V. Linné: « La vérité d'après nature cherche à dévoiler le type d'une classe susceptible de représenter tous les membres individuels de cette classe, sans pour autant en incarner aucun » (Daston et Galison, 2007/2012, p. 424).

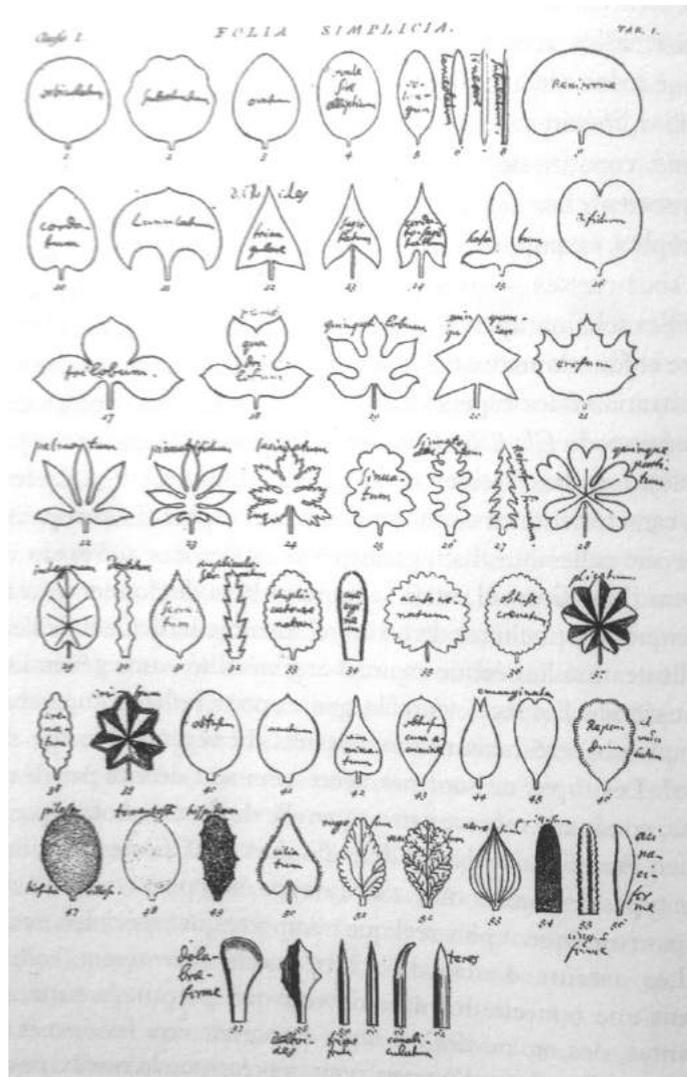


Fig. 30. *Hortus Cliffortianus*, Linné, C. V., Amsterdam, n. p., 1737, Table 6.
Extrait de Daston et Galison, 2007/2012, p. 76

Une plante, un animal, une roche, un organe sain ou malade sont représentés de manière à synthétiser des caractéristiques essentielles de forme, de couleur et de comportement dont aucun spécimen n'offre une image accomplie. Les atlas scientifiques sont le premier exemple, à la fois comme entreprises d'objectivation et produits de l'imagination (Thomas, 2012): représentations idéalisées, essentielles, « parfaites », comme le commente Philippe Descola :

« Sans doute cette méthode permettait-elle de standardiser et de diffuser des objets scientifiques bien étalonnés, mais elle concédait une place excessive à la subjectivité de l'observateur ; la tendance à normaliser les descriptions, à éliminer les variations, avait abouti à des « quasi-fictions » chez les observateurs pourtant attentifs » (Descola, 2009).

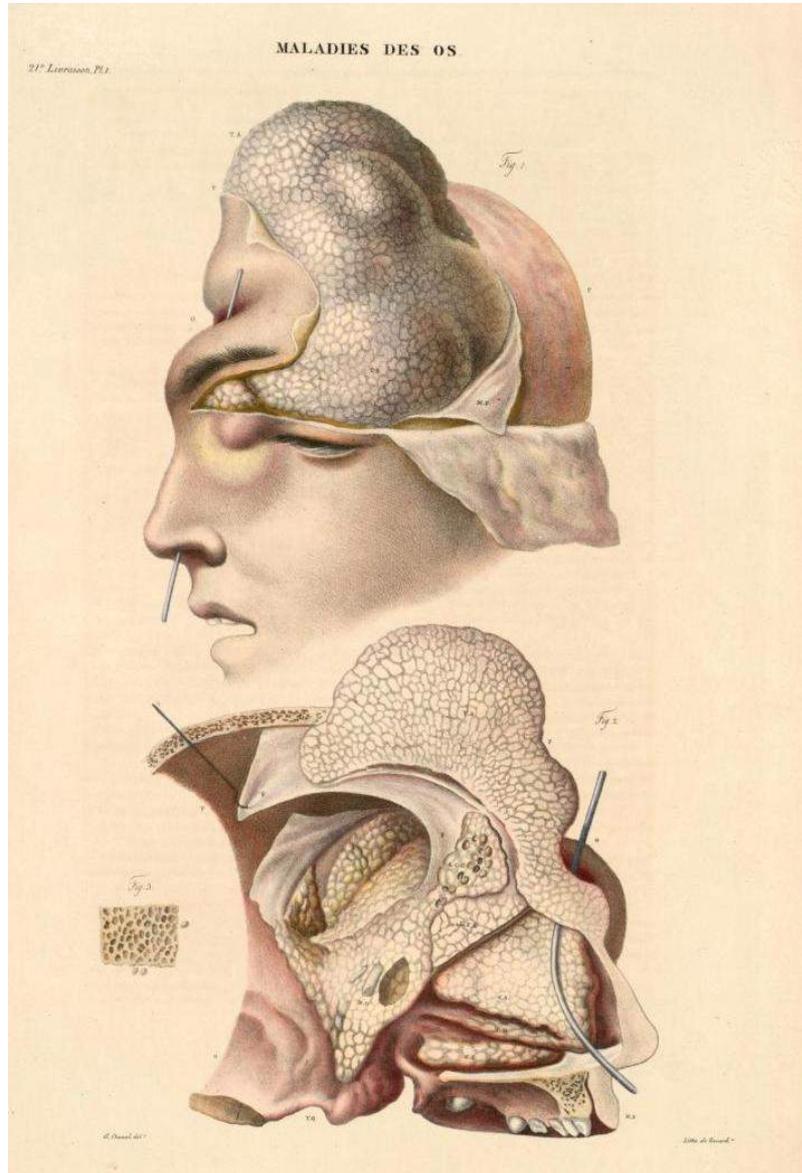


Fig. 31. « Néoplasme osseux sur le crâne », Cruveilhier, J., *Anatomie pathologique du corps humain*, 1829, 21^{ème} Lieraison, Pl. 1

Le souci de dépeindre des archétypes fut supplanté dans un deuxième temps par ce que Daston et Galison appellent l'« objectivité mécanique », c'est-à-dire « la mise en œuvre de techniques de figuration dans lesquelles la part de l'observateur est réduite au minimum, pour l'essentiel grâce à des dispositifs d'enregistrements plus ou moins automatiques dont la photographie est le plus exemplaire » (Descola, 2005). L'objectivité

mécanique correspond au « désir impérieux de réprimer toute intervention volontaire de l'artiste-auteur en mettant en place des méthodes capables d'imprimer la nature sur la page suivant un protocole strict, voire automatique. [...]Pour ce faire, on pouvait soit utiliser une vraie machine, soit imposer aux individus des gestes mécaniques. » (Ibid.) En affirmant que l'objectif était de débarrasser les images de toute intervention humaine, alors même que les images sont des artefacts produits de l'activité humaine, les auteurs superposent trois sens paradoxaux du mot *objectif* qui coïncident ici, comme l'a résumé Y. Citton :

« L'objectif » de la science (au sens de sa visée et de son but) est devenu de rester aussi « objectif » que possible, au sens de ne pas interférer avec la production automatique d'images par certaines machines, machines dont « l'objectif » de l'appareil-photo incarne le parangon. Tout le labyrinthe des débats sur l'objectivité tourne autour de ces trois sens potentiellement contradictoires entre eux. » (Citton, 2013)

Les procédures scientifiques se prétendent « objectives », dans la mesure où elles s'efforcent de ne pas laisser les subjectivités humaines interférer avec la production des résultats. La recherche de représentation symétrique et la conviction en la symétrie des cristaux de neige, notamment dans les exemples de J. Nettis, E. Belcher, W. Scoresby, ou J. Glaisher, fut en effet contrecarrée par les microphotographies de G. Hellman et N. Neuhass. (Daston et Galison, 2007/2012). L'utilisation de l'« œil froid » de l'appareil photographique révèle en effet « l'irréductibilité du réel observé à l'archétype idéalisé » (Citton, 2013). L'utilisation de l'appareil photographie, symbole d'une objectivité mécanique où la machine est symbole d'authenticité, révèle en effet des imperfections, sur lesquelles repose la revendication d'objectivité, et l'« exigence d'une représentation affranchie de tout jugement ». Cette prétention repose sur la capacité de certaines machines à révéler des aspects de la réalité qui échappent à nos sens, ou du moins aux habitudes perceptives et morales à travers lesquelles nous filtrons les informations qui en arrivent à notre conscience.

Pour Galison et Daston, le trait saillant de l'objectivité telle qu'elle s'insère dans la tradition de production d'atlas au XIX^{ème} siècle est qu'elle est à la fois procédurale et morale. C'est une tentative par le producteur scientifique d'image d'abolir l'idéalisation « artistique » des observateurs antérieurs (Jones et Galison, 1998). Les procédures scientifiques n'en relèvent pas moins, toutefois, de certaines finalités (de certains « objectifs » à remplir) (Brunet, 2016), qui ne viennent nullement de la réalité observée

elle-même, mais bien des pertinences (« subjectives ») qui dirigent l'observateur dans ses observations.

Au formes idéalisées dessinées par les graveurs, ce sont au contraire les « défauts » et les « excès » d'une asymétrie que l'on va chercher à valoriser. Cette même exigence d'une vision *aveugle*, dépourvue de projection imaginaire de la part de l'observateur, était cependant toujours le signe du désir impétueux et constant des scientifiques d'une image parfaite et pure, quitte à faire accentuer certains détails prégnants ensuite par les graveurs pour les mettre en évidence lorsqu'ils ne sont pas suffisamment lisibles. Comme le commente Citton, « le grand mérite de la machine photographique était de court-circuiter l'imaginaire humain, qui impose sur le réel des *Gestalts* déformantes en pré-paramétrant nos attentes et nos sensibilités. Or c'est ce pré-paramétrage que cherchaient à produire les nouvelles usines du *general intellect*. » (Citton, Op. cit)

Et en effet le XIXème siècle a pu apparaître comme sous le contrôle du « paradigme autoritaire de la photographie » (Weibel, 1991, p.7) A l'image de la fameuse conférence de W.H.F. Talbot à Londres le 31 Janvier 1839, dans laquelle il mentionne « un récit de l'art du dessin photogénique ou le procédé par lequel les objets naturels peuvent être faits pour se décrire eux-mêmes sans l'aide du crayon de l'artiste » (Snyder, 2001), la nouvelle manière de manufacturer une image à travers une machine était en mesure de produire une image par elle-même, ce qui revient à dire sans la main et le crayon de l'artiste. Talbot fait référence à l'idée grecque de *skiagraphia* (écriture de l'ombre) quand il parle de la photographie comme *sciagraphy*. Il disait qu'il y a dans cet « art de fixer une ombre » quelque chose d'une magie naturelle et qu'il a défendu quelques années après la parution de son recueil *The Pencil of Nature* (1844) : « la photographie n'est pas une façon fantaisiste de dépeindre le monde, mais plutôt la façon dont elle-même vient s'inscrire dans la plaque photosensible » (Talbot, 1844, cité par Mousset-Becouze, 2014).

C'est aussi à ce moment-là que les rôles des scientifiques et des artistes commencèrent à se figer dans leur polarité. Les scientifiques proclamèrent une nouvelle automaticité de description entendue comme *objectivité*, qui devint du même coup un terme chargé de valeur.

Telle que la racontent les atlas analysés par les deux auteurs, l'histoire (et l'historicisation) de l'objectivité n'est toutefois pas seulement celle d'une évolution de l'archétype idéalisé vers la réalité enregistrée. Elle est surtout celle d'un entrecroisement de pratiques et

d'exigences qui se superposent plutôt qu'elles ne se succèdent entre elles. Au croisement des techniques d'enregistrement « mécaniques » à visée objective et du dessin d'observation systématique à la manière des Atlas scientifiques, l'acte d'image que nous entendrons provisoirement comme design se retrouve dans un entremêlement méthodologique et symbolique. Parmi de nombreuses interactions entre les théories de la connaissance et la révolution industrielle au tournant du XIX^{ème} et du XX^{ème} siècle, on peut trouver une illustration intéressante de cet entremêlement dans les recherches menées par des physiologistes. Le docteur P. Richer, anciennement membre de l'équipe de Charcot à l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière, et devenu professeur à l'Ecole des Beaux-Arts de Paris, écrit en 1897 sous le titre *Dialogues sur l'Art et la Science* un essai dans lequel il discute consécutivement *Les rapports de l'Art et de la Science*, *Le Vrai de l'Art*, et *L'Avenir de l'Art*. Il présente cette réflexion à chaque fois selon deux points de vues, incarnés par le truchement d'une conversation entre deux personnages, Callias et Pamphile. Ces deux personnages apparaissant tels les avatars du courant néogrec de la fin du siècle, donnent ainsi forme à cet exercice néoplatonicien (Barbillon, 2004) auquel se prête Richer. Dès la première section de l'essai, le dialogue entre les deux personnages débute par un positionnement radical de la part de Callias : « l'avènement de la science verra la fin du règne de la beauté » (Richer, 1987, p.5) :

« Comment voulez-vous, en effet, qu'il n'y ait pas antagonisme et incompatibilité entre ces deux antithèses ; d'un côté, l'Art né de l'inspiration, où tout est convention, fantaisie et mensonge, dont tous les efforts tendent à manifester l'idéal, et de l'autre, la Science née de l'observation patiente et méthodique des faits, où tout est règle et mesure, et dont l'unique souci est la constatation du réel. Evidemment ceci tuera cela. Ce que nous gagnons, d'un côté, en confort matériel, nous le perdons, de l'autre, en art et en poésie. Avec le règne de la machine, le sentiment esthétique s'en va. » (Ibid, p. 6)

Bien sûr, Richer, par cette entrée en matière, n'a pas pour but de défendre cet argument, mais plutôt de mettre en évidence de manière volontairement défiante une antinomie qu'il refuse lui-même, démontrant à son discutant les liens étroits entre les arts et les sciences, notamment en termes d'apports mutuels. L'objectif était de démontrer que le but des arts plastiques est « conformément aux idées émises par les philosophes grecs, l'imitation exacte de la nature et que l'artiste avant tout devait chercher à faire vrai ». Cela bien entendue pour arriver à la question de la connaissance de l'anatomie par le dessin.

La physiologie, et plus largement la biologie, attirent tout particulièrement notre attention ici. L'essor considérable de ces deux disciplines entre 1860 et 1900, prenant le statut de « véritable science » (Davies, 1983/1986), notamment par l'intermédiaire de la théorie de l'évolution de Darwin et par la découverte des rayons x en 1895 par W. Röntgen, révèle une tension entre recherche de représentation visuelle et authenticité technique³⁸. Nous étudierons le travail sur la chronophotographie chez le physiologiste français E.-J. Marey, connu pour ses études sur la circulation du sang et inventeur de la « méthode graphique » pour éclairer notre conclusion de chapitre où nous esquisserons la notion d'« authenticité » en art et en science, qui selon nous cristallise la relation au design contemporain.

II.III.2 La chronophotographie de Etienne-Jules Marey

A partir des années 1870, le Français E.-J. Marey, assisté de G. Demeny, et l'américain E. Muybridge mettent au point des méthodes utilisant les instantanées photographiques pour décomposer le mouvement des êtres vivants. Muybridge, l'inventeur du *zoopraxiscope* utilise douze (puis vingt-quatre) appareils à déclenchement successif placés en ligne à une quinzaine de centimètres les uns des autres.

Le mouvement y est décomposé par le déclenchement successif de 12 appareils photos en un temps très court (quelques secondes). Cela donne 12 photos, 12 représentations du même lieu à 12 temps légèrement différents. Dans *Animal Locomotion* (1872-1885), il présente près de 800 vues et images prises au millième de seconde.

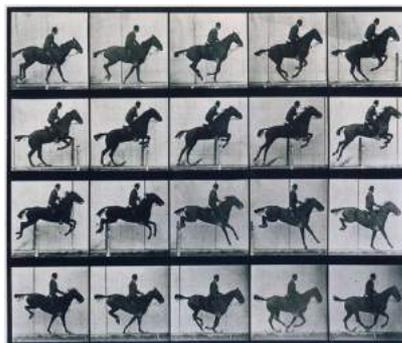


Fig. 32. *Saut d'obstacle* (« Animal locomotion »), Muybridge, E.,
© Photo RMN-Grand Palais - M. Bellot

³⁸ Nous pourrions y voir un autre exemple d'exploration dans les études en embryologie et bactériologie, citées par Daston et Galison, de même que dans la « controverse » qui opposa Cajal et Gogli, à qui l'on a attribué conjointement le prix Nobel de médecine et physiologie en 1906. 1906, qui est d'ailleurs la date de la fameuse chronophotographie du « saut à la perche » que l'on attribue parfois à Demeny.

Avec Muybridge, le temps était légèrement différent sur 12 photos (12 espaces différents). Avec Marey, toutes les portions de temps sont réunies en un seul espace : la photographie finale.

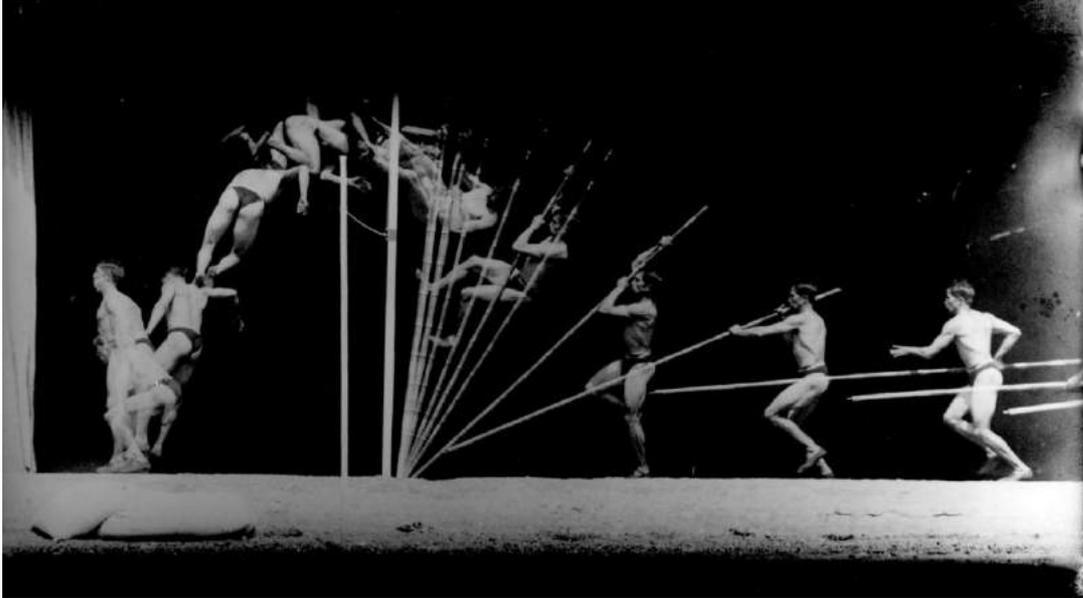


Fig. 33. *Chronophotographie d'un perchiste*, Demeny, G., 1906
© Collection Iconothèque de l'INSEP

Marey, passionné par la locomotion humaine et animale, est l'inventeur en 1882 du « fusil photographique ». En décomposant les poses successives de ses modèles grâce à à son fusil, celui-ci réalisera sur une même plaque le déplacement d'un sujet muni, pour les besoins de l'expérience, de plusieurs points réfléchissants sur les bras et les jambes.

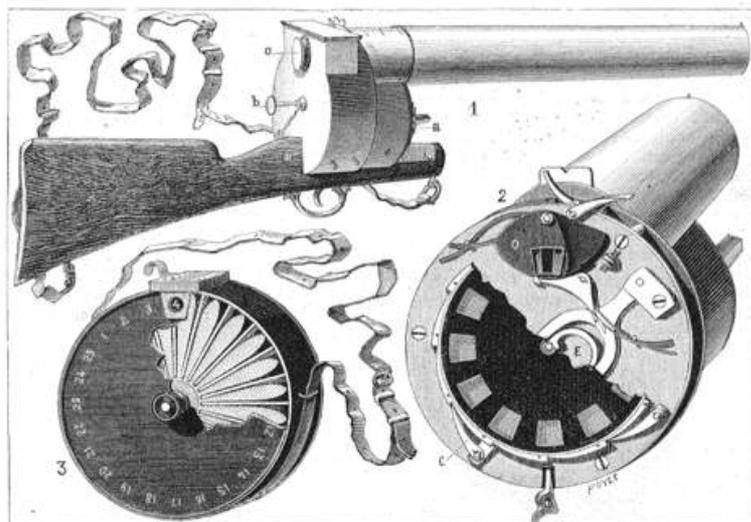


Fig. 2. Mécanisme du fusil photographique.
1. Vue d'ensemble de l'appareil. — 2. Vue de l'obturateur et du disque à fenêtrer. — 3. Boîte contenant vingt-cinq plaques sensibles.

Fig. 34. *Mécanisme du Fusil Photographique*, 1882.

C'est un autre type de chronophotographie, dite *graphique* ou *géométrique*. Le procédé consiste à recourir à un sujet portant une cagoule ainsi qu'une combinaison de velours noir munie de boutons et de cordons blancs (ou de tiges métalliques) le long des membres.



Fig. 35. *Course*, Marey, E.-J., 1886, épure chronophotographique.

Par cet autre procédé, la décomposition du mouvement devient à la fois plus précise et plus abstraite. Le nombre d'images obtenues est supérieur à celui de la chronophotographie classique. Il permet de suivre, par un enchaînement de tracés et une succession de courbes que le cliché rend très apparents, la trajectoire de chaque partie du corps et le jeu des articulations, depuis le début jusqu'à la fin du mouvement. Pour J. Snyder, le travail de Marey s'inscrit précisément dans la non prise en compte du rôle central de l'observateur (Snyder, 1998). Snyder remarque que pour Marey il n'est pas significatif que le processus mis en évidence puisse être observé par l'œil humain, car les instruments de Marey construisent des images en soi impossibles à percevoir pour la vision immédiate humaine. Marey en effet, met en avant la notion d'« appareils inscripteurs » (que reprendra B. Latour dans l'expression « objets inscripteurs », et sur laquelle nous reviendrons au chapitre suivant) :

Quand on se sert d'appareils inscripteurs, on obtient sans aucune peine les courbes que trace lui-même le phénomène qui s'inscrit. (...) elles expriment, le plus souvent, des phénomènes que l'observation directe n'a jamais pu saisir. Il y a donc tout avantage à employer les inscripteurs automatiques dans un très-grand nombre de circonstances. (Marey, 1878, p. 102)

Ce que Marey souhaite mettre en évidence ici, c'est le rôle essentiel de ces appareils et leur supériorité, lorsque surgit l'impossibilité pour l'œil humain de percevoir des variations trop subtiles, sensibles ou trop rapides, même pour un œil *habile* :

Non seulement ces appareils sont destinés à remplacer parfois l'observateur, et dans ces circonstances s'acquittent de leur rôle avec une supériorité incontestable ; mais ils ont aussi leur domaine propre où rien ne peut les remplacer. Quand l'œil cesse de voir, l'oreille d'entendre, et le tact de sentir, ou bien quand nos sens nous donnent de trompeuses apparences, ces appareils sont comme des sens nouveaux d'une étonnante précision. (Marey, 1878, p. 103)

Comme pour toutes les images, l'instrument, que l'on supposerait s'effacer en laissant seuls les tracés chronophotographiques, n'en demeurent pas moins guidé par la volonté de son opérateur. Et ces tracés, non les sujets photographiques originaux (le cheval qui trotte, le sauteur à la perche, l'homme qui court) deviennent les véritables sujets d'investigation. Les *stratagèmes* de Marey ne figent pas dans la glace le temps perceptif, mais ils schématisent une progression temporelle.

P.-D. Huyghe a soulevé la question de l'« authenticité technique » de l'enregistrement, pour « formuler par déduction l'enjeu culturel d'un art inévitablement contemporain d'une capacité technique où l'enregistrement est une donnée importante et valorisée » (Huyghe, 2004, p. 97). Tout comme W. Benjamin dans sa *Petite histoire de la photographie*, où ce qui demeure décisif en photographie, c'est toujours la relation du photographe à sa technique, et ainsi pour mettre en cause les possibilités d'une sensibilité, les structures de l'expérience :

« Les formes de l'espace et du temps ainsi que la relation entre ces formes. L'idée générale est celle-ci : ces formes ne sont pas absolument à priori, elles relèvent d'une historicité particulière, et cette historicité n'est elle-même que le verso de la technicité, soit cette modalité instable de l'être au monde et de la sensibilité qu'on nomme aussi bien « humain » ». (Huyghe, Op. cit, p. 98)

De son côté, I. Davies a proposé une réflexion sur le design dans son article *De l'héritage de Darwin à l'idée d'évolution en art*. Il y remarque une relation entre la doctrine de l'évolution des espèces et la « renaissance de l'utopisme et de l'évolution mécaniste » en art. Empruntons à Y. Citton les mots résumant la distinction complexe que Huyghe fait entre « machines » et appareils » dans *Le cinéma, avant après* (2012) :

« Qu'elles soient de nature physique (une voiture) ou symbolique (un récit), ou qu'elles résultent d'un mélange complexe des deux (la machine scénique d'où sort un deus en fin de spectacle), les machines s'inscrivent dans des projets de maîtrise. » (Citton, 2013)

Huyghe « nous invite à recadrer nos conceptions de l'histoire du cinéma – d'une façon qui consonne intimement avec l'histoire racontée par Daston et Galison »(Ibid.). La relation que Citton fait entre la théorie de Daston et Galison et celle de Huyghe, est que le cinéma, — si l'on se place « devant la caméra » — tout comme les atlas, est avant tout un monde de « magiciens », d'« illusion », où le dessin prend une grande place à ses débuts (notamment à l'exemple de Méliès). Le *design* serait naturellement appelé dans cet interstice, entre projection et inscription, déformation et fabrication de réalités, et souci de communication.

C'est dans la notion d'authenticité que l'on trouvera sans doute un trait commun entre l'ambition artistique comme à la démonstration scientifique. Dans le dictionnaire du CNRTL, plusieurs propriétés sont attachées à la notion d'authenticité. La première est la qualité de ce qui fait autorité, qualité attachée à certains actes soumis à des formalités spéciales :

« Madame, répondit-il (...) je ne vous parlerai pas de l'incontestable authenticité des pièces, ni de la *certitude* des preuves qui *attestent* l'existence du comte Chabert. Je ne suis pas homme à me charger d'une mauvaise cause, vous le savez. Si vous vous opposez à notre *inscription en faux* contre l'acte de décès, vous perdrez ce premier procès, et cette question résolue en notre faveur nous fait gagner toutes les autres. » (Balzac, 1832, p. 94.)

La qualité seconde est celle de ce qui ne peut être controversé. Ce qui nous informe que la relation entre authenticité et science est problématique puisque la science se nourrit de controverses. L'authenticité concerne également l'origine de quelque chose, comme attachée à l'auteur d'un texte, ou d'une œuvre, à un lieu, à une époque, à la fabrication de quelque chose.

Art et science, deux cultures donc ? Le tiraillement vécu entre les sciences et les humanités se décline en culture scientifique et en culture « tout court » (terme kidnappé par les arts et les lettres), dont la vie parallèle se traduit même dans leur mise en institution. L'une étant couvée par le Ministère de la Culture et l'autre, par le Ministère de la Recherche. Ici, encore une fois, il serait permis de distinguer, mais sans dissocier.

Chapitre 3

Matérialité et agentivité dans les pratiques scientifiques

L'on ne peut parler de matérialité et d'agentivité dans les pratiques scientifiques sans aborder la question des artefacts, de l'environnement technologique et de la production d'images graphiques.

Caractériser les liens complexes que sous-tend l'entremêlement des pratiques qui y sont associées demande de renoncer à toute ambition de généraliser des pratiques qui soutiennent la production des images dans le cadre des recherches scientifiques, pour au contraire se lancer à la recherche des spécificités et des singularités, et la pluralité des zones de passage (capillarité) entre science et esthétique, notamment lorsqu'il s'agit d'aborder un, ou des formes de design en tension entre les deux. C'est un sujet par ailleurs très vaste et nous n'avons pas la prétention d'en traiter tous les aspects, particulièrement à l'heure où les scientifiques eux-mêmes s'interrogent si la science « a le même sens pour tout le monde » (Lévy-Leblond & Djebbar, 2010). La science contemporaine se bâtit en effet sur la construction de la connaissance du monde physique et sur la notion d'objectivité (Daston et Galison, 2007/2012), selon l'esprit expérimental de Bacon, ou avec la « maîtrise » de la nature grâce à la puissance du savoir rationnel de Descartes, mais ces idiomes de l'ethos de la science évoluent avec l'histoire de leurs pratiques et des savoirs qu'ils sous-tendent et les hypothèses qu'ils génèrent, de même qu'avec les contextes et les personnalités qui les manipulent, les technologies qui

les façonnent et les représentations qu'elles véhiculent et diffusent. Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, un basculement dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle a engendré un certain rapport aux appareils d'observation et d'enregistrement, notamment via l'invention de l'appareil photographique et de la « preuve » par l'image.

Des explorations, inhérentes à la conjonction de volontés et de moyens techniques, jusqu'à certaines conceptions de modèles, les images apportent considérablement aux sciences comme aux pratiques de l'art, du design, et à de nombreux égards aux enjeux stratégiques qui cristallisent toute recherche, comme tout apprentissage (Mottet, 1996). Au cours de ces dernières décennies des historiens, des sociologues, des anthropologues, avec des attachements dans de nombreux autres champs, se sont mis à explorer la science « telle qu'elle se fait » ou « en train de se faire », selon l'expression consacrée de la nouvelle sociologie des sciences portée par B. Latour (1989/2005) Comment elle émerge, pas à pas à travers une myriade de nombres, de symboles, d'images, d'expériences, de modèles et d'instruments. L'observation et l'importance du regard, son statut, ses modalités et les instruments qui permettent son expression, selon certains aspects une condition du geste expérimental, en ce qu'elle conditionne les objets à regarder, ceux qui sont reconnus, et la manière dont les instruments sont conçus et mis au point à cette fin. L'« ordre matériel du savoir » selon la formule de F. Waquet (2015), a beaucoup été discuté en histoire et en philosophie des sciences (Galison, 1997 ; Shapin et Schaffer, 1985; Brown, 2004 ; Daston, 2004), tout comme en sociologie des pratiques de laboratoires (Latour & Woolgar, 1979 ; Knorr-Cetina, 1981, 1983, 1999; Lynch, 1985; Houdart, 2000, 2011 ; Allamel-Raffin, 2004) et est une pratique au coeur de l'activité anthropologique (Taussig, 2009).

Dans une conférence-débat prononcée à l'INRA (Paris le 22 septembre 1994), B. Latour pointe un malaise entre la théorie et la théorie de la pratique, qu'il étend à un quasi divorce entre « faire de la recherche », et « faire de la science », se matérialisant dans la notion de métier et de *travail* de la science : « travaillant sur la recherche scientifique, nous nous intéresserons à la science qui se fait, c'est-à-dire à la pratique scientifique » (Latour, 1994/2001) Le malaise s'étend à l'ajustement nécessaire entre l'émerveillement face à la science et aux faits scientifiques, et la perception du « quotidien face à la recherche », et à la science « en train de se faire ». Entre les deux, un potentiel conflit entre la représentation, le réel, et l'interprétation (Van Fraassen, 1980 ; Hacking, 1983). Entre habileté et entraînement, volonté de construction de connaissance,

contraintes d'innovation, enjeux économiques et politiques, on ne prend pas de risque à affirmer que la notion de recherche est profondément associée à celle d'exploration, désir de nouveau comme attrait de l'inconnu. Depuis l'époque moderne, la science n'a cessé de clamer être un savoir qui se définirait par son accessibilité. Bien sûr, ses secrets nécessaires à la confidentialité des recherches, les dépôts de brevets, les enjeux politiques et militaires, sous de nombreux aspects les actions réelles de la science n'obéissent pas à la simple image du savoir toujours à la portée du public. Ce sont les fameuses « boîtes noires » de la production scientifique mises en évidence par Latour dans *La science en action* (1989). Cette métaphore sert à souligner l'aspect paradoxal des rapports entre le contexte de production de la science (outils, tâches, travail) avec ses controverses, ses incertitudes, ses tâtonnements, ses décisions qui ne relèvent pas systématiquement d'une pertinence sur le plan scientifique mais aussi parfois d'une compétition entre différents centres académiques et entreprises (Clarke et Fujimura, 1992).

Sous l'impulsion des *Sciences Studies* (Pestre, 2006), il nous semble important de considérer, entre le processus expérimental et la matérialité de la recherche en action, un couple de deux notions : la « matérialité » et l'« agentivité ».

Il ne s'agit pas de placer ces deux termes de part et d'autre d'une frontière pour les opposer d'une façon binaire, mais d'explorer d'un point de vue anthropologique et épistémologique comment ce couple intervient aux différentes étapes de la recherche : dans les laboratoires, sur les tableaux noirs, et sur les plateformes, mais également dans les études sur la *fabrication* des instruments et dans la *modélisation* des objets de laboratoires. Il faut y voir un ensemble de processus existant en amont de ces dispositifs de fabrications et de diffusion, car partie prenante de l'intentionnalité de leur réalisation matérielle, de leur « concrétisation » et de leurs singularités visuelles. Pour cette raison il nous semble de considérer des étapes de travail, à rebours des supports visuels sortant des machines d'impression et d'inscription diverses, pour réfléchir comment ces appareils sont issus de chaînes de transformation (au sens latourien), déterminés par des conceptions et des modes de raisonnement. Nous souhaitons en effet amorcer l'hypothèse que ces chaînes de transformation comportent des zones de négociations (conceptualisables à partir de la notion de « trading zone » de P. Galison), qui procèdent d'un *design*.

Dans un premier temps nous aborderons la forme matérielle des images scientifiques et leurs modes de construction au travers d'un panorama des études de M. Lynch, portant sur la façon dont l'observation, la restitution et de la consignation, participent d'une indexation des savoirs par des formes graphiques. Pour nourrir notre argumentation, nous étudierons plus précisément la place de la matérialité de la représentation scientifique et la place du visible dans la matérialité des objets de laboratoire, à partir des analyses de Lynch et Woolgar. Il s'agira de porter attention aux dispositifs et appareils d'enregistrement de même qu'aux exigences d'innovation, et les relations qu'entretiennent les artefacts produits avec les pratiques de discours. Ce que nous pourrions résumer par la question : comment le visuel, cette « matière » d'expériences, dont la variation des modèles comporte aussi des variations culturelles (Flusser, 2002), peut-il à son tour « modeler » le sens ?

Dans une optique d'archéologie des recherches en *Science and Technology Studies*, nous débiterons cette réflexion par les notions de *styles de pensée* et de *collectifs de pensée* telles qu'elles ont été proposées par L. Fleck. La fine relation qui relie « voir » et « observer » introduisant le concept de *style de pensée* proposé par cet immunologiste. Puis, en suivant l'analyse théorique de I. Hacking sur des modes de raisonnement et des objets de laboratoire et celles de P. Galison sur les styles d'expérience, nous essaierons de discuter en quoi la matérialité des instruments participe à l'agentivité des objets de laboratoires (Quéré, 2015). Comment ils sont en partie cristallisés par ces modèles, et quelles relations cela entretient avec l'histoire d'un design qui serait lié à l'histoire des sciences.

Nous discuterons l'influence des modes d'existences matérielles des images scientifique et le rôle des instruments dans la construction de la connaissance, ce que G. Bachelard a considéré comme des « théories matérialisées » ou « phénoméno-technique » (ou que N. Wise a appelée « l'épistémologie matérialisée »), en suivant l'étude conduite par Waquet sur l'« ordre matériel du savoir » (Waquet, 2015). Finalement cette question nous conduira vers l'incarnation de l'agentivité matérielle (Knappett et Malafouris, 2008), et il s'agira d'ouvrir le champ de l'expérience et de l'intuition scientifique dans une perspective expressiviste.

III.I. Observation et culture de la vision

L'observation et la visualisation sont des activités inséparables des pratiques quotidiennes dans la construction de la réalité scientifique. Dans *The production of scientific images: Vision and re-vision in the history, philosophy, and sociology of science*³⁹, M. Lynch a mis en exergue un certain nombre de termes qui ont été utilisés pour décrire de telles activités : découverte, observation, représentation, et référence, sont les plus familiers. Mais pour le sociologue, chacun d'entre eux porte des « bagages épistémologiques » qu'il serait sans doute préférable de ne pas défaire et de ne pas redistribuer. Il propose ainsi d'autres termes, comme matérialiser, imager, illustrer, dépeindre, indexer et démontrer, qui selon lui sont moins utilisés dans les discussions épistémologiques générales, mais lorsqu'ils sont pris ensemble attirent notre attention sur diverses pratiques qui ne peuvent pas facilement se ranger sous une seule étiquette d'observation, ou de *représentation*. Certaines de ces activités impliquent des productions visuelles, graphiques, des images non-verbales et de la matière, mais ce serait une erreur de considérer pour autant qu'elles se limitent aux objets visuels et aux inscriptions qui peuvent être vues à l'œil nu.

Pour Lynch, nous pourrions envisager l'observable selon plusieurs niveaux. D'une part la distinction entre l'observable et le non-observable d'un point de vue sensoriel. Cette distinction serait dans ce cas le reflet des capacités sensorielles humaines : l'observable serait ce qui peut, sous des conditions favorables, être perçu par les sens sans assistance ; l'inobservable serait ce qui ne pourrait pas détecter sans assistance. Nous pouvons considérer ainsi les « conditions d'observabilités », qui élargiraient la capacité sensorielle humaine dans ce cas aux choses détectables par l'usage d'instruments (Shapere, 1982). Ainsi les objets et les relations qui étaient initialement « invisibles » deviennent visibles, audibles et même palpables par l'intermédiaire d'une succession de processus techniques, l'usage d'instruments, de chaînes de traduction ou de transformation (ANT), l'habileté et l'habitude de l'observant (Polanyi, 1958).

Même si des images de toutes sortes ont de longue date servi d'illustrations pour appuyer le discours scientifique, l'accélération de la *culture visuelle des sciences* comme champ à part entière, permet de les considérer pour leur existence propre en terme d'artefacts de figuration complexes ou de stimulants d'expériences visuelles (Jay, 2002), voire

³⁹ Voir : Michael Lynch, « The production of scientific images: Vision and re-vision in the history, philosophy, and sociology of science », in : *Communication & Cognition*, 31 (2/3), 1998: 213-228. Nous nous appuyons en grande partie sur cet article et l'analyse de Lynch pour la première section de ce chapitre.

considérer ces images comme dotées d'une volonté propre (Mitchell, 2004 ; 2015). Par ailleurs, les avancées technologiques permettant de renouveler sans cesse les modes de fabrication et de diffusion de ces images, il est nécessaire de s'intéresser à leurs modes de fonctionnement et à leurs effets, plutôt que d'aller trop vite en admettant l'idée qu'elles représentent la réalité qu'elles sont supposées illustrer.⁴⁰

Pour cela, nous devons nous tourner vers le regardeur également, de même que vers les médiations techniques et leurs extensions de l'expérience visuelle.

III.I.1. Matérialité et visualisation

L'exploration du rôle des représentations visuelles dans les activités scientifiques, dans la « manufacture » du savoir scientifique, est l'un des traits marquants des études sur les activités de laboratoire (Burri et Dumit, 2008). Dans *Social Studies of Scientific Imaging and Visualization* de R. V. Burri et J. Dumit offrent un panorama des différentes thèses relevant de ce qu'ils réunissent sous l'étiquette de *Studies of Imaging and Visualization* (SIV)⁴¹. Pour les auteurs, les questions communes à ces études, sont d'interroger la spécificité du visuel comme une forme de connaissance scientifique, et, si le « visuel » est une forme spécifique de connaissance, de compréhension et d'expression, comment et pourquoi cette « matière d'expérience » se différencie des autres formes de savoir en suivant le « tournant pratique » dans la théorie sociale⁴² ?

Ce « tournant pratique » a mis en évidence qu'il fallait envisager le travail de la science et de la technologie à la fois dans leur processus de production, que dans la spécificité des contenus qu'ils produisent. Le « tournant pratique » qui eut lieu dans la philosophie et l'histoire des sciences ainsi que dans l'émergence des « *science studies* » au cours des années 1980, prit la forme d'un tournant anthropologique, qu'illustrent notamment les travaux de Hacking et de Latour. Proposons ici rapidement un panorama des différents travaux emblématiques de ces questionnements pour éclairer la notion de « matérialité » des images scientifiques, qui suivra le développement de ce chapitre.

⁴⁰ Nous laissons de côté pour l'instant la question de la « représentation de la science » et du « style science » dans les images, sur laquelle nous reviendrons dans un deuxième temps.

⁴¹ Burri, R. V., & Dumit, J. (2008). 13 Social Studies of Scientific Imaging and Visualization. *The handbook of science and technology studies*, 297.

⁴² Voir à ce propos : Schatzi, Theodore R., Knorr Cetina K., Von Savigny E. (Eds.), *The Practice Turn in Contemporary Theory*, Routledge, London and New-York, 2001.

III.I.1.1. L'anthropologie des sciences

A partir de la fin des années 1970, une série d'études ethnographiques de laboratoires scientifiques examinèrent le quotidien du travail de composition, d'interprétation, et de discussion des textes produits et des rendus visuels des objets de recherche. Ces études mettaient en avant la signification de ces productions scripturales et de ces rendus comme les lieux d'intersubjectivité où se mêlent accords et désaccords dans les recherches de laboratoire, et comme les véhicules de diffusion de résultats dans la communauté scientifique. Pour Lynch, les études qui marquèrent un tournant dans l'étude des représentations visuelles dans l'activité sont celles de M. Rudwick et S. Edgerton. En 1976, Rudwick publiait un essai à propos du « langage visuel » développé au début du XIX^{ème} siècle en géologie⁴³, tandis que le livre de Edgerton (1979) traitait des interconnexions entre les techniques picturales et les découvertes scientifiques durant la Renaissance européenne⁴⁴. Rudwick et Edgerton ne furent pas les premiers historiens à porter un intérêt aux images scientifiques, mais selon Lynch leurs études creusèrent bien plus profondément la question que les études antérieures, en montrant en quoi les techniques de production visuelle et les agencements iconographiques étaient partie prenantes de la recherche et de la communication scientifiques (Lynch, 1998). L'attention portée aux pratiques quotidiennes de laboratoire a permis une vive appréciation de la manière dont les objets de recherche se sont transformés avec le temps et ont été peu à peu donnés à voir à travers des données mises en forme graphiquement de sorte à pouvoir être analysées, quantifiées, copiées, imprimées, et diffusées.

Le repérage de modes d'énonciations (ou des « modes d'existence »), ainsi que les concepts d'objets « inscripteurs » (Latour et Woolgar, 1979) et de « mobiles immuables » (Latour, 1989), sont des idées devenues classiques dans les réflexions sur la production et la circulation des images, de même que la création de réseaux qui stabilisent les découvertes scientifiques (Latour, 2005/2006). Ces descriptions de la dimension collective et de l'étendue du travail de production de rendus objectifs étaient naturellement en contradiction avec l'opinion établie de l'observation et de la représentation comme actions perceptives individuelles, et en général instantanées. Au lieu d'être une confrontation entre un monde et un esprit préparé, l'*acte* de recherche

⁴³ Rudwick, Martin J.S., "The Emergence of a Visual Language for Geological Science, 1760-1840", *History of Science*, 14 (1976), pp. 149-95.

⁴⁴ Edgerton, S.Y., *The Mirror, the Window and the Telescope. How Renaissance Linear Perspective Changed Our Vision of the Universe*, Cornell University press, 1979.

commençait à ressembler à une forme de production industrielle/ manufacturière dans laquelle les *données* matérielles étaient transformées en données lisibles dans le but d'être ensuite disséminées / distribuées largement à la communauté. K. Knorr-Cetina et K. Amann ont exploré les formes d'interaction entre les représentations visuelles et les discours. Les échanges langagiers stabilisent les images (qui deviennent des « *viscourses* ») et leurs relations à la représentation de phénomènes scientifiques dans la pratique quotidienne et dans les processus expérimentaux (Knorr-Cetina, 1981 ; Knorr-Cetina et Amann, 1990 ; Amann et Knorr-Cetina, 1988/ 1990).

De son côté, Lynch avec son étude sur l'art de distinguer les données des artefacts dans les laboratoires (Lynch, 1985a), contribua avec de nouveaux exemples à développer le concept « rétine extériorisée » (1985b). Il a analysé la constitution des images et montre que les spécimens sont modifiés dans le laboratoire et changés en matériaux visuels pour les besoins expérimentaux (Lynch, 1990, 1998 ; Lynch et Edgerton, 1988). Par ailleurs, des descriptions plus précises de la production et de la diffusion des images et graphes ont mis au jour les rhétoriques et les technologies du « témoignage virtuel » : la manière dont les images et les textes sont pourvues d'intentions au travers desquelles les lecteurs ont l'impression d'avoir expérimenté les événements décrits dans les rapports. (Shapin, 1984 ; Shapin et Schaffer, 1985). Ces travaux ont eu également une influence sur la recherche en imagerie médicale. Entre autres, L. Cartwright en 1995 fit une étude sur la représentation du corps de la femme en médecine⁴⁵, tandis que J. Dumit (2004) et A. Beaulieu (2001, 2002) ont examiné les PET Scan (Tomographie par Émission de Positrons ou TEP) cérébraux ; et Hirschauer (1991), et Prentice (2005, 2007) ont exploré la relation entre la visualisation et la pratique en chirurgie, notamment en étudiant la construction du sens à travers l'interprétation visuelle et les pratiques incarnées (*embodied*).

Dans le champ français, l'« anthropologie de laboratoire » peut-être exemplifiée dans plusieurs travaux. Ceux de C. Allamel-Raffin en épistémologie, qui analysa les images en recherche aérospatiale d'un point de vue sémiotique au Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (2004) ; ceux de S. Houdart en anthropologie, qui fit successivement deux enquêtes au Japon : dans un laboratoire de génétique du comportement (2000), puis dans les modes d'institutionnalisation de la nature dans le

⁴⁵ L. Cartwright réalisa également une étude sur le *Visible Human Project*, sur lequel nous reviendrons dans la partie suivante lorsque nous aborderons la notion de « méta-atlas » proposée par L. Daston et P. Galison.

cadre de l'exposition universelle (2005), et également sur le grand collisionneur de particules (LHC) au CERN (2011) ; ceux de L. Mondada (2005) en linguistique; et ceux de C. Brives en anthropologie (2010) sont également marquants.

Ces études de cas, au côté de beaucoup d'autres d'historiens des sciences, des arts, de théoriciens de la littérature, de philosophes, et de sociologues, ont diffusé un certain nombre de thèmes, mais une idée générale qui a pu se dessiner est que la *visualisation* ne constitue pas une seule et unique modalité de pratique ou de processus. Le désir de voir la vérité dans la visualisation de certains phénomènes, et l'histoire des images en art et en science, reflètent le caractère situé socialement et historiquement de la vision et de la reconnaissance de leur contenu (Baxandall, 1981 ; Alpers, 1983 ; Daston et Galison, 1992, 2007 ; Hacking, 1983, 1999). Les productions visuelles peuvent jouer des rôles différents au sein d'une même pratique ou au sein d'un texte. Il est parfois pertinent de penser à la visualisation comme effet de révélation, d'exposition, de dévoilement, d'émergence de phénomènes que l'on ne pouvait pas uniquement expliquer par le langage verbal (Mottet, 1999). Mais ce n'est pas toujours le cas. Les instruments optiques comme les microscopes, les télescopes, et d'autres appareils de prise de vue spécifiques (comme le fusil photographique de Marey) permettent de faire des images d'éléments trop petits pour être saisis à l'œil nu, trop éloignés, trop rapides, ou trop lents, mais alors que de telles images peuvent confirmer des prototypes pour un mode déjà largement reconnu de visualisation scientifique, elles ne peuvent en aucun cas couvrir tout le champ. Certaines figures, comme les diagrammes conceptuels dans les théories sociales et dans les sciences cognitives (rappelant parfois les diagrammes cosmologiques médiévaux), « donnent à voir » ce que le texte dit déjà, et il serait inapproprié d'imaginer que ces « schémas » traduisent la matérialité des objets ou que les flèches et les formes géométriques dans un diagramme conceptuel peuvent tenir lieu des vecteurs ou des formes concrètes⁴⁶.

⁴⁶ Voir à ce propos l'étude réalisée par Edward Tufte à propos des flèches dans *Beautiful Evidence*, Graphics Press LLC, 2007 (Seconde édition), pp. 64-82.

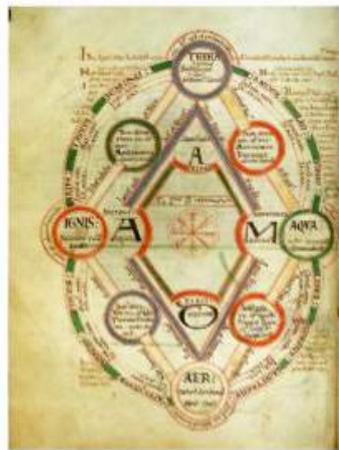


Fig. 36. *Diagramme cosmologique extrait du Book of Byrthferth (c. 1090), St. John's College Library, Okford, Royaume-Uni.*

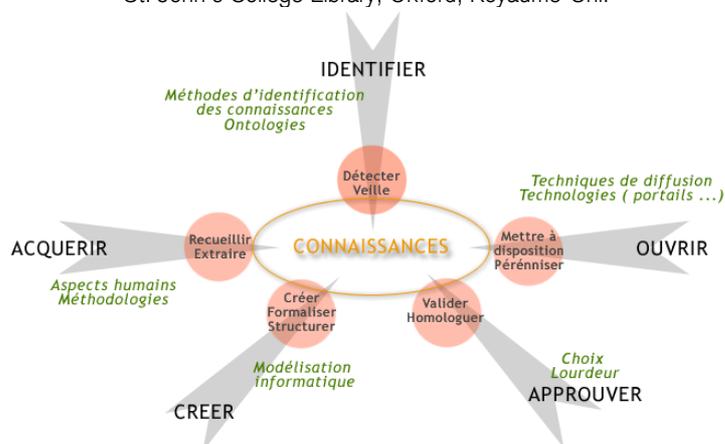


Fig. 37. *Illustration présentée sur la page wikipédia française à l'entrée : « Diagramme conceptuel ». Auteur inconnu. Ajout sur la page par Denispir, le 28 novembre 2011 à 16 :47*

De telles figures semblent fonctionner plus comme des transcritteurs, ou des traducteurs d'arguments verbaux que comme des illustrations ou des suppléments, et dans certains cas comme des illustrations ou des ornements qui apportent peu au texte (Tufté, 2006). De plus, les images, les graphes, et les modèles de réseaux qui représentent des phénomènes naturels distincts comme l'orbite terrestre, l'organisation lexicale d'un texte, l'évolution des minéraux dans les strates géologiques, ou bien les structures moléculaires du génome humain, incluent toujours des éléments supplémentaires, des « patterns d'information » qui échappent à la perception naturelle, mais qui participent à l'intelligibilité et l'interprétation des phénomènes là où la description par le langage verbal ne suffit pas (Lima, 2011 ; Drucker, 2014).



Fig. 38. *Valence*, Fry, B., MIT Media Lab, 1999.

Une analogie utile peut être faite entre les usages pragmatiques des expressions linguistiques et les nombreux usages des graphes, modèles, et images dans le travail scientifique (Lynch, 2005). Tout comme Wittgenstein (1958) a mis le doigt sur l'obsession philosophique pour la construction d'un sens « référent » en faisant un thème des usages pragmatiques de la linguistique dans différents jeux de langage, les études sur la visualisation peuvent déplacer les arguments traditionnels à propos de la représentation en investissant un éventail de *jeux* graphiques et visuels, et des grammaires de formes graphiques (ce que nous verrons plus en détail dans la partie suivante). Une autre analogie peut être faite entre les pratiques de laboratoire et les formes de construction artistiques (Alpers, 1998) ou avec la production industrielle (Lloyd Jones, 1981/1986). Cette analogie n'en est pas moins problématique quand elle va de pair avec des arguments qui interrogent ou dénie la référence au réel de certaines ou de toutes les représentations scientifiques (Lynch, 2005).

Des exemples de tels arguments peuvent être trouvés dans la littérature constructiviste, mais ils sont surtout légion dans les études *classiques* d'ethnographie des laboratoires scientifiques de Latour et Woolgar (1979) et Knorr-Cetina (1981). Par exemple, après avoir noté que les représentations scientifiques diffèrent matériellement des objets que les scientifiques décrivent, Latour et Woolgar (1979, p. 237) suggèrent que les conditions matérielles de productions de connaissance auront toujours un impact sur elle.

De telles notions auxquelles ils renvoient sont à présent fermement ancrées dans les critiques postmodernes du réalisme scientifique (Lynch, 2006). Tout comme la distinction entre l'écriture fictionnelle et non-fictionnelle devient sans objet dans la théorie postmoderne de la littérature, la distinction entre les artefacts représentatifs et

non-représentatifs perd sa pertinence dans la conception postmoderne des sciences (Ward, 1996). Les études sur la visualisation sont souvent citées en soutien à cette évolution, mais elles peuvent, pour Lynch, venir également à l'appui de deux arguments contraires. Le premier argument a à voir avec la relation qu'entretiennent les arguments constructivistes avec les idiomes vernaculaires de la science de laboratoire. Pour Lynch, le second, qui peut être tiré des études récentes en sociologie des sciences et en histoire sociale des sciences, est que la visualisation ne doit pas être comparée ou mise sur le même pied d'égalité que la perception et la cognition.

III.I.1.2. Univers des connaissances et modes de création.

Cela ne fait aucun doute que la visualisation d'objets de recherche implique un travail de construction intensif. On peut également à cet égard parler de « talent artistique », d'« habileté technique » ou de « fabrication artisanale. » Certaines pratiques scientifiques sont même assez directement des adaptations d'habileté artistiques et de fabrication industrielles (Edgerton 1991 ; Sibum 1995). A. Moles publie en 1957 *La création scientifique*, qui repose sur son travail de thèse soutenue en 1954, sous la direction de Gaston Bachelard. Cet ouvrage rare qui n'a jamais été réédité, constitue pourtant un essai très riche d'exemples et d'études de la part du théoricien sur le sujet qui nous occupe ici. Dans cette étude, Moles propose une opposition dialectique entre l'« univers des connaissances » acquises et ses « modes de création ». Pour lui, l'aspect psychologique de l'univers scientifique repose sur l'« image du monde théorique dont la valeur essentielle est la notion d'évidence ». Il faut distinguer la notion d'évidence en lien avec le but de l'édifice scientifique « achevé », et celle de découverte, qui serait beaucoup plus « gratuite » car trouvant sa source dans l'activité mentale spontanée. Ainsi il remarque une contradiction entre « science achevée », *mise en forme* (suivant les normes instituées et cataloguées), et « pensée brute, créatrice de concepts ». Moles établit alors une distinction, de principe, pour lui essentielle, entre :

« - *science achevée*, édifice scientifique, vision du monde des relations, etc.

- *science qui se fait*, recherche et création scientifique, méthode du chercheur. »

(Moles, 1957, p 20-21)

Par cette distinction il anticipe l'expression désormais banale de « science en train de se faire ». Cette bipolarité révèle d'après lui que ni leur structure, ni leurs méthodes, ni leur but, ne sont semblables, l'une servant à créer l'autre. Ce qui doit amener à rejeter les classifications établies par la science dite achevée et à présenter une classification de la

recherche scientifique selon deux dimensions : les techniques expérimentales, et ce qu'il appelle les « algorithmes mentaux ».

Moles cherche à mettre en évidence un répertoire de méthodes heuristiques à l'origine d'une découverte, le processus heuristique apparaissant comme « le parcours d'un *réseau ramifié* comportant une multiplicité de chemins pour aller d'un point à un autre qui rendent compte du fait si fréquent de la redécouverte indépendant par deux savants distincts ; le mode d'orientation et de parcours de ces réseaux dépendant de la structure caractéristique du chercheur, il détermine des « styles scientifiques » fonction de son caractère » (Moles, 1957, p.7) Pour Moles, la démarche élémentaire au niveau de la conscience est d'une « pure gratuité », soit dans le choix des problèmes, soit dans le mode de solution des problèmes. Il remarque que chaque chercheur, de par sa formation et son sens esthétique personnel, possède une tournure personnelle d'esprit qui le rend plus familier avec certains « algorithmes », qu'il aura tendance à préférer systématiquement. C'est au niveau du subconscient dans le processus de création, que la psychosociologie individuelle intervient sous la forme d'archétypes, ou de tendances, créant l'accord ou le désaccord entre le parcours effectué et tout le bagage du subconscient constitué par les archétypes. Pour le chercheur se trouve, le domaine d'application de ces *algorithmes mentaux*, renvoie à une certaine « disponibilité » devant les faits, et c'est cette *disponibilité* qui crée le sentiment de gratuité.

Pour Moles, il semble que « du fait de la transcendance des modes de la pensée rationnelle hors de la répartition des domaines propres, il n'y ait plus de *chemin*, il n'y a que des *moyens de transport* variés que le scientifique choisira conformément, sinon à ses préférences, du moins à ses aptitudes. ». (Ibid., p. 21) Cet accord ou désaccord, détermine un sentiment esthétique interne, qui trouve son expression dans la conception philosophique du monde et joue un rôle essentiel dans la découverte, comme « substitut de celui de « valeur vérité » utilisé par l'édifice de la science achevée comme critère de solidité.» Ce processus se renouvelle indéfiniment, chaque étape étant marquée par une remise en question du point de vue adopté et éventuellement une bifurcation de celui-ci, le chercheur progressant selon des détours, où il croise d'autres chercheurs ayant suivi une progression différente au sein du réseau. Et c'est par ce qu'il appelle un *changement de plan*, c'est-à-dire « le passage au plan de la logique formelle qui est la « mise en forme », que le chercheur, lors de la *publication*, intègre son travail à l'édifice. » (Ibid. p. 23)

Moles soutient en écrivant cette thèse que l'évolution de la recherche, qui n'en serait qu'à ses débuts, et la manière dont elle construit la fécondité scientifique et le *style de l'édifice*, est peu à peu révélée par l'« osmose entre les branches distinctes du savoir » produite par la technique, et l'adaptation entre l'individu humain et le système mécanique qui lui est destiné. Pour lui, la spécialisation nécessaire, mais abusive, des chercheurs, les rend parfois incapables de savoir sur quelles ressources ils peuvent réciproquement compter, mais que l'osmose qu'il appelle de ses vœux serait susceptible d'amener une dissolution des frontières de la *spécialité*. L'actualité de ce propos nous semble d'autant plus frappante aujourd'hui que l'« interdisciplinarité » à l'ordre du jour. Pour Moles, « on ne saurait trop insister sur la différence entre la science *mise en forme* (celle des traités, des cours, des publications) et la science *en train de se faire*, les processus heuristiques du raisonnement et de la création intellectuelle. (Ibid., p.28) Car dit-il, non seulement l'échelle des valeurs y est changée (le rôle de la rigueur par exemple), mais la nature même des raisonnements, de même que le sens attribué aux termes : vérité, déduction, croyance, etc. est différent.

La *démonstration*, dans le sens où « démontrer un fait, c'est construire une évidence », inclut autant la démonstration d'un théorème, que la monstration par l'expérience. Moles propose d'identifier trois types de méthodes heuristiques, au nombre de vingt et une. Les premières ont en commun de viser à « utiliser quelque chose (doctrine, définition, concept, théorie mathématique, construction mentale, ...) qui existe déjà en le critiquant, en le déformant, en le transférant dans un autre domaine, en prenant le contrepied, en le développant littéralement. » (Ibid., p.53) Ces méthodes, qu'il qualifie de « moindres efforts » sont des sortes d'opérateurs appliqués, où l'effort d'imagination porte sur l'application, la recherche d'un domaine, ou l'anamorphose de corps conceptuels déjà présents dans l'esprit du chercheur. Les secondes sont des méthodes dites de « création proprement dite, d'un point de vue, d'une doctrine, d'un concept, d'un champ de vision qui n'existaient pas auparavant » (Ibid. p.74) et où l'imagination tient une place plus *visible*. Et les dernières, participant du primat des concepts *a priori*, sont constituées par les « grandes théories », et se caractérisent par la production de normativité, de classification, de synthèse et de rationalité. Nous nous concentrerons ici sur les secondes, les méthodes de *création* et sur leur rapport à l'imagination.

L'imagination chez Moles est entendue comme capacité d'étonnement, et même un *savoir* de l'étonnement qui consisterait à « faire émerger le mystère » à partir de détails. Il prend des exemples issus de la physique. Le frottement à l'aide d'une peau de chat et d'un bâton

isolant dans l'expérience d'électrisation, qui était classique et ne faisait pas l'objet d'une investigation spécifique jusqu'à ce que E. Darmois entreprenne tout un programme d'études sur l'électrisation par frottement avec pour but d'étudier le phénomène dans sa généralité, « qu'il s'agisse d'une baguette de résine sur la peau d'un chat ou d'un peigne ». (Moles, Op.cit., p. 76) En allant jusqu'à étudier les cheveux, qui se chargent négativement lorsqu'on les coupe avec des ciseaux, il mit en évidence le mode d'apparition des charges par la déformation des chaînes moléculaires longues qui constituent les poils. Les charges électriques de frottement résultant donc de la rupture des liaisons superficielles sur la chaîne moléculaire (Darmois, 1948, p. 882). Il mentionne également les réflexions de W. Astbury sur les « mystères du défrisable » de la laine, qui le conduisirent à son étude des longues chaînes moléculaires à l'aide des rayons X (Astbury et Street, 1931 ; Astbury et Woods, 1933), permettant à son tour d'établir que celles-ci avaient tendance à s'enrouler en hélice et ainsi de faire émerger les premiers pas de la compréhension de la structure des protéine (puis de l'ADN) ; ou encore la faible différence de poids en azote extrait de l'air et azote préparé chimiquement qui conduisit Lord Rayleigh à la découverte de l'argon, etc.

C'est l'expression de l'état d'esprit du chercheur préparant une « expérience pour voir » tel que l'a décrit C. Bernard, notamment dans son étude du foie. Selon sa fameuse formule : « L'expérience est une observation provoquée dans le but de faire naître une idée » (Bernard, 1865/1966, p. 28) Pour Moles, cette sollicitation du hasard se fera notamment par l'appel de la curiosité et de l'« Univers ludique » (Poyer, 1948, p. 38) lié à l'usage d'appareils. Les appareils faisant intervenir des « réflexes presque mécaniques » (Moles, *ibid.*, p. 77), mais également « un mode de rapport à l'évènement à l'origine d'une véritable famille d'objets techniques (Déotte, 2012, p. 75). L'expérience de méthodes de « désordre expérimental » conduit au procédé heuristique de *matrice de découverte*, chez Moles (en référence à la « méthodes des cases vides » ou celle déjà suggérée par Bacon dans la « méthode pour faire des expériences », pouvant se lier au concept d'*imagination* chez G. Simondon (2006, p. 3)

Dans *Imagination et Invention* (2008), Simondon propose une nouvelle théorie de l'imagination, à l'opposé de celle de J.-P. Sartre (1940) : « l'imagination n'est ni toujours consciente, ni une fonction « irréaliste » qui serait à opposer à la perception » (Bartélémy, 2015). Suivant Barthélémy, ce qui pour Simondon *précède* la perception (à savoir la motricité du vivant), c'est déjà « la naissance d'un « cycle de l'image » qui se

prolonge dans la perception elle-même sous la forme des « images intra-perceptives », puis au-delà de la perception à travers les « images-souvenirs » appelées à devenir « symboles », pour finalement « concrétiser » l'imagination en *invention* fondant un « nouveau cycle de rapport avec le réel » (Simondon, cité par Barthélémy, 2010, p.14).

L'analyse simondonienne du *devenir technique*, en tant qu'il se fait « d'emblée en termes de *fonctionnement* et rejette l'*usage* comme extrinsèque à la technicité proprement dite », semblerait ne pas pouvoir « être nette » comme le commente Barthélémy, si « la plupart des inventions de fonctionnements sont faites *avec l'intention préalable d'un usage déterminé* » (Barthélémy, 2015/2016)

Dans la dernière partie du premier chapitre de son livre *Du mode d'existence des objets techniques (1958/1989)*, Simondon introduit l'idée d'« origine absolue d'une lignée technique », comme le souligne Barthélémy: « Le début d'une lignée d'objets techniques est marqué par cet acte synthétique d'invention constitutif d'une essence technique. L'essence technique se reconnaît au fait qu'elle reste stable à travers la lignée évolutive, et non seulement stable, mais encore productrice de structures et de fonctions par développement interne et saturation progressive » (Simondon, op.cit, p. 43). Il existe ainsi des lignées d'objets techniques qui réalisent le devenir potentiellement contenu dans une « essence ».

Or, selon Barthélémy, la conséquence qui en sera développée par Simondon dans *Imagination et invention* prendra la forme d'une « transcendance de l'objet inventé par rapport aux intentions premières d'utilisation qui avaient pourtant commandé l'invention de l'objet » (Barthélémy, 2015) : « il serait partiellement faux de dire que l'invention est faite pour atteindre un but, réaliser un effet entièrement prévisible d'avance », car « il y a dans la véritable invention un saut, un pouvoir amplifiant qui dépasse la simple finalité et la recherche limitée d'une adaptation (Simondon, 2008, pp. 171-172).

Pour Moles, la *matrice de découverte* est une présentation de concepts scientifique dont sont tirés « de nouveaux rapports dans situation nouvelle ». Sa puissance heuristique provient d'une « vue perspective des phénomènes ». Cette vue est selon lui liée au « principe de recodification » de M. Wertheimer. C'est-à-dire considérer la « manipulation des concepts comme l'une des clés de la pensée, donnant à la construction conceptuelle une

analogie avec la construction qu'un enfant fait avec un jeu de cubes un peu au hasard, en *actualisant une forme*. » (Moles, 1957, p. 85. Souligné par nous).

La première condition, le poursuit Moles, pour la manipulation des concepts étant qu'ils soient manipulables (sous une forme commode, détachable du fond), « la première et la plus évidente des (re)codifications est l'expression verbale. Ainsi, selon lui, l'importation d'une terminologie, d'expressions, de mots, provenant d'un autre domaine, est l'une des applications les plus efficaces et les plus simples du principe de recodification à l'heuristique, car notamment, « il entraîne un transfert des rationalisations attachées au vocabulaire ainsi apporté.

La démarche inverse est également vraie, plus peut-être encore : l'importation dans des sciences très rationalisées de concepts et de mots empruntés à des sciences humaines a souvent été une méthode heuristique profitable par une sorte d'humanisation des concepts rationnels créant une analogie autrefois ignorée. ⁴⁷» (Ibid.). De la même manière, si la valeur de l'expression verbale réside dans une certaine simplicité car « elle découpe dans le réel, tranche les liaisons entre le champ conceptuel et la forme centrale, à laquelle elle donne un nom ou une définition » (Op.cit., p. 86), son usage, lorsqu'il devient complexe ou qu'il se relie à une trop grande quantité de conditions d'usage, doit faire l'objet d'une « recodification ultérieure : transformation d'expressions — à la limite quelquefois traduction dans une langue étrangère où il « sonne » différemment — ou révision du champ des hypothèses. » (Op.cit. p. 86) La plus importante et la plus systématique de ces recodifications est le passage au symbolisme mathématique.

Le principe de recodification repose sur la puissance heuristique d'une symbolisation du réel qui crée une méthode de présentation. Celle-ci a la particularité et l'originalité d'opérer sur les « formes achevées prises par le fait scientifique dûment établi, formes qui sont souvent non prégnantes et quelquefois même positivement stérilisantes. » (Ibid., p. 87) Comme le souligne l'auteur, en principe toute doctrine scientifique inachevée (restriction de « pure forme ») devrait se présenter spontanément à destination de l'enseignement ou à son intégration dans la science « mise en forme », ou sous un aspect inductif qui devrait indiquer également spontanément la voie à poursuivre.

⁴⁷ Nous développerons cet argument par l'étude anthropologique de collaborations designers - scientifiques dans la partie suivante

Dans la pratique, le souci du chercheur dès l'obtention d'un résultat, c'est de lui donner l'aspect le plus abouti, aussi définitif que possible, « par le truchement des démonstrations, des formules, des restrictions d'usage, de tout un ensemble de conventions qui forment le style scientifique, conventions par ailleurs toujours parfaitement justifiées logiquement, mais qui, même dans leur plus impeccable rationalité, ne laissent jamais s'exprimer un point de vue, celui de l'auteur, et qui sont, plutôt, les attendus qu'il apporte au jugement de la cause présentée. » (Op.cit., p. 91)

Le relais d'imagination dont a besoin le chercheur parfois, se présentera sous la forme d'une « re-présentation », l'exemple le plus commun dans ce cas de la méthode heuristique étant la *représentation graphique*.

En effet, là où le tableau de chiffres exemplifie avec à la fois le caractère le plus précis du fait scientifique comme le plus « stérilisant », le graphique, la courbe, dit l'auteur, « est dans son essence une forme prégnante, souvent une bonne forme (au sens de Rorschach), c'est-à-dire exprimant des concepts essentiels : proportionnalité, maximum, accélération, asymptote, émergent spontanément du graphique. Le tableau numérique est transcendé par la courbe qui prétend l'exprimer — souvent fort mal d'ailleurs — la courbe est directement assimilable comme concept unique au même titre que la formule mathématique, mais de façon élémentaire, peut-être aussi plus conforme à une certaine dynamique de l'esprit. » (Op.cit., p.92)

La méthode de présentation, par représentation graphique, permet d'appréhender la « complexité », elle « recodifie la complexité du réel précisément de façon à le rendre assimilable par l'esprit et, dans cet acte même, elle atteint une valeur heuristique : l'activité mentale fonctionnera spontanément sur un matériau préparé, alors que l'esprit reste inerte devant un phénomène sur lequel il n'a aucune prise » (Ibid.) La représentation graphique a en effet permis de découvrir un certain nombre de faits en économie politique, en démographie, et même dans le cadre de concepts numériques, comme les notions de mesure exprimées par l'« écart-type », « les déciles », « les centiles », dans tous les domaines de la statistique où intervient la courbe de Gauss.

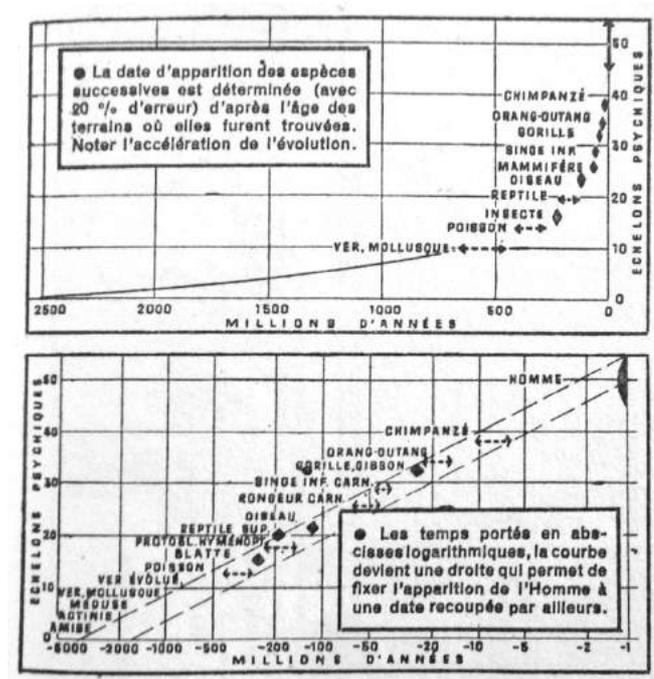


Fig. 39. En haut : courbe du degré intellectuel des espèces animales en fonction de leur âge dans les époques de l'évolution. En bas : la même courbe représentée avec une abscisse logarithmique des temps se transforme en une droite et permet une extrapolation précise⁴⁸. (Moles, 1957, p. 93)

A cet égard, Moles identifie ce qu'il appelle la « schématisation du réel », dont il distingue quatre types :

- le schéma constructif
- le schéma structurel
- le schéma fonctionnel
- le diagramme de fonctionnement

Le premier, le schéma *constructif*, est pour Moles avant tout une « première épuration d'une photographie, la première représentation extraite d'un dessin géométrique, d'un plan ou d'une coupe. » (Op.cit., p. 96) Il est topographique, concret, mécaniquement complet. Selon Moles, il ne fait qu'un usage très restreint du symbolisme, « en représentant par exemple un tube électronique par son culot, son enveloppe et les fils qui y aboutissent (Ibid.) En voici trois exemples extraits de son ouvrage, dans des domaines variés.

⁴⁸ Les relations entre images-calculs, images mesures et fonction heuristique sont particulièrement présentes à l'heure de la cartographie dynamique et des « images diagnostiques », dont le langage de programmation *Design by Numbers* pensé par John Maeda (prémisse de Processing), en est un exemple contemporain (ce que nous étudierons dans la partie suivante).

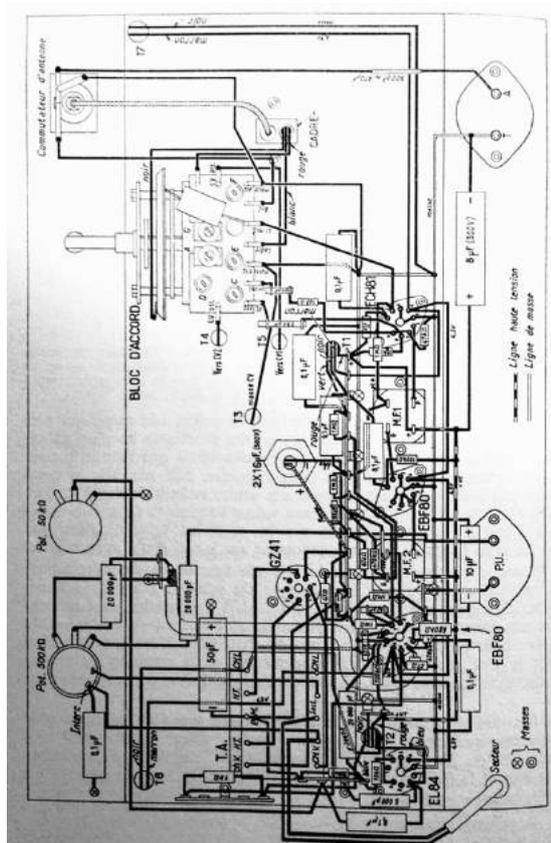


Fig. 40. Exemple de schéma constructif #1 : plan de câblage d'un récepteur de radiodiffusion. (Moles, 1957, p. 94)

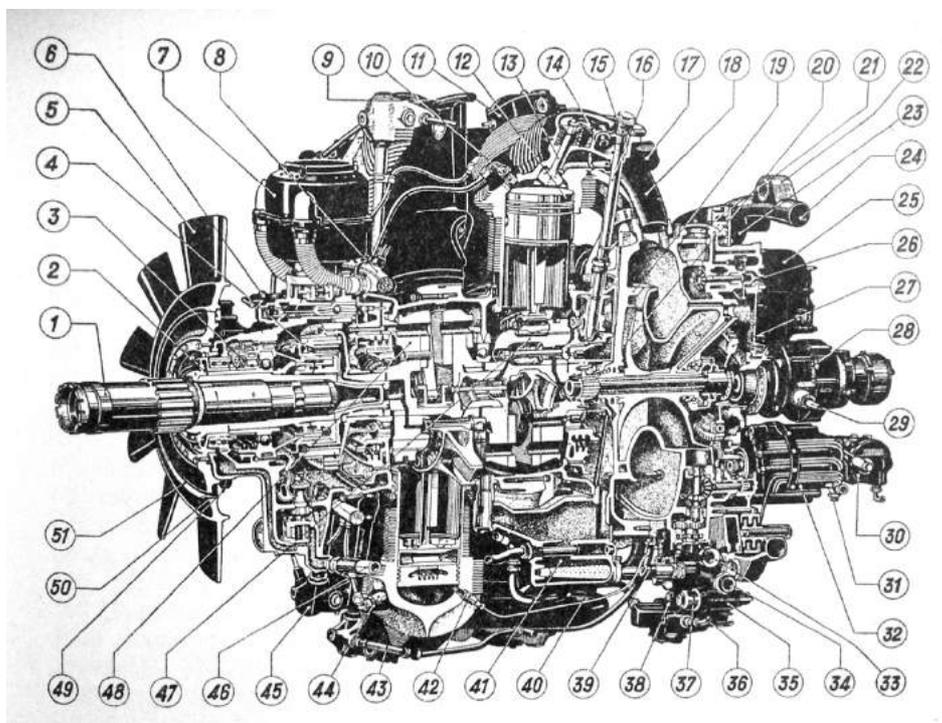


Fig. 41. Exemple de schéma constructif #2 : Coupe schématique d'un moteur à explosion d'aviation. (Moles, 1957, p. 95)

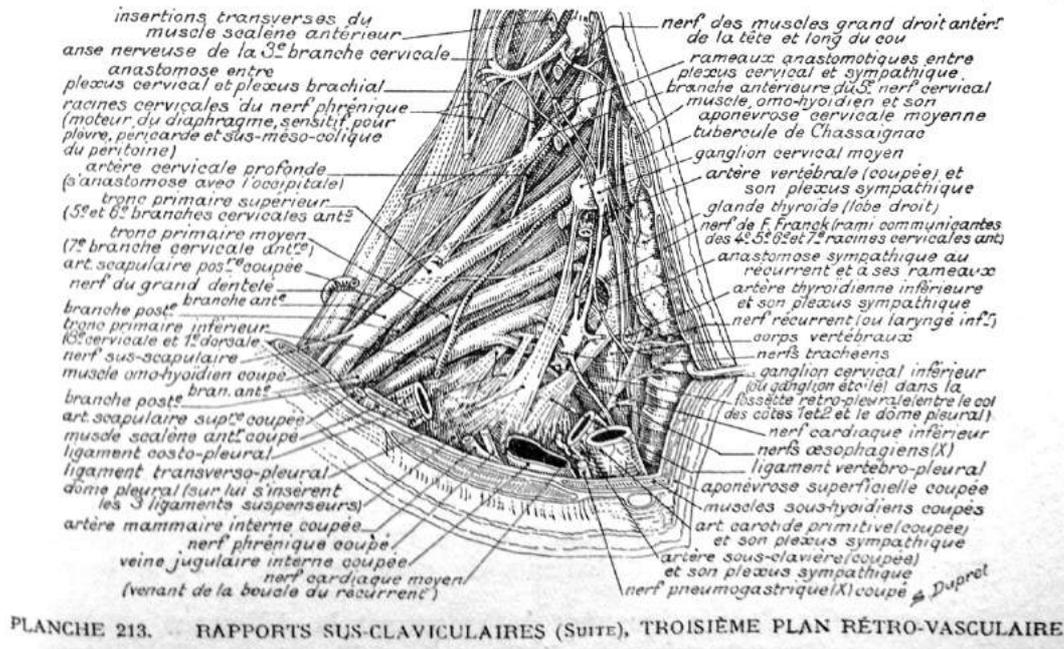


Fig. 42. Exemple de schéma constructif #3 : anatomie du cou, (Moles, 1957, p. 95)

Le second type, le schéma structurel, est plus généralement symbolique. Il correspond « au mécanisme interne de la machine, au corps chimique, et est destiné à comprendre ce fonctionnement en présentant chaque élément sous forme de symboles, répertoriés dans les tableaux internationaux acceptés » (Ibid.). Sans se préoccuper des dimensions réelles et de la position des éléments, il s'agit plus d'un schéma topologique, les lignes du diagramme n'ayant pas pu but de représenter réellement un objet dans l'espace, mais de transcrire les relations et les liens au sein d'un système abstrait⁴⁹. Les exemples viennent de la chimie organique et de ses formules de configuration, ou de certains systèmes liés à la théorie des circuits, de systèmes complexes ou encore de la neurophysiologie.

⁴⁹ Voir pour d'autres exemples et une histoire plus complète : Hollis, R., *Le graphisme de 1890 à nos jours*, Ed. revue et corrigée, Trad. De l'anglais par Christine Monnatte et Roxane Jubert, Coll. L'univers de l'art, Thames & Hudson, 2002. L'édition originale de cet ouvrage a paru sous le titre *Graphic design (A Concise History)* chez Tames & Hudson Ltd, Londres. La première édition française de ce livre a été publiée en 1997 sous le titre *le Graphisme au XX^e siècle*. L'exemple du système Isotype de Otto Neurath, également appelé la « méthode viennoise », relève également de ce que l'on pourrait nommer un « graphisme informatif ». Les grilles des livres du Bauhaus, fondés sur la place de la maquette et de la grille, illustre également un rationalisme pouvant illustrer le principe de concevoir et de faire « système », ce que nous développerons en deuxième partie.

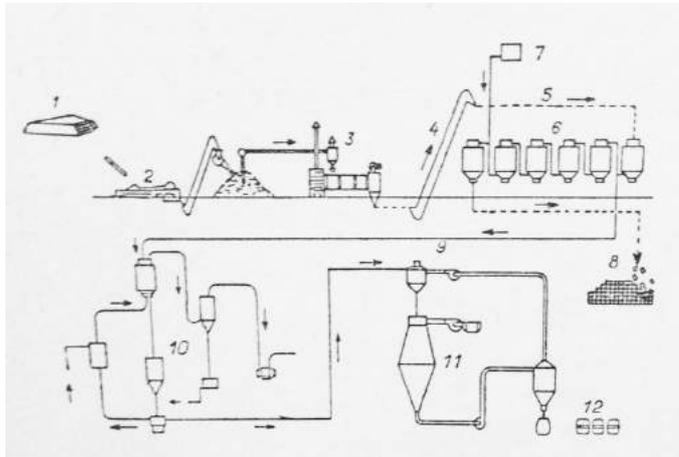


Fig. 43. Schéma d'une usine de fabrication du sucre de bois. (Moles, 1957, p. 98)

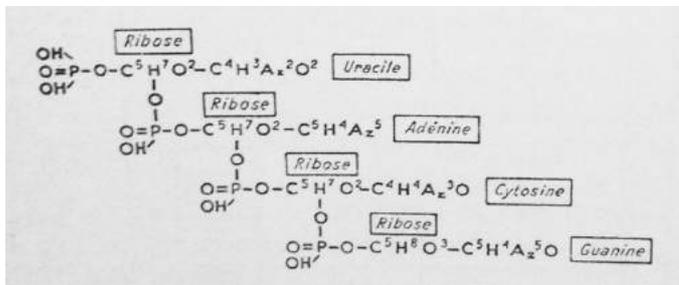


Fig. 44. Formule développée de l'acide nucléique (d'après Levène). (Moles, 1957, p. 98)

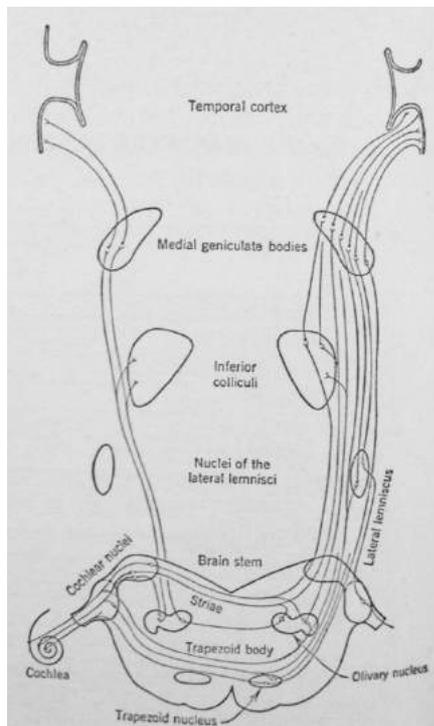


Fig. 45. Schéma des combinaisons auditives centrales, (Moles, 1957, p. 98)

Une autre illustration de schéma structurel avec certains plans de métro, aussi qualifiés de « diagrammes schématiques », que l'on doit à G. Dow et son étude des chemins de fer londoniens. Le premier plan du métro de Londres sous cette forme fut réalisé et publié en 1933, par le dessinateur industriel H. C. Beck. L'organisation des stations et la longueur de segments colorés correspondent aux trajectoires des lignes, mais ne correspondait en rien à l'échelle des distances parcourues entre les zones géographiques. Il s'agit d'une représentation simplifiée et schématisée du territoire. C'est la forme la plus répandue pour représenter le plan de métro dans le monde (Chicago, Bangkok, Shanghai, Beijing, Moscou, Montréal, entre autres).

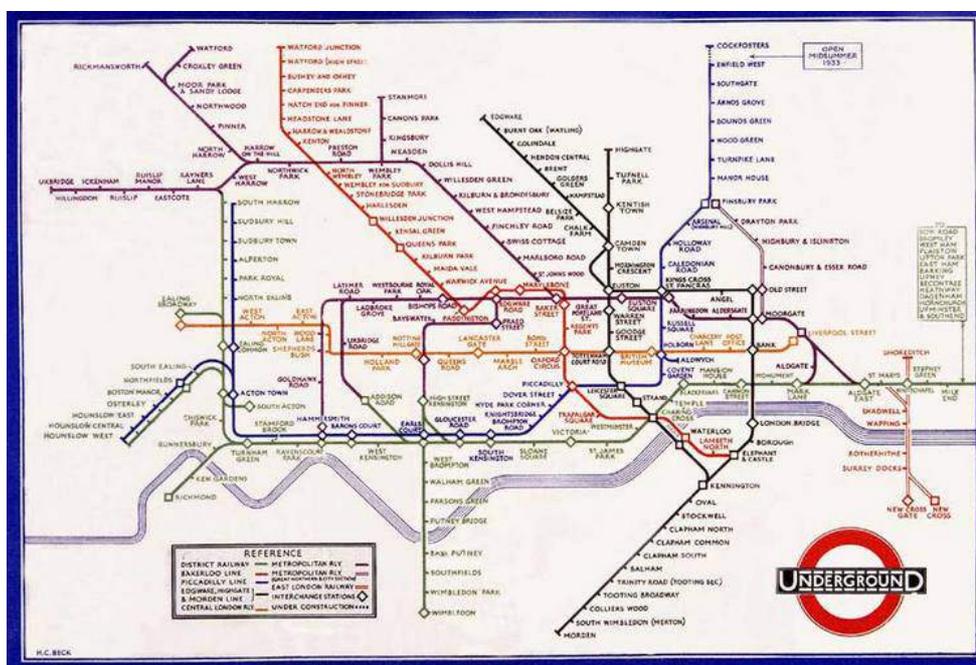


Fig. 46. *London Underground*, Beck, H., 1933.



Fig. 47. Harry Beck devant le plan de Londres

Les deux autres types de schémas dans la typologie de Moles sont les schémas dit « fonctionnels » et les « diagrammes ». Les premiers reposent sur une conception pragmatique et fournissent une définition d'usage. Les éléments qui y sont codifiés sont uniquement choisis par le rôle qu'ils jouent dans le fonctionnement sans considération les « organes internes » de la machine, appareil, être vivant. Les seconds sont des représentations « purement idéales », algèbre spatiale où la théorie vectorielle y sert souvent « de fondement rationnel et le met à mi-chemin d'une figuration et d'un abaque car il permet le calcul d'éléments du système » (Op.cit., p. 96).

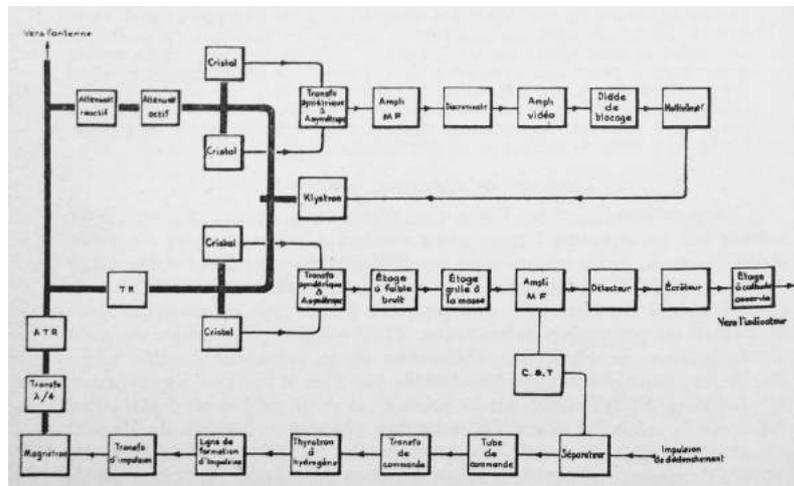


Fig. 48. Schéma d'un radar. (Moles, 1957, p. 100)

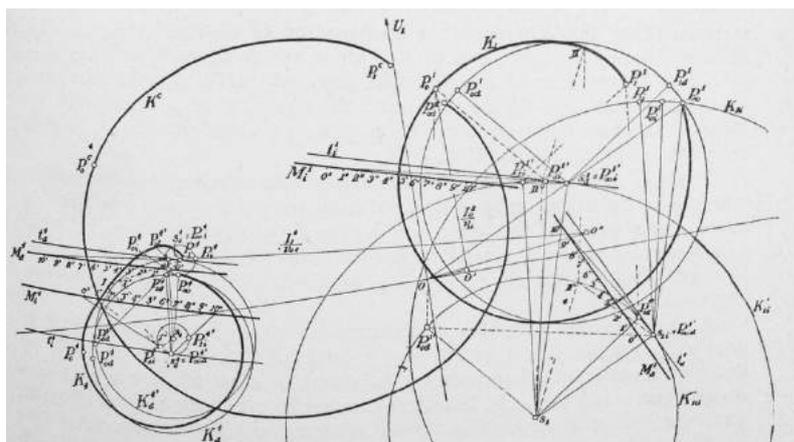


Fig. 50. Diagramme de Blondel Heyland d'un moteur asynchrone (Moles, 1957, p. 101)

La dernière méthode heuristique de schématisation du réel est celle que Moles nomme « méthode de réduction phénoménologique », comme démarche de perception

scientifique qu'il emprunte à E. Husserl, en l'opposant aux « méthodes de l'induction » de J. S. Mill. Il s'agit de non pas rattacher un fait scientifique isolé à un élément du fond perçu appelé « la cause », mais à introduire des variations successives des liaisons du champ perceptif, en faisant varier les points de vue, et briser ainsi les liens de rapport de l'objet ou du phénomène avec le fond et les liaisons contingentes, « pour le voir émerger dans une originalité inaccoutumée » (Moles, Op.cit., p. 99). Cette variation *artificielle* dans le champ de la perception correspond pour l'auteur à une méthode heuristique : renouveler la vision de l'objet ou du fait car « l'ensemble des procédés expérimentaux connus en science sous le nom de « visualisation » relève de ce procédé heuristique. » (Op.cit. p. 102)

Nous pouvons prolonger cette l'analyse de Moles sur les méthodes heuristiques dans la création scientifique, par l'examen de la thématization des formes et des factures matérielles utilisées dans l'expression graphique, et l'interprétation qu'elles conditionnent et anticipent.

III.1.1.3. Représentation et interprétation

Dans *Discipline and the material form of images. An Analysis of Scientific Activity*, M. Lynch (1985a/2006) développe l'idée qu'un des traits particuliers de l'activité scientifique est que dans la production de rendus visuels d'objets, ceux-ci ne tiennent pas simplement lieux d'illustrations dans les textes scientifiques, ils sont irremplaçables car ils permettent à des objets d'étude d'être perçus et analysés, de même qu'ils transforment de manière systématique les matériaux de recherche en données analysables mathématiquement et observables visuellement, par des processus de relations techniques (Lynch, 1985b), et de constructions théoriques (Lynch, 1985a/2006). Les publications scientifiques incluant souvent des photographies illustratives, des diagrammes, des graphiques, et d'autres manières de rendre les données visuellement intelligibles, ces objets et ces relations qui étaient initialement invisibles, deviennent visibles, et même palpables, par l'habileté technique et l'instrumentation technologique. Ce que les chercheurs en laboratoires perçoivent et leurs objets de travail peut dans ce contexte paraître « artificiel » dans la mesure où l'apparence de ce qu'ils observent dépend de ces technologies. Ce caractère *artificiel* des rendus visuels est parfois mis en cause de par son aspect par trop séduisant, ou encore illusoire, trompeur ou déformant (Lynch, Op.cit.,

p.197). Ces *rendus* échappant à la perception de l'appareil optique humain — notamment dans les technologies de microscopie électronique —, ils nécessitent une série de transformation des données récoltées par différents instruments, manipulés ou pilotés la plupart du temps par des techniciens pour obtenir un *résultat* qui « donnera à voir ». Ce *donner à voir* fait l'objet de règles de conventions entre communautés de pratiques, suppose des manipulations techniques très sophistiquées. Mais il est également le fruit d'« habiletés » et d'« intérêt personnel », comme de « préférences », et de « goûts » individuels (gammes de couleurs, finesse du traité, parfois outils de traitement d'image utilisés). Certaines de ces conventions, validant les modalités de la diffusion des résultats ainsi rendus, ne sont pas sans créer un certain effet d'« émerveillement » (*a priori* incompatible avec une démonstration inductive et logique).

III.I.1.3.1. Les yeux de la science

Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), dispose d'une photothèque et d'une vidéothèque très riche, de même qu'une base de production et une cellule éditoriale, gérées par le service CNRS Images, rattaché à la direction de la communication du CNRS, et employant une trentaine de personnes. Le service CNRS Images actuel a plusieurs missions, donnant lieu à quatre activités principales, tel que décrit dans la *Décision parue au bulletin officiel du 30 Avril 2004*⁵⁰

« 1) Une activité d'accompagnement de l'actualité scientifique au CNRS

L'unité est en charge de la création d'images nouvelles (photos et séquences audiovisuelles) en relation avec les priorités scientifiques et l'actualité du CNRS.

2) Une activité de création audiovisuelle

L'unité conçoit, soutient, réalise, seule ou en partenariat, des documents scientifiques, des programmes audiovisuels, des émissions et des séries télévisuelles liées à la recherche.

En parallèle, l'unité mène, pour et avec les acteurs de la recherche et les professionnels de l'audiovisuel, une réflexion sur l'écriture de la science en images et la médiatisation de la recherche.

3) une activité de diffusion culturelle

L'unité conçoit, soutient, organise, seule ou en partenariat, des manifestations nationales et internationales destinées à faire connaître et à promouvoir le CNRS au travers des images produites ou conservées par l'unité.

4) une activité de conservation et d'archivage

L'unité assure le recensement des images fixes et animées existant dans les laboratoires du CNRS. Elle veille à la conservation et, le cas échéant, à la restauration du fonds d'images du CNRS. »

⁵⁰ Disponible à la Direction des Systèmes d'Information (DSI) du CNRS et dans les archives en ligne : <https://www.dgdr.cnrs.fr/bo/archivesbo.htm>

Le 22 Juillet 2015 le CNRS a ouvert un blog sous-thématique dans son journal en ligne, intitulé « Les yeux de la science » le 22 Juillet 2015. Géré par l'équipe *CNRS image* et puisant dans la photothèque et la vidéothèque du CNRS (45 000 images d'expériences, manipulations, appareillages et équipements, chercheurs in situ, résultats de recherche..., et plus de 2300 films produits ou coproduits par le CNRS depuis les années 60), ce blog a pour objectif de proposer un certain nombre d'exemples, d'images « insolites », participant à l'élaboration de la recherche et à la construction de la connaissance scientifique.

La première série d'articles, publiée en six volets durant été 2015, fut réalisée en partenariat avec le journal *Le Monde* et consacrée à la microscopie. Cette série d'article est extraite de la série vidéo *20 regards sur l'infiniment petit*, et la série: *c'est beau une image de science*, composée de vingt épisodes de deux minutes⁵¹ produite par la Cité des sciences et de l'industrie et CNRS Images, que J.-M. Serelle a réalisé en 2010. A partir d'images de science issues du fonds de la Photothèque du CNRS Images, Serelle a réalisé des entretiens avec les chercheurs les ayant réalisées. Le déplacement de devoir réfléchir à ce qu'évoquent ces images révèle des portraits autonomes, singuliers, mettant en avant un rapport poétique, parfois même psychanalytique, face au travail de l'image chez ces scientifiques. Nous présentons ici la sélection sur la microscopie, d'une part car l'existence et les missions *de CNRS Image* nous semblent intimement liées avec les activités scientifiques liées à la microscopie et l'évolution du site historique du centre de recherche (voir encart ci-après), et d'autre part car dans les domaines comme la microscopie électronique, l'apparence artificielle d'un spécimen est ce qui lui permet d'être observé et analysé en premier lieu (Toner et Carr, 1968).

Le réalisateur s'est à chaque fois entretenu longuement avec les chercheurs afin de comprendre les mécanismes de leurs questionnements, étonnements, satisfaction d'« artisan », voire émotion lorsqu'ils créent leurs images⁵². Les six volets ainsi présentés sont identifiés par six images. La première, intitulée *Le chercheur devenu artiste*, montre une coupe transverse de hêtre (*Fagus sylvatica* L) en microscopie optique réalisée par B. Clair du Laboratoire de Mécanique et Génie Civil (LMGC) de l'université de Montpellier 2, imbibant une coupe fine de bois de hêtre (15 microns) de safranine, qui teinte l'alumine,

⁵¹ L'ensemble constitue une vidéo de 41 minutes, accessible en ligne dans la vidéothèque du CNRS: <http://videotheque.cnrs.fr/doc=2219>

⁵² Propos extraits de l'entretien du réalisateur par Nicolas Baker, dans *L'image de Science se raconte*, 28 Août 2015. En ligne : <https://lejournal.cnrs.fr/nos-blogs/les-yeux-de-la-science/limage-de-science-se-raconte>

et de bleu astra qui révèle la cellulose. Bien que le chercheur souhaitait se concentrer sur les fonctions des cellules associées, et voyait au centre la moelle (tissu de croissance primaire) et la transition vers le bois (tissu de croissance secondaire), « une image a surgit dans l'oculaire, qui évoquait à la fois un cœur, un vitrail, un bijou ». Le chercheur a été « émerveillé » et a capturé l'image.

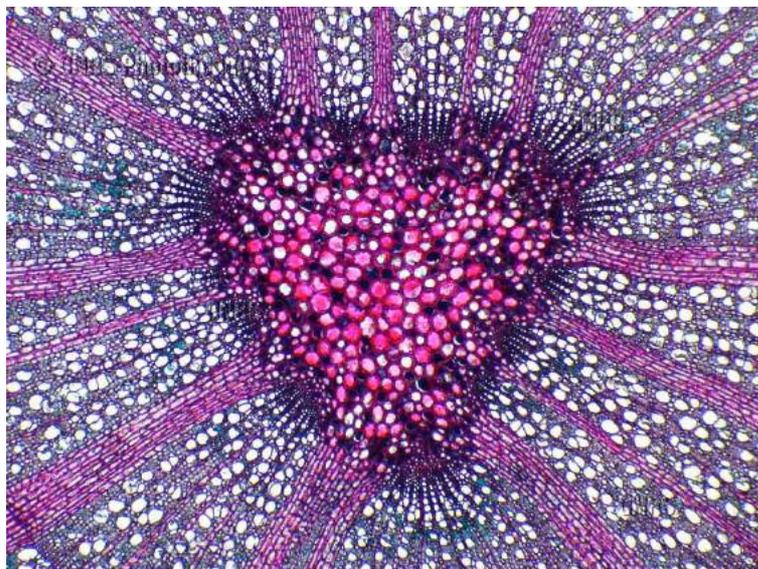


Fig. 51. © B. Clair / CNRS Photothèque

La seconde, *Juste une forêt impénétrable*, est une image de l'arborisation dendritique d'un neurone de souris transgénique visualisée grâce à une coloration argentique en microscopie optique lumière blanche d'A. Auffret, de l'UMR7102 - Neurobiologie des processus adaptatifs (NPA) de l'Université Pierre et Marie Curie. Associée à d'autres chercheurs, les membres de l'équipe ont étudié le rôle de la préséniline 1, une protéine dont la mutation est impliquée dans les formes génétiques de la maladie d'Alzheimer (touchant des personnes relativement jeunes).

Ils ont mesuré l'efficacité de la transmission de l'influx nerveux et compté le nombre d'épines dendritiques. Ces résultats suggèrent que la préséniline 1 aurait une action neurotoxique. Or, des études récentes montrent que dans le cerveau des personnes âgées (atteintes ou non par la maladie d'Alzheimer), la préséniline 1 augmente. Ainsi, lors du vieillissement, elle serait responsable de l'atteinte des fonctions cognitives liées à la mémoire⁵³ (Communiqué de presse du CNRS, 2009).

⁵³ Source: <http://www2.cnrs.fr/presse/communique/1651.htm>

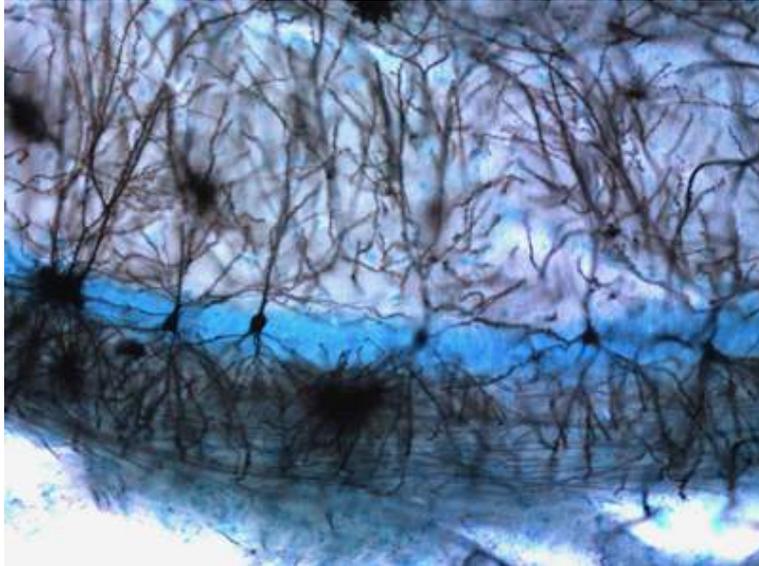


Fig. 52. © A. Auffret / CNRS Photothèque

L'enfance de l'art, la troisième image, montre des capsules creuses de polymères en microscopie électronique à balayage de D. Cot, de l'Institut Européen des Membranes (IEM) de L'université Montpellier 2. Là où les chercheurs en macroscopie moléculaire ont vu des particules polymères restées collées ensemble, un ingénieur spécialisé en microscopie électronique y a vu un aspect qui lui fit penser au « croquant ». En mettant en couleur l'image ainsi rendue, il a souhaité « révéler » cette texture.



Fig. 53. © Didier Cot / CNRS Photothèque

La quatrième, baptisée *L'inattendue*, montre la présence de Nanotubes de carbone synthétisés sur un substrat d'alumine en microscopie électronique à balayage. Réalisée par A. Weibel, A. Peigney et E. Flahaut, du Centre Interuniversitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux (CIRIMAT) de l'Université de Toulouse 3, cette image est à la fois attendue car démontrant la réussite de l'expérience, mais n'en était pas moins imprévue et étonnante par la présence d'enveloppements géométriques au sein du matériau. Alors avant même d'avoir saisi le phénomène Weibel a saisi l'image, et l'a colorisé par « pur plaisir ».



Fig. 54. © E. Flahaut, A. Peigney, A. Weibel / CNRS Photothèque

La suivante, *La beauté de l'imparfait*, correspond à l'image de texture en éventails et à coniques focales d'un cristal liquide smectique C chiral en microscopie optique de M. Mitov du Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales du CEMES de Toulouse. L'image montre l'état intermédiaire entre le liquide et le solide, au cours de la fusion du cristal.

L'ordre des couches parallèles de molécules du cristal liquide disparaissant partiellement. Le physicien a expliqué au réalisateur que fasciné par les défauts de la matière, il en avait saisi une image, frappé par le fait de ressentir plutôt que de comprendre⁵⁴.

⁵⁴ Voir également : Journal du CNRS - N°169 - février 2004. http://phototheque.cnrs.fr/i/20040001_0212

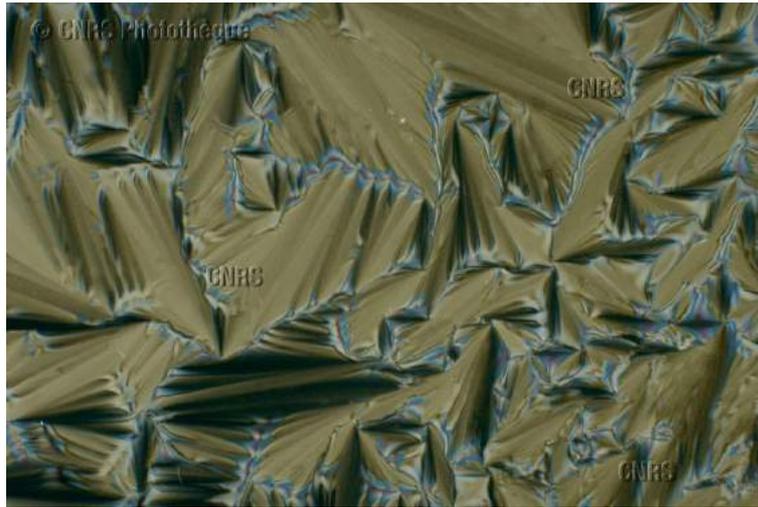


Fig. 56. © M. Mitov/CNRS Photothèque

La dernière, intitulé *Vingt ans de sa vie*, correspond à l'image de la structure composite d'un disque de frein en carbone en microscopie électronique à balayage de X. Bourrat du laboratoire des Composites Thermostructuraux (LCTS Pessac) de L'université de Bordeaux 1. Cette image, pour le chercheur, représente 20 ans de recherche, c'est-à-dire 20 ans de sa vie. La connaissance qu'il a de cette structure lui fait percevoir de nombreuses strates dans l'image en s'y confrontant pour y réfléchir en dehors de son contexte de recherche propre. Ces éléments lui rappellent des expériences, des rencontres, et lui remémore sa biographie scientifique, comme allant de pair avec les différentes spécificités de la structure qu'il connaît.

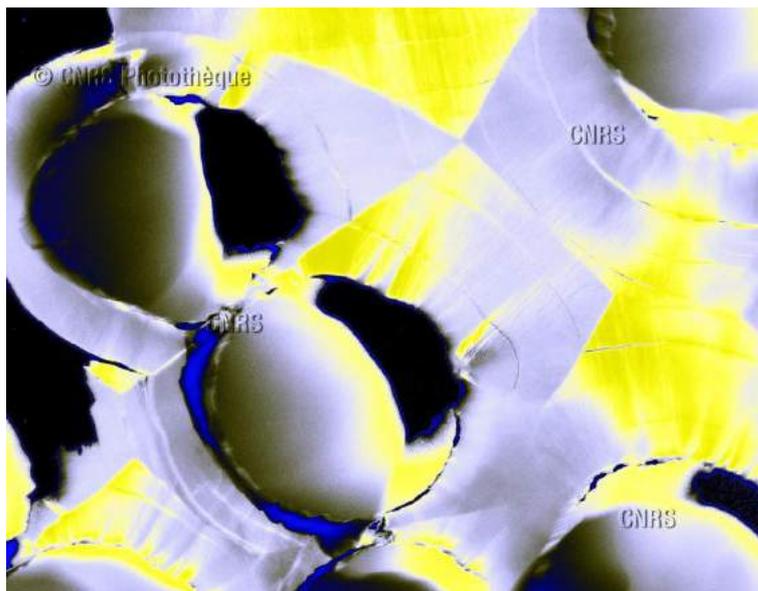


Fig. 57. © X. Bourrat/CNRS Photothèque

Le rapport général qui est mis en avant est celui à la « beauté » des images. La beauté étant souvent reliée à l'utilité. Le réalisateur explique qu'un des chercheurs lui a dit qu'il ne cherchait pas à faire une image belle et envoûtante. Ce qu'il voulait, c'est qu'elle soit « très utile scientifiquement. Or cette utilité-là rendait l'image belle ». L'image devenait « belle » car elle apportait de l'information. Une autre chercheuse lui a expliqué que « sa plus belle image, c'était toujours la suivante. C'est l'image qui va apporter encore plus de sens à son travail ». Dans son cas, la beauté et l'utilité « participent d'une dynamique commune ».

Le campus de Meudon-Bellevue dans les Hauts-de Seine est le siège historique du CNRS, créé en 1939. Le pavillon principal, emblème du site, était à l'origine un grand hôtel-restaurant, qui fut transformé en école de danse, puis hôpital militaire, avant de devenir l'Office des Inventions en 1919, puis l'Office National des Recherches Scientifiques et industrielles des Inventions (ONRSI) en 1922 (avec notamment parmi les membres de son conseil d'administration un certain Louis Lumière). L'ONRSI deviendra en 1939 le CNRS, avec pour premier directeur général Jean Perrin⁵⁵.

De nombreux laboratoires sont créés à Bellevue durant les premières périodes d'expansion et de travaux sur le site, notamment le Laboratoire d'optique et cinématographie. En Juillet 1920, le docteur Jean Comandon (1877-1970) prend la présidence de la Section de photographie et cinématographie technique du Laboratoire. Il comporte depuis 1922 une grande verrière surplombant son aile Nord. Celle-ci va servir d'atelier de photographie et de cinématographie, permettant de travailler à la lumière naturelle.



Fig. 58. Façade du bâtiment principal de l'Office National des Recherches Scientifiques et Industrielles & des Inventions (ONRSI), 1922. © CNRS Photothèque/Fonds historique

⁵⁵ Pour des ressources détaillées sur l'histoire du CNRS et l'histoire du site voir : Christian Bisch, *1750-2000, Meudon-Bellevue : du château de la Marquise de Pompadour aux Laboratoires du CNRS*, 2000, Délégation IdF Ouest&Nord, Meudon-Bellevue ; « Comité de sauvegarde des sites de Meudon », Bulletins n°123 et 124, 2007 ; L'exposition « Quoi de neuf dans le passé ? » ; Denis Guthleben, *RÊVES DE SAVANTS - Étonnantes inventions de l'entre-deux-guerres*, 2011, Armand Colin, Paris ; Denis Guthleben, *Histoire du CNRS de 1939 à nos jours*, 2013, Armand Colin, Paris.



Fig. 59. Détail de la verrière de l'atelier de photographie et de cinématographie sur la terrasse de l'aile Nord du Pavillon, Mars 1922 © CNRS Photothèque/Fonds historique

En 1926, le docteur Jean Comandon (1877-1970), prend la direction de cet atelier. Comandon, membre ensuite de l'institut Pasteur en 1932, fut l'un des pionniers des prises de vues à travers un microscope et considéré comme également pionnier du cinéma scientifique, collaborant avec de grands chercheurs et signant des articles importants, notamment en ce qui concerne les liens entre science, cinématographie et pédagogie⁵⁶.



Fig. 60. Caméra sur microscope de Jean Comandon (vers 1931) © CNRS

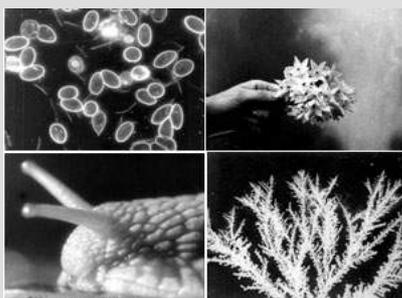


Fig. 61. Photogrammes de films de Jean Comandon. En haut, de gauche à droite : *Spirochaeta gallinarum*, Germination du pollen en bas, de gauche à droite : *L'Escargot*, *La Cristallisation* © CNC

⁵⁶ En parallèle à l'inventaire et à la restauration de ses films entrepris par le Centre National du Cinéma et de l'image animée, l'ensemble des archives papier du docteur Jean Comandon, ont été données à la Bibliothèque Nationale de France par ses héritiers en 2014. Le fond comporte plus de 400 films, dont des images de microbiologie, mais aussi des films de chirurgie, de vulgarisation zoologique ou de propagande hygiénistes, ainsi que des médailles et récompenses. Les archives sont consultables au département de l'audiovisuel de la BnF – site François Mitterand.

La verrière de l'atelier a aujourd'hui disparue de la terrasse de l'aile Nord, cependant, tout un ensemble de services qui s'étaient développés en parallèle se sont à présent regroupés dans le Pavillon de la Communication, ancienne station de recherche Claude Bonnier depuis sa rénovation, en 1987-1988. En 1988, y est installé le Groupement des Unités de Communication (GUC) de la direction de l'information scientifique et technique du CNRS, qui deviendra la direction de la communication en 2005⁵⁷.



Fig. 62. Vue sur l'ONRSI en 1931 depuis les usines Renault. Station de recherche Claude Bonnier au premier plan.



Fig. 63. Entrée de la station d'essais, travée 4, sur le site de l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions à Bellevue, Meudon, le 15 juin 1931. © CNRS Photothèque/Fonds historique



Fig. 64. Façade du pavillon Bellevue, 2013. © CNRS Meudon/Bernard Souty

⁵⁷ Source : http://www.cnrs.fr/cnrs-images/images/patrimoine/Poster_PavillonComm.pdf



Fig. 65. Pavillon de la communication, 2013. © CNRS Images/Nathalie Lambert

Depuis 1973, le Service d'étude, de réalisation et de diffusion de documents audio-visuels (Serddav), en parallèle de ses productions, recense les films réalisés en France avec une participation du CNRS. Suite à divers remaniements, il est remplacé en 1982 par le CNRS Audio-visuel, auquel la photothèque (créée en 1975), est regroupée également en 1988. Le service prend le nom de CNRS Image en 2004, et est rattaché à la direction de la communication.

En parallèle au journal du CNRS, nous nous sommes également penché sur les revues françaises publiées sous format papier et disponibles en kiosques à journaux⁵⁸. *La Recherche*, *Sciences et vie*, *Science et avenir*, *Pour la science*, etc., toutes ces revues de vulgarisation largement diffusées, ont la particularité de mobiliser l'« image scientifique » pour accompagner les articles ou révéler des faits ou des découvertes. Ces images — étant le plus souvent décontextualisées de leur complexité expérimentale, diluant le développement de leur technicité — font souvent l'objet d'une colorisation « spéculative », souvent sans d'autre raison d'être qu'une « belle publication » ou de révéler la « bonne forme » de leur re-présentation et de leur dé-monstration. J.-M. Lévy-Leblond a proposé de nuancer, la notion de beauté chez certains scientifiques (Lévy-Leblond, 2010) Pour lui en effet, considérer le sentiment d'une « beauté » qui serait propre à la science est en effet très enraciné, voire « trop » pour le rejeter en bloc, mais il convient de distinguer ce qui serait selon lui une idée « naïve » de beauté — qui pour lui n'est guère opérante en science— avec l'existence d'une « composante esthétique »,

⁵⁸ La revue *Nature* ne trouvant pas son équivalent dans le champ français.

comme l'analyse de C. Jullien sur les mathématiques à partir de la théorie goodmanienne (Jullien, 2008). Lévy-Leblond en effet critique cette « stratégie de charme », présente dans toute une iconographie médiatique et des illustrations spectaculaires, qui ne constitue pas la « substance même du travail scientifique » (constitué d'histogrammes, de registres de données numériques, de spectrogrammes, etc.), mais plutôt une « jouissance de la sensation immédiate au détriment d'une esthétique de la perception cultivée (Lévy-Leblond, Op.cit., p. 24). Cette dernière, fruit de l'élaboration patiente, « artisanale et modeste », non exempte de jubilation et d'intensité dans les relations esthétiques, n'est pas de l'ordre du « dévoilement inaugural ». Cependant, des objets et des relations qui étaient initialement invisibles deviennent visibles et même palpables par l'habileté technique et l'instrumentation technologique.

III.I.1.3.2. Observation et représentation

De nombreux autres micro-dossiers ont été mis en évidence dans le blog de *CNRS Images*, dont un consacré à la visualisation de l'atome sous la forme d'un entretien avec C. Bigg⁵⁹. N. Baker, qui mène l'entretien, fait le constat que lorsque l'on fait la requête « atome » sur le site de la photothèque de CNRS Images, l'on se retrouve devant de nombreuses images, de types très variés.

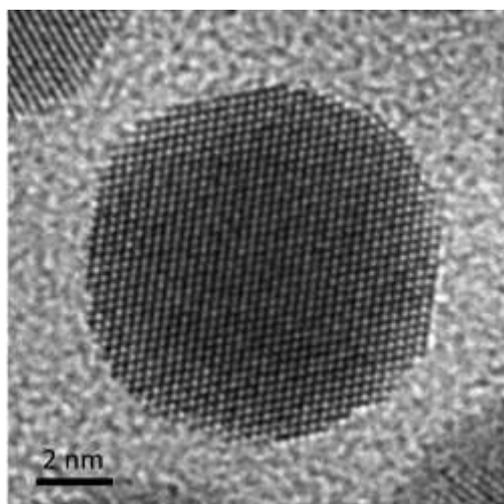


Fig. 66. Exemple 1 : Monocristal d'or de 8 nanomètres observé par microscopie électronique à haute résolution. L'arrangement parfait des atomes d'or révèle l'absence de défauts cristallins. © ERC/CNRS Photothèque / Marie-Paule PILENI, Nicolas GOUBET

⁵⁹ Voir : Baker N., *L'atome en image*. Entretien avec Charlotte Bigg, Publié le 2 Mars 2016. En ligne : <https://lejournal.cnrs.fr/nos-blogs/les-yeux-de-la-science/latome-en-images>.

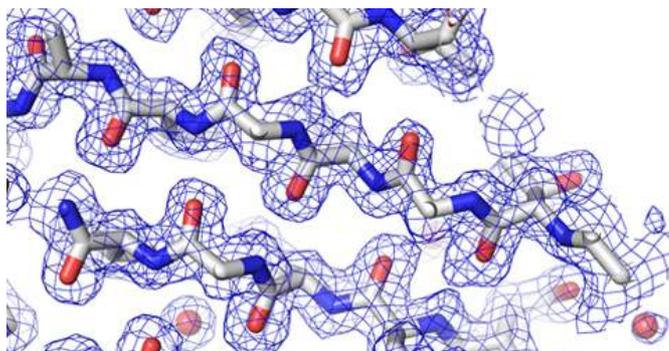


Fig. 67. Exemple 2 : Image 3D d'une protéine obtenue par cristallographie des rayons X. Le signal de diffraction des RX par le cristal de protéine permet de reconstituer le nuage électronique (volume bleu) qui entoure les atomes. © IBMC / CNRS Photothèque / Claude SAUTER

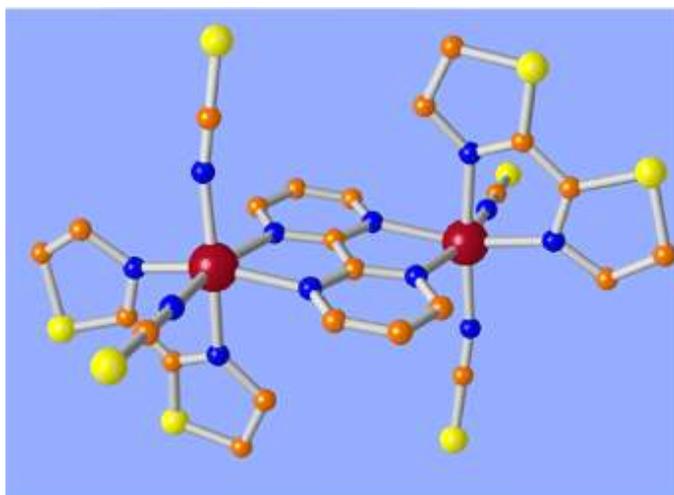


Fig. 68. Exemple 3 : Cette figure représente la structure d'un complexe organométallique : $\text{Fe}(\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2)[\text{Pt}(\text{CN})_4]$. Les atomes de fer sont en rouge, les atomes de carbone en orange, ceux d'azote en bleu et de platine en jaune. Les atomes hydrogènes ne sont pas représentés. Ce composé est étudié pour ses propriétés électroniques, au sein de recherches visant à stocker de l'information dans des matériaux moléculaires par voie optique. © LCC / CNRS Photothèque

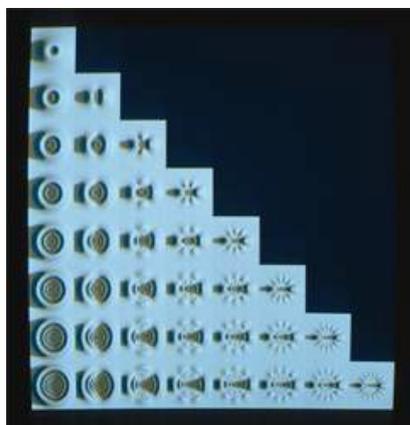


Fig. 69. Exemple 4 : Visualisation en 3D de la densité de probabilité de présence de l'électron dans 36 états propres de l'atome d'hydrogène. © CNET / Lactamme / CNRS Photothèque / Jean-François Colonna

Charlotte Bigg met en avant, l'illusion de la commensurabilité entre le « monde atomique » et celui de notre perception par les technologies microscopiques. En effet, il n'y a aucune manière de « voir » un atome, ni à l'œil nu, ni avec un microscope optique, car sa dimension est inférieure aux longueurs d'onde de la lumière visible, et Bigg pointe que c'est cette illusion qui donne « l'impression qu'un progrès continu des technologies microscopiques nous permet, en quelque sorte, de *zoomer* dans des dimensions de plus en plus petites. » Car poursuit l'historienne, « l'impossibilité d'une perception optique de l'atome ne veut pas dire qu'il est inaccessible à l'expérience ou irréprésentable ». La variété des images que l'on peut ainsi trouver de l'atome correspond à des propriétés différentes de celui-ci, de même qu'à des traditions différentes. Ce que Bigg mentionne notamment, c'est qu'en chimie, en physique, en biologie ou en science des matériaux on n'aborde pas l'atome et les molécules de la même manière : « le choix même de travailler sur des images et/ou des données varie selon les disciplines et les approches » (Voir Galison, 1997). La diversité de leur traitement comme de leur rendu est fonction également du type de données produites et des conventions de représentation. Celles-ci dépendent de la succession des médiations techniques dont elles font l'objet dans leur traitement de même qu'elles sont elles-mêmes dépendantes des instruments utilisés.

M. Lynch a beaucoup analysé des cas d'illustrations scientifiques pour examiner les conventions utilisées par les chercheurs en laboratoire afin de rendre leurs objets d'étude visibles et analysables (Lynch, 1985a). Ces conventions deviennent des caractéristiques de recodification de rendus graphiques qui reflètent l'organisation disciplinaire du travail scientifique autant que l'organisation des objets naturels et leurs relations. Le processus de travail avec de tels matériaux ne peut pas par conséquent être caractérisé par la seule focalisation sur les références verbales à un objet, ni aux inscriptions littéraires, car selon lui il est intimement lié aux dispositifs et appareils d'enregistrement et de production de rendus visuels et scripto-graphiques qui y sont associés. L'histoire des pratiques, qui mettent en avant le *design*, est souvent liée de ce fait à la fois à celle des objets dits « décoratifs », aux pratiques artisanales (d'un « bel artisanat »), mais également aux évolutions successives des techniques, notamment de fabrication d'objets de la vie quotidienne.

De notre point de vue serait également utile de songer aux modes de fabrication de ces objets, à l'implication humaine et au jugement exercé face aux instruments (Simondon, 1958/1989; Galison, 1981/2002, 1997 ; Lynch, 1985a, 1985b ; 1998; Clarke

et Fujimura, 1992/1996), de mesure et d'enregistrement de la réalité du monde physique, aux appareils (Huyghe, 2004) d'inscription et leur influence sur les modes de représentation (Klein, 2001), mais également à l'architecture des laboratoires et l'agencement des pratiques qu'elle sous-tend (Galison & Thompson, 1999).

Le modèle critique de ces modes de fabrication comme des représentations, nous l'empruntons dans un premier temps à l'essai *Representation is overrated. Some Critical Remarks about the Use of the Concept of Representation in Science Studies*, de Lynch (Lynch, 1994). Celui-ci y utilise une expression parallèle à celle de I.Hacking lorsque ce dernier formula une critique du concept d'observation comme central dans l'héritage positiviste, sous le titre « L'Observation a été surévaluée », première sous-partie du chapitre dédié à l'observation dans son livre *Concevoir et Expérimenter. Thèmes introductifs à la philosophie des sciences expérimentales* (Hacking, 1983/1989).

Plutôt que de rejeter le concept d'observation, Hacking met en avant une acception différente du concept d'observation, notamment dans les systèmes de classification en sciences « naturelles » (Hacking, 2001). C'est ce point qu'il exemplifie par l'analyse d'un enregistrement que lui-même, avec H. Garfinkel et E. Livingston ont réalisé dans une étude qu'ils firent ensemble de la découverte d'un nouveau pulsar optique⁶⁰ à l'observatoire Steward en 1969 (Garfinkel, Lynch, et Livingston, 1981).

⁶⁰ Au 18 Juin 2016, l'encyclopédie en ligne Wikipédia consacre une page à la notion de pulsar en le définissant comme « un objet astronomique produisant un signal périodique allant de l'ordre de la milliseconde à quelques dizaines de secondes. Ce serait une étoile à neutrons tournant très rapidement sur elle-même (période typique de l'ordre de la seconde, voire beaucoup moins pour les pulsars milliseconde) et émettant un fort rayonnement électromagnétique dans la direction de son axe magnétique. » Une autre page est dédiée à celle de pulsar optique : « Un pulsar optique est un pulsar qui peut être détecté dans le spectre visible. » Et une autre au Pulsar du Crabe, qui « a été détecté par des techniques stroboscopiques le 16 Janvier 1969, à l'observatoire Steward en Arizona. » La page wikipédia s'appuie notamment sur les publications de plusieurs équipes concurrentes, en détaillant le chevauchement des recherches, dont celle de l'observatoire Steward. Voir : https://fr.wikipedia.org/wiki/PSR_B0531%2B21#cite_note-6 ; W. J. Cocke, Mike Disney & D. J. Taylor, *Discovery of Optical Signals from Pulsar NP 0532*, *Nature*, 221, 525-527 (1969) Voir en ligne (accès restreint) : <http://cdsads.u-strasbg.fr/abs/1969Natur.221.525C>.



Fig. 70. L'environnement immédiat du pulsar du Crabe (ou PSR B0531+21, NP 0532, PSR J0534+2200), en optique (image Hubble, en rouge) et en X (image Chandra, en bleu). (Époque J2000.0) Source : Wikipédia

Lynch met en avant la phrase « This next observation will be observation number eighteen », prononcée par un assistant de l'équipe de nuit. Cette annonce sert à initier une séquences d'actions dans lesquelles le télescope est mis dans une certaine position, de même que le dispositif photoélectrique connecté au télescope est réglé à une fréquence particulière pour enregistrer les données d'une étoile « source » que les astronomes présents à ce moment ne peuvent pas voir autrement qu'en regardant un motif de points s'affichant sur un moniteur d'oscilloscope. Ce que nous dit Lynch, c'est que l'observation n'est pas complète tant que les participants ne sont pas retournés dans leur bureau pour analyser les résultats, documentées par enregistrements graphiques, et acquis la validation de leurs collègues (voire aussi l'acquiescement de certains rivaux). Ainsi s'établit dans toutes ses dimensions pratiques le « fait » qu'ils ont en effet « observé » un phénomène important, un pulsar optique. L'observation est un événement local : une séquence d'action combinées à un agencement d'instruments et une « trouvaille » rapportée/créditée.

III.1.2. Le concept de *Drawing as*

L'ouvrage *Representation in Scientific Practice* (1990) par M. Lynch et S. Woolgar, marqua un tournant dans la sociologie des sciences qui ne s'était jusqu'alors intéressée que très peu à l'importance des images dans les pratiques scientifiques. Dans cet ouvrage, Lynch et Woolgar, ont rassemblé des articles élaborés sur la base de l'anthropologie de laboratoire, et appliqué des méthodes ethnographiques et ethnométhodologiques pour

montrer que les représentations visuelles ne peuvent pas être comprises en dehors de leur contexte d'utilisation. De la même manière, il ne suffit pas de décrire le contenu des images et ce qu'elles semblent donner à voir, il faut également étudier le contexte éditorial et l'arrangement texte/image dans lesquelles elles sont prises et utilisées. Lynch et Woolgar ont 25 ans plus tard republié ce collectif (Coopmans, Vertesi, Lynch et Woolgar, 2014), avec en supplément des textes de C. Coopmans et J. Vertesi. y présente le concept de *drawing as* dans un chapitre d'ouverture (Vertesi, 2014). Le chapitre présente la première version d'une étude ethnographique qui a plus tard donné lieu à un ouvrage publié en 2015 sous le titre *Seeing Like a Rover: How Robots, Teams and Images Craft Knowledge of Mars* (Vertesi, 2015). Vertesi passa deux ans au sein d'une équipe de la NASA qui travaille sur l'exploration de Mars à l'aide du Rover *Opportunity*. Dans son étude, elle développe le concept de *Drawing as*, basé sur un corolaire des concepts de Wittgenstein du « voir-comme » (*seeing as*), et celui de Hanson d'observation « chargée de théorie » (*theory-laden*) (sur lequel nous reviendrons plus loin). C'est l'idée que « nous structurons ce que nous voyons », notre perception étant toujours constituée, informée de sens, catégorisée (l'idée kantienne qu'elle ne va pas sans concept) prenant ainsi pour exemple le fameux dessin du « lapin-canard » de Jastrow.

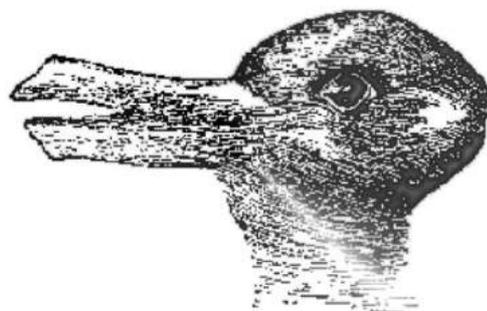


Fig. 71. Lapin-canard (d'après un original allemand), Jastrow, J., 1899.

Vertesi met en avant dans ses observations le travail d'un technicien chercheur, Ben, dont le rôle est de générer des images, en les implémentant dans plusieurs logiciels, évaluant les aspects à mettre en évidence, utilisant des filtres pour les révéler, les colorisant, leur appliquant une texture, etc. Ces interventions successives déterminant autant des étapes de travail que de degrés d'interprétations. Ce qui nous intéresse dans l'étude de Vertesi, c'est à la fois le phénomène de changement d'aspect des images qui entraîne des « interprétations » successives, et en même temps, comment ces images produites à l'aide de logiciels interagissent avec le processus de production et de

reconnaissance qui s'installe d'emblée dans une dynamique et une continuité, où le sens d'appréhension se place au niveau de la perception (notamment par l'exemple des étudiants qui « travaillent les images » sans avoir de réelles notions des calibrages de départ permettant les interprétations souhaitées). C'est la conjugaison de deux thèses, selon la formule de J. Benoist :

« 1°/ *Percevoir, ce n'est pas juger.*

2°/ Et pourtant, *percevoir, c'est percevoir du sens* — ou tout au moins, suivant une rectification dont on comprendra l'importance par la suite, cela *peut* l'être. » (souligné par l'auteur) (Benoist, 2001)

Vertesi parle de « evolving conversations évolutives ». Une image peut devenir colorée, annotée, et « overlain » par les effets graphiques. Dès l'instant où chaque image est planifiée, négociée, annotée, discutée, transformée et que l'on « parle pour elle », on peut d'une part considérer que des milliers de mots la façonne, mais également que chaque « itération » capture un moment de consensus dans l'évolution et l'histoire de la mission (Vertesi, Op.cit., p. 249). De la même manière l'application de différents filtres peut faire apparaître des aspects différents dans une même image. Ainsi par exemple, une image pourra à la fois révéler la texture des roches pour permettre aux géologues d'en déduire la stratigraphie, et en même temps mettre en avant les différentes couleurs de la surface pour permettre l'interprétation de la composition des roches et du sol.

En fonction des filtres utilisés, on peut *voir* l'image du Cap-Vert, ou une zone de Mars, *comme* une falaise stratifiée ou *comme* un dénivelé composé de différents sols. Vertesi souligne néanmoins une différence importante entre le lapin-canard et l'image de Mars, comme le souligne T. De Meyer : « Dans le premier cas, *seeing as* est une expérience personnelle et involontaire, alors que dans le second cas, il s'agit d'une expérience *intentionnellement* construite. Le travail volontaire cherchant à *faire voir* une certaine image *comme* un concept analytique est ce que Vertesi propose d'appeler *drawing as*, *dessiner* par exemple le Cap-Vert *comme* une falaise » (De Meyer, 2016). C'est suivant Benoist, le caractère « catégorial » de l'intuition, présent dans le concept de matière, « noyau du « sens d'appréhension » husserlien » : « La matière est cette propriété résidant dans le contenu phénoménologique de l'acte qui ne détermine pas seulement que l'acte appréhende l'objectivité, mais aussi aussi à *quel titre* [*als was*] il l'appréhende, quels

caractères, quels rapports, quelles formes catégoriales il lui attribue. » (Hua, XIX/1, p. 430, cité par Benoist)

Le concept de *drawing as* pose aux dires de De Meyer une question : « *comment une communauté scientifique arrive-t-elle à voir de la même façon une image ?* » *Drawing as* dans ce cas peut prendre deux acceptions différentes, et l'expression nous semble avoir à la fois des proximités avec l'idée de design que nous évoquions au chapitre précédent, et avec celle de « style de pensée » que nous aborderons plus tard dans ce chapitre.

Il nous faut donc revenir sur la problématique du dessin, en tant qu'activité de *tracés*, de *contours*, et plus particulièrement sur ce que le dessin dit « d'observation » implique, dans la construction de la connaissance, par ce qui est observé. Rappelons que la tenue de carnets de croquis, de dessins d'observations, est une étape fondamentale à toute consignation, indexation et outils de mémorisation comme de projection. La place du « carnet de manip », en chimie, ou du carnet d'expérience en physique, y tient également un rôle d'authentification et de facilitateur de reproductibilité des protocoles, et de comparateur de résultats. S. Bouftass a consacré son travail de recherche en esthétique à *La morphologie du corps humain entre pédagogie et science du corps* (2010). Son appartenance institutionnelle de plasticien, d'enseignant chercheur à l'Ecole Nationale d'Architecture de Rabat et Professeur à l'Ecole Supérieure des Beaux-arts de Casablanca, ajoute à son analyse du théoricien de l'approche philosophique de l'art, et de l'enseignant, celle du plan en Architecture, et du dessin d'observation aux Beaux-arts. Dans la préface de son essai *Le dessin d'observation, méditations phénoménologiques*, P. Bonafoux, commence par une citation qu'il intitule une « brève remarque », de Saïd Bouftass, qui cristallisent l'enjeu qui tisse les liens entre le dessin et l'observation : « Je dessine pour ne pas être moi-même étranger au monde que je regarde. » (Bouftass, cité par Bonafoux, 2011, p. 5). On peut voir dans cette phrase le prolongement de la réflexion phénoménologique de M. Merleau-Ponty, et qui s'inscrit dans une longue tradition de propos tenus par des artistes sur leur pratique du dessin. Bonafoux en cite quelques-unes dans la préface, dressant une continuité soigneusement sélectionnée entre Vasari, Alberto Giacometti, Vincent Van Gogh, Léonard de Vinci, Salvador Dalí ou encore Matisse.

L'expérience du dessin d'observation décrite par Bouftass dépasse le simple exploit technique souvent associé à la copie, ou à l'imitation. D'après lui dans le dessin d'observation il ne peut y avoir de recherche de l'exactitude photographique, même si

bon nombre d'épreuves préparatoires à des toiles ou gravures depuis les ambitions naturalistes, jusqu'aux performances de précision de l'époque contemporaine de l'hyper-réalisme peuvent être considérées comme représentatives d'un savoir artistique.

D'après Bouftass, l'on ne mesure pas suffisamment la force sémiologique et la dimension phénoménologique du dessin d'observation. La pratique du dessin d'observation a « un enjeu ontologique et puise son inspiration dans la méthode phénoménologique et il n'est pas étonnant de voir que Merleau-Ponty a pu trouver l'expression par excellence de sa phénoménologie dans la peinture. (Bouftass, Op.cit., p. 9). Le « dessin d'après modèle » ne consiste pas tant à maîtriser ou à avoir une quelconque puissance sur celui-ci, mais plutôt à se confronter aux limites de sa perception, alors que c'est elle-même qui est susceptible d'en *délivrer* le sens. Dans l'activité de « représenter ce que l'on regarde » dans le dessin d'observation, la difficulté pour le plasticien chercheur ne réside pas tant dans l'exercice de copie des formes, que dans la difficulté de les percevoir : « Je crois savoir regarder, je me rends compte que je perçois les choses sans jamais vraiment les apercevoir. » (Ibid.) Rendre visible par la trace du crayon nécessite un effort, de concentration, d'attention et de mémoire. Mais cela nécessite également de se plonger dans la structure de la chose que l'on souhaite représenter (et cela implique éventuellement un changement d'outils, comme par exemple entre le pinceau ou le fusain, et dépend aussi des propriétés des supports.

Nous avons mentionné au chapitre précédent le travail de recherche anatomique de Léonard de Vinci : la dissection lui permettait de comprendre la structure interne du corps, ensuite en « intégrant » cette structure dans le dessin il pouvait l'appliquer dans ses tableaux. Dessiner d'après observation permettrait donc de comprendre les structures des choses que l'on souhaite représenter graphiquement⁶¹. Or, l'habileté technique et la sophistication du tracé, comme une vision « exacte » de la nature, ne sont pas suffisantes pour regarder et observer, et ont une *histoire* (Daston et Galison, 2007). Une observation attentive permet de « synthétiser » ou à rendre intelligible une forme, ou une situation. De la même manière, la connaissance de caractéristiques ou d'éléments spécifiques à observer, l'habitude, l'entraînement à la reconnaissance de formes

⁶¹ Ce n'est pas la même chose tout à fait que reproduire une photographie par exemple ou un autre dessin — même si l'apprentissage du dessin passe souvent d'abord par cela, pour se familiariser avec les outils — car cela « pré-forme » le regard, en permettant d'identifier des « traits » caractéristiques. Nous reviendrons sur cet aspect de « reproduction d'après photographie » et d'identification par le dessin de traits spécifiques lorsque dans la seconde partie nous aborderons une commande qui nous a été faite par un couple de chercheur travaillant sur les consultations en analgésie.

spécifiques permet une meilleure synthèse, laquelle conditionnera à son tour ensuite les observations futures (on trouvera plus loin cette même position mais d'un point de vue épistémologique chez L. Fleck et M. Polanyi).

Prenons un autre exemple d'utilisation du dessin dans l'activité scientifique : celui de l'enquête anthropologique. M. Taussig s'est intéressé au dessin d'un point de vue anthropologique non pas pour considérer ce que nous voyons ou ce que nous pensons voir lorsque nous regardons des images, mais plutôt quelle part de magie « sympathique » est en jeu lorsque l'on fabrique une image. (Taussig, 2009) En faisant référence à l'ouvrage de Mitchell *What do picture wants ?* que nous avons évoqué au premier chapitre, il pense qu'il serait en effet très utile de s'interroger sur la volonté propre d'une image qui est en train d'être *produite*. Il s'agit d'une conversation à trois voix : l'observateur, qui est aussi le « fabriquant », relève à la fois du personnel et de l'intime tout en devant produire quelque chose qui excède le personnel, et la chose dessinée : « It's like a three way conversation is going on between the drawer, the thing drawn, and the hypothetical viewers. » (Taussig, 2009, p. 265). D'où vient l'intérêt de dessiner parfois au lieu de recourir à la photographie, et quelle différence entre ces deux modes de production d'image cela *produit*, ou *prend* ? Pour Taussig la facture des images graphiques, leur « rendu », joue un rôle déterminant dans leur réception et les informations qu'elles véhiculent. Ce que M. Kemp appelle la « rhétorique de la réalité ».

Michel Serres en parlant de la morphologie dans le dessin du héros Saint-Georges à la cuirasse noire de Carpaccio s'interroge :

« D'où vient qu'il existe une morphologie spatiale ou chromatique de l'opérateur négatif. (...) Cette morphologie est double. Car il y a deux négations, fondamentales et distinctes. La première est d'enfermement ou de fermeture. La définition spinoziste, *determinatio negatio*, c'est-à-dire la *définition* tout court, indique un schématisme clos. Elle nous fait tracer des bords, des limites, des lisières, des plages, des fins. Nier ou définir sont des opérations logiques. Mais Spinoza voulait un *mos geometricus*, une géométrie, c'est-à-dire un espace, un dessin. Dès lors, déterminer ou définir désignent une graphie.



Fig. 72. *Saint-Georges terrassant le dragon*, Carpaccio, 1502, Tempera sur panneau, San Giorgio degli Schiavoni

Pourquoi autrement, les nommer ainsi, par terme ou fin ? Une périphérie fermée, homéomorphe à une circonférence, par exemple les cercles d'Euler. Ce qui est là, dedans, n'est pas ce qui reste dehors. Logique et topologie de l'inclusion et de l'exclusion. Première opération ou premier graphe de découpage, hors l'exhaustion du défini, hors la clôture de la propriété, hors les axiomes de fermeture, le savoir fuit, comme irrattrapable. (...) Nul ne sait rien et n'est rien sans dire ou dessiner ce non. » (Serres, 1975, p.35-36)

III.I.3. Graphisme et rhétorique de la réalité

Au chapitre précédent, nous avons abordé l'acte d'image en référence aux études de Léonard de Vinci et à la rhétorique de l'arbre dans la construction des théories de l'évolution au XIXème siècle au chapitre précédent. A présent, il nous faut nous pencher sur la manière dont cette rhétorique, fait également figure de démonstrateur, en prenant l'exemple des esquisses de Galilée.

C'est M. Kemp qui a introduit la notion de rhétorique de l'image dans son dernier livre, *Structural Intuitions* (Kemp, 2016). Partant du concept d'intuitions structurales, Kemp met en avant une réciprocité entre structure et intuition, comme dans la notion d'imagination. La créativité en art et en science est selon lui « integral to recreate a modern humanism of knowledge », en accord avec le fait que les arts et les sciences, bien qu'ils ne s'amalgament pas et ils travaillent de manière très distinctes — avec des buts non logiques et logiques —, se fondent sur les mêmes instincts et intuitions. Pour

Kemp le savoir ne peut pas être séparé de l'émotion, leur racine commune est la stupéfaction vis-à-vis du monde, qui s'exprime ensuite au travers d'une intégration harmonieuse de toutes les facultés intellectuelles et créatives que nous utilisons. La rhétorique est dans ce cas un déploiement particulier de stratégies de persuasion, non une validation de contenu. De manière effective, les dispositifs rhétoriques dans le cas de productions graphiques, reposent en grande partie sur des types particulier d'intuitions structurales, servant à diriger notre attention à des éléments d'images que nous avons propension à comprendre et croire en termes de conviction et de consistance visuelle dans un contexte donné.

L'année 2009 a été désignée année mondiale de l'astronomie à l'occasion du 400ème anniversaire de la première utilisation astronomique de la lunette par Galilée dont il a fait état dans son livre *Sidereus Nuncius* (le messager des étoiles), souvent décrit comme la « plus importante publication du XVIIème siècle en terme de son impact sur l'imagination » (Nicolson, 1935, p. 235). Pour E. Tufte, elle est même à la « nonfiction » ce que l' *Hypnerotomachia Poliphili* (le songe de Poliphile) de 1499 est au design du roman-illustré en fiction (Tufte, Op.cit., p.97)

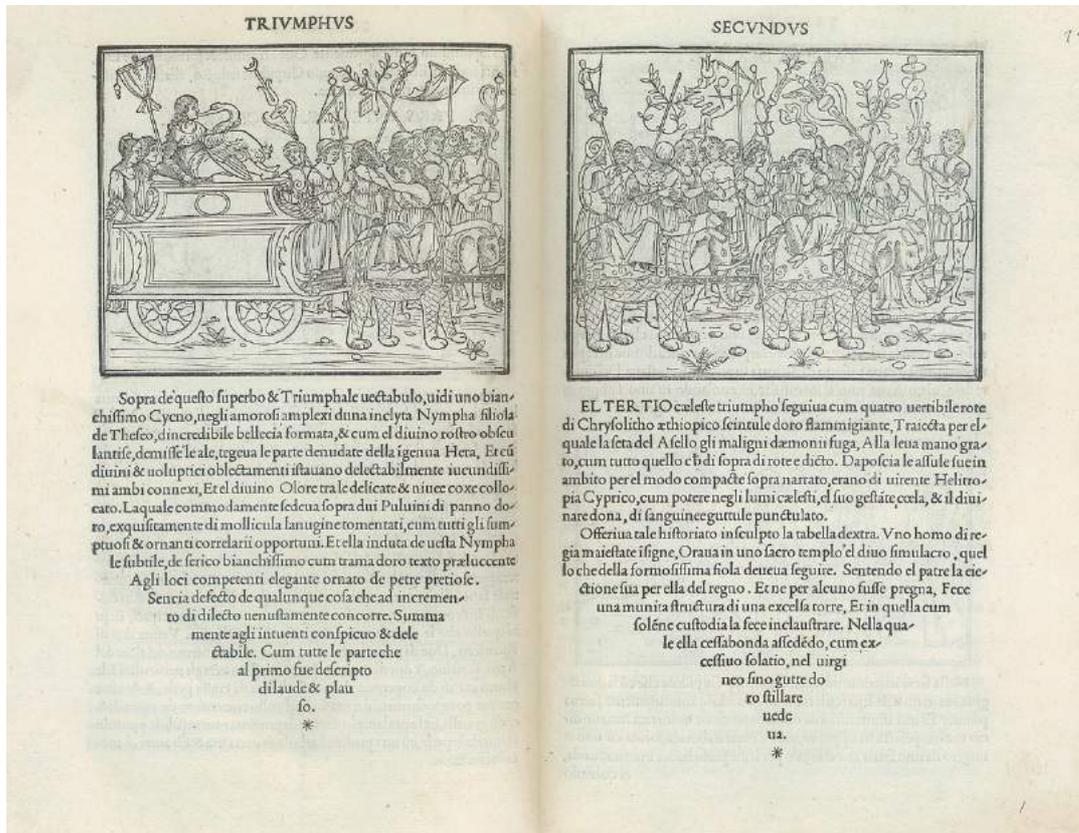


Fig. 73. « Le Triomphe de Leda », *Hypnerotomachia Poliphili*, Colonna, F., 1467 (imprimé en 1499)



Fig. 74. Le trophée des armées romaines, *Hypnerotomachia Poliphili*, Colonna, F., 1467 (imprimé en 1499)

L'œuvre de Galilée, qui inclut 78 images et dessins, intégrés avec des textes explicatifs, fait date parce qu'elle correspond à la première diffusion à grande échelle de représentations naturalistes de la surface lunaire et de son relief. Les observations lunaires de Galilée y occupent une place prééminente (30 % de 60 pages). Elles ne sont pas pour autant les premières représentations graphiques d'après observations télescopiques de la Lune, Galilée ayant été devancé de 5 mois par l'astronome et mathématicien anglais Thomas Harriot (dont les diagrammes et cartes lunaires, révélés plus d'un siècle plus tard, ont fait l'objet d'exposition en 2009 à Chichester).

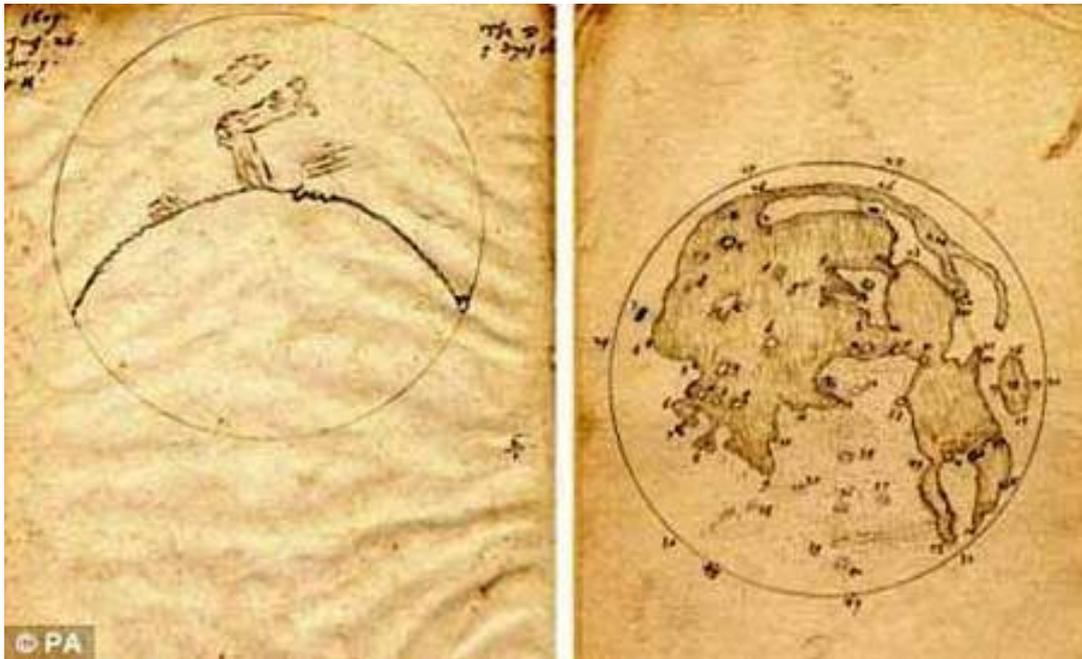
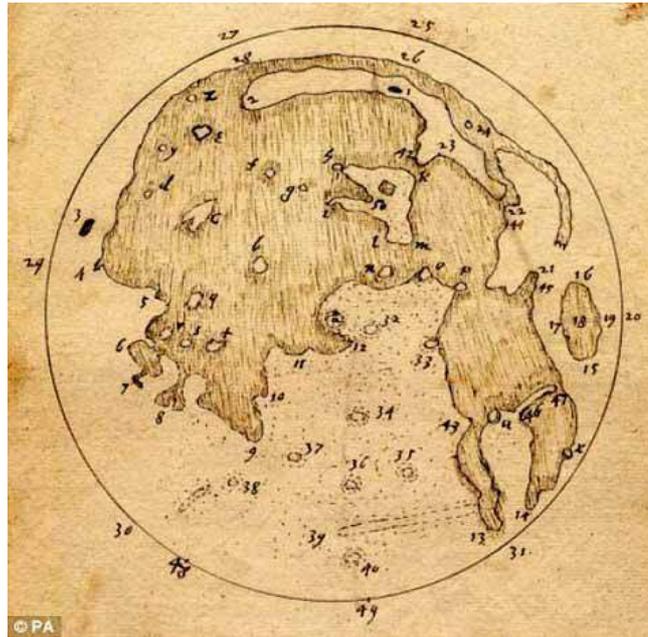


Fig. 75. Cartes de la Lune dressée par Thomas Harriot en 1609, cinq mois avant celle de Galilée.
Source : Royal Astronomical Society

Les dessins d'observation de la lune par Galilée avaient des objectifs multiples : tout d'abord narrative, car elles devaient contribuer à accompagner l'histoire que Galilée raconte sur le premier explorateur de la surface lunaire. La deuxième est de convaincre le lecteur de la réalité des détails observés sur la surface, même si l'effort de persuasion repose surtout sur le texte, dense et détaillé.

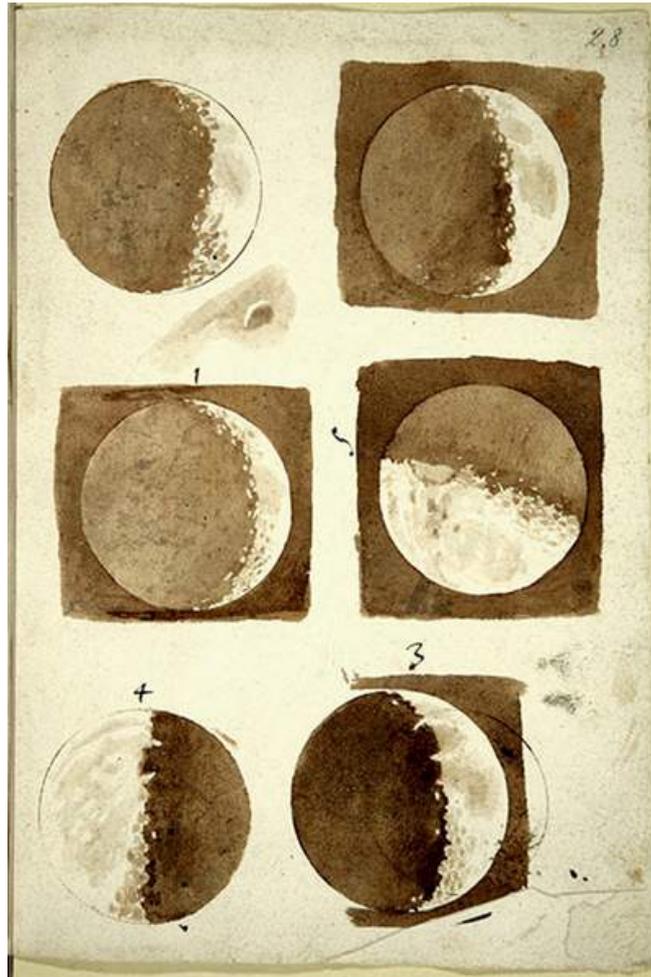


Fig. 76. La feuille de Florence, dessins de la Lune par Galilée
 Novembre-décembre 1609 – Source : Biblioteca Nazionale Centrale, Florence.

Plusieurs types de dessins coexistent dans l'œuvre de Galilée. Des esquisses aquarellées, comme celles ci-dessus, résultant de son observation, utilisent un jeu d'ombre et de lumière pour révéler les parties éclairées et non-éclairées de la Lune (les montagnes apparaissant comme des points « lumineux » dans la surface assombrie). Mais pour aller plus loin dans le détail, Galilée finança lui-même des gravures de ses images de la lune pour le *Sidereus Nuncius*⁶², beaucoup plus chères et difficiles à imprimer que les xylographies. Par ailleurs, pour combiner texte et image sur la même page, le papier devait passer sous deux presses différentes, une pour la typographie, une pour les gravures. Le *Sidereus Nuncius* contient cinq gravures : quatre originales et une reproduite, qui constituent les premières images astronomiques imprimées.

⁶² Voir les études détaillées de O. Gingerich et A. Van Helden, « From Occhiale to Printed Page : the Making of Galileo's *Sidereus Nuncius* », in : *Journal for the History of Astronomy*, 24 (2003), pp. 251-267 ; Voir également : A. Van Helden et M. G. Winkler, « Representing the Heavens : Galileo and Visual Astronomy », in : *Isis*, 83, 1992, pp. 195-217.

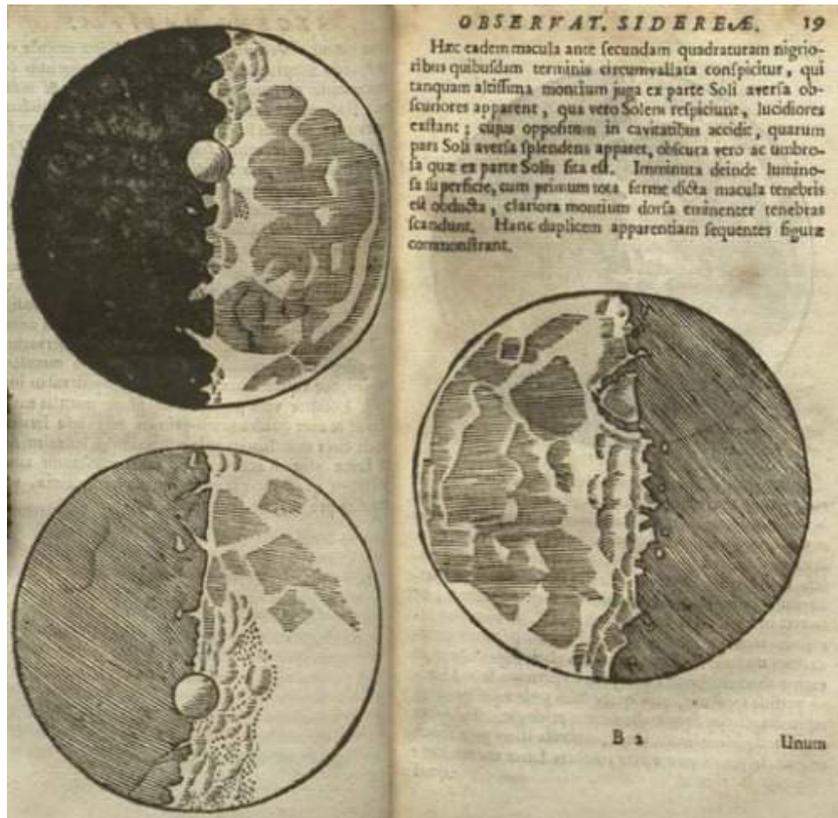


Fig. 77. Extrait du *Sidereus Nuncius*, Galilée, Venise, 1610, 9V-10R.

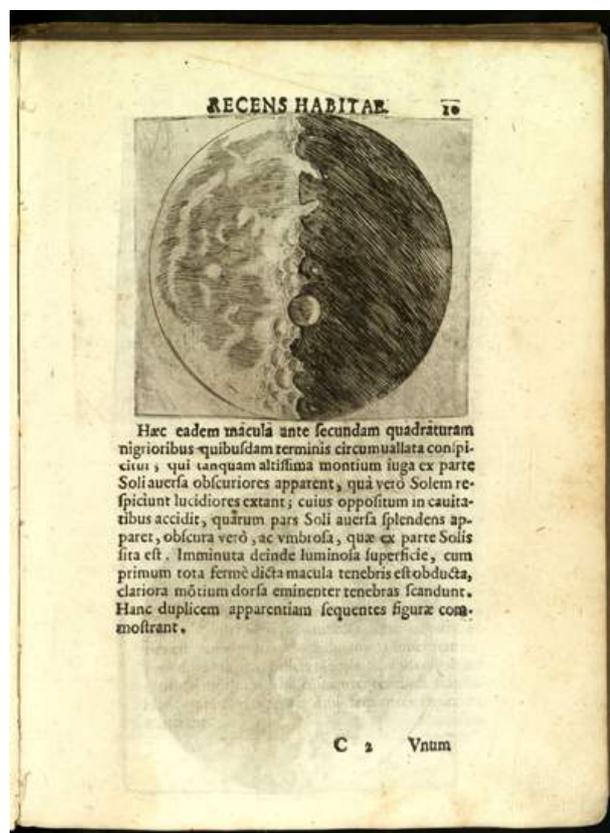


Fig. 78. Extrait du *Sidereus Nuncius*, Galilée, Venise, 1610, 9V-10R

Les illustrations de Galilée, à l'inverse de certaines images véhiculée par la scolastique d'astres à la fois de forme parfaite et immuable, participent également à la promotion d'une idéologie scientifique. En effet, en 1610 la découverte de tant de détails (et surtout d'irrégularités, de « rugosité » — accentués à la demande de Galilée pour appuyer son propos) étaient significative, car Aristote avait clamé que tous les corps célestes étaient parfaits, lisses, et sans défauts (à la différence de la Terre)⁶³. Leur autre fonction est celle d'être vecteur d'émotion, notamment d'émerveillement, ce qui a été mis en avant notamment par l'exagération du cratère et des défauts de surface.

N. R. Hanson dans son livre *Modèles de la découverte* (1958/2001), a étudié les illustrations de Galilée. Pour ce philosophe, les observations de Galilée et l'identification de « cratères » sont révélateurs d'un « voir que ». Pour Hanson, certes la lune « est grêlée de trous et de discontinuités ; mais dire de ceux-ci que ce sont des cratères (dire que la surface lunaire est couverte de cratères) , c'est infuser de l'astronomie théorique dans ses observation. » (Hanson, Op.cit., p. 71). Pour Hanson, parler d'une concavité en l'identifiant comme un cratère, c'est aborder la question de ses origines : « dire que sa création était rapide, violente, et le résultat d'une explosion » (Op.cit. 72). Selon lui, Galilée ne fit pas seulement des esquisses d'une sphère « trouée, grêlée », il *vit* des cratères. D. Freedberg (1989/1998) a fait une opposition entre « représenter » et « rapporter » (ou entre faire l'éloge et savoir) qui pourrait compléter les arguments de Hanson sur ces esquisses. Tandis que l'imagerie serait une modalité de fabrication de connaissance elle serait aussi une manifestation de la vision du monde, ce qui était déjà le cas chez Galilée.

Un troisième type d'images fut inséré dans l'ouvrage de Galilée peu avant son impression. Il s'agit de quatre pages (insérées entre la 16v et la 17r), qui rapportaient la découverte d'un grand nombre d'étoiles qui ne pouvaient être vu sans que l'œil ne soit assisté (Tufte, 2007). En distinguant les mots des images dans le raisonnement sur les objets célestes, dans le texte relatif aux étoiles représentées, Galilée fait le lien entre l'observation empirique et la crédibilité à travers l'expression « certitude visuelle⁶⁴ ».

⁶³ Elles serviront à Galilée lors de son procès comme « preuve » des conclusions de Plutarque — qui énonçait que la lune était une autre terre — contre la conception aristotélicienne des cieux

⁶⁴ Voir à ce propos : M. Clavelin, *Galilée, cosmologie et science du mouvement, suivi de Regards sur l'empirisme au XXème siècle*, CNRS Editions, Paris, 2016. L'auteur y souligne notamment que ces observations, bien que très importantes, n'étaient cependant pas maîtrisées, faute d'une théorie satisfaisante de la vision télescopique, et visible dans l'inexactitude des dessins. Selon lui la confiance que Galilée leur accorde est « dans le meilleur des cas un acte de foi ». (p. 176). Voir une analyse approfondie de cette déduction dans : Clavelin, M., *La philosophie naturelle de Galilée*, Paris, A. Michel, 1991 (Seconde édition), pp. 28-49

(*Ocula certitudine*), accompagnée de la description d'un instrument, le *perspicillum*, qui lui permis de voir des « choses que personne n'a jamais vues » (Koyré, 1957/ 1962)⁶⁵.

III.1.4. Images scientifiques et images de science

Le propre de l'image scientifique, une fois produite, est d'être utilisable à des fins multiples. En plus de sa fonction première d'outil d'appui à l'argumentation scientifique, elle est fréquemment utilisée à d'autres fins, tout au moins dans des disciplines très visuelles comme l'astronomie, notamment depuis les années 1990 et les « grands observatoires » (incluant les télescopes spatiaux Hubble et Spitzer, ou l'observatoire Chandra).

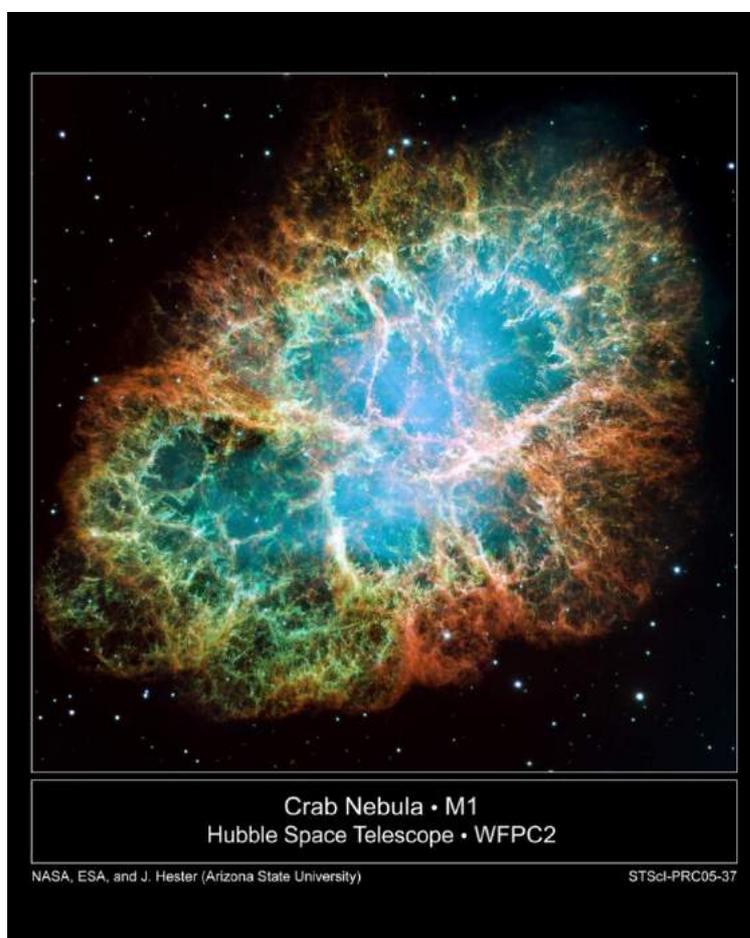


Fig. 79. La Nébuleuse du Crabe
©: NASA, ESA, J. Hester and A. Loll (Arizona State University)

⁶⁵ Pour Koyré, « il est donc naturel et que le Sidereus Nuncius ait été accueilli de prime abord avec méfiance et scepticisme et qu'il ait joué un rôle décisif tout le long du développement ultérieur de la science astronomique, qui se trouva désormais si étroitement lié à celui des instruments, que tout progrès dans l'un des domaines impliquait et entraînait un progrès dans l'autre. On pourrait même dire que, avec l'invention de Galilée, non seulement m'astronomie, mais la science en tant que telle entrèrent dans une nouvelle phase de son évolution, la phase que l'on pourrait qualifier d'instrumentale » (Koyré, Op.cit., p. ?)

En effet, comme l'ont expliqué François Wesemael et Doris Daou, respectivement du NASA Lunar Science Institute, et du Solar System Exploration Research Virtual Institute⁶⁶, l'image astronomique assume un nouveau rôle en étant au centre d'un énorme effort de vulgarisation (baptisé *Public Outreach*) qui vise à forger un lien entre la communauté scientifique et le public (Wesemael et Daou, 2014). L'esthétique des images aérospatiales et des rendus (*display*) est alors représentative d'une projection « mythique » sur l'image de science (Lynch et Edgerton, 1987).

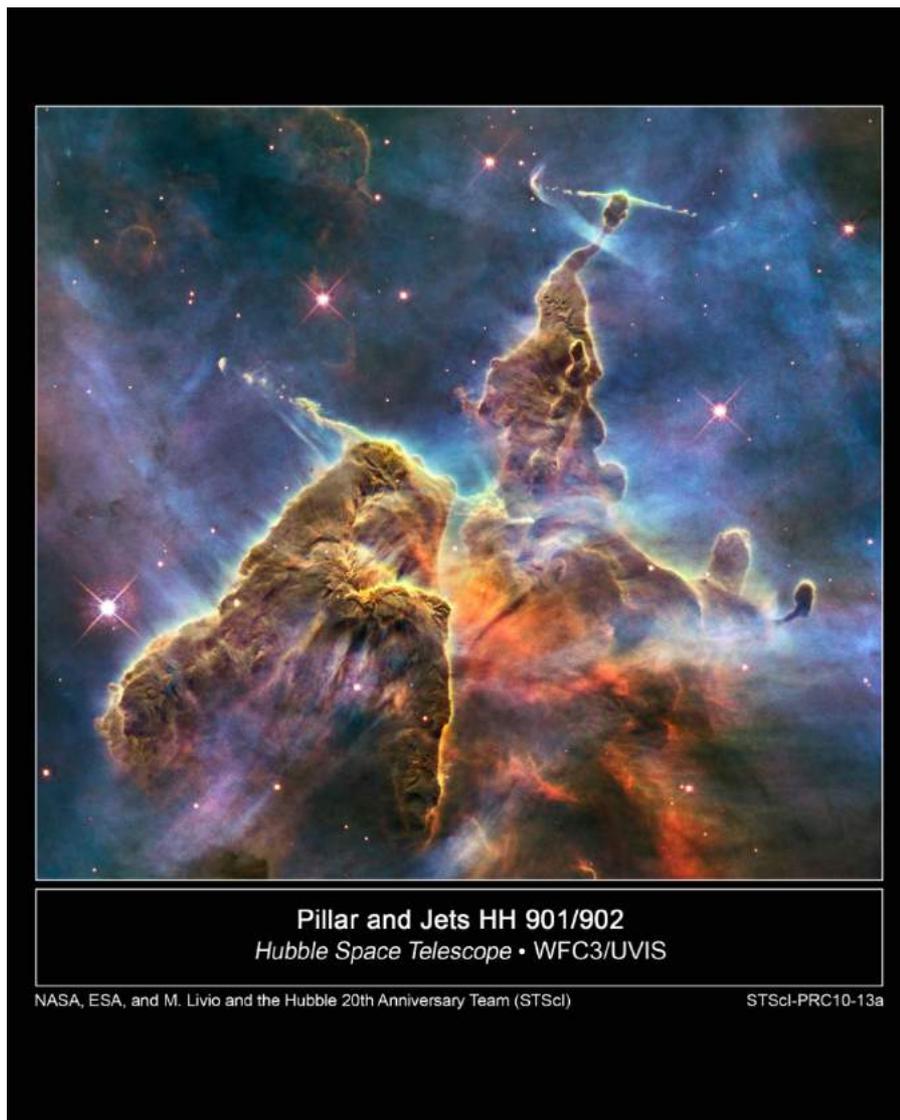


Fig. 80. La Nébuleuse Carina
© NASA, ESA, and M. Livio and the Hubble 20th Anniversary Team (STScI)

⁶⁶ Wesemael, F., Daou, D., « Entre art et sciences : objectifs, fonctions et nature de quelques images de la Lune depuis Galilée », in : *Art et sciences. Approches sémiotiques et philosophiques des images*, Beyaert-Geslin A., Dondero, M. G. (Dir.), Coll. *Cultures Sensibles*, Presses Universitaires de Liège, 2014, pp. 139-150.

Dans le cadre de la vulgarisation scientifique (notamment dans certaines revues comme *La recherche, Sciences et Vie*, etc.) comme dans les médias, beaucoup d'images sont utilisées afin de remplir le rôle de « connotateur de scientificité », selon l'expression de B. Jurdant (1973, p. 148-152). Or comme le souligne C. Allamel-Raffin, « leurs légendes ne comportent souvent pas la moindre référence explicite à l'instrument qui a permis de les produire. Ces images sont par ailleurs présentées comme immédiatement accessibles à tout regard, et il n'est fait que rarement mention des difficultés d'interprétation qui ont pu précéder la fixation de leur sens » (Allamel-Raffin, 2004, p. 9-10). Toutefois, pour Jurdant des notions scientifiques dans les textes de vulgarisation : (elles) « ne sont pas à comprendre au niveau de leur signification scientifique proprement dite. Elles signifient autre chose, c'est-à-dire la science elle-même, ou plutôt elles connotent la scientificité comme champ de vérité. » (Jurdant, Ibid., p.149).

Les images aérospatiales en sont un exemple frappant. Les images sur papier glacé que nous pouvons trouver dans les revues de vulgarisation scientifique, sont le fruit d'un long processus de traitements et de colorisation. En réalité, lorsque l'objectif de Hubble saisi une « image », elle correspond à une série de chiffres. Ces images transmettent à la fois mesure, calcul, et mythe⁶⁷.

La mesure a été souvent opposée à l'image, comme le savant à l'artiste. En exprimant les caractéristiques quantitatives (et donc mathématiques) d'un phénomène, la mesure a pu apparaître comme le principal attribut de la science. Le mesurable et les mathématiques étant souvent considérés comme l'essence de la science. Or, la mise en correspondance de phénomènes, leur mise en relation (Bachelard, 1938/1989) nécessite de dépasser le caractère solide des phénomènes. C'est la distinction entre l'« observable », le « détectable » et le « théorique » (Bouveresse, 2002). La mesure comporte aussi une activité qualitative, et l'image comprend également un aspect quantitatif de la mesure (Lee, 1996). Il ne s'agit donc pas de distinguer des postures cardinales entre les deux, mais plutôt cela permet d'observer comment la production d'image est au cœur d'un réseau de théories et de connaissances qui font débat entre disciplines et les acteurs d'obédiences disciplinaires souvent difficiles à concilier. Il faudrait sans doute même faut-il distinguer ce que l'on englobe sous l'étiquette d'« images scientifiques » de ce que l'on pourrait appeler des « images de science ». Les premières seraient celles qui

⁶⁷ Nous discuterons dans la seconde partie la construction d'espaces esthétiques dans ces relations en abordant la cartographie dynamique et ce que Edward Tufte appelle « le design analytique ».

permettent la vulgarisation et la diffusion des recherches vers le grand public, sous des modalités graphiques et des logiques communicationnelles et médiatiques normées. L'adjectif « scientifique » serait une étiquette contenant des styles, des codes, identifiables comme autant de familles de textures à connotation scientifique (images satellites, images de microscope, images à résonances magnétiques, radiographies, etc.).

On remarquera qu'à l'époque contemporaine, essentiellement depuis la fin du XX^{ème} siècle et la démocratisation de l'usage des outils numériques, le « style science » qui se dégage des nombreuses images véhiculées par les médias télévisuels, le cinéma, les journaux, et la figure d'expertise liée à leur « texture numérique » (programmatische, algorithmique, codée, soumise à des chiffrages ou des strates de résolutions mathématiques), apparaissent comme un retour mou à un scientisme par la texture des images. Les images de science, quant à elles, seraient les images produites « par hasard », en faisant les recherches, et non pas produites pour la diffusion (même si elles peuvent servir par ailleurs à diffuser également des résultats). Elles seraient plus complexes à étudier, car en réalité de quoi sont-elles faites/le produit ? Dans quels types de recherche produit-on des images, ou n'en produit-on pas ? Quelle(s) valeur(s) prennent ces images pour les chercheurs ? Sont-elles des outils de transmission au sein de la communauté de pairs et support de communications lors de colloques, de simples illustrations, ou sont-elles des éléments faisant partie intégrante de la résolution des problèmes, source parfois des questions à l'origine de ces problèmes, et de ce fait des composants essentiels à la construction des connaissances issues des laboratoires de recherche ?

Les outils et les instruments servant à produire ces images ont une histoire et des textures « plastiques » propres (selon que l'on étudie un dessin d'observation, une image animée issue de simulation logicielle, un relevé tracé par un sismographe, une radiographie, etc.). Non seulement l'observation de ces images mais aussi leur interprétation a une histoire. L'apprentissage de la lecture de ces images, les talents et savoirs-faire (*skills*) des savants ont fait l'objet d'une littérature vaste en philosophie et sociologie des sciences. Il faut ici partir de l'idée qu'un fait scientifique n'est jamais définitif, mais, toujours, susceptible d'être rectifié avec une nouvelle expérimentation. Pour Bachelard, l'esprit scientifique s'identifierait à la conscience de rectification. Lee propose deux caractéristiques propres à la mesure chez Bachelard : a) la mesure doit dépasser des expériences immédiates (fondées souvent sur l'empirisme naïf) à l'intersection des relations complexes et b) en dépit d'un caractère plus transcendantal, la mesure permet au théorique de se relier à la

pratique. La mesure est production, mais non reproduction. Bien que le rôle de l'instrument peut sembler se réduire à un rôle purement médiateur soumis aux contraintes techniques/ technologiques — et en suivant ce que Gaston Bachelard a pu proposer au travers de la « matérialisation » de la théorie à travers les instruments — les instruments permettent la production matérielle des objets de la théorie scientifique, mais aussi la production des concepts. Une théorie doit intégrer dans la constitution de ses modèles conceptuels les conditions techniques de sa réalisation, un instrument, dans la science moderne, étant véritablement « un théorème réifié » (Bachelard, 1933, p.140). Comme le commente Lee : « l'instrument mesurant est à la fois le théorème réifié et le matériel théorisé. D'une manière plus nette encore et quasi matérielle, on pourrait déterminer les différents âges d'une science par la technique de ses instruments de mesure » (Lee, 1996, p. 21). On peut penser que si « la science contemporaine pense avec ses appareils, non pas avec les « organes des sens_(Bachelard, Op.cit., p.9), l'instrument de la mesure est le « nouvel organe » et une « transcendance de la mesure»: la mesure ainsi organisée ne consiste plus seulement à «reproduire » le réel » (Lee, Op.cit., p.20)

« Est-ce que cela reviendrait à distinguer expérimentation et observation ? » comme se le demandait C. Bernard ? (Bernard, 1865/1966, p. 45). B. Bachimont a abordé la question d'un passage possible entre l'épistémologie de la mesure et celle de la donnée, au Forum des archivistes de l'AAF à Troyes. Dans son compte-rendu de la conférence, M. Grandjean note :« une trace donne lieu à un travail interprétatif de la personne qui lui fait face. La question se pose à un niveau sémiotique et culturel : nous avons besoin de notre perception pour accéder à la nature de son contenu, à travers la maîtrise des codes culturels qui forment le contexte de la trace (Grandjean, 2016)⁶⁸.

III.II. Observation et styles de pensée

La notion d'un *oculocentrisme* dans la pensée occidentale a été à de nombreuses reprises évoquée et critiquée, notamment par le biais de l'expression de « noblesse de la vue » de H. Jonas (1966/2001), ou dans la critique du visualisme par W. Ong (1982/2014). Les images, et le visuel d'une manière générale, ont pris une place très importante dans la société occidentale depuis la Renaissance et la révolution scientifique de Galilée (Jay,

⁶⁸ Nous prolongerons cet argument dans la seconde partie de cette thèse, lorsque nous aborderons la notion de « visibilité calculées » de Jean-François Coulais, et ce que nous appelons les « images diagnostiques ».

1993), importance qui s'est renforcée avec l'invention de l'imprimerie (McLuhan, 1962), et le déferlement des techniques aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècle (Tibon-Cornillot, 2003). Ce « régime scopique », selon C. Metz (Jay, 1993) serait caractéristique de la « modernité » du tournant visuel dans les pratiques et les savoirs, que nous avons présenté au premier chapitre. Dans ses études sur la photographie, M. Sicard, a montré que l'image se trouve toujours « écartelée entre voir et savoir » (Sicard, 1995). La question éminemment épistémologique : « voir, est-ce savoir? » conduit à qualifier par quels processus nous savons lorsque nous voyions, car « la preuve auto-construite supposée de la vision se dissout dans les limites des déplacements historiques des croyances à propos du pouvoir de la Nature sur l'Homme » (Daston, 2014). Ce qui revient à s'interroger par exemple sur la raison qui conduit un observateur du XIII^{ème} siècle à décider qu'une roche sur laquelle on perçoit une image emblématique (par exemple un camée) est une empreinte de la nature, alors que quatre siècles plus tard une autre roche sur laquelle on perçoit une image emblématique (un fossile) nous invite à débattre sur l'origine « naturellement déposée » ou « artificiellement formée » de cette apparition (Daston, 1998).

III.II.1. Voir, c'est déjà savoir

H. J. Rheinberger a résumé la dynamique d'une nouvelle réflexion sur la science qui s'est développée lentement au cours du XX^{ème} siècle (Rheinberger, 2014). Nourrie de différentes traditions nationales, cette dynamique « rend compte du développement des sciences dans son intégralité, qui doit être placé dans le contexte social et culturel du XX^{ème} siècle » :

« La représentation de la science comme processus commença à remplacer la vue contraignante de la science comme système total. Une science unique laissa la place à de nombreuses sciences, non réductibles les unes aux autres. » (Rheinberger, 2014, p.3)

Les années 1920 furent la décennie où l'immunologiste L. Fleck et G. Bachelard publièrent leurs premiers écrits. L. Fleck fut sans doute l'un des premiers à aborder la question de la construction collective du savoir scientifique et a même encouragé une « sociologie » de l'observation scientifique. Dans un article de 1935, *Observation scientifique et perception en général*, Fleck, en s'appuyant, d'une part, sur des exemples issus du développement de la microscopie de son époque et, d'autre part, sur des épisodes de l'histoire de l'anatomie, critique une série d'opinions traditionnelles au sujet de l'observation scientifique. Sa principale thèse est que l'activité perceptive requise par la

recherche scientifique, loin de constituer une base universelle, partagée par tous les individus « normaux » et soumise à des simples contraintes liées à l'attention et la « systématisme des actes d'observation », est conditionnée par la formation d'un chercheur et, plus généralement, par son appartenance à une communauté scientifique historiquement et socialement déterminée (Trizio, 2010). La perception, ainsi entendue, n'est pas une modalité élémentaire de contact avec des données externes, mais une mise en forme historiquement et socialement conditionnée de la réalité. Dans un essai de 1947 il étudie une étude de photographie de nuage, pour illustrer le point que : « pour voir, on doit déjà savoir ». Cette photographie, à première vue, peut en effet faire penser à de multiples choses : la surface de la peau, une route, une matière végétale, et à moins d'être un spécialiste ou avoir un œil aguerri à l'observation des nuages, il est extrêmement difficile d'identifier « ce que l'on voit ». De la même manière, dès que nous « savons » quoi voir, il est extrêmement difficile d'y voir autre chose. Nous serions en mesure de voir ce que nous voulons, mais nous ne reconnaissons que ce que nous connaissons déjà, c'est-à-dire ce que nous aurions déjà internalisé » comme *gestalt* ce que nous pouvons ensuite discriminer à partir du bruit de fond (Levitte, 2010). Ou encore, comme l'a dit Hanson : toute observation est déjà « chargée de théorie ».

III.II.1.1. Styles et collectifs de pensée

La plupart des objets *macro* et *micro* devant être observés le sont par le biais d'instruments et d'appareillages. Les objets visuels matérialisent ainsi véritablement le savoir et ensuite l'imposent, avec ses modalités de présentation, comme par exemple des aplaties qui en font des vues devant être communiquées. Toutefois, pour V. Flusser :

« L'objectivité des images techniques est illusoire. En effet, elles ne se contentent pas d'être symboliques, comme toutes les images ; elles représentent également des complexes symboliques beaucoup plus abstraits que des images traditionnelles. Elles sont des métacodes de textes qui (...) signifient non pas le monde du dehors, mais d'autres textes. L'imagination qui les produit est la faculté d'encoder des concepts provenant de textes dans des images ; et lorsque nous les considérons, nous voyons les concepts du monde du dehors dotés d'un nouveau code. [...] Ce qui a été vu en privé doit être publié, ce qui a été vu *subjectivement* doit devenir intersubjectif » (Flusser, 2015, p. 46)

Ce sont, pour reprendre la formule de C. Jacob (2011), des mains de l'intellect en tant que « penser est un travail des mains et ce travail ne semble insaisissable qu'aussi longtemps qu'il n'est pas étudié, il en est de même de la pensée technique » (Op.cit., p.

16), il semble que s'intéresser aux techniques d'inscription et de mise en forme visuelle est à la fois attendu, évident, et insuffisant pour expliquer les sciences et les techniques, mais également pour indiquer la direction de notre effort de problématiser la notion de design comme lieu d'un enchevêtrement de leurs mouvements. On a pu mettre en avant de grandes révolutions dans l'histoire des techniques d'inscriptions et d'enregistrement : l'écriture, l'imprimerie et la photographie en sont des exemples majeurs. Les trois sont des problématiques au cœur des activités de design, comme mise en forme du texte et rationalisation par la grille de mise en page du rapport texte/image, comme procédés relevant de médiations diverses de disposition spatiales et d'outillage (caractères en plomb, cadres, relation support/surface/encrage), et comme procédé de conception technique d'appareillage et de dispositif de cadrage (sans parler des techniques de traitement d'images contemporaines). Dans cette optique, la place du design dans la production d'images et de textes dans les laboratoires de recherche scientifique semble évidente. Mais on ne peut réduire le design aux modalités de fabrication technique, et de diffusion médiatique *scripto-visuelle* des données et des savoirs. Ainsi si nous suivons les arguments de Latour dans *Les vues de l'esprit*, « (...) la première chose à faire est de spécifier dans quelles situations une modification des techniques d'inscription pourra introduire une différence quelconque dans les façons d'argumenter et de convaincre. » (Latour, Op.cit., p.83).

Il peut s'agir du statut de l'énoncé, et de sa circulation d'un locuteur à un autre, et de s'interroger alors comment les inscriptions, qui par elles-mêmes ne suffisent pas à expliquer le développement cognitif des sciences et des techniques, participent (voire améliorent) la position du locuteur dans son effort pour convaincre (par la mobilisation, la présentation, la fidélité, entre autres). Cela revient notamment à réfléchir au statut de *preuve par l'image*, notamment dans les logiques de *démonstration*. Les mots, et non pas uniquement les instruments ou les techniques, façonnent la pratique des chercheurs et les connaissances qu'ils produisent. Or les instruments et les techniques, étant eux-mêmes conditionnés par des conditions de langage spécifique de description qui correspondent à des protocoles de métier, des manières et des « arts de faire » (De Certeau, 1990), engendrent ce que l'on pourrait appeler des modes opératoires, des protocoles, voire des modes d'emploi. Ce que nous appellerons, en empruntant l'expression de L. Fleck, des « styles de pensée ».

III.II.1.2 A propos de style d'observation

La notion de « style » peut paraître étrange pour aborder les activités de recherche, que l'on qualifierait de prime abord comme procédant de méthodes, et non de « style » ; le « style » paraissant trop adjectival et indicateur de propriétés esthétiques tellement son usage est associé à l'histoire de l'art et à la littérature. Les pratiques de laboratoires et les compte-rendus d'expériences ne sont pas vraiment associées dans l'imaginaire à l'écriture romanesque, à la peinture, ou à l'orfèvrerie. On nous reprochera sans doute de comparer des pratiques qui ne dépendent pas des mêmes cadres de lecture. Mais cette objection touche peut-être précisément l'objet problématique de notre propos. Pour nous la question des styles revient à s'interroger sur la façon dont les images et les pratiques s'agrègent, et à qui cela profite. La notion de style pourrait paraître hors de propos si l'on se réfère à l'usage habituel de ce terme en histoire de l'art, où elle a été utilisée pour qualifier des tournants, des ruptures, et des modes de production dans l'histoire des sciences elle-même. Le style est également emblématique de la notion fétichiste de marchandise. Dans le collectif *Picturing Science, Producing Art*, Jones et Galison réservent une partie de leur ouvrage collectif à la question du style. C. Ginzburg (1998) y propose deux notions de *styles* associés au travail de l'art (ou au produit de la science). L'un est relationnel (situé dans un moment historique particulier), l'autre est absolu (un attribut fixe de forme). Alors que l'absolu peut être compris au travers de la relation (historique), son contraire ne l'est pas (c'est-à-dire que l'un ne peut faire dériver l'histoire à partir de la *forme*⁶⁹) Jones et Galison ont également distingué les « analyses stylistiques », en tant qu'opération localisée chez l'observateur (le regardeur), le concept de style étant un phénomène inhérent et identifiable dans le travail à proprement dit (Winter, 1998). Un autre modèle du style serait de le penser comme tributaire à la fois de procès non nécessairement conscients, et d'autres déployés consciemment. Cette dialectique entre individuel (fabricants, lecteurs, objets) et social (modes de compréhension, producteurs d'objets contextuellement situés) serait intrinsèque à l'heuristique du style lui-même.

L'utilisation scientifique de la notion de style a soit effacé soit intégré la dimension individuelle dans la fabrique des « formes » graphiques en laboratoire de recherche scientifique, en suggérant des agrégations stylistiques qui fonctionnent en l'absence

⁶⁹ Nous reviendrons sur l'idée de la « forme comme histoire » à la partie suivante, au travers des travaux de Michael Leyton et suivant les analyses de Susan Buck-Morss et Edward Tufte.

d'imagerie dite « décorative ». Dans un article sur la distinction entre l'atelier d'artiste et le laboratoire scientifique, Alpers remarquera d'ailleurs que les chercheurs en dehors de l'histoire de l'art ont été orientés vers une discrimination du style « parce que c'est scientifique », plus empirique, « que l'appréciation critique et l'interprétation des travaux individuels » (Alpers, 1987, p.138). Or, dans les sciences, on peut avoir recours à des styles de raisonnement très divers. Pour I. Hacking, « le style de raisonnement le plus puissant, celui qui a rendu possible le monde moderne, celui qui a irrémédiablement bouleversé l'univers- de fond en comble-, celui qui transforme et réinvente le monde actuel, c'est, sans aucun doute, celui que j'appelle le style du laboratoire, celui qui a émergé il y a quatre cent ans » (Hacking, 2001)

La notion de *style de pensée* (*Denkstil*) dans la construction de la connaissance scientifique nous vient de L. Fleck, penseur de la première moitié du XX^{ème} siècle s'intéressant aux trajectoires des connaissances. Son œuvre a beaucoup été commenté par Hacking dans son analyse des modes de raisonnement et dans la place du style dans le principe de laboratoire. En effet, au milieu des années 1930, le médecin et bactériologiste polonais L. Fleck critiqua les approches qui selon lui font montre « d'un respect excessif, à la limite de la dévotion, pour les faits scientifiques » (Gingras, 2013 p. 89). Dans un ouvrage pionnier de sociologie de la connaissance scientifique, il propose une analyse de la formation des connaissances à partir des notions de « collectif de pensée » (*denkkollektiv*) et de « style de pensée », analogues aux concepts durkheimiens de « groupe social » et de « représentations collectives ». Dans cet ouvrage, intitulé *Genèse et développement d'un fait scientifique*, Fleck utilise l'exemple des changements dans la définition et le diagnostic de la syphilis, dans le but de montrer que la production de la connaissance scientifique est une entreprise collective, conditionné historiquement et culturellement (Fleck,1935/2005). Fleck y élabore notamment un autre concept clef : la pensée collective, comme entité qui construit, façonne la manière dont ses membres perçoivent et analysent des phénomènes⁷⁰. L'originalité de sa pensée de style et des collectifs de pensée vient de la façon dont Fleck se sert de ses propres recherches en microbiologie. Son ouvrage aborde le travail de recherche en laboratoire, par l'étude d'une souche inconnue de streptocoque par exemple. Pour mettre en évidence la production et la circulation des savoirs scientifiques, ce que montre Fleck (il prend notamment pour

⁷⁰ Fleck, Ludwik, O obserwacji naukowej i postrzeganiu wogóle, *Przeglad Filozoficzny*, 38, 1935, Traduit en Français par « Observation scientifique et perception en général », in Braunstein, J.-F., Ed., *L'histoire des sciences*, Paris : Vrin, 2008, 245-272.

exemples la réaction au test de Wassermann, ou le diagnostic bactériologique de Lehmann-Neumann), c'est qu'à partir de situations de recherches scientifiques dans des contextes très différents, un même fait peut-être réinventé, reconstruit, et au final transformé, dans un passage qui est celui d'un contexte de production et/ou d'utilisation à un autre. Pour lui, chaque nouvelle observation est une expérience. Ce constat vient d'ailleurs de l'observation que lui-même a dû sans cesse changer, et utiliser différemment ces savoirs et ses pratiques afin de s'adapter au contexte dans lequel ses savoirs et ces pratiques devaient être mis en œuvre. Pour Fleck, le chercheur qui observe des phénomènes inconnus ou produit des phénomènes nouveaux dans le laboratoire est confronté à un degré d'incertitude qui est assez élevé :

« La première observation, qui n'est conforme à aucun style, ressemble à un ensemble chaotique de sentiments : étonnement, recherche des similitudes, tentatives expérimentales, rétractation, espoir et désenchantement. Les sentiments, la volonté et l'intellect travaillent en une unité indivisible. Le chercheur palpe en tâtonnant : tout s'écroule, on ne trouve nulle part un support solide. Tout est ressenti comme étant un effet artificiel répondant à sa propre volonté : chaque formulation se dissout lors de l'expérience suivante » (Fleck, Op.cit. p.165)

Ce sont l'ensemble des savoirs et des pratiques de sa propre communauté scientifique qui rendent possible l'interprétation des observations et leur intégration dans un corpus existant de connaissance. Le style de pensée des scientifiques façonne alors leur manière d'appréhender les phénomènes naturels, et donc leur « disposition pour une perception dirigée et pour une assimilation conforme de ce qui a été perçu » (Ibid., p. 247). Finalement Fleck met en évidence le développement d'un langage spécifique partagé. Le style de pensée dans la science moderne se caractérise par une forme de révérence à une vérité supposée impartiale, à l'objectivation et à la précision, qui a su se développer grâce à l'adoption d'un langage spécifique, logique, et potentiellement universel :

« Des termes spéciaux, des expressions techniques sont introduites. À ceci s'ajoute des symboles spéciaux et éventuellement tout le langage de signes comme ce dont se servent la chimie, les mathématiques, ou la logique symbolique. Un tel langage privé de vie garantit la signification fixe des concepts, et les rend statiques, absolus » (Ibid.p.249)

Paru en allemand en 1935, cet ouvrage ne sera traduit en anglais qu'en 1979, et en français en 2005. Les raisons éditoriales de ce délai peuvent s'expliquer de nombreuses manières. T. S. Kuhn est le premier à faire une référence à Fleck dans la préface de sa

« structure des révolutions scientifiques » (Ibid) et l'on retrouve dans ses notions de paradigme et de communauté de pensée certaines des intuitions de base de l'auteur⁷¹ :

« Sans ce genre d'exploration au hasard que permet la Society of Fellow je n'aurais jamais rencontré la monographie presque inconnue de Ludwik Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (Bâle, 1935), essai qui anticipait bon nombre de mes idées. » (Kuhn, 1983 [1970 ; 1962], p. 9)

L'acquisition d'un style propre à une communauté scientifique passe par l'enseignement des connaissances considérées comme acquises, par l'apprentissage des gestes techniques, et par l'éducation du regard (Löwy & Fehr, 2009). Cet apprentissage demande l'adoption de certaines méthodes d'investigation : la standardisation des produits mais aussi des instruments, des techniques et des protocoles.

III.II.2 Des collectifs de pensée à la connaissance tacite

Il existe la nécessité d'un entraînement personnel à la perception de formes spécifiques dans les champs variés de la science et il n'est pas possible de rendre ces formes complètement univoques en les décrivant à l'aide des expressions d'une quelconque langue générale. Ainsi on ne peut pas parler en général de bonne ou de mauvaise observation, mais seulement d'une observation concordante avec une certaine branche de la science ou d'une observation qui ne concorde pas avec elle. Bachelard, dans *Le nouvel esprit scientifique* (1934/1999) évoquait la notion d'observation. Celle-ci « a besoin d'un corps de précautions qui conduisent à réfléchir avant de regarder, qui réforment du moins la première vision, de sorte que ce n'est jamais la première observation qui est la bonne » :

« L'observation scientifique est toujours une observation polémique ; elle confirme ou infirme une thèse antérieure, un schéma préalable, un plan d'observation ; elle montre en démontrant ; elle hiérarchise les apparences ; elle transcende l'immédiat ; elle reconstruit le réel après avoir reconstruit ses schémas. Naturellement, dès qu'on passe de l'observation à l'expérimentation, le caractère polémique de la connaissance devient plus net encore. Alors il faut que le phénomène soit trié, filtré, épuré, coulé dans le moule des instruments, produit sur le plan des instruments. Or les

⁷¹ Harwood, J., « Ludwik Fleck and The Sociology of Knowledge », *Social Studies of Sciences*, vol. 16, 1986, pp. 173-187 ; Mossner, N., « Thought Styles and Paradigms : A comparative Study of Ludwik Fleck and Thomas S. Kuhn », *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 42, 2011, pp. 362-371. Voir également Braunstein, J-F., Thomas Kuhn lecteur de Ludwik Fleck, *Archives de Philosophie* 3/2003 (Tome 66) , p. 403-422 URL : www.cairn.info/revue-archives-de-philosophie-2003-3-page-403.htm.

instruments ne sont que des théories matérialisées. Il en sort des phénomènes qui portent de toutes parts la marque théorique.» (Bachelard, Op.cit. p.16)

Les philosophies des sciences développées par P. Feyerabend (1975), N. R. Hanson (1967), T. S. Kuhn (1970), et M. Polanyi (1967) ont profondément influencé la sociologie et l'histoire récentes des sciences à ce sujet. Nous nous attacherons plus particulièrement aux théories de Hanson et Polanyi dans notre étude. De même que la perception du réel ne se départ jamais des dimensions expressives et physiologiques qui traversent toute expérience sensible, la mise en forme du réel (théories, modèles, données, résultats), par le savant, est toujours soumise à la tension d'une esthétique étroitement dépendante des médiations sémiotiques auxquelles elle fait appel. De la même manière qu'il est très difficile de ne pas faire appel aux signes pour parler des signes, il faut se méfier de l'idée selon laquelle il existerait un signe « originel ».

Dans *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy* (1958), M. Polanyi a développé la notion de « connaissance tacite ». Polanyi y montre que le développement de toute forme de savoir, y compris dans le domaine scientifique, est indissociable d'expériences subjectives et de connaissances personnelles. Ces dernières demeurent, pour une large part, implicites, inarticulées, tacites et non verbales. Dans son autre œuvre, *The Tacit Dimension* (1966), portant plus précisément sur la « connaissance tacite », il renforce son concept en exprimant l'idée qu'il n'est pas possible d'explicitier tout son savoir, qu'il existe toujours une partie non exprimable de notre savoir. Dans *Knowing and being*, Polanyi étudie la combinaison particulière entre l'habileté et la connaissance à l'œuvre dans le fonctionnement des organes sensoriels et dans la détermination de ce que l'on voit :

« Visual perception does present, therefore, the main characteristics of a combined skilful doing and knowing. But there is also something new here, namely the fact that a major part of the particulars shaping the sight of an external object are internal actions and stimuli. (Polanyi, 1969, p. 126)

N. R. Hanson a ainsi proposé d'étudier les processus ou stratégies cognitives en œuvre dans « la transformation de leurs théories par des observations et leurs observations par de nouvelles théories » (Lemoigne, 2003). Ces « modèles de la découverte » scientifique sont toujours, chargés de théorie (*Theory-laden*). Ils sont à la fois structurants,

organiseurs et configurent ce qu'il appelle des *patterns*, ou organisations intelligibles⁷²: « Examinons non pas comment l'observation, les faits, et les données sont construits en systèmes généraux d'explication physique, mais comment ces systèmes font partie intégrantes de nos observations et de notre appréciation des faits et données. » (Op.cit. p.3) La perception visuelle impliquerait la reconnaissance de *patterns* et de *gestalts*, au sein desquels l'expérience, les projections, et les styles de représentation sont des procédés actifs. De nouvelles formes ou patterns, peuvent être assimilés à des *schemas* familiers, où le « point de départ d'une indication visuelle ne se trouve pas dans une connaissance immédiate ou acquise, mais dans une recherche active conditionnée par l'habitude et la tradition. » (Gombrich, Op.cit. p. 77). Il n'existe pas de regard « innocent » : les conventions visuelles, l'entraînement et les habitudes perceptives sont importantes et fondamentales (Ibid).

La vision et la reconnaissance de patterns sont partie prenante de « communautés endogènes de pratiques » (Goodwin, 1994, p. 606) dans lesquelles des manières de voir sont obtenues au moyen de techniques stabilisées, d'activités jointes, de pratiques de laboratoire, de routines et de culture scientifique et technique (Burri, 2000/ 2008). Le repérage des nombreux thèmes, forme, motifs, images, gestalts fortes, métaphores, types, symboles, mythes culturels, ritournelles, schèmes (technologiques), font partie de l'*imaginaire* d'une discipline (à une époque donnée), et de son fond commun d'inspiration. La place de la technique et des instruments dans les laboratoires de recherche y tiennent une part fondamentale.

III.II.2.1 Artefacts, images techniques, instruments et appareils

Pour définir la notion d'instrument, P. Rabardel (1995) part de la notion d'artefact comme terme neutre, permettant de penser différents types de relations du sujet à l'objet ou au système anthropotechnique. Selon lui, un artefact est donc tout objet technique ou symbolique ayant subi une transformation d'origine humaine, si petite soit-elle. Il donne l'exemple du dispositif de pilotage du bras manipulateur d'un petit robot qui déplace des objets dans l'espace. De ce point de vue, l'appellation d'artefact est directement mise en relation avec toute action ou activité humaine. Quant à l'instrument, deux niveaux de définition sont donnés. Au premier, un instrument est défini comme un artefact inscrit en situation dans un usage comme moyen d'action d'un utilisateur. Au

⁷² Voir la note de J.-L. Lemoigne de Septembre 2003 en ligne : <http://www.intelligence-complexite.org/fr/cahier-des-lectures/recherche-dune-note-de-lecture.html>

deuxième niveau, l'instrument est une « entité mixte », qui tient à la fois du sujet et de l'artefact. L'appropriation de l'instrument est le résultat d'un processus progressif de « genèse instrumentale ». Le processus de genèse instrumentale, qui correspond à la transformation de l'artefact en instrument, dépend, d'une part des contraintes propres aux instruments et des possibilités d'action qu'ils offrent et, d'autre part, des connaissances du sujet, de ses modes de travail, des représentations qu'il va construire au cours de l'utilisation de l'artefact. Rabardel montre que l'instrument comprend, d'une part, un artefact matériel ou symbolique produit par l'utilisateur ou par d'autres, et d'autre part, un ou des schèmes d'utilisations associés qui résultent d'une construction propre du sujet ou de l'appropriation de schèmes sociaux préexistants. Il montre aussi que si ces deux dimensions de l'instrument, artefact et schème d'utilisation, sont associées l'une à l'autre, elles sont, d'autre part, dans une relation d'indépendance relative : un même schème peut s'appliquer à une multiplicité d'artefacts appartenant à la même classe ou même des classes différentes et inversement, un artefact peut s'inscrire dans une multiplicité de schèmes d'utilisation qui vont lui attribuer des significations et des fonctions différentes.

Un artefact s'enrichit à partir des situations où il a été inséré de façon circonstancielle et singulière, comme moyen d'action. Rabardel (1995) parle de « palette de champ instrumental de l'artefact pour le sujet » (Op.cit. p.96) comprenant l'ensemble des schèmes d'utilisation de l'artefact ainsi que l'ensemble des objets sur lesquels il permet d'agir. Par ailleurs, dès l'instant où nous « instrumentalisons » l'artefact, nous nous « instrumentalisons » nous-même (Vérillon & Rabardel, 1995). C'est-à-dire à partir du moment où nous trouvons une manière d'utiliser l'artefact en accord avec nos besoins, nous développons une capacité de contrôler et d'interpréter le monde au travers de cet artefact médiateur.

Abrahamson et Lindgren (2014) observent aussi que nous utilisons les artefacts pour étendre nos capacités sensorimotrices et épistémiques. Ce faisant, nous internalisons nos habitudes mentales et physiques avec le monde par l'intermédiaire de la structure médiatique de l'artefact. Lorsque ces artefacts, somatiques, cognitifs, échouent à donner les effets désirés, nous réfléchissons consciemment à recalibrer, modifier nos modes d'engagement au monde. C'est-à-dire, nous apprenons. Les relations entre la cognition humaine et les artefacts technologiques ont toujours fasciné, ce que les deux auteurs mettent en avant par les trois questions suivantes : comment le mental et le matériel,

l'animé et l'inanimé, se rencontrent et sont synthétisés dans la neurobiologie humaine ? Qu'est-ce que cela veut dire que faire l'expérience d'un changement conceptuel en manipulant un artefact qui serait « extérieur au cerveau » (Sfard et McClain, 2002) ? Est-ce que nous conservons autant de « savoir résiduel » que nous pouvons ensuite l'appliquer en l'absence d'artefacts (Salomon, Perkins et Globerson, 1991) ?

M. Polanyi s'est servi de l'exemple d'une personne aveugle utilisant une canne pour « négocier » son rapport à l'espace physique. Lorsqu'elle tient une canne pour la première fois, la personne ressent de simples sensations directes, comme sa texture et son toucher contre ses doigts et la paume de sa main. Mais dès lors qu'elle apprend à s'en servir pour ressentir une trajectoire, la sensation se transforme. Graduellement, elle sent la pointe de la canne touchant les objets explorés (Polanyi, 1958, pp. 13-14). Cet exemple montre que les artefacts affectent la cognition par l'adaptation incrémentée à l'expérience lorsque nous développons l'habileté (*skill*) d'opérer via ces artefacts.

Les thèmes de *Connaissance tacite* et de *bricolage*⁷³ sont familiers des historiens des sciences depuis des décennies, mais les plus récentes études se distinguent par la spécificité avec laquelle elles approchent certains cas historiques, et par leurs tentatives de re-spécifier/repenser les bases méthodologiques de la découverte, de l'observation, de l'expérience, et de la représentation (Garfinkel, 1991).

III.II.2.2 Style de laboratoire et geste expérimental

Un style de raisonnement est plus qu'un ensemble de techniques destinées à mettre en évidence de nouveaux types de faits, à les intégrer dans cet univers dans lequel nous vivons, pensons et agissons ensemble. Pour Hacking, chaque style de raisonnement renouvelle son domaine d'objets. Chaque style introduit aussi une nouvelle classe d'objets⁷⁴ :

« Avec de nouveaux noms, de nouveaux objets viennent au monde. (...) Seulement avec l'usage, seulement après une première couche, puis une seconde, etc. Ce n'est pas une création qui commence par l'essence d'un nouvel objet, mais par sa peau, par sa surface, par ce avec quoi elle interagit. Par ce sur quoi on intervient superficiellement, peu à peu on lui donne corps, un corps qui finit par se solidifier et par donner l'impression

⁷³ M. Lynch parle de « *scientific craft* » dans son article « The production of Scientific Images : Vision and Re-Vision in the History, Philosophy, and Sociology of Science », in : *Studies in Visual Analysis*, Mike Ball (Ed.), In *Communication & Cognition* Vol. 31(2/3), 1998, pp. 213-228. Nous mobiliserons son analyse en utilisant toutefois l'expression de bricolage ici.

d'une essence — une essence que l'on a mise au monde. » (Hacking, 2001, p.7)

Même si Hacking n'y fait pas référence ici, nous pouvons penser aux styles qui créent des frontières autour de pensées du design si différentes mais si proches de par leur objet d'attention au premier lieu : le design de service, la conception en ingénierie, le design. Chaque style est à l'origine d'une controverse ontologique : ces nouveaux objets existent-ils vraiment, ou bien sont-ils des créations de l'esprit humain ?

Pour approcher les styles de laboratoire, Hacking se penche d'abord sur les méthodes de raisonnement : selon lui il s'agit d'un élément clef car constitutif des méthodes dans l'histoire des sciences occidentales, et plus particulièrement lorsque nous parlons de méthode scientifique, « la démonstration mathématique semble comme la découverte qui a rendu possible toutes les autres méthodes des sciences » (Hacking, 1983/1993)

Cela permet de mettre en évidence des styles de pensée scientifique ou des méthodes d'enquête et de démonstration, distinguées par leurs objets et les méthodes de raisonnement. Les styles et les méthodes ne sont toutefois pas la même chose. Objets et méthodes sont imbriqués pratiquement. Chaque style est une manière de penser et de chercher qui s'est formé et a évolué en son temps et à son rythme propre. Les styles de pensée scientifique sont des manières de réfléchir et de chercher acquises au cours d'une histoire spécifique, et se manifestent comme « jugements exercés » (Daston et Galison, 2007/2012). Les relations entre style et conditions d'observation sont complexes car la compréhension correcte du *style* semble en partie dépendante de l'exploration expérimentale, au cœur de la conception des faits.

Dans la deuxième partie de *Concevoir et expérimenter* (Op.cit.), Hacking remarque que *l'image*, qui pouvait être faite du rôle de l'expérience, notamment en physique, avait beaucoup changé par rapport aux idées de *La logique de la découverte scientifique* de K. Popper (1934/1973), car les expériences ont leur vie propre : « Les chercheurs en laboratoire ne font pas qu'observer le monde. Ils changent le monde, ils interviennent dans le cours de la nature. Ils ne se contentent pas d'enregistrer des observations sur les événements naturels. Ils modifient le monde, ils modifient l'univers. Ils ne font pas que signaler les phénomènes. Ils écrivent. Des phénomènes qui ainsi n'avaient pas d'existence propre avant d'être produit en laboratoire ont été créés par les chercheurs. » (Hacking, 2006, p. 13).

Chaque style de pensée scientifique introduit ainsi une nouvelle classe d'objets, qui était absente de la réflexion, jusqu'au moment où le style a commencé à être développé. Un style introduit aussi de nouvelles sortes de propositions, de lois, et sans doute, d'explications. Une classe d'objet n'apparaît pas toute seule c'est une affaire de démonstration, cela engage une méthode de raisonnement. Inversement, une méthode de raisonnement sans un type d'objets nouveaux est stérile et ne distinguera jamais un *style de pensée*. Il convient ainsi d'étudier plus en détail le style du laboratoire. Si on considère que les activités de laboratoire se résument à l'exploration et à la mesure expérimentale, l'histoire des progrès et des découvertes nous ramène en amont même la notion du laboratoire telle que nous la concevons dans les sciences contemporaines occidentales.

Pour P. Galison, les instruments scientifiques ont leur vie propre. La signification culturelle des concepts et des pratiques est indissoluble de leur généalogie. Les utilisations modernes de la technologie sont intimement liées avec l'histoire des technologies qu'elles sous-tendent. D. Gooding (1999) identifie trois lignes argumentatives dans le livre de Galison *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics* (1997): le tacite, le visuel, et la simulation. En effet l'argument de Galison n'est d'aucune manière celui de dire que toutes les formes d'arguments scientifiques sont explicites ou algorithmiques. Il propose de porter une attention plus précise à la « connaissance tacite » — celle qui en principe, ne peut être rendue explicite — et dans ce cas réfléchir à ce qui est convoqué.

Certes le tacite ne peut constituer la seule base d'enquête, le savoir caché est aussi le fait de projets brevetés et de compétitions, ou même encore d'investigations militaires. Ce qui apparaît comme une expression elliptique de la technique n'est qu'un paramètre. Pour Galison il ne s'agit pas de considérer une priorité épistémologique à la pensée visuelle ou langagière, mais de prendre en compte que l'être humain possède de multiples manières de raisonner. Ce dont nous manquons c'est d'une approche qui considérerait ce qu'il se passe aux frontières entre le visuel et le non-visuel, et plus généralement de s'interroger dans les processus qui produisent des « zones d'échange » (*trading zones*).

III.III. Matérialité et agentivité

Penser est aussi un travail des mains, de même que la pensée technique : « est la pensée non verbale qui a fixé les grandes lignes de tout le monde matériel qui nous entoure et

qui en a élaboré les détails. Les pyramides, les cathédrales, les fusées n'existent pas à cause de la géométrie, de la résistance des matériaux ou de la thermodynamique ; elles existent parce qu'elles furent d'abord une image – littéralement une vision – dans l'esprit de ceux qui les construisirent. » (Ferguson, 1977, p. 835., cité par Latour). En effet, « au lieu de nous précipiter dans l'esprit, pourquoi ne pas regarder d'abord les mains, les yeux et le contexte matériel de ceux qui savent. « Matériel », on le voit, ne nous renvoie pas à des infrastructures mystérieuses que seul l'économiste connaîtrait, ou à des agencements de neurones que seul le neurobiologiste connaîtrait, ou à des capacités cognitives que seul le psychologue connaîtrait, ou à des paradigmes que seul l'historien des sciences connaîtrait. L'adjectif matériel nous renvoie à des pratiques simples par lesquelles toutes choses sont connues, y compris les économies, les cerveaux, l'esprit et les paradigmes. » (Latour, 1985/2006, p. 31-32)

III.III.1. Matérialité et *ordre matériel du savoir*

L'expérience de la matière est inscrite dans l'histoire du design, et particulièrement dans son enseignement. L'histoire du design est ancrée dans une histoire de la culture matérielle, et celle-ci s'est progressivement établie comme champ de recherche et de publications spécifique depuis la fin des années 1970. L'histoire du design s'est différenciée de l'histoire des arts décoratifs et de l'architecture en premier lieu, qui reste inscrite dans le champ de l'histoire de l'art. Pourtant, à une époque où le design comme pratique commence à se généraliser, au terme d'un passé remontant au début de la Révolution industrielle en Angleterre, dans le courant du XVIIIe siècle (Midal, 2009), on peut se demander quelle place cette notion de matérialité *a priori* intrinsèque au design implique, notamment dans la formation des designers. Dans les pays anglo-saxons, la création des premiers enseignements universitaires en histoire du design, souvent confiés à des historiens de l'art au sein de programmes d'histoire de l'art ou dans des écoles d'art, a amené une approche fondée sur les acteurs et les objets, tout en prenant en compte d'autres facteurs, notamment techniques, artistiques, sociaux et économiques.

En France, où l'histoire du design est arrivée plus tardivement et de manière limitée, l'influence des sciences humaines ou de la *French Theory* (Cusset, 2005), est restée dominante suite aux travaux marquants de R. Barthes, J. Baudrillard, G. Deleuze, J. Derrida et M. Foucault, ainsi qu'aux débats intellectuels des années soixante à quatre-

vingt sur les rapports de la sociologie, de l'anthropologie, la sémiologie, l'esthétique ou de la psychanalyse à l'art. Mais outre ces spécificités peut-être identifiables, la place de la matérialité d'un point de vue général en design, c'est dans l'héritage du Bauhaus, et plus tard aux Etats-Unis au New Bauhaus de Chicago, que nous trouvons l'exemple emblématique de la formation du designer et du *design* telle que nous l'entendons ici, la place du matériau pour L. Moholy-Nagy, alors directeur de l'école de Chicago, étant fondamentale dans le processus de réflexion et de conception (Moholy-Nagy, 1925/1993 ; 1929/2015 ; 1969)

Dans *L'ordre matériel du savoir. Comment les savants travaillent, XVIème-XXIème siècle* (2015), F. Waquet propose une enquête vaste à partir d'une approche matérielle - voire matérialiste dans sa dimension non idéale, qui couvre les cinq siècles allant de l'invention de l'imprimerie à celle du numérique. Elle propose un essai d'anthropologie des savoirs qui porte un regard sur le fonctionnement « ordinaire » de la science, poursuivant ses recherches antérieures⁷⁴. Elle met en avant les « techniques intellectuelles » utilisées au quotidien, dans l'ordinaire par les chercheurs⁷⁵, c'est-à-dire les multiples « outils qui réfèrent à l'écrit, à l'imprimé, à l'image, au numérique », et également à la communication entre pairs et à la formation aux sciences. La multitude des imprimés : l'article, le graphique, l'image, la fiche, le poster, le cahier de laboratoire sont quelques-uns des nombreux outils du travail scientifique de l'histoire matérielle de la culture savante. Les outils de travail ne sont pas de simples à-côtés des idées. Ils participent étroitement à la connaissance, entre objectivité scientifique et éléments empruntés à l'expérience des sens, en fondant la hiérarchie des valeurs factuelles, et homologuant les styles de recherche. Ils rendent manifeste la masse imposante de l'outillage à disposition, sa grande diversité, son évolution et accroissement constants. S'y ajoutent les ressources des savants eux-mêmes, celles de leurs sens éduqués ou amplifiés par de multiples instruments, formations, affinités.

Les configurations fascinantes que ces outils et leur emploi créent entre production de signes (écrit, image, parole, regard), formes, et gestes (Cavazzinni, 2012) révèlent le

⁷⁴ Voir : Waquet, F., et Bots, H., *La République des lettres*, Paris : Bruxelles, Belin, 1997, 188 p. ; Françoise Waquet, *Les enfants de Socrate : Filiation intellectuelle et transmission du savoir XVIIe-XXIe siècle*, Paris, Editions Albin Michel, 2008, 325 p. ; Françoise Waquet, *Parler comme un livre : L'Oralité et le Savoir*, Paris, Albin Michel, 2003, 432 p.

⁷⁵ Lecture pouvant être complétée par un numéro thématique de la revue « Sciences de la société » : Muriel Lefebvre (dir.), *L'infra-ordinaire de la recherche : Archives, mémoires et patrimoine scientifique*, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 2013, 172 p., (« Sciences de la société », 89).

caractère composite, multimédia et multisensoriel, de l'ordre raisonné du savoir. Par l'usage de règles, de normes et de conventions (Macherey, 2009), ces catégories et leurs actualisations deviennent parfois des genres académiques, des « styles de pensée », voire une « écologie du savoir » (Waquet, 2015), qui met en valeur la multiplicité des outils et leurs usages dans la construction et la diffusion des savoirs scientifiques. De la fin du XIXe siècle jusqu'aux années 1980, par exemple, s'impose le système de fiches comme Waquet le met en évidence, et cela chez des savants de diverses disciplines - à l'image de l'historien Fernand Braudel par exemple. Les chercheurs rassemblent dans des boîtes des dizaines de milliers de petits rectangles de papier qui furent autant des dispositifs de collecte des données que des outils de pensée (Latour, 1993/1996). Pour un entretien au sujet du recensement des sujets qu'il a fait à partir des 70 grottes accessibles sur la centaine de grottes connues dans le monde occidental, Leroi-Gourhan a décrit un « dispositif de fiches à perforation » pour enregistrer d'une part les sujets, d'autre part leur position topographique⁷⁶. Ce système de multiples perforations, lui permettait ensuite avec une tige opérer une sélection en fonction de la perforation sélectionnée. Il rassemblait le tas de fiches, insérait la tige dans la perforation correspondant au paramètre qu'il souhaitait étudier, et en soulevant ensuite le tas, ne restaient accrochées à la tige que les cartes contenant la perforation sélectionnée.



⁷⁶ Voir : « Des bisons, des chevaux... et des signes, Deuxième entretien avec André Leroi-Gourhan », in: *L'aventure humaine, série : Un certain regard* (émission de Paul Seban), 19 Avril 1970, Office national de radiodiffusion télévision française, Disponible sur le site de l'INA : <http://www.ina.fr/video/CPF86605025>, 12min10s - 18min58s

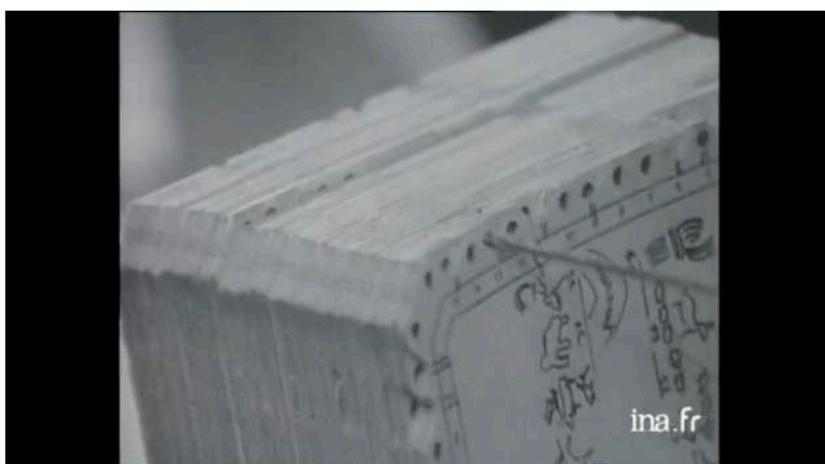
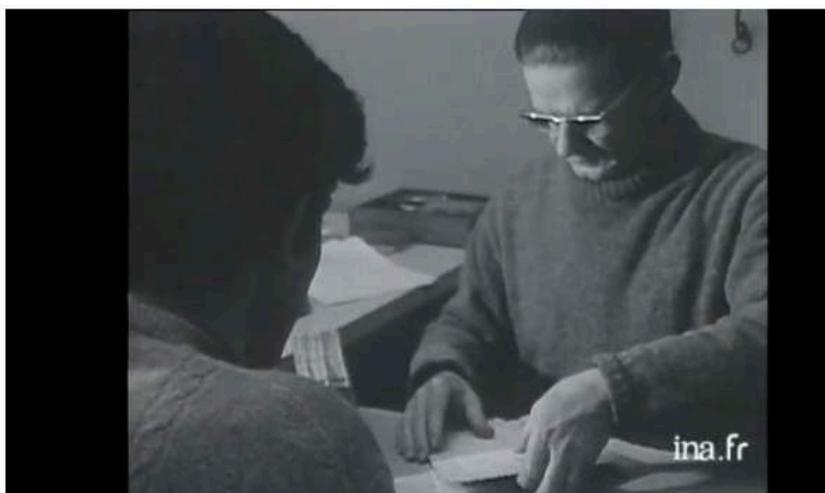


Fig. 81. Captures écrans extraites de « Des bisons, des chevaux... et des signes, Deuxième entretien avec André Leroi-Gourhan », in: *L'aventure humaine, série : Un certain regard* (émission de Paul Seban), 19 Avril 1970, Office national de radiodiffusion télévision française, Disponible sur le site de l'INA : <http://www.ina.fr/video/CPF86605025>, 12min10s - 18min58s

Ce système, ingénieux, anticipant la gestion de données stockées par informatique, est une illustration éloquente d'un croisement des données : les relevés dans les grottes préhistoriques étant nécessairement faits en pénétrant dans la grotte, et en essayant de refaire le parcours des peintres préhistoriques, parfois dans des milieux très difficiles d'accès. Cette difficulté d'accès allait de pair avec la localisation des peintures, et le problème de la distance de vue et de perception de celles-ci, à l'exemple de la grotte Altamira en Espagne, où les peintures de très grands formats recouvrant tout le plafond, engage de la part de l'observateur une position inhabituelle (tête relevée ou allongé sur le sol) pour les percevoir et reproduire les gestes de leur production.

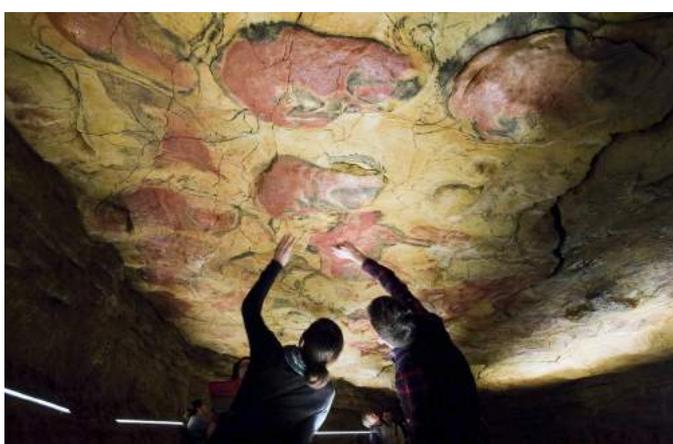


Fig. 82. Touristes dans la réplique de la cave de Altamira au nord de l'Espagne. © Alberto Aja/European Pressphoto Agency. Source : NYTimes. En ligne : http://www.nytimes.com/2014/07/31/arts/international/back-to-the-cave-of-altamira-in-spain-still-controversial.html?_r=0

Le corps du savant lui-même peut aussi être pensé comme un outil intellectuel qui, à travers les gestes et le regard, façonne le travail scientifique. La référence aux techniques du corps de M. Mauss vient immédiatement à l'esprit (Mauss, 1936). Les techniques du corps du scientifique sont en effet d'un usage important dans le laboratoire, sur le terrain ou en situation pédagogique. Les positions des mains, la manière de manipuler un outil ou de préparer un matériau expérimental, tout comme le céramologue peut « juger de la qualité d'une pâte » (Waquet, Op.cit. p. 123), en se servant de son ouïe en examinant le son émis par un tesson frappé ou jeté –, ou de son goût, permettant d'obtenir un aperçu de l'acidité, de la cuisson et de présumer la fonction d'une céramique (Urbas, 2015). Cette formation du corps relève de techniques parfois difficilement communicables : « celle du géographe en excursion, ou l'éducation des sens du praticien (« leitmotiv du discours médical du XIXe au XXe », Waquet, 2015, p. 139, citée par Urbas) : « de la

maîtrise des postures et des gestes jusqu'à l'interface du robot télémanipulateur. » (Urbas, Op.cit.). La dimension « hybride » des techniques qui est explorée sous l'angle de la multimodalité comme « un ordre mixte » (Waquet, Op.cit., p. 159, citée par Urbas), et s'expose également dans le cas du carnet de laboratoire : « archive des opérations accomplies et des gestes » (Waquet, Op.cit. p. 183) : document multimédia sur papier composé d'écritures, de collages de photos et de données imprimées, résistant à la migration vers le numérique

Dans la pratique du carnet, du relevé, la consignation de l'organisation du savoir par la compilation et sa mise en forme : notes, croquis, schémas, tableaux, les pratiques de design contemporaines dans leur multiplicité et leurs supports d'expression sont comme les zones de passages entre les « chaînes de transformations » (Latour et Woolgar, 1979), héritées des traces produites par les objets inscripteurs de Marey (Dagognet, 1987). La morphogénèse du *disegno*, ces supports d'expressions et ces matières d'expérience prennent une place non seulement très importante dans les recherches et la construction du savoir scientifique, mais également dans les espaces de négociation, les « trading zones » selon la formule de P. Galison (Galison, 1997, p. 783)

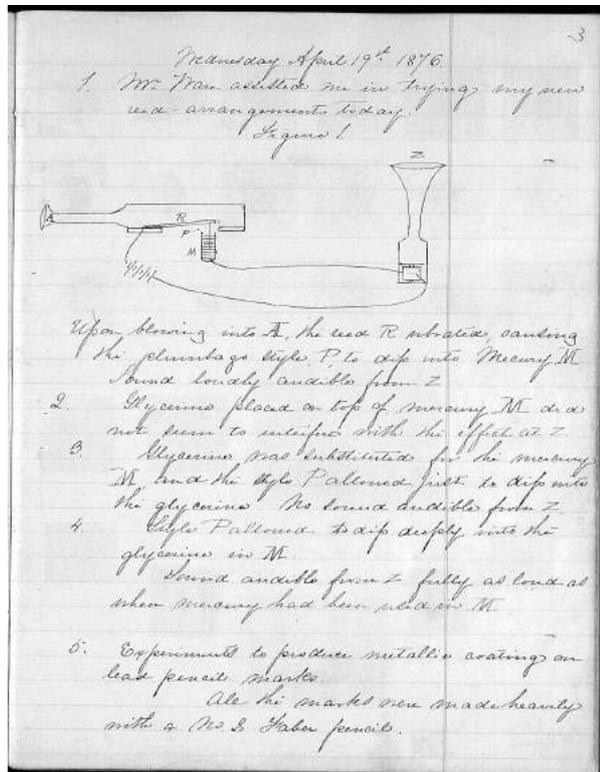


Fig. 83. Image 4 du carnet de Alexander Graham Bell, du 18 avril 1876 au 30 Septembre 1876.
© Library of Congress, online : <https://www.loc.gov/resource/magbell.25300102/?sp=4>

Pour J. Goody, il n'y a pas de grand partage entre pensée sauvage et pensée domestiquée, entre l'ingénieur et le bricoleur. Pour lui les différences se situent dans les moyens d'inscription, par exemple dans une simple liste : « Que se passe-t-il si la pensée sauvage s'applique à une liste au lieu d'écouter un récit ? Elle se domestique sans qu'il soit nécessaire, pour Goody, de faire appel à d'autres miracles. Comme W. Ong (1982), Goody finit sa longue enquête à travers les procédés scripto-visuels par ces mots : « Si l'on accepte de parler d'une « pensée sauvage », voilà ce que furent les instruments de sa domestication » (Goody, cité par Latour, 1985, Op.cit.). Sous l'angle de la multisensorialité, F. Waquet souligne la complémentarité implicite des sens mobilisés : via des exemples concrets de sensorialité immédiate issus du monde médical, comme les liens entre palpation, percussion, observation et prise de notes (les « mains oculaires » de Riolan en 1626) (Waquet, Op.cit, p. 223.), puis via des exemples s'appuyant sur des « organes artificiels », comme le télescope et le microscope, provoquant « un double élargissement du monde sensible » (Ibid., p. 228). Ainsi, si l'outillage sensoriel peut apparaître comme un en-soi (p. 226), « le moment de l'apparition d'instruments se substituant aux sens de l'observateur et remettant en question sa place, permet de repérer les représentations et les valeurs liées à cet outillage », (Urbas, Op.cit.). Ce que l'on peut retenir dans les exemples de Bichat et de sa défense vis-à-vis du microscope en comparaison à l'observation des tissus à l'œil nu en anatomie, suivant Urbas, ou au contraire par la préférence de Marey pour la méthode graphique, retenant les traces des mouvements en se distanciant de la « déféctuosité de nos sens » et de « l'insuffisance du langage » (Waquet, Op.cit., p.232). Waquet s'interroge également sur la relation entre le renouvellement des outils et celui des opérations cognitives (Ibid., p. 328). Via un parallèle avec le développement du numérique (les carnets de recherche en ligne par exemple), elle constate que si les outils ne remettent pas en question les fondements épistémologiques du travail scientifique, ils transforment le quotidien de la recherche, les « arts de faire » (Ibid., p. 330).

Une telle histoire matérielle des idées conduit à interroger concrètement la place du corps du chercheur, des outils intellectuels et de sa sensibilité, dans l'objectivité à laquelle il aspire : « ne résiderait-elle pas davantage dans les méthodes et les idées que dans les outils maniés » (Ibid., p. 333, cité par Urbas)

Pour nous cela pose un caractère double, celui de l'agentivité des objets, mais également celui de l'intuition incarnée dans, ou par, sa matérialité, ou sans doute même, sa plasticité⁷⁷.

III.3.2. L'agentivité des objets

La question de l'agentivité comme intention de figurer des prototypes dans des objets peut ainsi être interrogée lorsque leur *forme* est « parfaitement adaptée » à leur *fonction*. Mais lorsque leur finalité reste instrumentale, on peut alors se demander s'ils ne sont que l'« image de rien » pour autant, ou bien des « objets-frontières » (Star et Griesemer, 1989) ou des « objets fluides » (Mol, 1994). Une première approche pour nous consisterait à aborder les propriétés phénoménotecniques des objets de laboratoire, leur « affordance » (Gibson, 1979), et leur incarnation (*embodiment*), finalement ce que nous regrouperions par leur *design*.

P. Descola a engagé une discussion avec la notion d'*agency* telle qu'elle a été formulée par A. Gell. L'anthropologue propose quatre schèmes ontologiques dans l'étude des images (le figuratif, l'animisme, le totémisme, et l'analogisme), et propose à partir de ce découpage qu'à toute image du monde correspondrait des types de représentations, et qu'à chaque ontologie correspondrait son iconologie. La critique qu'il adresse à la notion d'*agency* est que selon lui cette thèse n'est pas suffisante pour qualifier les objets d'*art*, tout comme elle ne peut se réduire aux objets d'*art*, notamment en substituant à la notion d'abduction d'agence de Gell celle de figuration ou de mise en image :

« A la différence de l'art, qui demeure lié à des contextes culturels très spécifiques, la figuration est une opération universelle au moyen de laquelle un objet matériel quelconque est investi de façon ostensible par une agence socialement définie suite à une actions de façonnage, d'aménagement, de mise en situation ou d'ornementation; cette action vise à donner à l'objet un potentiel d'évocation iconique d'un prototype réel ou imaginaire qu'il dénote de façon indicielle en ce que quelque chose de l'intentionnalité du prototype ou de ceux qui ont produit l'image est actif en celle-ci; enfin cette dénotation joue sur une ressemblance directe de type mimétique ou sur tout autre type de motivation identifiable de façon médiate ou immédiate, l'idée étant que c'est dans la relation iconique au prototype que réside au premier chef l'effet d'agence » (Descola, 2015, pp. 133-134)

⁷⁷ Nous reviendrons que la notion de « plasticité », en regard de l'expression chez E. Cassirer à la fin de ce chapitre.

Dans *Comment décrire les objets techniques ?* (1987/2010), M. Akrich a proposé d'inverser l'hypothèse selon laquelle la technique viendrait prolonger un espace politique pré-existant en présentant les objets techniques comme éléments actifs « d'organisation des relations des hommes entre eux et avec leur environnement » (Op.cit., p. 1) et donc dotés eux-mêmes d'un contenu politique. Il s'agirait alors de replacer les objets de laboratoire dans un rôle en quelque sorte réflexif et performatif vis-à-vis des technologies prises dans des réseaux hétérogènes : les technologies de l'information couplées avec toutes sortes d'autres dispositifs techniques. Selon Akrich « Les dispositifs techniques ne nous permettent pas seulement de démultiplier nos possibilités d'action et d'interaction, ils sont devenus aussi des moyens par lesquels nous accédons à des formes de connaissance sur nos propres actions et leurs conséquences, sur notre environnement, sur le monde que nous composons ensemble, techniques incluses. » (Akrich, 2013). Tout en marquant l'importance des choix techniques dans la détermination des possibles usages des dispositifs, Akrich insiste sur le rôle créatif de toute la chaîne des acteurs qui sont amenés à se saisir des dispositifs techniques et notamment sur le rôle des utilisateurs.

Nous retrouvons ainsi le thème de Dewey de la continuité dans l'expérience qui précède toute division rationnelle, allant de l'expérience empirique brute (comme « expérience première ») à la réflexion (comme « expérience seconde ») (Lowney, 1988). Nous débutons par l'expérience brute, que nous affinons de nos réflexions, et ensuite nous retournons à la « première expérience » pour la vérification de nos réflexions.

Penser le design entre expérience et expression

« Si les perceptions particulières n'étaient pas ordonnées dans leur simultanéité et dans leur succession, si elles n'avaient pas entre elles des rapports fixes dans l'espace et le temps, il n'y aurait pas le moindre monde objectif pour nous, pas la moindre « nature des choses ». Et même l'idéaliste le plus décidé ne peut renoncer à cette « nature des choses » : il lui faut même admettre et exiger dans les phénomènes un ordre fixe et inviolable pour que l'apparence ne se résolve pas pour lui en pure illusion⁷⁸. Donc, la question cruciale de toute la théorie de la connaissance est de savoir ce que cet ordre signifie, et celle de toute psychologie de savoir comment il se constitue. » Cassirer, 1932/1996, p.132.

⁷⁸ Voir : Berkeley, *Principles of human knowledge*, Sect. 34 ; *Dialogues between Hylas and Phylonus*, III et *passim*, cité par Cassirer

J. Lassègue, dans *Ersnt Cassirer du transcendantal au sémiotique* (2016), consacre le chapitre V du livre à ce qu'il identifie comme les trois opérateurs de la sémiose chez Cassirer : l'expression, l'évocation et la représentation. L'expression se situant « avant le partage entre activité et sens », elle est « originaire » (Op.cit., p. 156). Pour Cassirer, bien que l'expérience puisse apporter un enseignement « seule », elle ne nous présente jamais un monde « en devenir », mais un monde « déjà constitué » : « elle place devant nous les objets sous leur forme définitive, en particulier selon une distribution spatiale déterminée, sans nous enseigner du tout comment ils ont acquis cette forme. » (Ibid., p. 157). Car « la forme spatiale des perceptions se mêle à leur matière sensible, sans être le moins du monde donné avec elle, et sans davantage s'y laisser réduire analytiquement (Ibid.). Ce caractère expressif, inhérent à la forme et à tout acte perceptif, comme le souligne Lassègue, et que Cassirer appelle « prégnance symbolique », ne peut pas être « décomposable en une appréhension de contours matériels à laquelle viendrait s'adjoindre dans un deuxième temps un sens projeté à partir d'un intellect, comme le voulait les théories intellectualistes de la perception du XVIIème siècle » (Ibid.) :

« Nous essaierons d'exprimer cette détermination réciproque en introduisant le concept et le terme de *prégnance symbolique* : on doit entendre par là la façon dont un vécu de perception, en tant que vécu sensible, renferme en même temps un certain « sens » non intuitif qu'il amène à une représentation immédiate et concrète. [...]

C'est cet entrelacement, cette relativité du phénomène particulier de la perception, donné ici et maintenant, à une totalité de sens caractéristique, que sert à désigner le terme de *prégnance* » (Cassirer, cité par Lassègue, Ibid.)

La plasticité que nous évoquions précédemment, inhérente à toute activité de *design*, est également mentionnée par Lassègue comme ce qui est susceptible de conserver la cohérence interne de la forme chez Cassirer, en tant qu'elle relève « d'un déploiement et d'une interaction avec d'autres formes et un milieu » (Ibid.). L'expression, de nature dynamique, indiquerait « à la fois le cheminement par où la forme a été mise en forme et la fin vers laquelle elle tend, au sein d'un milieu que Cassirer appelle généralement fond, en reprenant directement le terme à la théorie de la *Gestalt* qui fut la première à la théoriser. » (Ibid. Voir : Rosenthal et Visetti, 1999, 2003).

Notre étude a consisté à aborder le design à la fois comme processus de conception et comme outil de production d'artefacts, de *rhétorique*, et *technique* de passage entre une intention et l'acte, (Bordron, 2013). A cet effet, nous avons souhaité observer les

continuités, plus que les ruptures, déjà anticipé dans les processus *plastiques* de développement et de production de formes, quel que soit un éventuel statut de leur « finalité ». Etant entendu que pour nous le design est à la fois le processus de projection et l'objet de ce processus, mais que celui-ci est déjà anticipé.

Cette étude nous permettra d'observer l'émergence de patterns esthétiques dans l'expression « plastique » et la formation du designer, patterns esthétiques entendus à la fois comme modes d'organisation et thèmes génériques. Ces patterns, s'agrègent dans des styles de pensée qu'ils révèlent, et qui produisent des « vertus épistémiques » (Daston et Galison, 2012 [2007]) qui font « design ». Telle est l'hypothèse que nous essaierons de prolonger par nos études de terrain dans la partie suivante.

Finalement, cette dynamique, nous l'avons identifié par la place accordée à la « plasticité » de l'expression tel que Ernst Cassirer l'a proposé. Cette « expérience intentionnellement construite », dont la projection (en tant que *sens* et *développement*) serait déjà présente dans la perception immédiate, c'est dans la perspective expressiviste que nous avons souhaité la proposé, comme le « lieu du design ».

Partie 2

Anthropologie sémiotique et épistémologie d'un *design en recherche*

Introduction

Le rapport entre design et science est souvent envisagé selon le projet de fonder une « science du design » à la suite de la notion de *Design Science* introduite par Buckminster Fuller (1963), en tant qu'étude de formes systématiques de design. Cette notion, reprise en vue de distinguer méthode scientifique et « méthode design », s'inspire de la problématique des « Sciences de l'artificiel » (Simon, 1969), qui contribua à initier un large champ de recherches en design anglo-américaines. La réception française des thèses de Simon dans les champs du design se manifeste ces dernières années par une volonté de faire *Science du design*, en définissant le design comme « discipline du projet » (Findeli, 1998 ; 2004 ; 2010 ; Vial, 2010 ; 2015). Selon cette optique, la recherche en design serait inséparable du « projet » de design (Findeli, Op.cit).

Une autre approche tendrait plutôt à considérer le design à la fois comme un moyen d'interroger la manière de représenter et de mettre en forme les données et les résultats de la science, à réfléchir sur la manière de « faire sens ». Ce peut être par le biais de la vulgarisation et de la communication visuelle dans l'enseignement et la pratique, ou d'un point de vue théorique et épistémologique, en s'appuyant sur les théories de la visualisation de l'information. Avant Fuller, la modernité architecturale de Le Corbusier ou les traités de De Stijl, tout comme les orientations pédagogiques du Bauhaus puis du New Bauhaus de Chicago, ont pu révéler une certaine tendance à chercher des méthodes, des systèmes pour rationaliser les pratiques de design.

Dans cette seconde partie, notre objectif est d'exposer un certain nombre de terrains anthropologiques qu'il nous a été possible de mener. Ces terrains, dans leur diversité, ont été initiés en 2009. La nécessité d'observer les déplacements institutionnels et conceptuels nous a conduit à diriger notre enquête dans de multiples aspects

contemporains de l'implication du design, dans le but de mieux comprendre la représentation de la science dans ces multiples occurrences de recherche.

Cette partie va ainsi être composée d'une manière différente de la première. Pour articuler les outils méthodologiques et théoriques d'investigation et les observations et descriptions de terrain, nous allons se faire succéder à chaque fois une proposition théorique et un terrain d'observation spécifique en lien avec les pistes problématiques.

Les terrains d'observations et leurs modes de restitution sont historiquement propres à l'ethnologie, à l'anthropologie et à la sociologie. Or l'on observe de nouvelles pratiques de terrain liées à de nouvelles thèses en design. La dimension projet, exploratoire, et les méthodes de recherche académiques étant à inventer, comme « l'emprunt disciplinaire » font du designer en recherche tour à tour un ingénieur, un historien, un anthropologue ou un philosophe, outre les compétences initiales de designer, conjoint aux qualificatifs dits « graphique », « de communication », d'« espace », « textile », d'« objet », « industriel » d'« interaction », pour ne citer que ces cas de figure car les typologies sont multiples et variables en fonction des formations. Alors même qu'académiquement ces mêmes designers vont pouvoir être inscrit dans des UFR aux étiquettes multiples⁷⁹. Qu'est-ce que cela pose en terme de rapport à l'écriture ? Qu'est-ce que cela engendre sur les objets de recherche produits ?

L'enquête anthropologique que nous avons mené ne s'est pas donné pour but de trancher en faveur d'une des positions théoriques évoquées ci-dessus, ni de questionner le statut interdisciplinaire du design qui paraît largement acquis (Bremner et Rodgers, 2013). Il nous semble en effet que penser les relations entre design et science — puisque c'est bien de cela dont il s'agit lorsque la question porte sur la « scientificité » de

⁷⁹ Le groupe de travail *Design en recherche*, formé en mars 2013 par Marine Royer, Caroline Bougourd et nous-même, est un réseau de doctorant-e-s et jeunes docteur-e-s dont les recherches portent sur les thématiques émergentes d'étude et de pratique du design. Depuis quelques années, sous l'impulsion des études anglo-saxonnes et de la réforme des écoles d'art, on assiste en France à l'émergence d'un important champ de recherche sur le design. Cela se manifeste notamment par une augmentation très significative des travaux de recherches académiques sur les différentes formes de design, leurs histoires et leurs implications dans la société, et ce à travers toute la francophonie. Nous avons cependant fait le constat d'un manque patent de moyens d'interconnaissance et de coopération entre ces jeunes chercheur-e-s travaillant pour la plupart de manière relativement isolée au sein de leurs laboratoires respectifs. Constituée en association (loi 1901) en décembre 2013, notre groupe réunissait sa première année d'existence déjà 28 jeunes chercheur-e-s, dont 23 doctorant-e-s et 5 jeunes docteur-e-s, sur un éventail disciplinaire large : sociologie, histoire, anthropologie, esthétique, philosophie, ingénierie, sciences de gestion, sciences de l'information et de la communication, arts plastiques. En 2016, notre groupe compte 33 jeunes chercheur-e-s, dont 22 doctorants et 11 docteur-e-s, et notre groupe reçoit de nombreuses demande de la part d'étudiants de Master 2 et de professionnels, de sorte à ce qu'il soit question d'élargir les conditions d'adhésion.

programmes académiques s'engageant sur la voix de la recherche — c'est avant tout penser le développement de la recherche en design, en tant que recherche des « solutions simultanées à de multiples contraintes » (Galison, 1988). Notre étude a consisté à aborder le design à la fois comme processus de conception et comme outil de production d'artefacts, de *rhétorique*, et *technique* de passage entre une intention et l'acte, (Bordron, 2013). Dans ce but, nous avons privilégié les continuités, plutôt que les ruptures, déjà anticipé dans les processus *plastiques* de développement et de production de formes, quel que soit un éventuel statut de leur finalité.

Nous partons de l'hypothèse qu'une analyse attentive des liens entre l'histoire des sciences et l'histoire du design entendu comme manifestation de dynamiques expressives et construction de champs nous permettra de pister des pratiques, des savoirs, et des représentations, de la science, comme du design, qui trouvent une place de plus importante dans la culture visuelle contemporaine, notamment à l'heure des nouvelles techniques de visualisation et de présentation numériques. Selon la perspective expressiviste que nous avons décrite dans la partie précédente, c'est cette intuition qui a guidé autant notre recherche théorique que nos études de terrains, que nous allons à présent présenter, avec la précaution importante à mentionner d'être nous-même le fruit du processus de montage académique.

J.-F. Coulais dans son ouvrage, *Visibilités calculées dans l'histoire des représentations. Images virtuelles et horizons du regard*, a proposé de questionner la conception du réel véhiculée par les images calculées, à travers une enquête sur les transformations du regard associées à leur essor, du 16ème siècle à nos jours (Coulais, 2014). Il a retracé, sur le mode de l'enquête historique, l'histoire des changements culturels et techniques qui ont conduit à ce que l'on considère comme l'invention du regard moderne et « les mécanismes par lesquels l'émergence d'un nouveau mode de représentation contribue à modifier l'expérience visuelle », afin de définir la notion de « virtualité » et d'en repérer la généalogie dans l'histoire des représentations. L'originalité de son travail est qu'il construit cette histoire comme une enquête, afin d'interroger en regard de la culture numérique et des nouveaux modes de représentation imagiques (dites « de synthèse », « virtuelles », ...) qu'il appelle les « visibilités calculées » :

« La manière dont le déferlement contemporain des images numériques agit sur notre perception des lieux et sur nos représentations, plus

particulièrement celles de l'architecture, de la ville et du territoire »
(Coulais, 2014, p.9)

Pour lui en effet, les images dites virtuelles ont un statut singulier, « elles expriment l'ambiguïté des bouleversements que l'irruption massive des images provoque dans nos champs visuels. Toujours plus réalistes, elles nous rapprochent, dit-on, du réel. Plus que jamais, elles semblent nous autoriser à croire que nous dominons le monde du regard. » (Ibid.). Ce qui est décisif ne réside pas tant dans la confusion possible ou la substitution entre la représentation et la chose représentée, qui pourrait se faire comme une histoire des objets (dessins, cartes, images...) mais dans « l'identification, dans le réel, de la référence de l'image », c'est-à-dire plutôt l'étude historique des relations entre sujet percevant et sujet perçu :

« L'objectif de l'enquête n'est pas tant de savoir s'il faut croire ou non aux images virtuelles, encore moins s'il convient d'être pour ou contre, mais plutôt d'y repérer le lieu de nos interrogations face au réel et de nos hésitations quant au sens qu'on lui donne. Car ces images ne transportent pas seulement des visibilitées. De manière plus conséquente, elles véhiculent les schèmes perceptifs et symboliques par lesquels une culture visuelle se construit. » (Op.cit., p.10.)

Les travaux de Coulais nous ont permis de retenir trois orientations thématiques qui infuseront dans cette deuxième partie. La première, en nous inscrivant dans le champ d'étude de la *Graphesis* formulé par J. Drucker (2014) et en nous inspirant des travaux de K. Börner (2010) sur la « cartographie de la science », consistera à proposer l'identification dans certaines typologies de cartographie dynamique, de modes de représentation spécifiques, interrogeant les liens entre design graphique et « objectivité ». Nous présenterons notamment les relations entre organisation de formes et grammaire de signes graphiques, conduisant vers une esthétique des systèmes et des images « diagnostiques ». La seconde, visera à explorer la « situation expérimentale de l'expression » tel que nous l'avons abordé dans la partie précédente, en étudiant des cas particuliers de rencontres entre design et science. Il s'agira d'étudier des champs singuliers du design en lien avec différents modes d'existence de la recherche scientifique, dans les collaborations que nous proposons de présenter :

- Collaboration entre design graphique et linguistique sur le projet des atlas sémantiques de l'Institut des sciences cognitives de Bron.
- Interactions entre ingénieurs, designers et sociologues au Medialab de Science-po Paris et observation participante sur le projet AIME de Bruno Latour.

- Illustration et dessin à partir d'une analyse conversationnelle des consultations d'analgésie à l'hôpital Necker.
- Projet de recherche photographique entre l'école de photographie d'Arles et l'Institut d'immunologie de Marseille.

Nous terminerons cette étude par la présentation d'une collaboration pédagogique au sein de l'atelier « forme et matière » de l'école de design et de création industrielle Ensci-les Ateliers. Cette collaboration se déroule entre un physicien du laboratoire de physique des solides de Paris-Orsay, Julien Bobroff, et du designer enseignant François Azambourg. L'analyse de cette collaboration, sur laquelle nous travaillons dans le cadre du projet ANR descitech, est encore à ses débuts au moment où nous écrivons, et sera sujette à prolongements⁸⁰.

Finalement la troisième orientation portera sur les relations à la fois entre construction de notre image de la réalité (Coulais, 2014), expérience d'image (Bordron, 2014) et *attention* (Citton, 2014), notamment par la visualisation de la catastrophe naturelle et nucléaire survenue en 2011 au Japon. L'attention sera portée à l'image de l'environnement et l'imaginaire de science et de la fiction véhiculés par un design allant de pair avec un « spectacle de la science ».

IV. Imaginaire numérique et image diagnostique : de l'analytique vers le biologique

Bien que les scientifiques réalisent des graphes et élaborent des principes de mise en forme de leurs données depuis toujours, l'ubiquité offerte par l'informatique, de même que l'abondante littérature sur la programmation, ainsi que la richesse des données engendrées par les réseaux numériques au tournant du XXI^e siècle, ont démocratisé ce que l'on nomme la visualisation de l'information, au point de la consacrer rapidement comme un champ à part entière de l'art et de la culture. Dans cette première exploration théorique, c'est la première occurrence d'« image horizon » que J.-F. Bordron propose dans son livre synthèse de certaines de ses recherches, *Image et vérité. Essais sur les dimensions iconiques de la connaissance* (2013), que laquelle nous allons nous appuyer. Bordron a

⁸⁰ Nous remercions les membres de l'ANR Descitech pour nos échanges. Nos observations sur cette dernière collaboration sont financés par le projet et ont fait l'objet d'un premier article collectif qui a été présenté au 50^{ème} anniversaire de la design Research Society en Juin 2016 : Gentès, A., Renon A-L., Bobroff, J., *Design and Interdisciplinarity: the improbable introduction of « fundamental physics» in a design school*, 2016 Design research Society 50th Anniversary Conference, 27-30 June 2016, Brighton, UK.

proposé trois hypothèses correspondant chacune à la prévalence de scénographies dont le fonctionnement serait propre à l'expérience d'image dans le cadre scientifique. Ces trois hypothèses, qu'il appelle « image horizon », « image écriture », et « image évènement », prennent sens dans l'économie iconique dans laquelle elles doivent être perçues :

« L'économie iconique, prise au sens sémiotique de ce dernier terme, signifie (donc) le partage qu'un genre d'image institue dans le monde sensible, partage opérant sur le fond d'une conception particulière de ce monde. En un mot, l'économie fonde un style de visibilité et plus généralement, un style de perception (...) L'économie désigne en premier lieu l'ordonnement qui fonde la possibilité des valeurs et leur éventuelle circulation » (Bordron, Op.cit., p.82)

Le concept d'*image horizon*, en tant qu'« enquête au cours de laquelle, sur la base d'indices, se manifeste peu à peu la présence d'une chose ou d'un phénomène » (ce que Bordron identifie dans la photographie d'enquête ou dans le reportage de guerre), et comme « horizon qu'il s'agit de faire se manifester » (ce que Bordron identifie dans l'image astronomique), nous inspire d'une manière générale une série de remarques sur la cartographie dynamique et en regard des « fonctions référentielles symboliques et des instruments pour faire le monde » (Goodman, 1975/1992, p. 29).

L'*image écriture*, en tant que le « centre de gravité de l'image ne se situe plus dans son horizon mais dans l'image considérée comme plan d'expression » (Bordron, 2013, p. 59), pourra être rapprochée de l'image radiographique. Ce concept replace le problème de l'image dans une démarche de connaissance comme un problème d'organisation, de « structuration interne et de cohérence ». En effet, l'organisation, la structuration et la cohérence dans la problématique de l'image écriture, nous semble susceptibles d'être approchées sous l'angle des relations entre design et objectivité, et la question et les « alphabets iconiques » (Cossette, 1982) et des grammaires de signes graphiques. Outre les hiéroglyphes et les écritures idéographiques, que nous n'aborderons pas ici même si leur héritage très éclairant (notamment dans le système Isotype d'O. Neurath⁸¹ sur lequel nous reviendrons), il s'agira de présenter des démarches relevant d'un « design

⁸¹ Pour étude approfondie de l'inspiration que l'écriture Hiéroglyphique a eu sur le travail d'Otto Neurath dans l'élaboration de son système Isotype, voir : Otto Neurath, *From Hieroglyphic to Isotype : A Visual Autobiography*, Hyphen Press, 2010. Pour la première fois, des extraits de cette « autobiographie visuelle » sur laquelle travaillait Neurath ont été tous réunis. Les premiers avaient été édités dans *Future books: the crowded scene* (volume III) e, 1947, et d'autres étaient parus plus tard en 1973 dans *Empiricism and sociology*, édité by Marie Neurath et Robert S. Cohen.

analytique » qui trouvent une place particulière dans le design graphique et la visualisation d'information au XXème siècle.

Nous aborderons le troisième concept de Bordron, celui de l' *image-événement*, plus loin dans cette partie en lien avec la *visualisation* de la catastrophe de Fukushima.

IV.1. *Biopicture* et reproductibilité bio-cybernétique.

Créateur du site *visualcomplexity.org*, dans lequel sont réunies un grand nombre d'interfaces utilisant le modèle de la carte, le designer Manuel Lima a publié en 2011 *Visual Complexity : Mapping Patterns of Informations*, ouvrage dans lequel il propose une typologie de ces interfaces dynamiques classées selon leurs modalités d'interaction . La *Visual Complexity* apparaît comme l'intersection de deux phénomènes technico-culturels fondamentaux de notre époque : les réseaux et la visualisation.

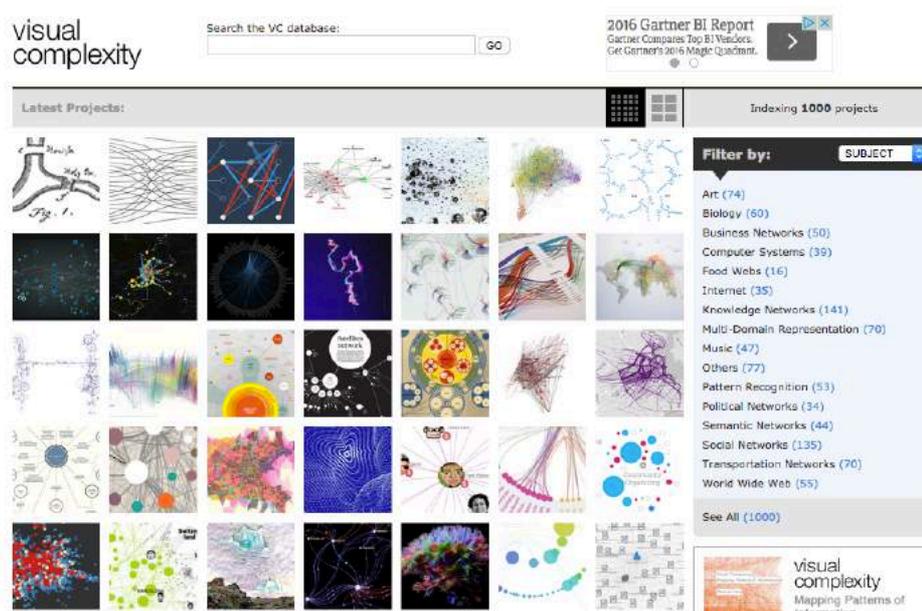


Fig. 84. Page d'accueil du site Visual Complexity. <http://www.visualcomplexity.com/vc/>

Parmi les typologies proposées par Manuel Lima, celle qu'il nomme « area grouping » (voir sur la typologie ci-après), va plus particulièrement nous intéresser ici. Lima propose pour l'illustrer un certain nombre de travaux, dont nous avons extrait trois exemples : Balzer et Deussen (2007), Quaggiotto (2008), et Mislej (2007).

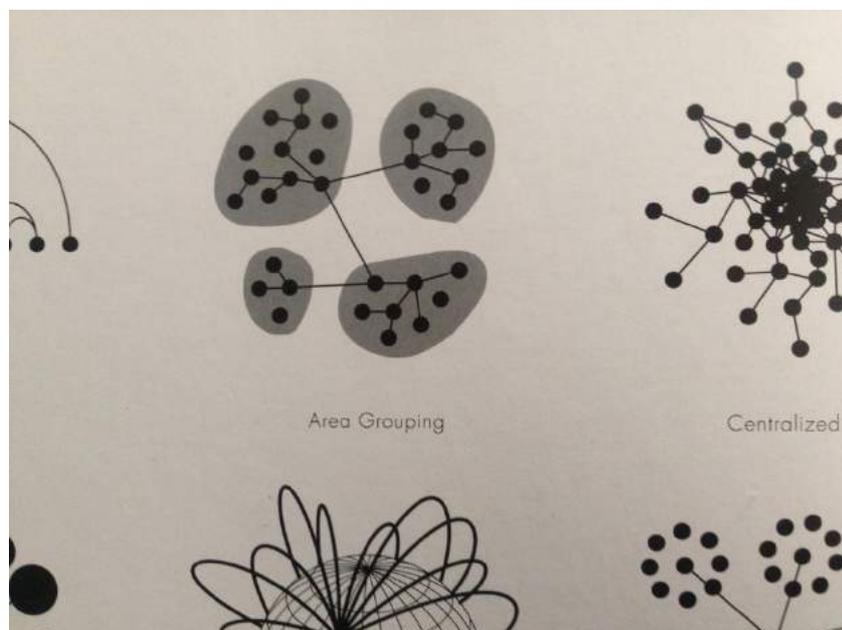
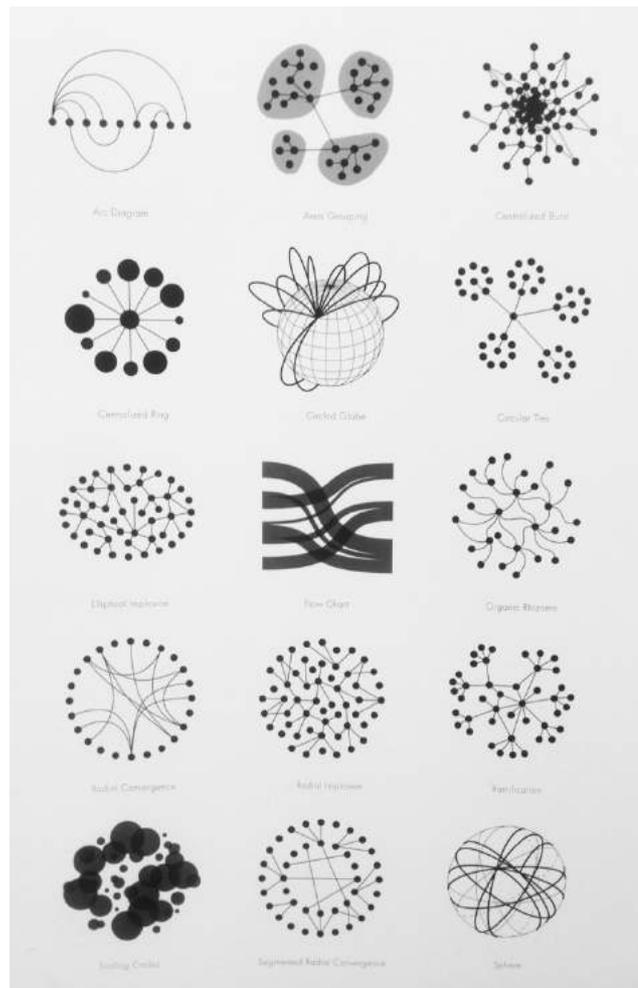


Fig. 85. Source : M. Lima, détail de l'« Area Grouping », *Visual Complexity : Mapping Patterns of Information*, op. cit., p. 158.

M. Balzer et O. Deussen, chercheurs à l'université de Konstanz, ont proposé en 2007, dans leur article *Level-of-Detail Visualization of Clustered Graph Layouts*, un bon exemple de visualisation générant une représentation interactive d'un réseau large et complexe en plusieurs dimensions. Celui-ci figure des clusters sous la forme de « nodules » indépendants. L'utilisation de la métaphore biologique, évidente et mobilisée de manière récurrente par les artefacts graphiques utilisés dans ce champ disciplinaire, est ici particulièrement intéressante.

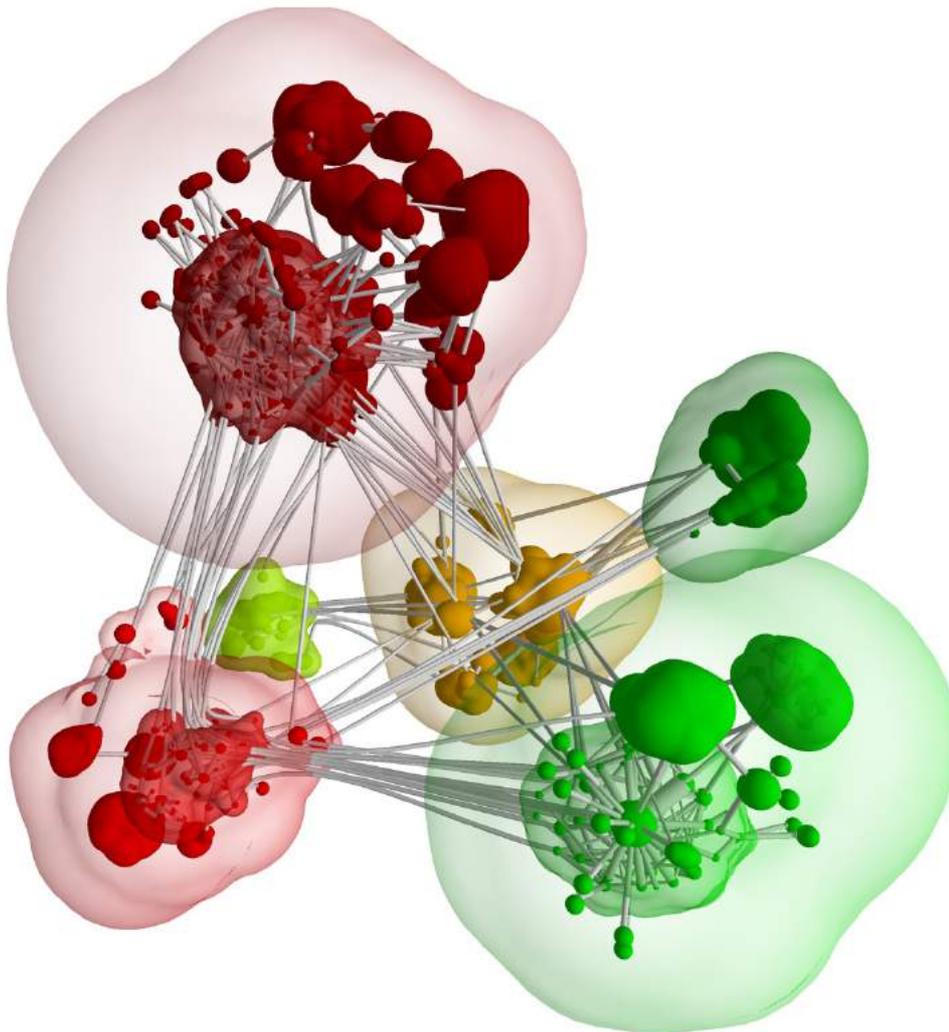


Fig. 86. Source : Balzer, M. et Deussen, O., *Level-of-detail visualization of clustered graph layouts*. Asia-Pacific Symposium on Visualisation (APVIS), 2007. Fig.9. En ligne : <http://www.inf.unikonstanz.de/gk/pubsys/publishedFiles/BaDe07.pdf>. (Consulté le 28 juin 2012)

Un autre exemple est l'application que Marco Quaggiotto a développée pour sa thèse, soutenue à l'École polytechnique de Milan en 2008, sous l'appellation « Atlas »

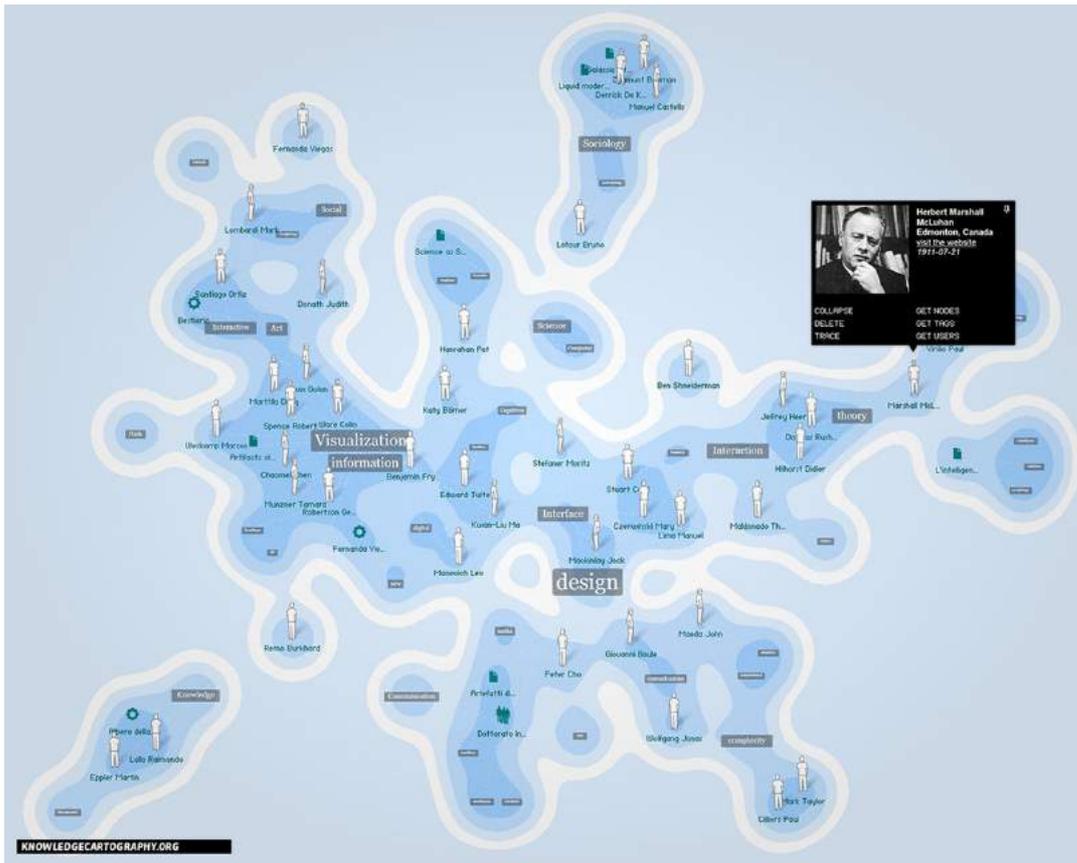


Fig. 87. Quaggiotto, M., Knowledge cartographies : Tools for the social structures of knowledge. Colloque « Changing the Change », Turin, 2008.
 En ligne : <http://www.knowledgcartography.org/PDF/knowledge-cartographies.pdf>. (Consulté le 28 juin 2012)

Consultable sur le site *Knowledge Cartography* qui lui est dédiée, celle-ci permet d'explorer les possibilités offertes par la cartographie pour représenter le savoir ; elle permet notamment aux utilisateurs d'intégrer leurs références bibliographiques personnelles et de les mettre en relation selon quatre principaux registres : sémantique, socio-relational, géographique et temporel.

Enfin, dans son mémoire de master soutenu à l'université de Buenos Aires en 2007, Ernesto Mislej avait déjà pensé un outil d'analyse pour observer les concordances ou dispersions des résultats de recherches sur le net.

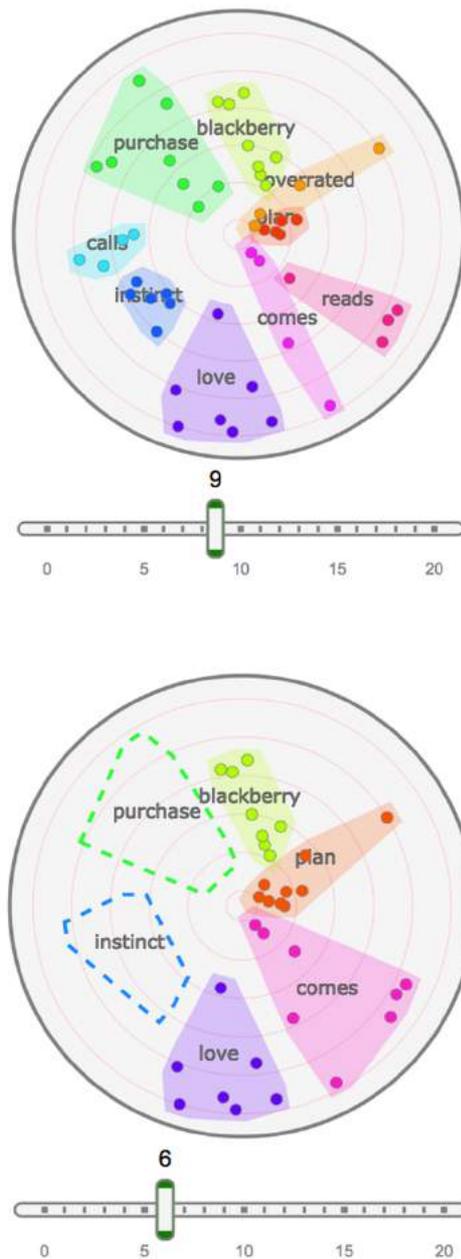


Fig. 88. *Cocovas*, E. Mislej, 2007. En ligne : <https://sites.google.com/site/emislej/cocovas>

Ce dispositif, intitulé « Cocovas », se manifeste sous la forme d'un diagramme à l'organisation radiale ; des clusters de similarités s'organisent selon diverses catégories mises en valeur par différentes couleurs. Les utilisateurs peuvent ajuster les différents niveaux de clusterisation, depuis des paramètres généraux jusqu'à des recherches très affinées.

Au travers de ces trois travaux, nous pouvons noter qu'avec les technologies numériques, l'image constitue moins un document prouvant l'existence d'un

phénomène qu'un outil pour « fabriquer des choses en temps réel » (Daston et Galison, 2007/2012). Telle est précisément l'idée de « design ». Au croisement de pratiques d'ingénieurs et d'artistes, la présentation visuelle fait partie intégrante de la fabrication de nouveaux dispositifs de production scientifique, dans lesquels il n'est souvent pas possible de fabriquer les choses sans les représenter visuellement. Inversement, il n'est pas non plus possible de les représenter en faisant abstraction du processus de fabrication.

La vie des images connaît un tournant décisif à notre époque. Suite à l'apparition simultanée de différents nouveaux médias, il est dorénavant possible, aussi bien en théorie qu'en pratique, de créer un organisme différent à l'aide de procédés techniques artificiels. Le bon « vieux mythe » de la création d'images vivantes est devenu réalisable. La convergence des technologies génétiques et informatiques vers de nouvelles formes de capital spéculatif a défini le « cyberspace » et le « bio-espace » (structure interne des organismes) comme les nouvelles frontières de l'innovation, de la propriété et de l'exploitation technique. Les révolutions qui ont secoué la biologie et l'informatique, ainsi que leurs implications éthiques et politiques, soulèvent quantité de questions nouvelles auxquelles les arts, les disciplines humanistes traditionnelles et les modes de rationalité hérités des lumières semblent être bien mal préparés (Brunet, 2010).

Le concept de « reproductibilité bio-cybernétique » de Mitchell (2011) est à ce propos une proposition d'enquête qui a été étudié en regard de la « reproductibilité technique » de W. Benjamin, à savoir, comment s'acquittent les pratiques artistiques et critiques de cette nouvelle reproductibilité. Et comment pourrait-il en être autrement « à l'avenir » ? En effet, la reproductibilité bio-cybernétique combine la technologie et la biologie de sorte à rendre possibles le clonage et le génie génétique. Dans un sens élargi, elle désigne les nouveaux médias et les nouvelles structures de l'économie politique qui modifient les conditions de vie de chaque organisme vivant sur la planète. Le mot cybernétique vient du grec κυβερνήτης (*kubernêtês*) « pilote, gouverneur », également désigne le timonnier (d'un bateau) ; à le prendre « au mot », nous aurons affaire à discipline mêlant contrôle et gouvernement. Et effectivement, selon le dictionnaire d'Oxford, ce champ s'étend à tout ce qui relève de la théorie du contrôle et de la communication, qu'il s'agisse de machines ou d'animaux. Le *bios*, au contraire, renvoie au monde des organismes vivants, capables de vivre leur propre vie et de résister sous des formes diverses.

Aussi la *biocybernétique* renvoie-elle au contrôle et à la communication, mais également à « ce qui échappe à l'un et refuse l'autre » (Brunet, Op.cit.). Brunet propose de le résumer ainsi : Le cyber est l'autorité qui juge et différencie ; elle gouverne par l'inscription du code. Le bios, à l'inverse, relève du registre analogique ou du « message sans code ». Il s'agit du registre de la perception, de la sensation, du fantasme, de la mémoire, de la similitude, de l'imaginaire⁸². Selon Mitchell, ce que la photographie était au premier âge, l'imagerie numérique et l'ingénierie génétique le sont au second. Notre vie et nos technologies d'information ont eu pour effet de ré-enchanter le monde, faisant de nos peurs les plus irrationnelles et de nos rêves les plus fous une réalité. Comme le dit H. Van Gelder: « Notre époque a été décrite comme un âge post-séculaire, celle dans laquelle les médias et la religion vont de pair et souvent avec des conséquences extrêmement négatives. Mitchell se réfère directement à Marshal McLuhan et à son expression « village planétaire » ou « village global » (*Global Village* en anglais) comme une situation dans laquelle les mass media ont pour effet d'« engourdir » le système nerveux central du corps politique, le rendant incapable de faire face à la réalité. » (Van, Gelder, 2011) (voir aussi le concept d'esthétique anesthésique de S. Buck-Morss).

La reproductibilité biocybernétique aurait remplacé la reproductibilité mécanique de benjamin comme la détermination technique fondamentale de notre époque. Si la reproductibilité propre à la photographie, au cinéma et aux procédés industriels qui leur sont associés (comme par exemple la chaîne de montage) a dominé l'époque moderniste, la reproductibilité biocybernétique qui correspond à l'informatique haut débit, à la vidéo, à l'imagerie numérique, à la réalité virtuelle, à l'internet et au génie génétique industrialisé, régit cet ère que nous avons qualifié de « postmoderne », même si les déterminations techniques ne sont pas seuls déterminantes pour identifier les multiples contextes d'émergence et de définition de ce terme.

IV.2. Images de « synthèse » et conflit des perceptions

Différents degrés de production de valeurs interviennent dans les processus de création d'images, relevant à la fois des sciences biologiques et mathématiques, où l'image

⁸² Il faudrait une démonstration détaillée pour mettre en lumière que la reproduction bio-cybernétique constitue bel et bien le contexte technique et scientifique qui régit notre époque. Une piste pour notre lecteur intéressé d'approfondissement serait certainement de se tourner vers les analyses de l'historienne des sciences Donna Haraway. Voir : Haraway, D. (2006). A cyborg manifesto: Science, technology, and socialist-feminism in the late 20th century. In *The international handbook of virtual learning environments* (pp. 117-158). Springer Netherlands.

procède de l'apprentissage vers le « diagnostic », et où l'« expertise » comporte plusieurs niveaux :

1/ La production de valeurs par les régimes iconiques présents dans la métaphore biologique des travaux de cartographie dynamique. Particulièrement ceux cités à partir de *Visualcomplexity* comme dans l'exemple du travail de Quaggiotto. En donnant l'impression d'aller à l'intérieur (notamment en faisant des liaisons entre des notions par le biais d'artefact visuels), la valeur de preuve (image-preuve) émerge par l'illusion radiographique et l'exploration de l'être, un peu à l'image des atlas du corps humain réalisé de manière numérique comme le « Visible Human Project » ou des plateformes d'apprentissage de l'anatomie en modélisation 3D.

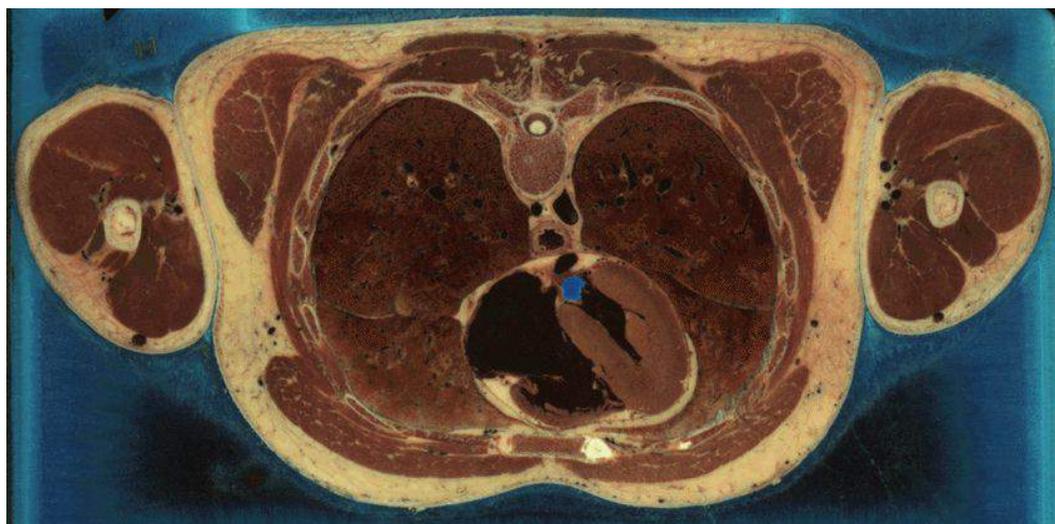
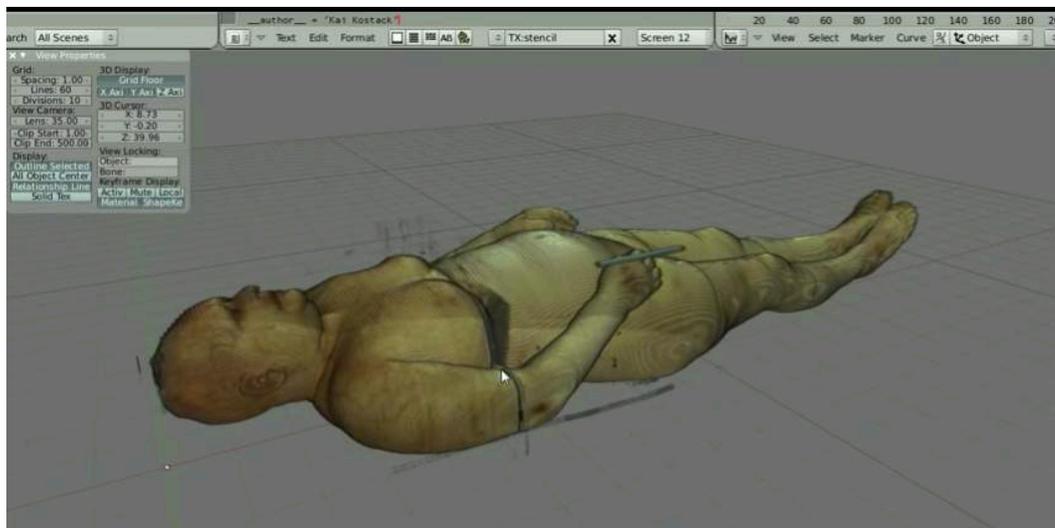


Fig. 89 et 90. En haut : corps de femme. Ci-dessus : section d'un corps d'homme : thorax, cœur (Incluant le muscle du ventricule gauche), poumons, colonne vertébrale, vaisseaux, bras et musculature (vue du thorax). En ligne : https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html

Le « Visible Human Project », lancé sous l'égide de la National Library of Medicine en 1989 et destiné à établir l'anatomie complète en trois dimensions et au millimètre près du corps humain, inaugure, pour L. Daston et P. Galison une nouvelle forme d'atlas, notamment dans la relation entre « image-outil » et « image-preuve » dans le monde numérique (Daston et Galison, Op.cit. pp. 446-447). Les données ont pour but d'être utilisés pour l'enseignement, le diagnostic, les plans de traitement, en réalité virtuelle, et pour diverses applications artistiques, mathématiques et industrielles, par près de 2000 détenteurs de licence répartis dans 48 pays. Un autre exemple est la plateforme *Anatomy learning*, sous-titrée « Atlas 3D ». Dans ce cas il ne s'agit pas de coupes numérisées mais d'une modélisation entière, et collaborative, à l'usage des étudiants en médecine. Disponible sur le site internet de la plateforme, mais également téléchargeable en application mobile, elle propose de pouvoir naviguer à l'intérieur du corps humain, enlever, ajouter et combiner plus de 6000 structures anatomiques modélisées.

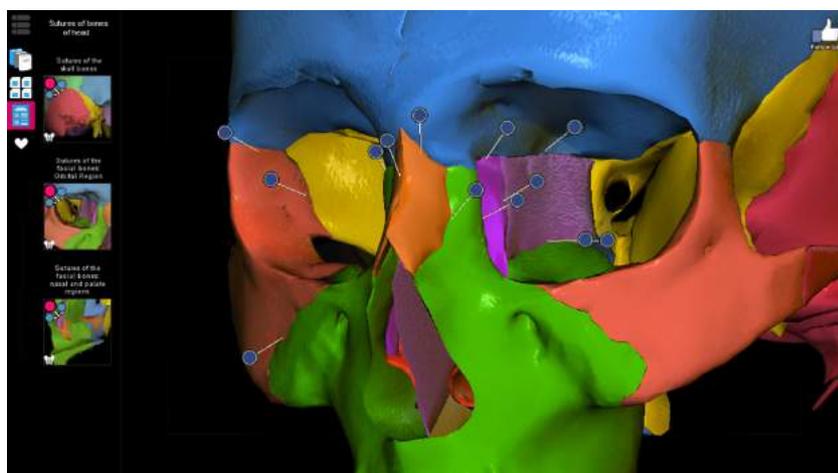
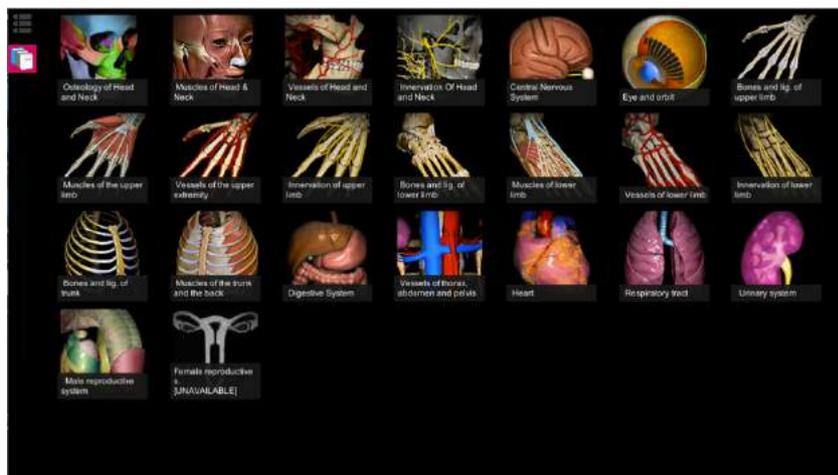


Fig. 91 et 92. Plateforme *Anatomy learning*. En haut : Page d'accueil. Ci-dessus : Crâne.
En ligne : <http://anatomylearning.com/en/>

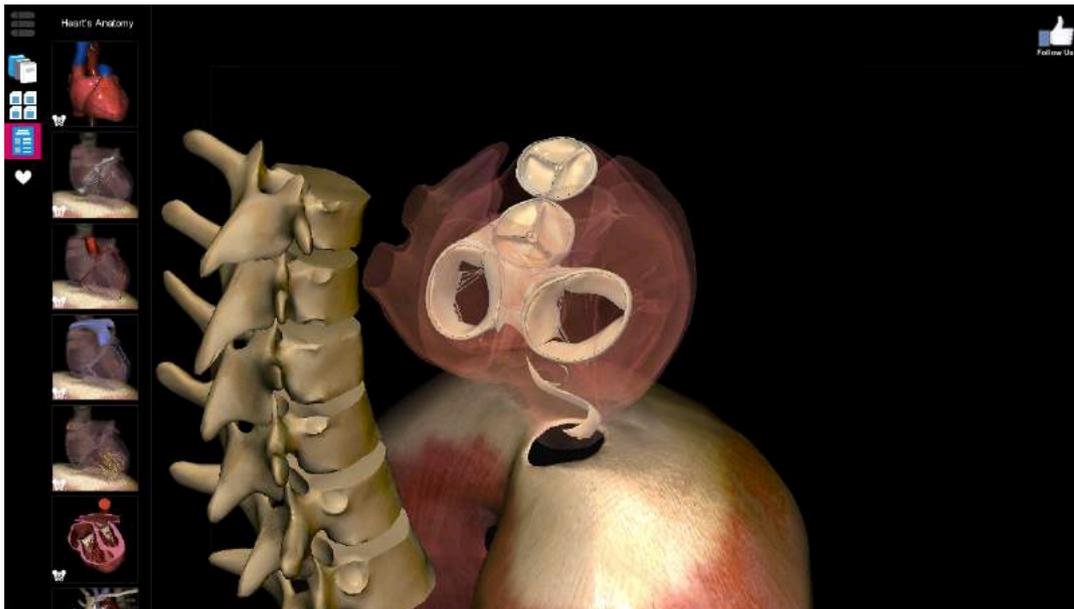


Fig. 93. Plateforme Anatomie Learning, base du cœur. Organes isolés en blanc : valve pulmonaire, valve aortique, valve mitrale et valve tricuspide.

On peut alors se demander si ces atlas ne génèrent pas des espaces de formes, entre mythe, esthétique et théorie, où l'image, est à la fois fabriquée par la navigation de l'utilisateur, mais également fabriquée en amont par le design, où le designer (ce peut être le modélisateur 3D, l'ingénieur informatique, la réunion des experts en anatomie) tient une place particulière. En effet, si nous revenons aux Atlas (nous les identifierons non plus comme cartographie dynamique mais comme atlas à présent), la présentation des phénomènes par la métaphore biologique suggérée dans les éléments iconiques choisis, donne une légitimité, une expertise quasi médicale, voire « soignante ».

La mise en forme visuelle / graphique devient comme une exploration ou examen. Avec toujours cette double ambition de la relation des algorithmes au langage mathématique, donc essence de scientificité, et l'ambition artistico - esthétique (quasi phénoménologique) d'une intelligibilité (voire d'une sublimation) des données complexes par la perception d'une mise en forme qui éluciderait la complexité des phénomènes par la sophistication de syllogismes plastiques mis en œuvre dans les rendus graphiques. Ce même recours à l'analogie est présent dans de nombreux travaux qui proviennent d'écoles d'art, très fertiles et généreux, mais non sans risque d'un certain « créationnisme » graphique, où les objets présentés et représentés par les moyens numériques confèrent à l'objectivité une « texture ».

Cela étant dit, la sophistication graphique et les rapports d'analogie sont aussi très riches de phénomènes qui ne sont évidemment pas à négliger. C'est ce qui a été mis en évidence dans les travaux historiques de J. Maeda et du langage *Design by Numbers* ou encore dans sa version ultérieure *Processing*, largement utilisé (même s'ils sont conjugués à d'autres langages de programmation ou substitués depuis ces dernières années) dans ce type de travaux⁸³. C'est aussi l'idée d'une « synesthésie recherchée ».

2/ La production de valeur par la biologie, tel que C. Estival l'a analysé à propos de l'imagerie médicale et la perception du corps dans les relations patients - soignants en cancérologie (Estival, 2009, 2010) et du rôle de l'imagerie dans la prise en charge de la pathologie et dans le diagnostic profond, à la fois révélateur, démonstrateur, et conjointement « peur de l'image », fascination, fétichisme. R. H. Dahmani, I. Kramer et N. Cherif (2015), ont proposé d'étudier comment les attributs iconographiques et l'évolution des logiciels de traitement dans l'imagerie numérique utilisée en biologie contemporaine « incitent à réviser le statut épistémologique de la représentation sémiotique du vivant » (ibid.). Pour les auteurs, la visualisation des phénomènes biologiques « modélisés avec un fort degré de formalisation » (Monod-Ansaldi, Molinatti, Fontanieu, Devallois, Sanchez, 2012) intègre les notions de manipulation et d'interactivité :

« Ainsi, d'images qui donnent à voir des « curiosités » (Panese, 1996, p.76), les images deviennent des outils au service de la conceptualisation scientifique et deviennent elles-mêmes « nouveau savoir à transmettre » (Segura, 1996, p. 229). Les emplois qui en découlent caractérisent la tendance de la biologie à perdre son côté expérimental, ce qu'a pu être d'ailleurs mis en évidence par Dagognet (1973). » (Dahmani et al., 2015)

Plusieurs travaux font le constat que ces images/outils suscitent chez les étudiants un certain « engouement à explorer et comprendre comment fonctionne un organisme, une cellule, une protéine, etc. » (Kramer, Dahmani, Delouche, Bidabe, Schneeberger, 2012) : « le traitement d'images numériques pourrait jouer un rôle accru comme moyen de construire une représentation opératoire du vivant en incluant les dimensions spatiales, temporelles et de dynamisme » (Dahmani et al., 2015). Les auteurs montrent comment il est possible de « lever l'obstacle « fixiste » chez l'élève » sur une façon de traiter une IRM de cerveau par rapport au fonctionnement cérébral et favoriser une meilleure

⁸³ Voir à ce sujet la thèse d'A. Masure, *Le design des programmes, des façons de faire du numérique*. Thèse dirigée par P.-D. Huyghe, Université Paris1 Panthéon-Sorbonne, soutenue le 1à Novembre 2014. En ligne : <http://www.softphd.com/>

compréhension de la notion de plasticité. Leur analyse de réponses d'étudiants à un questionnaire montre aussi qu'il est possible de « sortir de l'image qui *désigne* et d'aller vers l'image qui permet une acquisition plus active de savoirs et d'attitudes ». (Ibid.)

IV.3. La valeur génétique du calcul

Le travail du mathématicien américain M. Leyton est à ce sujet passionnant. Dans son ouvrage *Process Grammar : the Bases of Morphology* (2003), il a proposé de faire émerger la dynamique et l'historicité par la forme (qu'il s'agisse de celle d'une tumeur, d'un embryon ou d'un nuage), en considérant la « forme comme histoire » (Leyton, 2003). Appliquée par des scientifiques et des ingénieurs issus de nombreuses disciplines, sa « grammaire du processus » intéresse au même titre la médecine que la géologie, le design industriel, la météorologie, l'anatomie, ou encore les neurosciences. La réflexion de Leyton est difficile à synthétiser sans trahir la complexité de son raisonnement mathématique. L'hypothèse qui fonde son principe d'interaction est que les axes de symétrie sont les processus directionnels les plus susceptibles d'avoir exercé une action sur le déploiement de la forme.

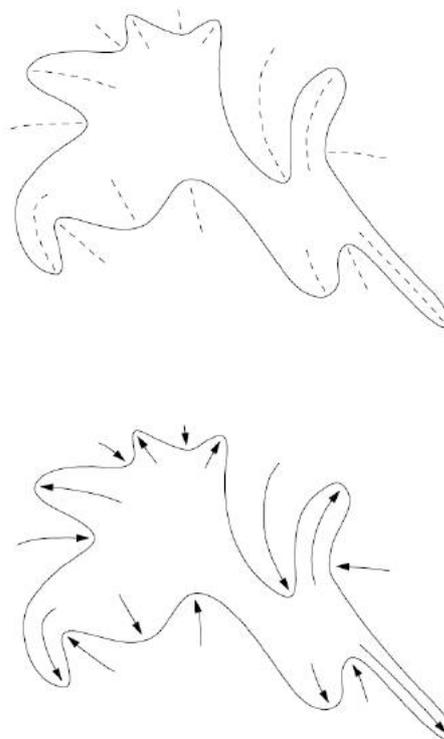


Fig. 94. Source : *Process Grammar for Shape*, Leyton, M., 2003

Deux règles permettent la compréhension de ce principe : la première pose que toute courbure possède potentiellement une extrémité que l'on peut considérer comme un « sommet » ; la deuxième, qui fonde le principe d'interaction dans sa dynamique, statue quant à elle qu'à partir de ces sommets, il est possible de déterminer des axes de symétrie indiquant la direction suivie par le processus d'évolution (Kosso, 2003). L'histoire de la forme des objets peut ainsi être déterminée, reconstituée par la chronologie des événements constitutifs des propriétés morphologiques. Par exemple, un médecin essaiera, autant que possible, d'expliquer une évolution à partir de la dernière forme observée et d'une extrapolation de la forme initiale.

V. L'image écrite

L'objectivité a une histoire, disent P. Galison et L. Daston, et l'histoire de la représentation visuelle apparaît intimement liée au jeu des formes par lesquelles l'on donne sens aux choses, en-deçà des parentés entre des répertoires de formes exploitées par des scientifiques ou des artistes, et au-delà de savoir qui de la science ou de l'art influence l'autre, mais plutôt dans l'optique d'une restitution et du partage d'un certain regard sur la réalité. Il s'agit d'un élargissement des territoires, de dépassement et de recomposition. En avançant dans la période moderne, un couple majeur est apparu, celui qui distingue et allie l'objectivité et la subjectivité. Cela suppose plusieurs questions : qu'est-ce que les images présupposent de la nature humaine, et qu'est-ce que les discours sur l'objectivité et la subjectivité produisent en matière d'images, et comment ces images à tour de rôle produisent de la connaissance ? Quels types de déclaration doivent être mobilisés pour soutenir leur interprétation ?

La notion d'objectivité dans son usage le plus répandu est l'un des attributs les plus vantés de la science, à la fois dans la culture populaire que dans les récits académiques. Une certaine valeur de l'objectivité motive la plupart des analyses de ce qui sépare la production de la science de la production artistique, avec en négatif la notion de subjectivité qui est tenue pour distinguer l'art de la science. Mais aucun des deux termes n'est stable ou suffisant - ni pour les artistes ni pour les scientifiques. Galison et Daston ont étudié en quoi consiste l'objectivité picturale des scientifiques, et comment elle est fondamentalement un concept du XIX^{ème} siècle en l'exemplifiant par le discours sur les atlas scientifiques.

Longtemps avant que le terme d'objectivité lui-même n'apparaisse, ces atlas en effet servaient de compilations visuelles et de référentiels des objets basiques de la science - et étaient considérées comme les représentations pouvant être produites (par exemple des corps) les meilleures et les plus proches de la réalité.

La notion d'atlas, ou plutôt de *méta-atlas*, permet de saisir les relations qu'un tel mode de médiation visuelle entretient avec certaines recherches scientifiques contemporaines. Les atlas scientifiques, en effet, ont pour caractéristique de révéler l'évolution des normes qui gouvernent la « bonne manière » de voir et de représenter les objets de travail de la science. Dans *Objectivité*, Daston et Galison (2007/2012) ont abordé le concept d'*objectivité mécanique*. Il s'agit pour les auteurs d'historiciser la notion même d'objectivité, notamment par l'étude des atlas scientifiques. Nous allons brièvement leur réflexion à partir des cadres épistémologiques de plusieurs exemples concrets de cartographie contemporaine, notamment de *méta-atlas*, et examiner les problèmes techniques et culturels qui s'y posent (et aux significations greffées sur ces dimensions).

V. 1. Cartographie et organisation de l'information

La mise en forme graphique de données constitue un vaste champ de recherche et d'expérimentation contemporain. Depuis l'expansion du numérique, les « espaces d'information » et les modèles visuels intègrent une quantité sans cesse croissante de flux de données, dont la représentation dynamique intéresse des domaines scientifiques et artistiques-aussi divers que la physique, la linguistique, la statistique, l'architecture, le design ou l'art numérique (Manovitch, 2001/2010). Les sujets concernés s'étendent quant à eux de l'évolution des indices économiques à la répartition géographique des intentions électorales, en passant par la propagation des épidémies, ou encore les flux de circulation de l'information dans les réseaux sociaux. Cette *Graphesis*, suivant la formule de J. Drucker (2014), consiste à analyser comment ces mises en forme graphique déplacent la question de la visualisation de l'information, vers la visualisation de l'interprétation.

Les ouvrages d'E. Tufte, parmi lesquels *The Visual Display Of Quantitative Information* ou *Envisioning Information* (1983), occupent une place à part au sein des réflexions actuelles sur ces questions. L'auteur analyse divers ensembles de relations entre les pratiques de mise en forme de données et les spécificités des éléments graphiques permettant de représenter visuellement des informations ou des concepts. Reconnus et discutés dans

le milieu des écoles d'art et de design en France, les travaux de Tufte demeurent néanmoins largement méconnus des chercheurs en sciences sociales, bien que l'ambition du design analytique soit tout à fait compatible avec les problématiques liées à la visualisation scientifique⁸⁴. Dans son dernier livre, intitulé *Beautiful Evidence*, Tufte développe une synthèse de ces processus sous l'appellation de « design analytique » (Tufte, 2006). Le chapitre « Les principes fondamentaux du design analytique » expose des règles simples permettant de concevoir une image graphique donnant lieu à une compréhension globale, à vocation universelle. Pour Tufte, « l'excellence graphique est celle qui donne à l'observateur le plus grand nombre d'idées dans le temps le plus court, avec le moins d'encre et le moins d'espace possible. » Ces principes fondamentaux du design analytique sont au nombre de six (Op.cit., pp.122-139)

1. représenter les comparaisons, les contrastes et les différences ;
2. représenter la causalité, le mécanisme, l'explication et la structure systématique ;
3. représenter les données multivariées, autrement dit celles comprenant deux variables au minimum ;
4. intégrer l'« évidence », c'est-à-dire intégrer totalement les mots, les nombres, les images et les diagrammes ;
5. proposer une parfaite documentation, afin d'assurer la plus grande crédibilité à la représentation graphique proposée ;
6. accorder une importance capitale à la fidélité au contenu.

Or il est remarquable que Tufte fonde une part déterminante de ses théories sur des formes primitives de cartographie dynamique. Ainsi considère-t-il la célèbre *Carte figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813* de C.-J. Minard comme la clef de cette définition du design analytique. Dans cette carte, les aspects formels, en particulier l'épaisseur du *flux* représentant la progression de Grande Armée sur le territoire de la Russie, sont parfaitement en accord avec la signification (l'épaisseur du tracé varie en fonction de la diminution des effectifs, qui diminuent au fil du trajet). Pour Tufte, « l'économie de moyens est cette excellence : l'excellence graphique est celle qui donne à l'observateur le plus grand nombre d'idées en un temps le plus court possible, avec le moins d'encre et le moins d'espace possible ».

⁸⁴ Citons parmi d'autres travaux, ceux de S. Kosslyn en psychologie, ceux de G. Henry en politiques publiques, ou encore ceux du statisticien suédois A. Wallgren.

Au-delà de ce seul exemple, Minard s'essaya à concevoir d'autres représentations de campagnes militaires, pour lesquelles il utilisa des modes d'expression sensiblement identiques. Il figura ainsi l'itinéraire de l'armée d'Hannibal depuis son débarquement en Espagne jusqu'au franchissement des Alpes. Les deux cartes sont d'ailleurs présentées ensemble.

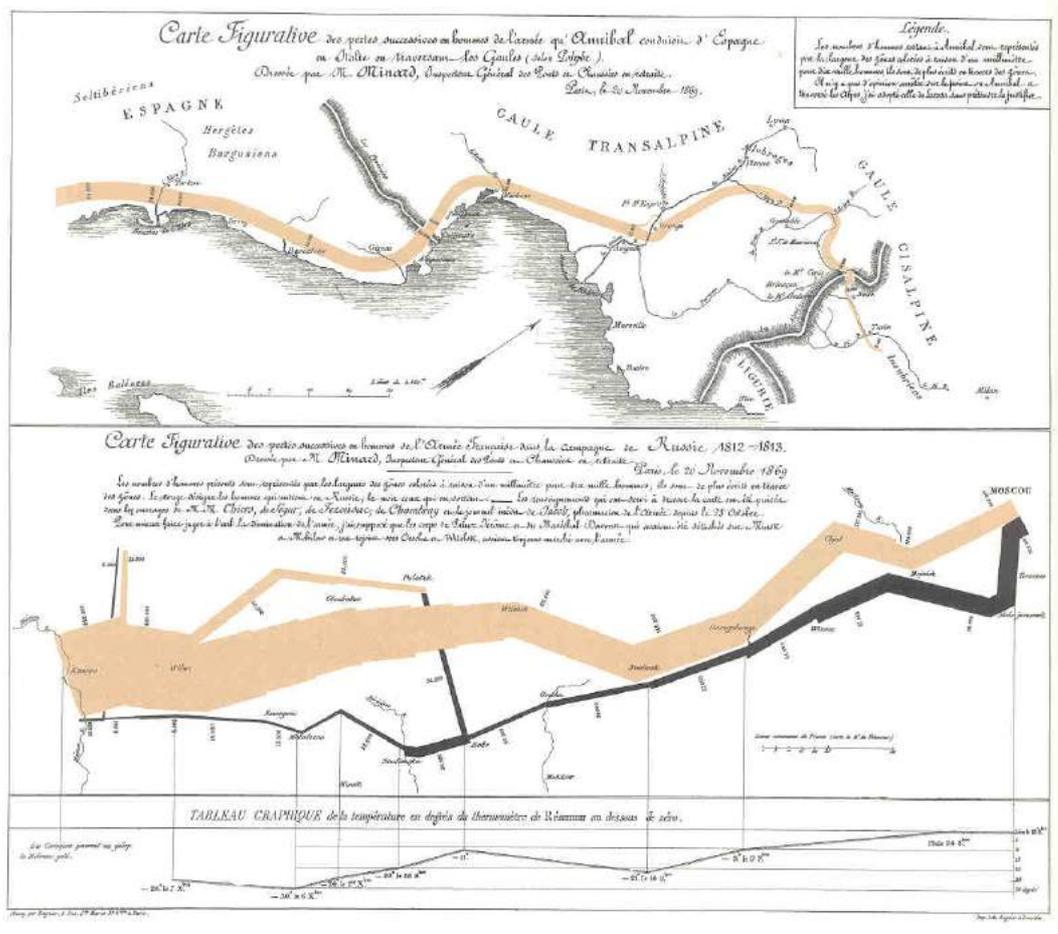


Fig. 95. Carte figurative des pertes successives en hommes de l'Armée qu'Hannibal conduisit d'Espagne en Italie en traversant les Gaules (selon Polybe) (en Haut) ; Carte figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813 (en bas), Minard, C.-J., Paris, le 20 Novembre 1869.

À l'instar de la plupart des premiers cartographes statisticiens, Minard, ingénieur des ponts et chaussées, n'était ni cartographe, ni géographe de formation. Il contribua pourtant à jeter les bases d'une cartographie appliquée aux sciences humaines, tout en influençant d'autres précurseurs de la représentation temporelle et visuelle. « Toujours il arrive à des effets saisissants », disait de lui le physiologiste français E.-J. Marey, « mais nulle part la représentation graphique de la marche des armées n'atteint ce degré de brutale éloquence qui semble défier la plume de l'historien. » (Marey, 1878, p. 72)

La spécificité des modèles de représentation graphique de l'information se conçoit à l'aune des outils qu'ils mettent à la disposition du spectateur. Dans ce modèle primitif, deux polarités principales entrent en tension. D'un côté, on constate un évident effort d'objectivation scientifique, capable de relier entre elles les données et d'en proposer un système de lecture complexe. De l'autre figure une latitude métaphorique laissée à la représentation, qui libère une « esthétique » des données. Présent dès les origines de cette sémiologie graphique, cette latitude n'est pas moins récurrente dans les modes contemporains d'imagerie de la catastrophe. Il s'est assurément renforcé avec le temps, ne serait-ce qu'en raison de la place prise par les médias de masse et par leur mode de construction de scénarii à l'aide d'images à vocation ou à connotation scientifique, au premier rang desquelles figure l'imagerie satellite. Minard concevait ses tableaux graphiques et ses cartes figuratives avec un principe fondamental : il faut « faire apprécier immédiatement par l'œil, autant que possible, les proportions des résultats numériques » Minard, 1862, p. 2. En cela, cette visualisation graphique, pourtant réduite au médium du papier, devance bel et bien d'un siècle et demi l'ambition du design analytique tel que le définit Tufte, à l'ère des technologies numériques.

V.2. Design et objectivité

« Prestige du formalisme mathématique pas toujours compris, logicisme russellien, programme analytique repris par le positivisme logique pour une Encyclopédie de sciences unifiées. (...) Ces retraites analytiques sur une forme minimale et ultimement discursive ont tenu lieu d'épistémologie, comme s'il fallait profiter tacitement de la réalité anthropologique du langage tout en s'en méfiant » (Imbert, 2012)

Pour commencer, considérons plusieurs schématisations faites à partir du *Mémoire sur les courbes définies par une équation différentielle* (1882) de H. Poincaré, que Galison et Daston étudient dans le chapitre V de leur ouvrage⁸⁵.

⁸⁵ Voir : Barrow-Green, J., « Poincaré and the Three Body Problem », in : *American Mathematical Society*, Providence, 1997, p. 32. Voir également L. Daston et P. Galison, *Objectivité*, op. cit., p. 332.

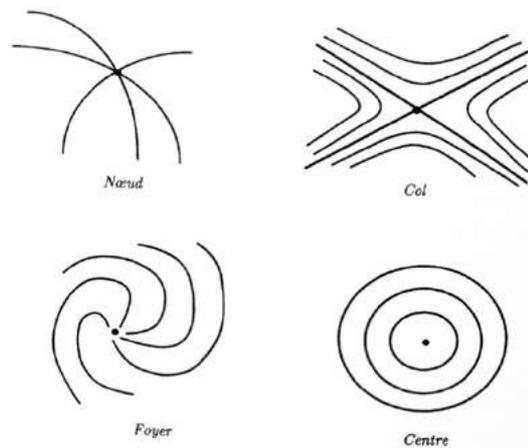


Fig. 96. *Les images relationnelles de Poincaré*, Source : Daston et P. Galison, *Objectivité*, Op.cit., p. 332.

Poincaré avait recours aux images pour visionner les relations topologiques. Plutôt qu'au calcul numérique, quantitatif, des valeurs d'une équation, il s'intéressait au comportement de la courbe définie par cette équation et à ses propriétés structurales. Il s'agit dans cet exemple d'un dispositif qui lui permettait de dessiner les cartes des trajectoires successives d'un astéroïde autour du soleil. Il imaginait un plan traversant le système solaire, et qui serait « troué » par cet astéroïde à chacune de ses révolutions autour du soleil — les caractéristiques physiques de ces trous successifs lui permettant de classer les courbes résultantes selon qu'elles forment des nœuds, des cols, des foyers ou des centres.

Autre cas : la « structure du monde » selon Bertrand Russell :

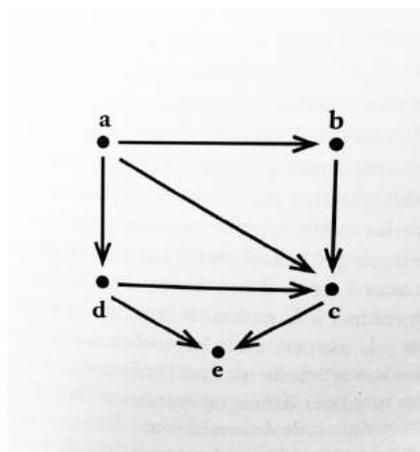


Fig. 97. *La structure du monde selon Russell*, Source : Daston et P. Galison, *Objectivité*, Op.cit., p. 341.

Pour le philosophe anglais, cette schématisation représente une carte de relations, et ces relations en révèlent la *structure*. On peut ici identifier un réseau de couples ordonnés reliés par des flèches, et qui constitue un champ. Selon Russell, ce champ peut varier sans que la structure en soit altérée : ainsi l'on peut substituer à une entité donnée (*d*) une nouvelle entité (*q*) sans changer les flèches. De même, ce champ peut rester inchangé même si la structure est modifiée (si l'on ajoute une flèche reliant une entité à une autre, par exemple *a* à *e*) (Daston et Galison, Op.cit. p. 341).

Chez Poincaré comme chez Russell, « la réalité de la forme » est indéniable : « comme analogie, transformation, style, anamorphose, et tout ce que suggère (...) la notion protéiforme de *Gestalt* » (Ibid). Ces schémas, en effet, ne sont pas sans évoquer le carré d'Aristote, les schémas de Umberto Eco ou bien les diagrammes et formules de Julia Kristeva, sans parler de tous les schémas et diagrammes accompagnant les discours de philosophes, de sémioticiens, ou de théoriciens du langage, pour ne citer qu'eux. Beaucoup d'études sémiotiques se sont orientées vers une sorte d'« objectivité structurale ». Les exemples sont très nombreux, dans des tentatives d'unification de la perception des formes graphiques comme dans la recherche de détection de motifs visuels ou de patterns géométriques dans la construction de la cognition, et ce dans des initiatives publiques, privées, collectives et individuelles. De cette tradition procèdent de nombreux ouvrages qui parlent de l'enseignement de la « lecture » de l'image, du vocabulaire de l'image, ou même de sa grammaire. Dans cette logique de grammaire et de syntaxe du langage visuel, la tentation est forte d'imaginer la production d'un lexique de formes dont la déclinaison utiliserait leurs propriétés structurales afin d'établir des règles de combinaisons dans le but de proposer des représentations graphiques rendant possible une « énonciation » graphique, visuelle. (Cossette, 1982). La recherche d'une sémiotique universelle, la conviction que le monde est un ensemble de formes, ont inspiré d'ailleurs de nombreux chercheurs, artistes, graphistes jusqu'à nos jours, et ce dans de nombreux domaines : la cartographie, la biologie, la perception visuelle, la sémiotique, et même la musique ou les médias numériques.

Dans la tradition graphique occidentale, même si le sujet d'un texte imprimé n'est pas scientifique, l'image imprimée présente une forme rationnelle qui s'inspire généralement de la géométrie euclidienne. L'on pourrait penser cette tradition graphique comme la préhistoire du design, et peut-être surtout en design graphique, notamment par l'intermédiaire de la grille de composition (depuis l'invention de l'imprimerie, jusqu'au

graphisme suisse et allemand de l'après-guerre mais également dans tout processus de mise en page et d'agencement de texte et d'image). Si l'on devait faire un choix dans les recherches du XXème siècle, un croisement historique de telles pratiques est exemplifié dans les travaux de O. Neurath et de son système Isotype. Quant à l'importance de la mesure et du calcul sur l'image, il y a l'héritage de tentatives de langages universels graphiques procédant du passage de l'image au nombre. Entre ces deux champs de tension il y a des points de frottement. D'un côté la volonté de rationaliser des pratiques pour leur donner une efficacité, vérifiable selon des méthodes dont on aimerait idéalement « extraire » le jugement exercé par l'humain, et d'autre part, la tentation de repousser les limites de la rationalité en réinventant continuellement ces méthodes.

Comme l'a dit E. Souchier : « ce qui est transmis participe de la forme, des supports, des matières et des pratiques qui conditionnent la situation de communication. Et s'il s'agit d'une *médiation* au sens de la pratique sociale du métier d'éditeur : cette collaboration avec l'auteur et les partenaires éditoriaux (maquettistes, imprimeurs...) qui aboutit à une réalisation concrète, un produit artisanal ou industriel et qui est une « trans-formation », un changement de forme, une « métamorphose ». On ne peut donc pas considérer la médiation éditoriale sans tenir compte de la concrétude de l'objet produit ni de la réalité sémiotique de l'image *du texte* (Souchier, 2007). Dans le préambule de *De l'essence double du langage*, Saussure notait déjà qu'il est faux (et impraticable) d'opposer la forme et le sens, parlant alors de « forme-sens » (Engler, 1996/2004).

V.2.1. Sémiologie graphique et tentatives de langage universel

Le laboratoire de cartographie de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, fondé par J. Bertin en 1954, devenu en 1974 le « Laboratoire de graphique » est un exemple historique de collaborations inédites entre production d'images, traitement graphique, visualisation de données, et recherche scientifique. Bien que l'aspect précurseur du travail qui a été mené au sein du laboratoire est internationalement reconnu au travers des recherches menées sur la sémiologie graphique par Bertin, richesses des explorations graphiques et des apports menés au sein du laboratoire de graphique demeurent largement méconnus dans leurs globalités. Les travaux du laboratoire, alors « laboratoire support » de l'EHESS, consistait à collaborer avec les chercheurs pour leur fournir des illustrations, tables, supports visuels multiples pour accompagner les textes de compte-rendu de leurs recherches, ou leurs travaux publiés. Ce fut le cas parmi d'autre pour

l'ouvrage *La dynamique du capitalisme* de Fernand Braudel, dont le laboratoire réalisa l'intégralité de la maquette, des cartes jusqu'aux mises en formes de données chiffrées à la mise en page du texte. Ce fut également le cas pour plusieurs ouvrages de P. Bourdieu, *Les catégories de l'entendement professoral* en 1975 et *La production de l'idéologie dominante* (1976). Des collaborations importantes furent également faites avec A. Laclau et J. Le Goff. A cela s'ajoute l'activité cartographique du laboratoire, et les nombreuses recherches sur la représentation du relief.

Mais le travail qui eut le plus d'impact sur une nouvelle forme de réflexion sur la rhétorique de l'image graphique, est le traité *La sémiologie graphique* (Bertin, 1967). Ce traité est apparu dans un contexte d'expansion de la sémiotique. En 1961 se réunit à Milan une conférence internationale sur l'information visuelle, qui projette de créer un conseil international de recherche scientifique sur l'information visuelle. Cette période correspond à de nombreuses parutions fondamentales, notamment *La Rhétorique de l'image* (1964) et les *Eléments de sémiologie* (1965) de R. Barthes, les études de L. Marin, C. Metz, P. Bourdieu (sur la photographie), ou encore de E. Gombrich et de E. Panofsky (sur l'image artistique). Dans *La sémiologie graphique*, Bertin synthétise des règles issues de sa pratique et privilégie le sens de la vue pour le traitement des données. Cette synthèse prend la forme d'un système qu'il appelle « La Graphique ».

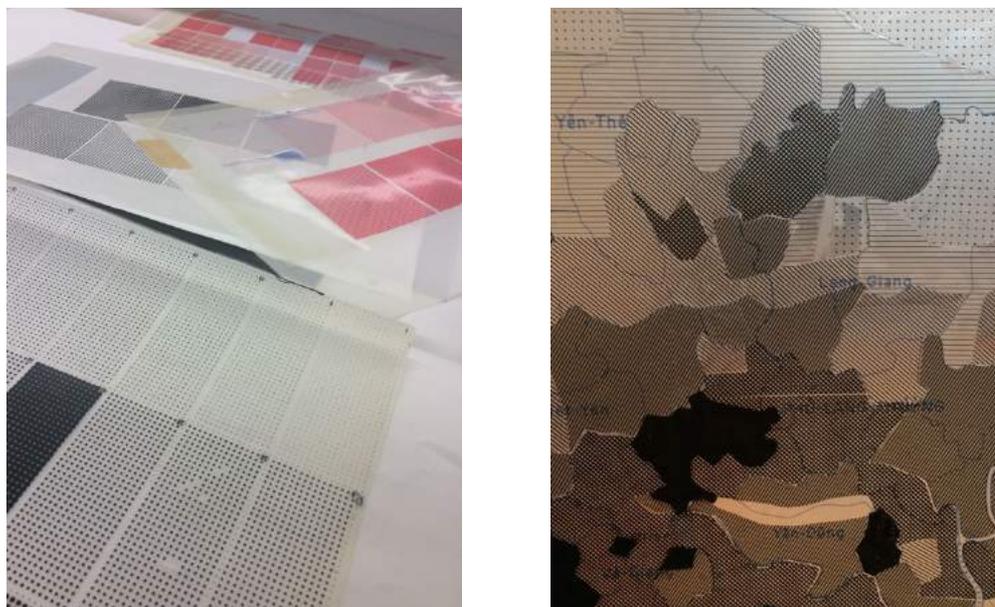


Fig. 98 et 99. Planches de travail sur *La Graphique*, Archives Nationales. A gauche : variables de densités et de couleurs. A droite : essai de mise en application pour une étude sur la récolte de riz dans une province du Vietnam.

Il s'agit d'un système de signes qui permet de transcrire les relations de différences, d'ordre ou de proportionnalité existant entre des données qualitatives ou quantitatives. Ce système a pour ambition de structurer la construction des images à partir d'une grammaire qui s'appuierait sur les lois de la perception visuelle comme une perception universelle : la sémiotique graphique, ou sémiotique visuelle. Son domaine s'étend à la construction de toutes les cartes (habituellement différenciées entre topographiques et thématiques), à la construction des diagrammes (constructions matricielles et courbes) et des réseaux (organigrammes, généalogie). La construction des diagrammes est principalement utilisée pour illustrer les résultats obtenus par des méthodes statistiques classiques et ainsi transmettre au lecteur une information par une image. Jacques Bertin en schématise les phases d'appréhension de la façon suivante : identification externe (titre, légende, qui apparaissent comme des points de repère) et identification interne (reconnaissance de variables). A chaque étape, les éléments qui vont guider le lecteur peuvent être organisés suivant la bipartition opérée par E. Benveniste (1966) entre « niveau sémiotique » et « niveau sémantique ». L'interprétation graphique la plus élémentaire est ainsi une combinaison d'éléments sémantiques et sémiotiques.

Bertin distingue quatre qualités prédicatives que peuvent communiquer les variables visuelles, à savoir les qualités :

- sélective : on peut alors la repérer visuellement en la distinguant spontanément des autres.
- associative : on peut alors la regrouper visuellement avec d'autres à partir de caractéristiques communes évidentes.
- ordonnancielle : on peut en déduire une relation d'enchaînement séquentiel d'ordre qualitatif entre les éléments coprésents.
- quantificatrice : on peut établir un ordre séquentiel rigide basé sur la nature des éléments coprésents.

Il montre que le nombre de variables qu'il appelle des variables rétinienne est limité et qu'elles se répartissent en six familles : la taille, le grain, la couleur, l'orientation et la forme. Aucune graphie n'a de signification par elle-même ; elle ne fait que participer à la fabrication d'un signe. A ce premier niveau, on l'appelle graphème. Les graphèmes sont donc des graphies qui constituent les éléments minimaux de l'iconique. Dans chaque famille graphémique, le nombre des graphèmes différenciables est théoriquement infini.

En réalité, notre système perceptif permet de distinguer à coup sûr qu'un nombre restreint de variations dans chaque famille. D'après l'étude faite par Cossette (1982) du travail de Bertin, on peut estimer très approximativement à cinq par famille graphémique le nombre de degrés facilement différenciables et on peut comparer ce répertoire à celui des éléments visuels de la grammaire américaine de la *Visual Literacy* de D. A. Dondis (1973) :

<u>Bertin</u>	<u>Dondis</u>
---------------	---------------

1. L'aspect que prend la graphie sur son support :

point	point
ligne	ligne
zone	—

2. les dimensions qui donnent sa qualité propre à une graphie :

taille	dimension
valeur	ton
grain	texture
couleur	couleur
orientation	direction
forme	forme
—	échelle
—	mouvement

Grâce à ces variables qui peuvent devenir des codes, le lecteur est censé extraire visuellement de l'information concernant les différentes valeurs présentées sur un graphique.

La *Sémiologie graphique* de Bertin a contribué à une nouvelle forme de réflexion, qui, et avec l'*Exploratory data analysis* de J. W. Tukey (1977), puis le *Graphical methods for data*

analysis de J. Chambers, B. Kleiner, P. A. Tukey et W. Cleveland (1983), ont pavé la voie à une nouvelle approche de l'usage du traitement de l'information visuelle.

Déjà en 1916, E. Goldenweiser a proposé une typologie des graphiques en quatre grandes catégories selon l'objectif qu'ils poursuivent (référence, illustration, analyse, recherche). Ces catégories peuvent elles-mêmes être distinguées selon le contexte dans lequel le graphique est présenté (publication dans des livres ou revues, présentations orales, posters). W. Cleveland et R. McGill (1984) ont cherché à distinguer les éléments formels des graphiques auxquels nous réagissons. Ils ont ainsi isolé dix codes graphiques élémentaires, correspondant à leurs aspects géométriques et textuels. Le lecteur juge de ces aspects pour extraire visuellement de l'information concernant les différentes grandeurs présentées sur un graphique. Les auteurs ont ainsi mis en évidence une classification de dix grandeurs : la position sur une échelle commune, la position sur des échelles non alignées, la longueur, l'angle, la pente, l'aire, le volume, la densité (quantité de noir), la saturation de la couleur, et la tonalité de la couleur. Cet effort de classification et de différenciation des graphiques a été repris plus récemment par M. Le Guen (1996) qui insiste sur l'importance de la distinction entre images d'analyse et images de communication. Les images d'analyse servent à saisir une situation donnée. C'est l'objet des graphiques comme les courbes, les histogrammes, les camemberts etc. Les images de communication sont utilisées pour mettre en valeur une idée, un résumé de données, à frapper l'imagination. On retrouve là la distinction de Goldenweiser entre graphique d'analyse et graphique d'illustration. Si l'on doit connaître et respecter des règles pour les images d'analyse, pour les images de communication, toute liberté est laissée à l'imagination et à la fantaisie de l'auteur pourvu qu'il communique son message.

V.3. La diplomatie du design

Le point de départ privilégié pour étudier le tournant graphique du XXème siècle est le travail de communication graphique de O. Neurath et ses associés, plus connu sur le nom de système Isotype. Conçu et développé dans les années 1920, et appelé au départ « la méthode viennoise », ce système avait pour ambition de concevoir un langage international compréhensible par tous, basé sur les expériences de l'observation, l'éducation visuelle et la démocratisation du savoir, en cherchant des modes de représentation pour à mettre en forme graphiquement des synthèses de données fournies par des experts et à « designer » l'information.

Ce travail a été conduit par l'équipe de Neurath jusqu'à sa mort en 1945, puis prolongé par son assistante devenue sa femme M. Neurath, principal « transformateur » du système, jusqu'à sa mort en 1986.

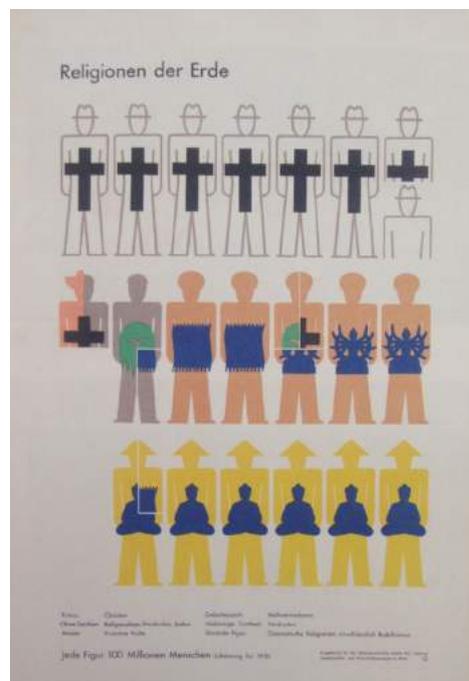
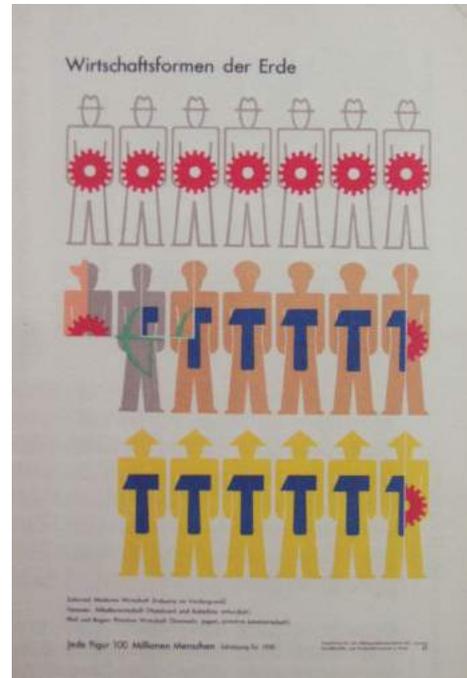
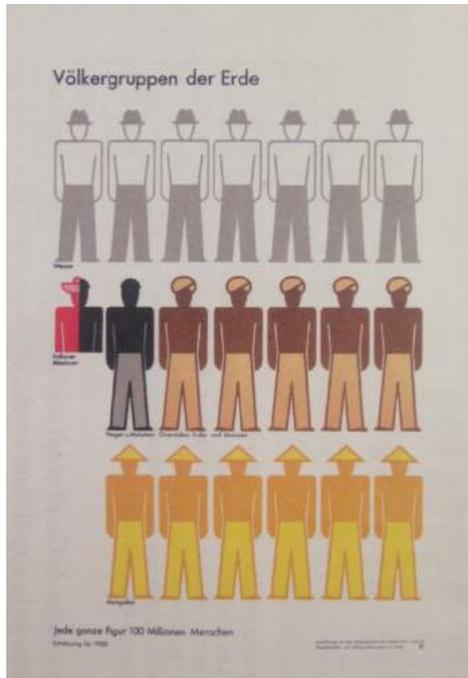


Fig. 100, 101, 102. Groupes de populations dans le monde, formes économiques dans le monde, et religions dans le monde. « La couleur, en plus de mettre en évidence la répartition globale des groupes ethniques, est utilisée avec une certaine continuité — comme toujours dans l'Isotype — dans le but de renforcer la signification des symboles correspondant aux formes économiques : le rouge pour l'industrie, le bleu pour les formes de travail plus anciennes, le vert pour les activités « primitives ». » (Neurath et Kinross, 2009/2013, pp. 40-41)

Il existe une littérature très riche et vaste sur le travail de Neurath, en histoire et en philosophie des sciences, compte-tenu de la place d'Otto Neurath dans l'empirisme logique du Cercle de Vienne et dans son projet d'encyclopédie de la science unitaire, en histoire du graphisme, et en sciences de l'information et de la communication. Neurath lui-même, puis Marie Neurath ensuite ont contribué à la diffusion du système Isotype et de ces enjeux au carrefour de disciplines. Notons que l'Université de Reading héberge une plateforme de recherche consacrée à *Isotype revisited*, fond de documentation, de textes, de journées d'études, etc⁸⁶.

L'histoire détaillée du système Isotype, de même que ses nombreux exemples canoniques, ont été analysés, sur les choix graphiques opérés et les raisons qui ont poussé à ces choix, notamment en fonction des périodes d'activités et des commandes qui lui ont été faites. Nous n'allons pas tous les détailler mais en présenter plusieurs sur lesquelles nous allons nous appuyer par la suite.

Professeur d'économie politique à la Nouvelle académie de Vienne, inventeur du mot « physicalisme » dont il a contribué avec R. Carnap à préciser le contenu et la portée, puis directeur de musée, Neurath travailla à un système de visualisation, comportant une méthode de statistique figurative et de langage illustré nommé « Isotype » (pour International System Of TYpographic Picture Education), avec un lexique et une grammaire de signes (Neurath, 1935). Dans un texte synthétisant sa démarche intitulée *A new language* datant de 1937 et publié dans la revue *Visual Education*, Neurath explique qu'il utilise ce terme pour indiquer un ensemble d'affirmations et d'arguments d'ordre factuel, c'est-à-dire synonyme de la connaissance empirique. Le transfert de connaissances (affirmations ou arguments) qui est permis par la connaissance empirique, et qui devient universel et compréhensible, est selon lui caractéristique des temps modernes, dès l'instant où chaque personne est impliquée dans la prise de décisions communes, directement ou indirectement. Le déploiement et l'élargissement de la connaissance paraissent essentiels pour la bonne marche de la démocratie. C'est ce qui est développé d'un point de vue de la philosophie de la science et de la théorie de la connaissance dans le cadre du projet d'*Encyclopédie de la science unitaire* qu'il a développé au sein du Cercle de Vienne. Et qui fut au fondement du projet Isotype.

⁸⁶ <http://isotyperevisited.org/>

Pour Neurath, dont l'objectif était de produire un langage qui permettrait ce transfert de connaissance de manière universelle sans hiérarchie de connaissances littéraires, un langage visuel est ce qui apparaît comme le plus simple pour satisfaire au désir de communication. L'éducation visuelle, d'après lui, permet de rester dans l'argumentation factuel, débarrassé de toute aspérité stylistique liée au langage verbal, et d'arriver à cette langue universelle, démocratisant l'accès aux savoirs, en harmonisant, en établissant en quelque sorte des conventions qui puissent être compréhensibles et utilisables par tous. Il y aurait ainsi pour Neurath une base commune au matériau visuel, et elle serait dépourvue de tout jugement. Des formes graphiques simplifiées pourraient ainsi transmettre l'information sans qu'elle soit biaisée.

Isotype a été développé dans le but de créer des matériaux visuels narratifs, réduits à leur stricte ossature sémantique, en essayant d'éviter des détails et les styles visuels qui fourniraient trop d'information, et qui pourraient nuire à leur but premier d'être combinables. Chez Neurath, la « transformation », renvoie à une série d'opérations de traductions, de négociations visuelles afin d'obtenir un lexique de symboles compréhensibles par tous. Cette transformation s'appuie sur le travail d'une équipe de l'Isotype chargée de récupérer des données statistiques auprès d'experts, et de réfléchir à la meilleure manière de les compiler, de les synthétiser en isolant des propriétés en quelque sorte irréductibles, et de *transformer* ces propriétés (cela peut être la quantité, la densité, la situation géographique, les caractères de genre, de corps de métier, d'infrastructures, de climat, etc.) pour en proposer des formulations graphiques aux dessinateurs, qui ont pour charge de produire des planches conjuguant texte et image afin de rendre les informations premières intelligibles pour tous. Ce que l'on qualifie de « pictogramme » à l'heure actuelle.

La procédure générale s'inspire clairement du « formalisme logique » de l'école de Vienne et d'un certain idéal de modèles de savoir et de connaissance obtenue par « la mise en commun des vérités éprouvés ». Les « isotypes » en sont les symboles, ses « unités visuelles », coordonnées par une syntaxe, renvoyant à l'expérience du récepteur. Isotype est par ailleurs le nom de la méthode liée à la pédagogie par l'image construite sur ces éléments symboliques standardisés. L'acronyme peut signifier, à partir du grec : « utiliser toujours les mêmes types. » Le principe s'entend comme une double constante. La première est celle des formes (comme l'épi, l'automobile), schématisant l'objet. Elle porte sur les contours et livre une matière iconique combinable (marteau de forge, paire

de ciseaux, faucille). Pour le second, un code fixe les combinaisons, liées à des couleurs ; il permet de désigner : mines et mineurs, agriculteurs et travailleurs agricoles, exportation de blé, etc. Un type a donc une valeur de désignation (l'objet qu'il représente) et une valeur d'opposition (l'action relative sur les choses, comme exporter/importer, travailler la terre, travailler à l'usine). La notion générale de transformation dans le travail sur les isotypes fait donc intervenir des systèmes d'unités.

Mais comment décider des qualités qui sont à conserver et à mettre en avant ? Neurath précise : « Pour l'éducation visuelle, il est important de penser aux qualités qui ne sont pas simplement communes mais qui sont caractéristiques pour tous. Un symbole ne peut pas donner toutes les qualités, il doit y avoir des prototypes de spécimens. » (Neurath, 1946, p.58, cité par Lelarge, 2009) Par exemple pour les arbres, il est difficile de concevoir un seul et unique symbole qui serait « arbre », il faut sélectionner des types d'arbres pour remplir un lexique qui soit ajustable aux situations devant être transformées.

De la même manière, l'exactitude des techniques graphiques est limitée, à la différence des calculs et des mesures possibles par la statistique. Pour cette raison, une fois les symboles stabilisés, il faut un deuxième travail qui consiste à mettre en relation les données quantifiées et la forme des symboles sélectionnés pour que leur combinaison soit la plus intelligible. L'exemple le plus emblématique de ces discussions est l'évolution du travail effectué sur les diagrammes des naissances et des décès à Vienne entre 1906 et 1924, réalisé entre 1925 et 1926, première année d'activité du groupe, et décrit par M. Neurath dans le livre *Le transformateur* de R. Kinross et M. Neurath (2009/2013). Le premier diagramme ci-après se divise en deux parties : en haut toutes les informations, en bas la conclusion. Les symboles représentent une quantité unitaire définie, mais les chiffres exacts sont également indiqués.

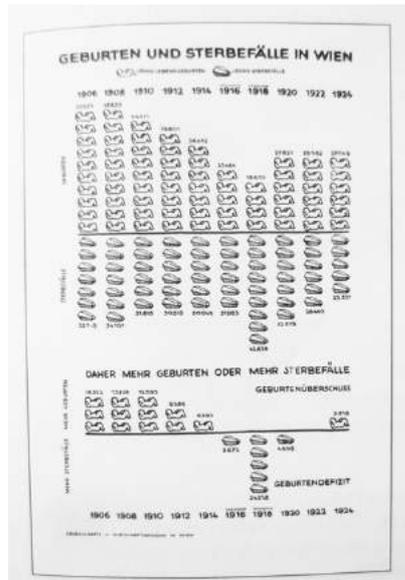


Fig. 103. Diagramme d'exposition, probablement adapté pour une reproduction papier, représentant le nombre de naissances et de décès à Vienne (T3c, ögz, 15 mai 1926). Source : Le transformateur, Op.cit., p.81.

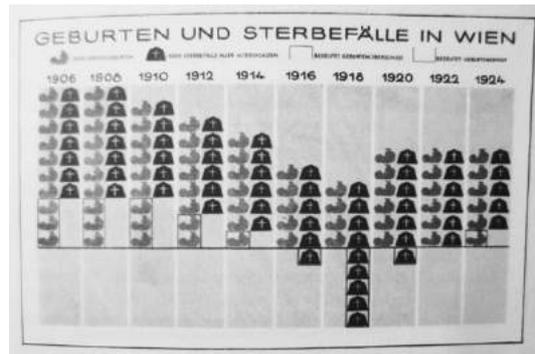
On trouve ensuite une nouvelle approche, plus didactique, avec une organisation toujours de haut en bas mais avec des commentaires au-dessus de chaque colonne, les symboles ne parlant pas d'eux-mêmes.



Fig. 104 et 105 et 106. Ci-dessus, ci-après et page suivante : Diagrammes des « naissances et décès » à configuration verticale : celui-ci et celui ci-dessous concernent Vienne. Le troisième ci-après l'Autriche, et un titre donne à l'observateur une indication sur sa signification (ögz, 15 Août 1925 ; T3F, ögz, 15 mai 1926 ; T3d).

Source : ibid., pp.82-83.

Entre celle-ci et la suivante, le symbole des décès a changé, les cercueils sont empalés par les pierres tombales, cela permet d'éviter la confusion entre la notion de décès de manière général, et le décès de nourrisson. Le cercueil de par sa taille pouvait le suggérer.



Et finalement celui-ci, où l'on voit que les symboles ont été nettement retravaillés (simplification du symbole nouveau-né par une géométrisation, ces symboles auraient été conçus par G. Antz), et cette simplification de la pierre tombale sera reprise mais avec une orientation de lecture différente.



Ces deux symboles vont être ceux qui seront utilisés dans cette dernière configuration, où cette fois-ci la convention de lecture va de gauche à droite.

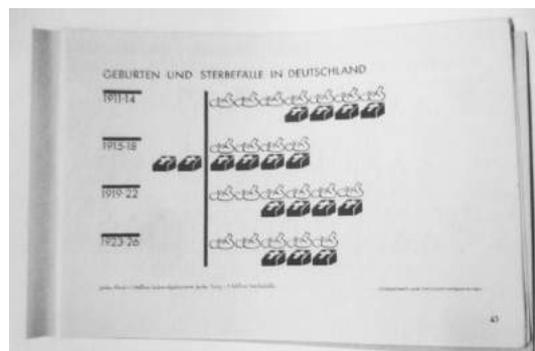


Fig. 107. Les naissances et décès en Allemagne, à partir de données apparaissant également précédemment. L'information est désormais configurée horizontalement. (DBW., p.43). Source : Ibid., p.84.

On aperçoit que dans le système Isotype, la mesure est une identification des relations. Et ces dernières sont établies au moyen de convention de représentation qui sert d'unité

à l'opération de la mesure : on quantifie des entités et leurs interactions par leur attributs (effectif, longueur, poids, vitesse, couleur, localité, relations symboliques et historiques, etc.), et la norme de présentation est ensuite concrètement spécifiée par les opérations de transformation (ou plutôt par le travail du *transformateur* pour représenter un certain attribut de manière graphique et le systématiser, de sorte à obtenir un programme logique, à nouveau, universellement intelligible. C'est toujours selon ces attributs que s'organisent les unités : on peut les classer selon leurs formes, couleurs, structures. Le critère de cette classification, c'est-à-dire le choix du système d'unité (nombre, forme, couleur) n'est, néanmoins, jamais imaginaire, mais censé avoir toujours son fondement dans le réel. Par ailleurs, et c'est là que l'on voit une certaine forme directe d'« empirisme logique », la stabilisation de ces unités est « éprouvée » par la réception et l'interprétation des informations observées sur le terrain, auprès des destinataires de ces présentations graphiques.

On a pu qualifier cette démarche empirique comme un des ancêtres du design utilisateur. On remarquera un travail similaire dans l'évolution des diagrammes sur l'agriculture et l'industrie en Allemagne, publiées entre 1927, qui représentent l'ensemble des terres agricoles d'Allemagne, découpées en fonction des différents systèmes d'exploitation agricole. Chaque unité représente une certaine superficie de terrain, le choix de l'unité de représentation, l'organisation générale du diagramme et le dessin des symboles évoluent également, vers une simplification ou un certain prototypage du traité graphique.



Fig. 108. Taille des unités d'exploitation dans l'économie agricole allemande en 1925. Source : Ibid., p.89)

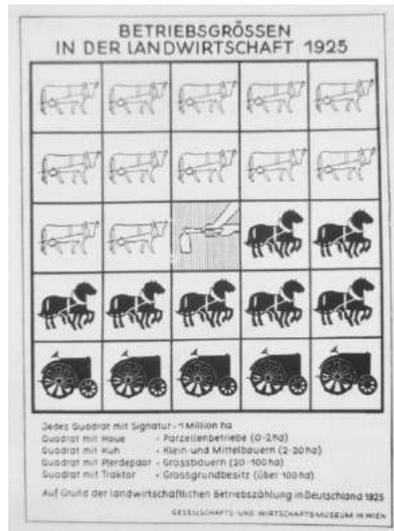


Fig. 109. Tailles des unités agricoles dans l'économie allemande en 1925 (T64h). Source : ibid., p.90.



Fig. 110. Taille des unités d'exploitation dans l'économie agricole allemande en 1925 (DBW, p.36)

Les principes de vocabulaire qui ont été mis en place dans ces premiers temps du groupe ont été publiés ensuite dans *International Picture Language* en 1936 ainsi que dans *Basic by Isotype*, en 1937. De nombreux travaux ont suivi ces premiers essais, touchant l'histoire, la géographie, la médecine, l'industrie avec des méthodes combinatoires beaucoup plus complexes (la passion de Neurath pour les Hiéroglyphes nous en apprend d'ailleurs beaucoup), notamment dans l'éducation plus précisément sous la forme de manuels à l'usage des enfants. Cette incitation à une *mise en commun* de phénomènes physiques, sociaux, théoriques, de manière graphique sera présente dans nombre de travaux visant à produire des langages visuels à vocation universelle, comme nous l'avons vu ci-avant, ou à explorer la possibilité d'étudier la logique des images et la construction des signes comme des phénomènes langagiers, et ce tout au long du XXème siècle. On pourrait trouver également de très nombreux exemples de travaux, notamment en sémiotique,

comme par exemple le *Traité du signe visuel* du Groupe μ , les travaux de Cossette (Op.Cit.) sur le langage iconique, de D. Peraya sur l'icône (1998), ou encore de P. Vaillant en linguistique informatique (1997), et tant d'autres. Ces modèles, faisant référence à une structure, voire à une syntaxe graphique construite à chaque fois sur le modèle langagier, peut faire directement référence à une forme d'énonciation visuelle, graphique, la chaîne graphique procédant d'une série de transformations des matériaux graphiques et textuels engagés dans la production, ainsi que de médiations entre les acteurs de ces transformations. La science unitaire comme celle imaginée par Neurath et l'école de Vienne, était donc un ensemble de propositions fondamentalement variables. Le système Isotype se place alors en position médiatrice, et le rôle joué par le transformateur y est fondamental.

C'est cette chaîne de transformation et de mise en relation, que l'on peut qualifier de *design* que nous souhaiterions comparer maintenant avec la notion de transformation développée par B. Latour dans la théorie de l'acteur-réseau. Est-ce bien que « Faire du design, c'est penser en termes de relations. », comme l'annonçait L. Moholy-Nagy (1947).

Séparés de plusieurs décennies et par des ancrages disciplinaires complexes dans la pratique, ces deux théories semblent pourtant étonnamment liées, notamment lorsqu'il s'agit de considérer le design et sa mise en œuvre en terme de recherche scientifique. Chez Latour, la transformation fait référence à ce qu'il a développé avec M. Callon, et également M. Akrich pour la sociologie de la traduction (également appelé Théorie de l'acteur-réseau). La théorie de l'acteur réseau propose d'étudier les sociétés comme des *collectifs* ou des *réseaux* (Latour, 2004) constitués d'acteurs humains et non-humains en interaction. Cette théorie prend en compte les objets et les discours, et l'ensemble des relations et des médiations qui les lient les uns aux autres. Ces relations s'établissent par une série de traductions ou une chaîne de transformations et constitue ce qui fait le social. De la même manière, le fait scientifique est le résultat d'une chaîne de transformations (instruments, articles, matériaux de laboratoire, subventions, etc.)

Dans la théorie de l'acteur réseau, la description de la production des faits scientifiques s'accompagne d'une conception particulière du politique, qui refuse les cloisonnements et en reconsidère le fait scientifique en fonction de la multiplicité des relations qui le constituent, tous les facteurs, acteurs, ou actants hétérogènes (humains et non-humains) se retrouvent d'égale importance dans l'analyse pour appréhender le social, d'où la

dénomination d'acteur-réseau. Parmi les concepts spécifiques de cette théorie figurent ainsi : le réseau, la traduction, la controverse, et le principe de symétrie, qui impose au sociologue d'accorder également une égale importance aux sujets (humains) et aux objets (non humains). La problématisation de la traduction (ou transformation) met également en jeu celle du *traducteur*, à savoir le médiateur pouvant assurer la cohésion du réseau.

Cette position de traduction, de médiation dans un espace de coopération, de construction d'une formulation au sein d'un travail collectif dans le but d'investir des formes, fait penser au processus de « design » et au travail du designer, réduisant les intermédiaires et la complexité des phénomènes de sorte à les rendre intelligibles, communicables. Dans *La vie de laboratoire*, écrit par Latour et Woolgar sur la base de son étude de terrain à l'Institut Salk, est décrit ceci : certains appareils qui produisent des résultats le font sous forme écrite, en transformant de la matière en écrit, ce sont des « inscripteurs ». En transformant une substance matérielle en un chiffre ou un diagramme, la notion d'*inscripteur* est essentielle, dans la mesure où c'est elle qui établit un rapport direct avec « la substance originale ». Autour du schéma ou de la courbe obtenue se concentrent les discussions sur les propriétés de la *substance*.

C'est sur ces *inscriptions* fruit d'une longue série de *transformations* que se penchent les chercheurs, en quête d'une *signification*. Le processus observé est celui de la traduction, lequel est développé grâce à des instruments, qui produisent des inscriptions, laissent des traces et sont au cœur des énoncés. (Op.cit., p.42/43) La transformation ainsi décrite est également celle de la production de l'énoncé scientifique et de la fabrique de la loi, de la « bonne forme ».

En cela les notions de transformation chez Neurath et Latour permettent de faire apparaître des processus qui relèvent de ce que l'on pourrait qualifier de *design*, où la démarche et les outils convoqués représentent des dispositifs d'échange, de négociation et d'évaluation entre les acteurs.

La *diplomatie* du designer consiste en effet en sa capacité à faire de la politique, de la controverse, et de la médiation par sa pratique et les agencements qu'elle opère: le designer et le design sont au carrefour entre plusieurs leviers de production de connaissance : expériences disciplinaires et pratiques, observation, et une certaine capacité à créer des inflexions entre arts, sciences et technique, entre anthropologie et sémiotique. Les laboratoires de recherche et les champs scientifiques deviennent les

nouveaux terrains d'observation et au sein de ces nouveaux territoires, entre médiation et symbolisation, le designer est à la fois le transformateur et l'acteur-réseau de sa propre recherche : « Un seul mot regroupe ces enjeux et autorise à placer en avant de la réflexion théorique la politique, ici entendue comme constitutive du mode d'organisation des liens sociaux, comme construction explicite des formes de ces rapports, comme détermination de la nature de ces rapports. Il s'agit de la *circulation*. » (Lelarge, Op.cit., p.121)

La circulation en question est celle des hommes et des biens matériels, mais également au besoin de signes communs alors que la politique est cet « art de l'échange social, tracer le contour des institutions et déterminer leurs limites ». Et ce processus d'échanges fait place au langage, au sens de Neurath, c'est-à-dire à un ensemble de formes organisées de la signification sociale (Ibid.) :

« Le plus simple est de maintenir sur la base d'une communauté d'expérience la valeur de désignation du signe, quel qu'il soit. L'usage du signe dans la désignation recouvre une expérience qui prend corps dans les usages sociaux complémentaires par la production des biens et par les échanges. Le réseau de sens a pour fond des associations symboliques liées aux besoins ; il accorde des valeurs précises et déterminées aux désignations. Un savoir commun constitue un système d'associations et d'oppositions qui forme un réseau de sens, une expérience du monde en partie commune et en même temps très diversifiée. » (Ibid., p.142)

C'est ce que nous nous proposons à présent de décrire à partir de nos enquêtes de terrain.

VI. Enquêtes et Etudes de terrain

Les différentes études de terrain présentées ici permettent d'envisager notre étude sous des angles différents (étude de cas, observation participante, description ethnographique) recouvrant des pratiques « que l'on peut certes rapprocher selon leur air de famille, mais non réduire à une seule matrice. » (Lézé, 2005) Nous avons en effet pu étudier différents environnements de rencontre entre design et science, sur une période de six années, au sein desquels notre place et nos actions ont évolué, de même que les échelles, tant dans notre perception des collaborations en elle-même, que dans l'influence sur les unités d'analyse que nous en avons fait. Nous avons émis l'hypothèse que lorsque les collaborations entre designers et scientifiques sont abordées selon les modalités d'expression de design spécifiques et des logiques de disciplines, de

laboratoires et d'institutions scientifiques aux objectifs différents, nous allons pouvoir y déceler des singularités, liées aux matériaux manipulés, aux sujets abordés, et aux acteurs en présence. Sur la base d'une approche heuristique, que nous empruntons à A. Moles, et nous inspirant d'ethnométhodologie⁸⁷, nous avons favorisé une enquête réflexive sur le design, en tant que *designer en recherche anthropologique*, que nous avons pu mettre en œuvre de plusieurs façons :

1) en tant que designer graphique, où cette fois-ci notre connaissance de la matière graphique directement manipulée nous a permis d'expérimenter la conception d'illustrations pour la publication scientifique par le dessin, et de réfléchir à l'implication d'un tel tracé de synthèse dans l'analyse qui l'a mobilisé, comme de réfléchir à la construction progressive du transfert de pratiques d'un terrain à l'autre (cf. Lézé, 2005).

2) en tant qu'étudiante chercheur en anthropologie, en observation participante dans un laboratoire de recherche de l'institut des sciences politiques de Paris, où le design est abordé d'un point de vue institutionnel, et dont le directeur est un des chefs de file de l'anthropologie des sciences. Cette fois-ci, la nature participante aux projets nous a permis d'observer et d'agir sur les modalités de construction théorique chez un auteur.

3) en tant qu'ancienne étudiante en école d'art, avec la connaissance des outils utilisés, comme de la pédagogie, ayant suivi un cursus, comme ayant intervenu comme enseignant formateur en projet, en mémoire, et en jury de diplôme. Cette connaissance nous a aidé à prendre contact avec les étudiants comme avec les formateurs sur un mode d'accès privilégié et de nous intégrer en « studio ».

L'apprentissage et la découverte de méthodes propres à ces terrains spécifiques peut nous permettre de conduire une étude à la fois sur les modalités de ces collaborations et sur leurs spécificités.

⁸⁷ L'approche heuristique d'Abraham Moles est celle que nous avons décrite dans la partie précédente. Elle consiste en effet à observer les processus de schématisation comme méthodes de construction de connaissance. L'ethnométhodologie est un courant sociologique, fondé par Harold Garfinkel (1967), qui étudie l'activité sociale en tant qu'elle est à la fois un processus complexe de coordination des actions et un accomplissement pratique (Fornel, Ogien et Quéré, 2000), dont l'un des principaux acteurs sur lequel nous nous sommes appuyé dans cette étude est Michael Lynch.

VI. 1. Terrain d'étude en formation de designer

Nous avons mentionné en avant-propos de cette thèse le contexte d'émergence de son sujet. C'est par l'agencement de plusieurs formations consécutives qu'il s'est peu à peu constitué autour de la problématique de la production graphique, et de sa relation avec la construction de la connaissance. La genèse de cette recherche, qui constitue sans doute notre premier terrain anthropologique, fut une collaboration que nous avons effectuée à l'Institut des Sciences Cognitives de Bron alors que nous étions en dernière années d'études en design graphique à l'ERBA Valence (devenue ESAD Grenoble-Valence depuis), et en parallèle inscrite en Licence de Sciences du Langage à L'université Lumière Lyon II. En 2009, Boris Nordmann fut invité à présenter son travail en collaboration avec un ingénieur sur un projet qu'il avait nommé le « sémographe », et qui pour cela avait fait appel aux compétences de Sabine Ploux, de l'Institut des Sciences Cognitives de Bron, sur les Atlas sémantiques, pour lui fournir quelques données. Cette dernière l'accompagnant à son intervention à Valence, nous avons eu l'occasion de discuter avec elle des orientations de notre travail et d'aller lui présenter par la suite. Mme Ploux nous a invité à développer notre projet de diplôme au sein de son équipe. Cette collaboration, qui n'étaient pas à proprement parler un terrain anthropologique, nous semble intéressante à décrire, car elle est fondatrice de cette recherche. L'équipe « Modèles mathématiques et informatiques pour le langage » est dirigée par une mathématicienne, Sabine Ploux. Au moment où nous avons fait cette recherche, Armelle Boussidan était doctorante sous sa direction, et c'est sur la base de nos échanges que s'est construit le projet sur des outils de visualisation de la dynamique du sens via l'interface des Atlas sémantiques. Sont accessibles en ligne à l'heure actuelle deux modèles géométriques de représentation du sens qui utilisent cette interface : l'Atlas Sémantique, basé sur la synonymie, et l'ACOM (Automatic Contextonym organizing model), basé sur les cooccurrences associées à un mot. Le modèle des Atlas sémantique est un modèle géométrique de la représentation lexicale. Basé sur une analyse factorielle des correspondances, il permet d'associer à une requête-mot (ou liste de mots) un espace géométrique et via un logiciel de visualisation de générer des cartes. Les données utilisées pour générer ces cartes sont issues de plusieurs dictionnaires ou corpus de textes. Le second modèle, ACOM, est dérivé de celui des Atlas Sémantiques et basé sur la co-occurrence de mots dans les textes.

Accessible au grand public, il est supporté par une interface en ligne : <http://dico.isc.cnrs.fr/fr/index.html> L'utilisateur a la possibilité de saisir une requête (un mot), de personnaliser les paramètres de calcul et d'affichage, et de visualiser la carte correspondante.

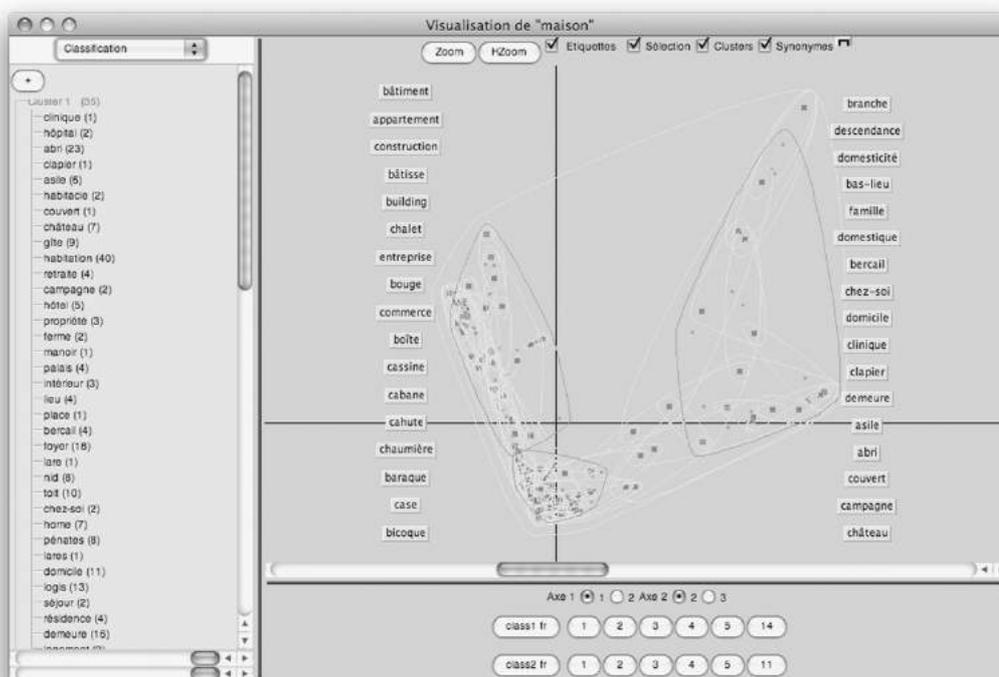


Fig. 111. Visualisation de « maison » à partir du modèle lexical des Atlas Sémantiques.

Notre travail au sein de l'équipe reposait essentiellement sur les cartes. Ces cartes étant générées par un modèle géométrique. Plusieurs aspects nous intéressaient : la forme des cartes en elle-même, et les propriétés géométriques de cette forme et la possible utilisation des outils du design graphique pour faire évoluer la méthode de visualisation actuelle. Il est bien évident qu'il ne s'agissait pas de modifier les modèles existants mais plutôt de faire intervenir les outils du design graphique au sein ou conjointement aux modèles existants. Et tout l'enjeu de ce travail reposait sur la mise en relation des formes graphiques produites et des recherches sur la modélisation sémantique développées par l'équipe.

Ce travail, qui constituait l'objet de notre projet de diplôme de DNSEP, comportait deux aspects : un travail d'intervention sur les cartes existantes telles qu'elles sont générées par les modèles, afin de les rendre dynamiques, et une recherche plus exploratoire qui repose sur les caractéristiques structurales des formes géométriques. En effet, à l'heure

actuelle, les cartes générées permettent un espace de visualisation complexe mais statique. Cet espace rend visible une grande quantité d'informations dans l'environnement d'un mot soit à travers la diversité de ses synonymes et des emplois qu'ils évoquent (dans le modèle des Atlas) ou par l'ensemble des différentes cooccurrences extraites d'un corpus donné (dans le modèle ACOM). La mise en place d'une interface dynamique locale avait pour but initial de permettre de voir des transitions entre les cartes issues de corpus partitionnés dans le temps et donc de représenter l'évolution sémantique d'un mot. Mais lors de premiers essais, une question à la fois fondamentale et passionnante est apparue (d'un point de vue du design comme d'un point de vue sémantique), celle de qualifier le statut de cet espace-temps matérialisé par l'intervention dynamique. Selon M. Tardy (1966), le temps est un processus important dans la transformation ; c'est sur la dimension temporelle que l'on joue lorsque l'on transforme des images par informatique. Même une simple mise en séquence d'images fait intervenir la fonction temps : « au départ, la relation est simplement topologique, mais elle se remplit de sens par une sorte de transvasement ou de jeu de vases communicants. Chaque image isolée est grosse d'un certain nombre de sens ; la juxtaposition libère ou « précipite » dans chacune d'elles des sens-corrélatifs, reliés, donc fiables » (Tardy, cité par Cossette, *Op.cit.*, p. 425).

La relation topologique fait apparaître dans un même mouvement les éléments combinables et la connexion. Chaque image devient un signifié particulier par la vertu de la juxtaposition, mais celui-ci n'a de sens, si l'on peut dire, que par rapport au signifié de l'autre image et surtout par rapport au troisième signifié qui les unit entre eux. Autrement dit, la juxtaposition de deux images statiques anime déjà la signification. Au-delà d'un certain degré de complexité de dispositions spatiales, une traduction linguistique devient trop longue. Il existe des représentations en image ou en graphique pratiquement intraduisibles en texte linguistique. Ceux qui doivent communiquer sur des réalités qui tiennent lieu et place dans l'espace physique recourent naturellement aux images. C'est pour cela que les architectes parlent surtout par images, les plans, qui sont des projections géométriques.

La notation mathématique utilise d'ailleurs des codes (notamment par l'intermédiaire des formules algébriques) avec des systèmes de conventions permettant de transmettre en message un certain nombre de signes qui correspondent chacun à une partie du réel.

Ce sont les rapports entre langage et géométrie qui ont motivé les choix et les perspectives de représentation graphiques dans ce projet sur les Atlas Sémantiques. Les premières recherches consistaient à observer le déploiement d'une forme à une autre. Pour cela nous avons utilisé les formes des cartes générées par l'algorithme des Atlas Sémantiques et commencé à mettre en place des interpolations dynamiques entre des enveloppes de mots sur des cartes de visualisation de « mondialisation » entre 1997 et 2001 pour observer la variation des axes, de la taille et du positionnement de ces enveloppes dans les cartes. Dans cet exemple nous avons utilisé les propriétés de surface de la forme des enveloppes⁸⁸.

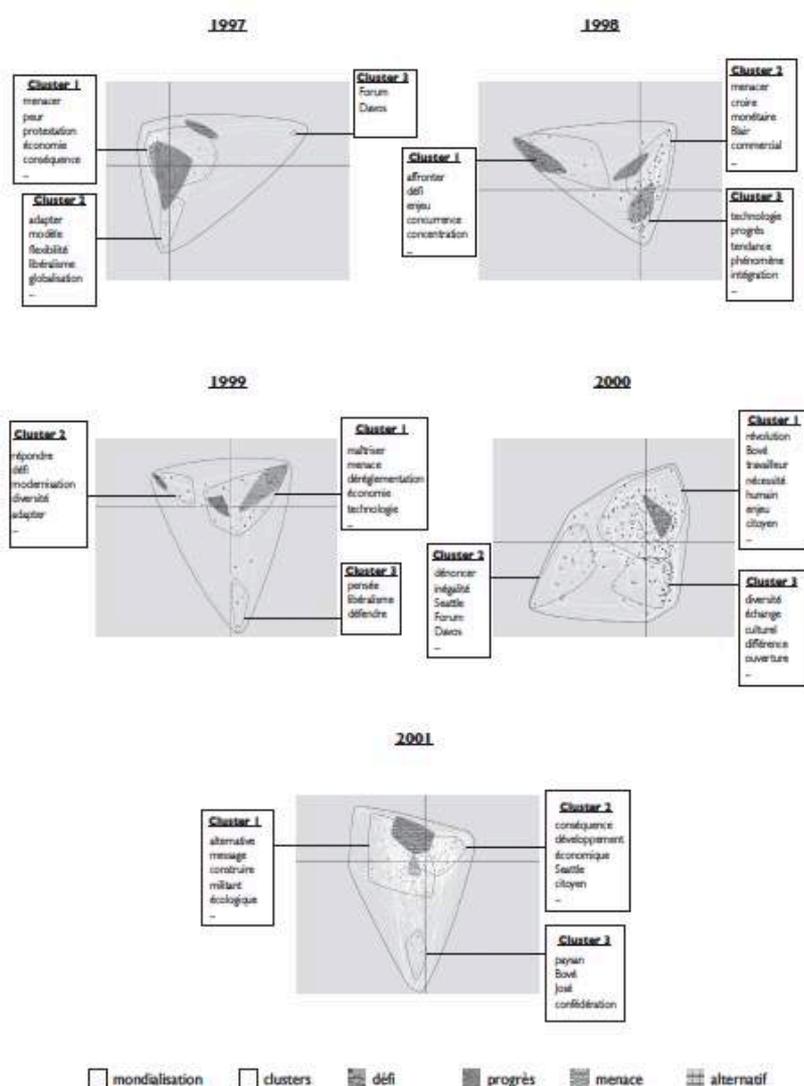


Fig. 112. Vues par année des cartes générées pour la requête « mondialisation »

⁸⁸ En ligne : <http://dico.isc.cnrs.fr/fr/diachro.html>

D'autre part nous avons également expérimenté graphiquement le déploiement possible entre deux enveloppes au sein d'une même carte et d'extraire la forme obtenue afin d'en qualifier les propriétés structurales. Dans cet exemple nous avons utilisé la forme comme délimitée par un contour. Le déploiement est effectué entre la forme de l'enveloppe correspondant au mot « foyer » et la forme de celle correspondant au mot « maison » selon l'axe « domesticité serviteur ».

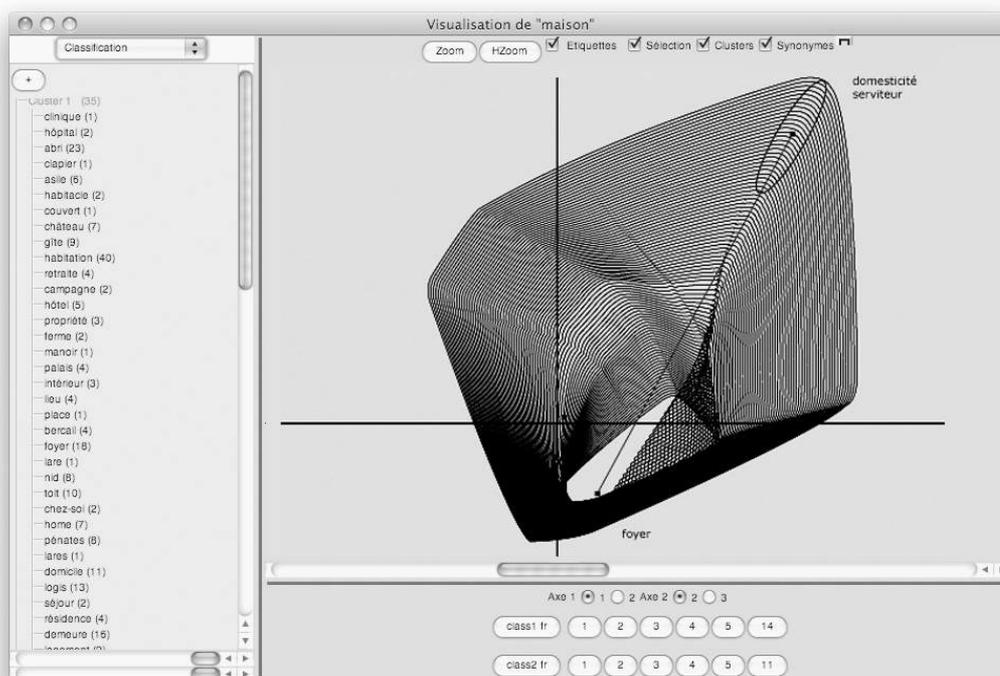


Fig. 113. Proposition de déploiement graphique entre les formes des enveloppes « Foyer » et « domesticité, serviteur » dans l'environnement « maison ».

D'un point de vue graphique on peut observer sur la forme globale produite des phénomènes que l'on peut qualifier d'« élévation », de « torsion », de « rotation » et d'« étirement ». Chacun des phénomènes se manifeste avec différentes propriétés de mise en œuvre. Mais on ne peut évidemment pas utiliser ces observations pour poser l'hypothèse de l'existence d'une représentation graphique de la relation sémantique entre « foyer » et « maison ». Ce qui nous intéressait était d'observer les questions que la manipulation graphique de ces formes pose justement d'un point de vue sémantique et comment cela interroge le rôle de la représentation graphique dans la modélisation du sens.

L'intuition qui guidait cette recherche était, d'une part de prolonger cette observation sur une recherche sur les dialogues méthodologiques entre designers et scientifiques,

notamment en questionnant les spécificités de la cartographie dynamique en ligne, et d'autre part d'envisager que le rapport géométrique à la schématisation, en utilisant les propriétés structurales des formes géométriques générées par les cartes, pourrait permettre d'observer un mécanisme de type « morphogénétique » à la R. Thom (1980). D'autre part, comment un rôle intuitif qui pourrait être porté par l'expression graphique, « constitutif » en tant que processus de stabilisation graphique, plastique, pouvait faire un écho entre ce mécanisme, ou cette dynamique, et le design. Nous avons proposé d'utiliser l'interpolation de formes : cet outil bien que complexe dans sa formulation mathématique, est une fonction basique du logiciel adobe Illustrator. Dans le cadre de ce modèle, il devenait d'une pertinence qui pouvait amener des exploitations à l'ensemble du modèle, tout en introduisant une question relative au « style » des images générées, à mi-chemin entre l'art cinétique et l'iconographie des mouvements pendulaires des frères Lecarme.

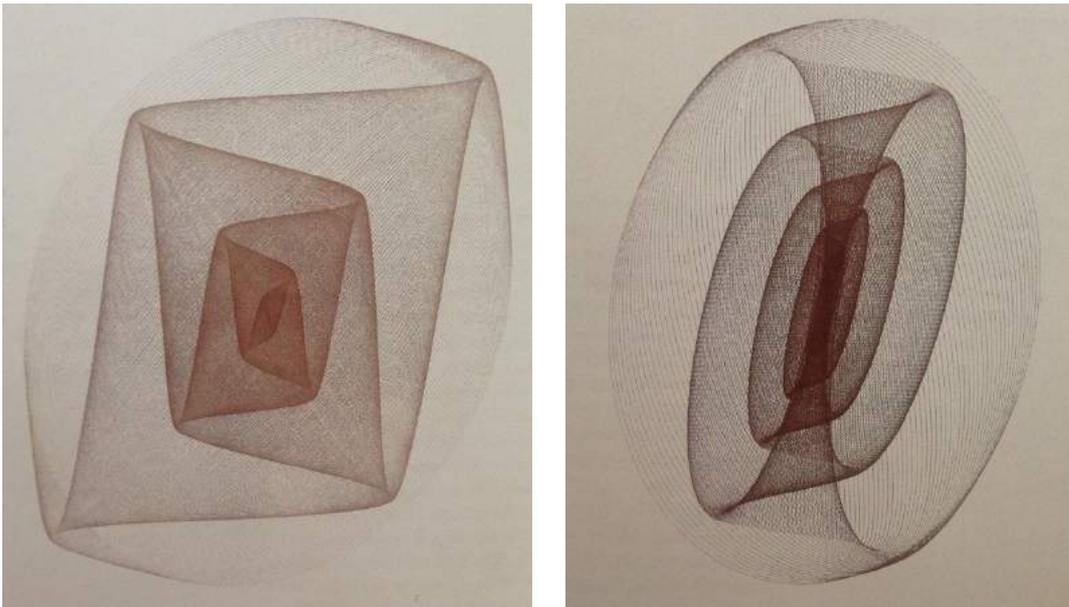


Fig. 114. J. et L. Lecarme, Etudes sur la composition des mouvements pendulaires, épreuves photographiques positives sur papier aristotype, 1896. Source : Musée des arts et métiers, Cnam, Inv. 12914-2 et -3.

Ce qui reviendrait à supposer, en suivant les propos de F. Gonseth, que : « rien ne nous autorise à penser que notre connaissance, même à ses dernières frontières, soit davantage qu'un horizon de connaissances ; que les dernières réalités que nous avons conçues, soient davantage qu'un horizon de réalités. » (Gonseth, 1949, p.310)

VI.2. Etude de cas : l'intervention du dessin dans l'analyse conversationnelle

En 2014, un chercheur du laboratoire de Linguistique Anthropologique et sociolinguistique (LIAS) en analyse conversationnelle, nous a contacté pour réaliser des illustrations pour un ouvrage présentant une recherche d'inspiration ethnométhodologique, conduite sur une période de trois ans dans un centre d'hébergement d'enfants polyhandicapés et non parlants. Plus spécifiquement l'enquête s'est déroulée dans le cadre des consultations d'analgésie auprès d'une spécialiste algologue et concernant des enfants de la naissance à six ans « atteints de maladies dégénératives invalidantes, pour beaucoup de maladies orphelines, dont les traitements préalables déjà mis en place prennent en compte des douleurs chroniques, en particulier d'ordre neuropathique. » (De Fornel et Verdier, 2014, p. 13). Le recours à l'enquête ethnographique a été nécessaire pour les deux auteurs car des entretiens avec les spécialistes n'était pas suffisant, il fallait s'intéresser « à l'ensemble des pratiques qui participent de la détection de la douleur, afin d'en restituer la texture sociale concrète. » (p.12)

Pour quelle raison faire appel au dessin illustratif dans ce cas ? L'un des auteurs nous a d'abord montré le livre d'un auteur d'un champ disciplinaire similaire, en nous disant :

« Ce serait bien de pouvoir avoir un rendu comme les illustrations de X., car je les trouve claires et assez élégantes. Par ailleurs comme cela on pourrait identifier notre recherche dans la même lignée que lui. »

Nous avons donc compris que le traitement graphique des illustrations allait permettre à la fois d'identifier des moments de l'analyse importants, mais également de se référer à une communauté de pensée et de pratique, par l'illustration. N'ayant pas participé aux observations de terrain et n'ayant pas pu saisir sur le vif ces interactions, de quelle manière les rendre intelligibles ?

Les deux chercheurs avaient sélectionné 10 photographies, qui allaient constituer 10 figures, représentant à chaque fois l'examen physique ou la consultation d'un enfant, en présence d'un parent (la mère à chaque fois), et un ou plusieurs personnels soignants. L'usage de la photographie dans un ouvrage de synthèse pour une telle étude est problématique, car si la documentation photographique permet de saisir l'instant, l'image est remplie de détails, la texture des vêtements et les couleurs de l'image donnent beaucoup d'informations qui ne sont peut-être pas celles que l'on souhaite mettre en

avant, de même que l'abondance de personnes dans le cadre peut gêner la visibilité de certaines situations. Par ailleurs, le format d'impression dans la maquette finale du livre nécessitait un travail de réflexion sur l'échelle des figures, ce qui pouvait à nouveau être problématique dans le cas où la photographie devait être « trop » réduite. Et d'un point de vue éthique surtout, l'identité des personnes était à préserver, particulièrement lorsque certains enfants présents sur les photographies étaient décédés.

VI.2.1. Récit de synthèse graphique par le dessin

Le travail qui a été fait sur les figures a été le suivant. Les chercheurs nous avaient indiqué que ce qui était important, outre le visionnage des vidéos et l'analyse des enregistrements audio qu'ils avaient fait, était que l'on saisisse dans les dessins les positions des mains, les gestes, et les regards des enfants. En veillant à ne pas produire des portraits ressemblant. Le second impératif était que ces images allaient être insérées dans un ouvrage de dimension moyenne à format « poche », imprimé en noir et blanc, et qu'elles étaient importantes mais qu'il y avait beaucoup de texte donc qu'elles allaient être insérées en très petit format : 4 cm x 3 cm. Il fallait donc trouver un moyen de saisir l'essentiel des scènes, de rapporter les caractéristiques et les aspects morphologiques des personnages tout en traitant graphiquement les interactions entre les personnes de manière à pouvoir permettre des reproductions à différentes échelles, et surtout permettre une bonne lisibilité (même en petit format). Finalement, la recommandation des chercheurs était qu'il fallait un traitement réaliste des scènes, bien-sûr, il ne s'agissait pas de faire de la bande-dessinée, du pictogramme ou de la caricature.

Ce que nous avons fait dans un premier temps était d'augmenter les contrastes et extrêmement agrandir les photographies. De la sorte, en utilisant un calque sur une table lumineuse, nous avons pu rapporter sur la feuille translucide les traits les plus saillants. Le résultat, au crayon à papier, nous l'avons photocopié et réduit pour voir la qualité et l'épaisseur du trait. Ci-après une photographie sur laquelle les acteurs ne peuvent pas être identifiés :

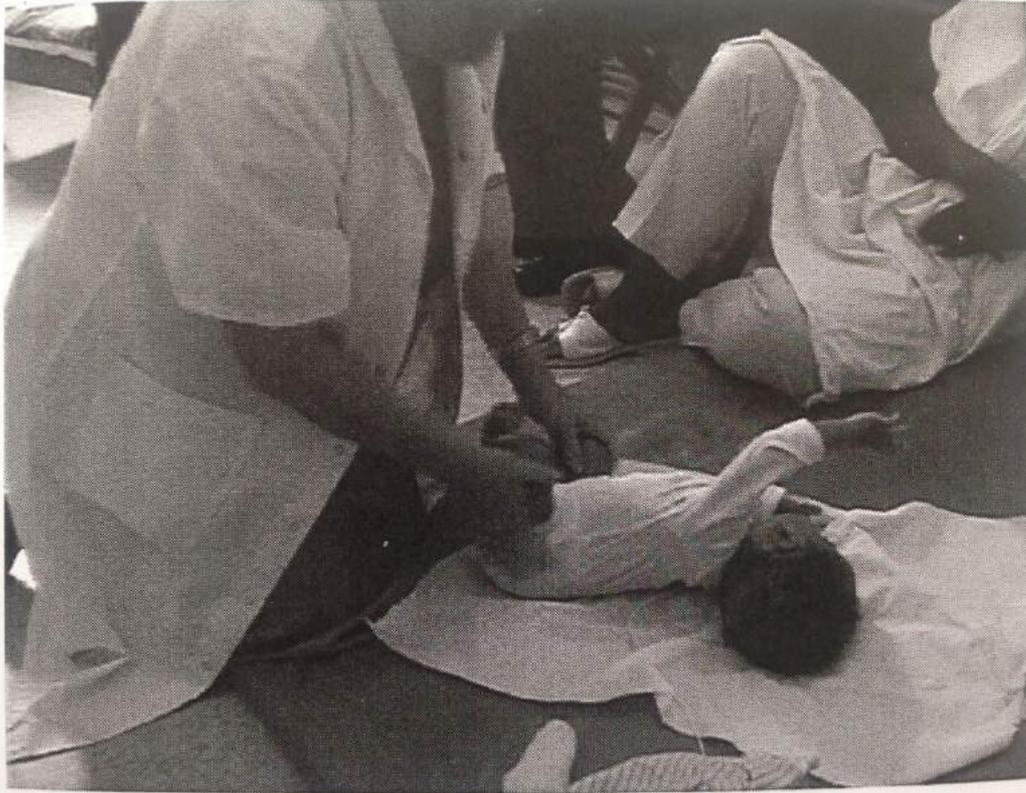


Fig. 115 et 116. Procédure de vérification de la douleur au niveau de l'épaule gauche. L'enfant a une réaction immédiate : il cambre son dos et lève le bras (T5).
 Ci-dessous voir : De Fornel, M., Verdier, M., Op.cit., p. 196)

Et ci-dessous le dessin qui en a été proposé, au format de publication :



Cette expérience nous a permis de faire deux constatations : d'une part, que la connaissance du dessin nous a permis d'isoler des éléments clefs. A l'échelle 1 de la photographie, le recours à la simplification par le trait comportait le risque de la perte d'information. En revanche, à une échelle réduite, pour tout les éléments morphologiques caractéristiques (yeux, cheveux, formes des visages), la simplification des formes en isolant les courbures les plus saillantes, les plis principaux des vêtements, est apparue simplifiée et la plus pertinente en ayant recours à l'unité graphique du contour pour saisir le contenu des scènes de manière la plus immédiate. Ci-après une planche présentant d'autres figures de la série.



Fig. 117. Examen physique d'Elisabeth.
La mère, ouvrant la bouche : « voilà elle fait comme ça » (Op.cit., p. 86)



Fig. 118. Consultation de Gaël (Op.cit., p. 122)



Fig. 119. Examen physique de Kim.
Réaction de l'enfant à l'effleurement du thorax (Op.cit., p. 190)

VI.3. Observation participante au Medialab de Science-Po

Le Medialab a été créé en 2009 en tant qu'un laboratoire support, afin d'offrir des outils et une expertise aux recherches en sciences sociales et humaines pour tirer le meilleur profit de la masse de données rendues disponibles par l'usage de technologies numériques. Le Medialab s'est particulièrement consacré au cours des années à « domestiquer » les données numériques pour qu'elles deviennent utilisables pour les trois missions qu'il s'était fixé au départ. La première est d'être un pilier méthodologique au service des différents centres de Sciences Po pour aider les chercheurs qui se trouvent aux prises avec des nouvelles données. La seconde consiste à analyser en quoi la technologie numérique modifie l'analyse des médias et des médiations qui sont l'objet des sciences sociales et humaines, particulièrement en économie, en sciences politiques, en histoire et en sociologie. La troisième est de repérer en quoi la technologie numérique ne permet pas seulement de multiplier les données et de modifier les pratiques existantes, mais contribue à sa façon à la reformulation des questions fondamentales de la théorie sociale. L'originalité de l'organisation du Medialab procède ainsi de cette conjugaison entre méthodes numériques, études des médias, et théorie sociale. Par ailleurs, c'est un laboratoire qui rassemble trois types de métiers : universitaires (essentiellement des chercheurs en sociologie), ingénieurs (informaticiens, spécialistes du traitement des données numériques et programmeurs), designers (issus du design d'information ou de l'interface utilisateur). Les ingénieurs et designers étant plus nombreux que les universitaires, une autre particularité du laboratoire est que chacun de ses membres est considéré comme pouvant publier, que ce soit des articles, des logiciels ou des repères méthodologiques. De nombreux logiciels ont été développés et sont diffusés pour des projets de recherche spécifiques, comme pour des formations, notamment en cartographie des controverses, sur quoi nous allons revenir ci-après. Les « outils » du Medialab sont donc autant les chercheurs en interaction, les phénomènes d'ajustement, de circulation et de reformulations langagières, que les productions graphiques et logicielles. La particularité du Medialab étant que tous les chercheurs sont sur plusieurs projets en même temps, avec des tâches différentes, dans un réseau dense de projets, d'interlocuteurs et de partenariats.

Nous avons réalisé cette enquête sur une période de 11 mois entre juin 2012 et avril 2013 en deux parties lors desquelles nous avons recueillis différents matériaux d'étude :

- La première consistait en une enquête ethnographique de la vie de laboratoire au cours des rencontres lors des déjeuners d'équipe. Ces déjeuners, tous les mardis, constituent un corpus de 22 heures d'enregistrement des réunions d'équipe (19 enregistrements), s'organisant autour d'un rituel de repas collectif et de mise en commun des avancées des projets, des présentations de nouveaux intervenants ou de nouvelles pistes de collaborations. Ce qui nous a intéressé dans la « science qui parle » selon l'expression de L. Mondada (2005), c'est la répartition des temps de paroles, la place du repas dans les réunions d'équipe, pendant une période de 3 mois qui couvre la période estivale. Cette étude nous a conduit à réaliser des entretiens individuels avec certains membres de l'équipe du laboratoire. Parmi les nombreux projets portés par le laboratoire à ce moment-là, celui que nous retenons pour replacer les échanges entre design et science est celui sur la cartographie des controverses. Les entretiens menés avec différents membres de l'équipe n'ont toutefois pas été tenus avec l'ensemble des membres de l'équipe, et ce pour plusieurs raisons. D'une part la mobilité permanente de ses membres, et la difficulté de rencontrer toutes les personnes associées aux différents projets. D'autre part la pertinence des responsabilités et des projets menés par les personnes entretenues.
- Dans la seconde partie de ce terrain, nous avons été associé aux premières phases de réalisation d'un projet d'interface en ligne collaboratif reposant sur la reconstitution de l'appareil de notes de bas de pages d'un manuscrit en étant dépourvu. Il s'agit d'une observation participante dans le cadre de ce projet spécifique du laboratoire, sur une période de 8 mois, et dont le corpus d'étude comprend des photographies, des documents de travail qui documentent le processus collectif, ainsi que des croquis et des captures d'écrans de l'interface en cours de réalisation.

VI.3.1. Récit d'observation

A l'occasion d'une journée d'étude organisée dans une école de design en Mars 2012, où nous étions présents parmi d'autres contributeurs, T., chercheur en Science de la Communication, qui organise et enseigne les cours de Cartographie des Controverses dans un grand institut d'études politiques depuis 2008, et qui assume la coordination des projets de recherche du laboratoire, nous invite à échanger sur nos travaux respectifs. A l'issu de la journée nous convenons de nous revoir à Paris pour un déjeuner, à l'issu

duquel le chercheur T. nous invite à nous joindre aux déjeuners d'équipe pour en faire une observation. Ce terrain débute ainsi le 19 juin 2012, par l'observation et la participation aux traditionnels déjeuners d'équipe du mardi midi.

Cette première réunion est celle sur laquelle nous allons nous attarder car elle nous semble importante dans cette étude. En effet, la plupart des membres du laboratoire étaient présents ce jour-là, à la différence des réunions habituelles, où sont présents seulement ceux disponibles, étant tous pris par de nombreux projets. Par ailleurs, au moment où nous sommes en observation, l'équipe, à géométrie variable, dispose de plusieurs lieux de travail : le siège historique de l'institut, le siège administratif de l'institut, et un autre immeuble, jouxtant la société nationale d'horticulture de France, à quelques rues, dont un étage est dédié aux activités de l'équipe et de partenaires.

La réunion fut très chaleureuse. T. était dans le hall du 13, rue de l'université, avec D., lorsque nous sommes arrivés. Tous les deux assis à une table en train de faire une « pré-réunion ». Ils mangeaient des croissants en buvant du café. T. nous a accueilli par une franche accolade et nous a dit d'aller directement m'installer « en bas » en les attendant. Placée dans le sous-sol de l'institut, le local donne un peu l'impression de siège d'un conseil de guerre. La salle de réunion est blindée, son design fait penser à l'esthétique de *2001 l'odyssée de l'espace*, il y a des micros devant chaque siège, et 4 écrans vidéos.



Fig. 120. La salle de réunion du Medialab. © Science-Po

Nous sommes accueilli par P. , responsable de tous les aspects techniques du laboratoire, qui nous donne accès à la captation vidéo et nous propose de nous aider à l'avenir si nous avons besoin. Le déjeuner d'équipe débute peu de temps après.

P. : Tu as pris quoi cette fois C. ? Tu as testé le nouveau libanais ?

C. : Non non je suis allé chez le japonais.

B. : Tu vas toujours là-bas, toi. Vive l'originalité.

P. : Vous savez où sont A. et B. ?

A. (qui entre) : J'sais pas où est B., moi je me suis emmené un tupperware.

B. : Ahah l'autre, il s'est fait sa petite salade. B. arrive, il vient de m'envoyer un texto, il était chez le nouveau traiteur dans la rue du tabac.

A. : Ben oui j'préfère, trop cher de prendre chez le traiteur tous les jours.

P. à B. : Ah ouais il a l'air pas mal, faudra que je teste. Bon allez on s'y met les autres prendront en route.

M., à T. : wow ça a l'air bon ce que tu t'es pris toi !. Moi je suis dégoûté je retournerais plus chez X., les portions sont jamais les mêmes. T'as pris ça où ?

T. : Hin hin.. je le dis pas, après tout le monde va y aller.

Le moment du déjeuner d'équipe est un rituel très important. Plusieurs membres de l'équipe sont de manière permanente au local de réunion. Ils sont donc sur place avant le début et accueillent les autres membres. Les projets sont répartis sur les 17 membres de l'équipe. Tous ne sont pas titulaires, et pas nécessairement mentionnés sur le site du laboratoire. Il est ainsi difficile de cartographier les acteurs de la vie du laboratoire. Le déjeuner du mardi est toutefois un invariant, rituel, où chacun essaye autant que possible de venir afin de faire un compte-rendu de ses activités de la semaine passée, et les perspectives de la semaine suivante. En fonction des différentes réunions de la matinée et de leurs localisations, souvent éclatées dans la région, certains membres arrivent seuls, ou d'autres arrivent en groupes. Il peut arriver que certains se retrouvent aux mêmes endroits pour acheter le repas de midi (le plus souvent emporté de chez un traiteur), et l'arrivée de chaque personne est un moment particulier car l'accès à la salle de réunion n'est possible qu'en bloquant la porte en ouverture, ou en frappant. Si la porte est

bloquée, les personnes rentrent et s'installent. Si la porte est fermée, il faut frapper, et la salle étant insonorisée, parfois les retardataires attendent derrière la porte. Le contenu alimentaire des déjeuners fait toujours l'objet d'une discussion collective en introduction de réunion. Qui a pris quoi, est-ce que ce choix fait consensus, y'aura-t-il des ajustement la semaine suivante, voire un nouveau challenge à trouver un endroit inédit. Après l'harmonisation des choix de repas, et l'installation autour de la table, un tour de table, généralement orchestré par T., et en son absence par P., s'opère pour savoir qui en est où et fait quoi. Une hiérarchie est indiscutablement présente mais est difficile à cerner. La figure du sociologue transmutée par celle de l'ingénieur, puis du designer, qui en font les outils nécessaires à l'analyse sociologique, sont déterminants. Toutefois, les membres de l'équipe étant tous des « experts » pluridisciplinaires, la hiérarchie entre les membres et l'importance des compétences de chacun est fonction des projets.

P. : Alors D., vous en êtes où sur le projet Y ?

D. : Et ben ça avance pas mal, on cherche maintenant des sujets pour nos questionnaires.

P. : Tu devrais voir avec G. s'il peut pas te faire une interface ensuite pour collecter tes résultats.

G. : oui on pourra regarder ça ensemble P., mais en ce moment on est vraiment charrette sur le projet Z. avec C. et E.

P. : Ouais, non mais là c'est une histoire d'une demi-journée, ça va vite.

G. : Euh... ok ok tu me diras alors D. quand tu as besoin et on regardera ensemble.

B. : Et D., au fait, tu as eu le temps de regarder ce que je t'ai demandé sur le projet M. avec BL. ?

D. : Ah non, non désolée, j'ai zappé, je te fais un mail dès très vite.

B. : On peut peut-être se faire un debrief cette semaine, non ? Genre demain matin ou vendredi en début d'aprem ?

D. : euh, oui ok. D'accord, plutôt vendredi alors.

B. Ok, super, vendredi.

Trois figures sont à distinguer : le professeur, c'est la figure de proue du laboratoire. Directeur scientifique de l'institut, de renommée internationale et dont l'aura « met tout le monde d'accord » (citation de P.). Très chaleureux, à de très rares occasions directif, c'est le travail collaboratif dans le respect des spécialités et des opinions de chacun qu'il prône. Son accueil se fait d'ailleurs d'emblée de manière bienveillante et très généreuse. Le professeur n'est malheureusement pas souvent présent aux réunions d'équipe. Très occupé par de nombreux voyages et invitations de recherche, c'est T., enseignant chercheur de l'Institut, spécialiste des théories du professeur, qui s'occupe de diriger le laboratoire en son absence. A vrai dire la gestion du laboratoire se fait à deux têtes : le contenu scientifique en lien avec les activités de l'institut sont gérées par T., cela infuse dans de nombreux projets dont il coordonne les publications. La gestion technique du laboratoire est organisée par P. C'est lui qui s'occupe à la fois de la gestion du matériel comme de tous les aspects techniques de programmation liés aux outils qui sont produits au laboratoire. Deux personnes l'accompagnent dans ses tâches : B., qui est ingénieur et qui est investi dans de nombreuses activités citoyennes, et M., qui conçoit des outils. Ces trois acteurs sont au cœur des activités du laboratoire. Sans P., ou B., « rien ne tourne ». Gravitent ensuite deux groupes de chercheurs : des sociologues et des designers. Certains d'entre eux ont par ailleurs une formation en ingénierie, voire certains ont les trois compétences. Entre ces acteurs se construit un réseau de projets où les thèmes reconfigurent les rôles et les responsabilités de chacun. Bien que les projets puissent être très différents, avec des partenaires parfois aux orientations politiques et aux objectifs idéologiques antagonistes, certains axes, communs, rassemblent les activités du laboratoire : la cartographie des controverses, et la place de la publication. Cette dernière qui n'est pas une originalité en soi dans un laboratoire de recherche, exception faite que le laboratoire publie des cartographies comme des articles de recherche, et s'oriente au moment où nous y sommes vers un projet de publication numérique de grande ampleur.

T. : Alors j'ai eu une idée de livre.

P. (répond en rigolant) : haha. On va pas arrêter de faire des livres ?

(tout le monde rigole)

T. (montrant un livre de grand format illustré) : Alors, vous auriez la belle carte, puis le profil de la personne sur 4 pages, 5 pages. On a même pris contact avec Katy B, qui nous a donné les contacts de son éditeur, même le mail qu'elle avait envoyé à son éditeur pour elle, donc je vais essayer de faire échanger Katy B avec BL, je vais déjà informer BL, enfin c'est une idée, quoi.

P : ouais pourquoi pas, j'ai des milliards de questions déjà

B. : D. va être content qu'on fasse un livre à MIT Press ...

P : en parlant des cartographies de controverses et du debriefing de Londres

T : ouais

P: Euh... je pensais à une chose.. euh.. pour expliquer qu'on adapte des cartes au public. Et que y'a la narration et la carte et les données, qui sont des choses différentes, etc. À mon avis, un très bon ex...une très bonne façon d'explicitier, d'illustrer ce fait, c'est la météo...parce que la météo, t'as des données qui sont hyper complexes, avec des modèles hyper complexes, mais en fait la projection de cette chose-là dans l'espace public, y'a plein de niveaux différents. T'as le message radio de trente secondes où si t'as de la chance t'entends le nom de ta ville à peu près et bon euh... en même temps c'est bien adapté au moment où t'es le matin en train de prendre ta douche et tu veux juste avoir à peu près la tendance. Après t'as la carte télé. Avec la nana qui *raconte l'histoire* de la météo (souligné par nous) pourquoi les anticyclones sont là, machin...

T : c'est une nana en France ?

A : ce sont des nanas mais y'a aussi des mecs, ouais

Bronhaha collectif...

P : c'est plutôt le cas ouais.

P: Et donc ça c'est encore un autre niveau, mais qui est encore super aéré, les données sont vraiment dépouilles en fait. Et après derrière ça, t'as la carte interactive pour météo france, où là tu peux aller à un niveau beaucoup plus proche de ta localité, et derrière ça t'as encore autre chose, qui sont les vraies données météo genre les radars. Non, ces cartes-là elles posent pas du tout la question « est-ce qu'il va pleuvoir dans une demi-heure ? » alors que les écho radars de pluie, chose que t'as météo c'est assez ... pour ça, et ça tu le sais tout de suite. Alors exemple d'usage : match de l'équipe de France contre l'Italie est arrêté à cause d'un orage, eux ils disent on sait pas ce qui va se passer, on sait pas ce qui va se passer, pourquoi ils vont pas voir un radar pour savoir si il s'en va ou pas. Et alors moi j'ai été voir sur météo, et en effet ...C'est assez intéressant comme illustration... »

A : Et pourquoi ça te préoccupait cette question de la narration, des données, etc... ?

P: ben c'est la question qu'on se pose sur euh... j pense que ça reflète pas mal les questions qu'on se pose sur euh... sur le rôle de nos cartes en cartographies de controverses, et surtout comment tu les projettent dans l'espace.. public, j'entends. Alors vous allez dire : à quels niveaux ? Tu vois y'a des gens qui vont s'intéresser, des gens qui sont spécialistes de la question de l'adaptation du niveau des mers, ils veulent voir cette chose-là dans leur contexte mais ils veulent aller profondément, c'est aussi la question : est-ce qu'il faut que tu aies une image

simple simple ou quelque chose d'interactif ? Qui sont deux niveaux différents d'indications, et puis tu as la question de la narration, de voir comment sur la météo ou quand moi sur météox je fais ma propre narration car j'ai développé un usage, mais quand tu regardes la télé t'as quelqu'un qui lit. »

B: ça a l'air bien météox c'est quoi ?

P: les météorologues ils connaissent très bien les différentes données de l'informatique, ils les combinent et au pif ils disent « tiens là on va prendre 15% de celui-là, 30 % de celui-là, et ça va faire ça.. et tu vois les différentes prévisions en fonction des modèles.

P: Voilà j'ai pensé à ça, peut-être qu'un jour on fera quelque chose. Tout ça grâce à un match de foot.

C'est à la fois caricatural, mais significatif du travail, des formes de « bricolage » dans le laboratoire et d'intense curiosité, cette figure du « geek » qui, devant son match de foot interrompu, cherche en ligne un site permettant de prédire la fin des précipitations. Lors de sa recherche il découvre météox, fait des recherches ensuite pour comprendre la hiérarchie des données en météorologie et en tire une piste de réflexion pour un projet de cartographie des controverses pour le laboratoire. Significatif de la représentation sociale de l'ingénieur, bricoleur, curieux, débrouillard. Et à la fois significatif d'un usage d'internet, du passage de lien en lien dans la navigation en ligne, induisant des rebonds dans les recherches comme dans la réflexion et les associations d'idées. L'exemple de la météo (et du climat au sens élargi) est intéressant pour la question des controverses actuelles, toutes disciplines confondues. La cartographie de controverses est à l'origine un exercice pédagogique proposé par le professeur dans une grande école d'ingénieurs et développé ensuite à l'institut par T. Egalement enseigné depuis dans plusieurs autres universités Européennes et Américaines, l'objectif de ce cours est d'étudier une controverse scientifique, c'est-à-dire des désaccords entre scientifiques qui ont été formulés publiquement, et qu'il s'agit de rendre accessibles dans leur finesse en réalisant une visualisation graphique des débats, sous la forme d'un « arbre », interactif. Dans la multiplication de controverses scientifiques et techniques (économiques, écologiques, militaires, médicales, etc.), se mêlent science, politique et éthique. La complexité de certaines controverses et des compétences pour les comprendre, met en jeu la place du citoyen, qui est parfois oubliée, et nécessite de recadrer le débat de la « participation citoyenne », par l'usage « d'outils de représentation et de négociation » (Venturini, 2008). Ces outils sont conçus à l'aide des technologies numériques, des

ressources offertes par le réseau internet (sites, cartes, vidéos, liens, etc...), et du « design ».

L'institut a signé une convention en avec une grande école italienne au sein de laquelle existe un laboratoire spécialisé en design d'information. Cette convention a pour but de travailler sur des projets communs, et d'être compétitifs au niveau international. De fait, beaucoup d'échanges se font entre les deux laboratoires, et la plupart des designers du laboratoire viennent de cette école. Un de ces designers est en post-doctorat au laboratoire au moment où nous y sommes en observation, et vient de terminer la maquette du dernier livre du professeur. Ce livre fait l'objet d'un projet numérique de grande ampleur, subventionné au niveau européen. A la fin de l'été 2012, à l'issue de trois mois d'observation de réunions d'équipes, le professeur, que nous n'avions alors vu qu'une seule fois, lors de notre arrivée, vient nous voir pour nous demander ce que nous faisons. Après avoir échanger avec lui, il nous dit en souriant « Ah ! Une anthropologue ! Et bien on va vous mettre à contribution ! »

Le chef de projet nous demande alors à l'issue d'une réunion si nous souhaitons faire non plus simplement une observation ethnographique, mais une observation participante dans le cadre de ce projet.

VI.3.2. « Un projet tant aimé »

Cette expression, nous l'empruntons à un historien et philosophe britannique, qui lors du colloque de clôture du projet, à l'été 2015, débuta son intervention de « diplomate » par ces mots, non sans une certaine espièglerie.

Le projet M. est une enquête de « philosophie empirique ». Alors que l'ouvrage qui en résulte était en cours de façonnage, nous avons été invitée à rejoindre l'équipe par C., historien de l'art spécialiste des expérimentations artistiques d'un groupe d'artistes américains des années 1970 et chef du projet. L'équipe alors était composée de BL, le professeur auteur du livre, de C., le chef de projet, de D., designer, de E., étudiante en philosophie des sciences, et de H., artiste, ancien directeur artistique web d'un grand musée allemand, et développeur. Notre rôle était d'observer et de participer à la préparation des matériaux en vue de la réalisation de l'interface associée à la parution du livre, et au prolongement de l'enquête collective. En effet, afin d'atteindre ses objectifs philosophiques, le professeur a invité des lecteurs à devenir des collaborateurs, ou des

« médiateurs » pour une enquête collective autour de 15 « modes d'existence » qu'il a définis. Ces modes d'existence font l'objets de croisements, et c'est sous la forme d'une plateforme en ligne qu'ils vont s'opérer, par une décomposition du livre en sections, et la possibilité de faire des digressions, des notes collectives, voire même d'ajouter des documents (textes, pdf, vidéos). Notre observation participante sur ce projet s'est étendue de Août 2012 à Avril 2013. Le projet avait été initié en 2007 lors d'un séminaire de discussion collective autour d'une première version du manuscrit rédigée par le professeur, et pris fin en Juillet 2015. Bien que la conduite du projet qui succéda à notre présence au sein de l'équipe ne fit pas l'objet d'une participation directe, nous reviendrons sur les bilans de ce projet. La mise en place et la programmation de la plateforme était un processus complexe. Le livre n'avait pas d'appareil de notes de bas de page, ni d'appareil iconographique. Le but était de construire un projet inédit en Humanités numériques, où la place des notes allait être complètement renversée par rapport au texte principal.

Aussi, d'un côté le designer du livre, D., travaillait sur l'apparence visuelle de l'interface, à partir d'un maquetage sur le logiciel Adobe Illustrator, de l'autre H., réfléchissait à l'interface. Cette interface était difficile à concevoir, car il fallait prendre en compte, d'une part les 15 modes, la nécessité d'un déploiement de ces modes sur des croisements, puis une arborescence potentielle, et exponentielle, de notes collectives, ajouts de liens, etc.



Fig. 121. Le choix qui a été fait a été de faire un déploiement de la gauche vers la droite.

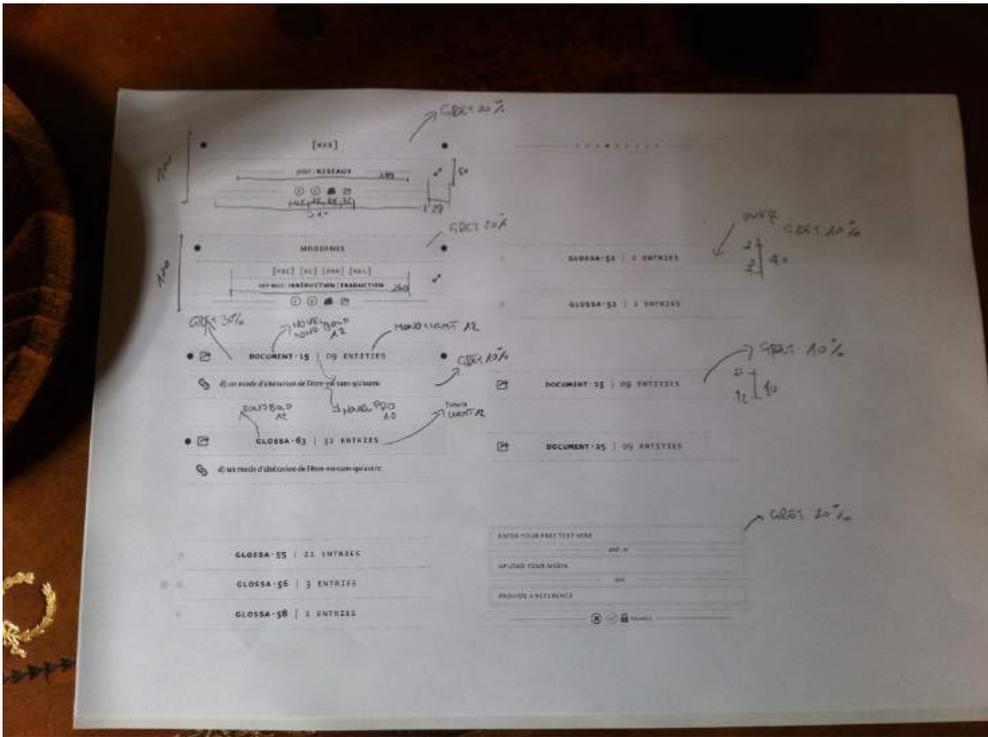
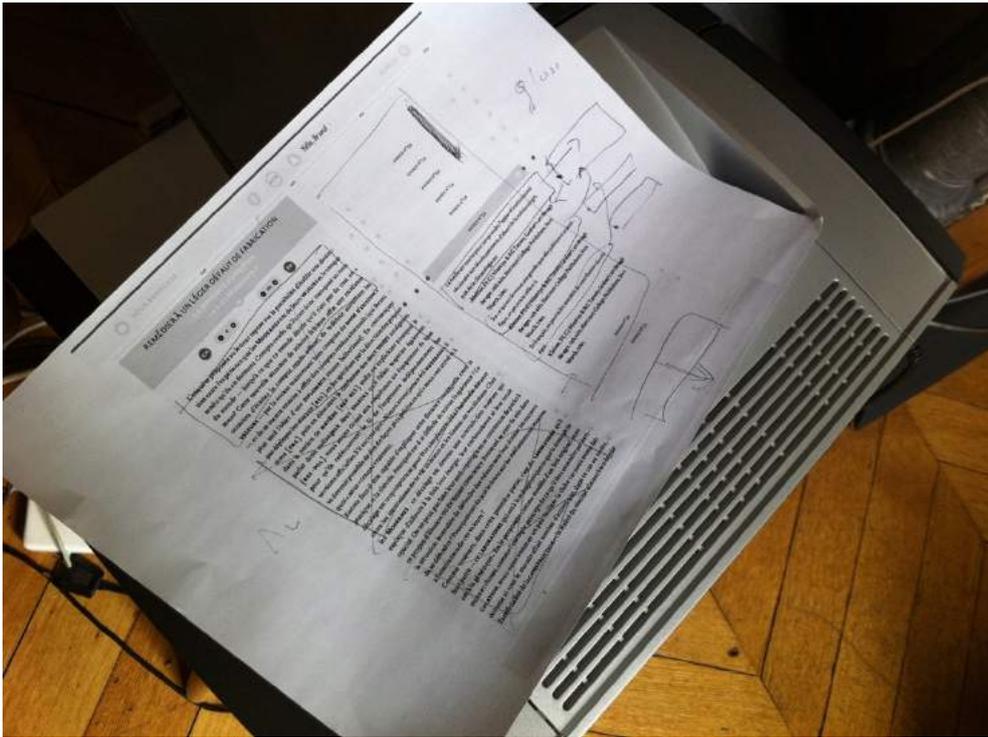


Fig. 122 et 123. Esquisses et retouches sur la composition du design de l'interface

De l'autre côté, C., le chef de projet, et nous-même, nous occupons de rassembler d'une part dans un tableau sur Google Spreadsheet — dont nous partageons la rédaction avec le professeur — l'ensemble des extraits provenant de ses articles, pouvant recomposer le réseau de son tissage philosophique dans l'appareil de digression en ligne, ainsi que les

citations anglaises pour la version traduite du livre ; d'autre part, dans un dossier classé par modes et par chapitres, répartir toutes les images à partir du corpus d'enquêtes du professeur. L'objectif était de préparer le « terrain » pour qu'ensuite une fois l'interface terminée, pouvoir tout charger à partir du serveur.

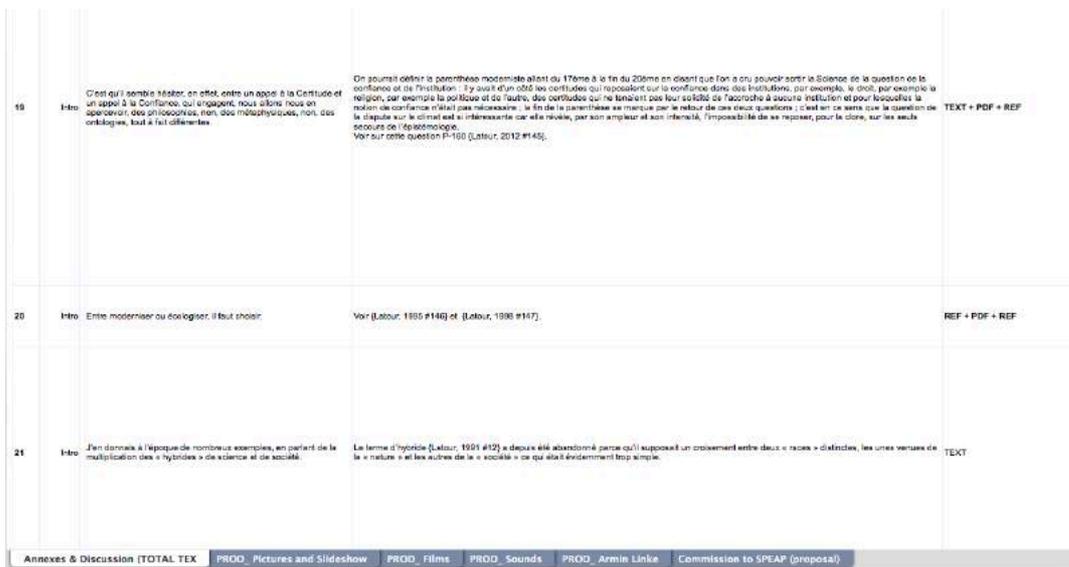


Fig. 124. Capture écran du document de travail Google Spreadsheet

« Ah, ma petite Anne-Lyse, pour « P-50 »,
tu peux peut-être aller voir chez Strum »

Le professeur organise sa bibliographie en désignant les textes par des lettres et des chiffres. Aussi, lorsqu'il nous donnait des indications, parfois vagues, voir énigmatiques, il s'agissait d'une véritable enquête dans la bibliographie du chercheur. Une enquête dans les enquêtes qu'il avait réalisées. Déchiffrer ses indications revenait parfois à devoir recomposer un récit au sein de sa pensée, pour ensuite le segmenter, le dupliquer, l'organiser.

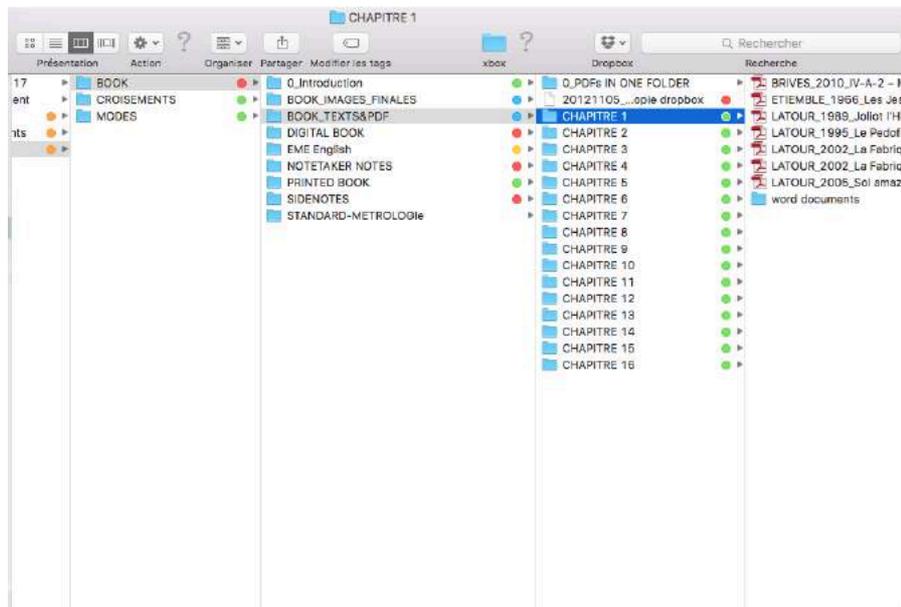


Fig. 125. Capture écran de l'organisation des dossiers de travail.

Toujours avec l'aide du chef de projet, qui avait l'habitude de manipuler les données du professeur, et avec qui le professeur pouvait ne communiquer que par formules énigmatiques, voire ésotériques. Notre terrain s'est arrêté au moment où le serveur a été lancé avec les premiers accès restreints pour des « diplomates », médiateurs qui avaient pour rôle ensuite de piloter des modes spécifiques et de modérer les participations collectives. Très rapidement après la sortie du livre et la mise en ligne de l'interface, le projet eu un écho retentissant. Le lancement public du projet était quasiment simultané à la remise d'un grand prix scientifique au professeur, aussi l'aura que celui-ci pouvait avoir auprès de certaines écoles de design de l'hexagone devint exponentielle. Certaines équipes enseignantes trouvaient en effet dans une de ces fameuses théories des réseaux et des transformations la réponse à la problématique d'un design en recherche à laquelle elles cherchaient une légitimation scientifique.

Conjointement, la présence, même la revendication d'une importance fondamentale au design dans l'interface du livre, autant que le rôle assumé des designers au sein des programmes de recherches fit du professeur une ressource privilégiée d'apport théorique. Environ un an après notre départ, un designer débuta un terrain d'étude dans le cadre de son doctorat au laboratoire. Alors que nous avions plutôt tenu une posture anthropologique durant notre séjour, et que notre apport de design avait consisté à reconstituer le récit de l'enquête, cette fois-ci, le rôle du doctorant était plutôt de s'intégrer au sein des projets de design et de concevoir des interfaces.

VI.4. Les rapprochements entre recherche en écoles d'art et recherche scientifique

Ayant constaté que les écoles d'art et de design française en élaboration de recherche pensaient trouver chez ce professeur une réponse à leurs problématiques de recherche (outre la citation et la revendication d'un héritage, de nombreuses invitations à des interventions, à des jurys, des demandes de collaborations multiples, bien que rarement acceptées, et des propositions de directions de thèse), nous avons cherché à comprendre comment cela pouvait très concrètement se traduire dans les travaux des étudiants. Nous avons eu connaissance d'un certain nombre de collaborations entre écoles d'art et de design et laboratoires de recherche scientifique, et nous allons à présent en présenter deux, qui nous semblent significatives, selon deux postures différentes.

Le premier cas de collaboration que nous allons décrire n'a pas fait l'objet d'une observation directe. Lorsque nous avons eu connaissance de cette collaboration et que nous avons vu les travaux des étudiants, il nous a toutefois semblé important de l'intégrer à cette étude. En effet, il nous est apparu que montrer une diversité des approches d'écoles pouvait interroger les relations entre design et science d'un point de vue des dispositifs de formation. En d'autres termes, et c'est ce que nous souhaiterions prolonger, ces dispositifs déploient des espaces d'expression pour les étudiants, car cela les confronte à la signification de leur travail. Aussi, engager des étudiants dans des collaborations de ce type les conduit à « raconter des histoires » et à se confronter aux propres « manières de faire des mondes » que leurs outils produisent.

VI.4.1. Les étudiants en écoles d'art et de design vont dans les laboratoires : 2011-2013 : Inserm-ENSP

Le partenariat pédagogique entre l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) et L'Ecole Nationale Supérieure de la Photographie (ENSP) d'Arles a débuté en 2011 sous le titre « La recherche de l'Art ». Nous nous appuyons dans la présente analyse sur la publication qui fut réalisée à l'issue de trois années de collaborations, en trois volumes illustrés.

La « photographie de la science » telle qu'elle est revendiquée dans cette collaboration peut apporter sous un angle original des interrogations très contemporaines de la sociologie de la science, notamment en regard de l'usage de matériaux de captations, dans ce qui produit du « matériau » de recherche, comme dans l'archivage et la

documentation. « Comment fabrique-t-on du savoir ? », telle est la question posée en début d'introduction de la publication des travaux d'étudiants augmenté de cette note :

« Les laboratoires sont de plus en plus remplis de machines dont les technologies sophistiquées assistent l'acquisition et le traitement de l'information, et les techniques d'imagerie médicales ont révolutionné non seulement nos connaissances mais le regard que nous portons sur le vivant. »

Sur trois années de collaboration entre l'INSERM et l'ENSP, nous avons choisi de présenter trois travaux d'étudiants, qui documentent chacun à leur manière un des aspects mis en évidence dans le travail d'anthropologie des sciences de Latour : les objets inscripteurs, les chaînes de transformation, et les boîtes noires.

Le premier est celui réalisé par R. Moulin, lors d'un séjour en immersion dans les laboratoires de l'institut de neurobiologie de la Méditerranée (INMED) à Marseille-Luminy en 2011, sur deux sessions de trois jours, et du dispositif « tous chercheurs » initié et animé par C. Hammond, directrice de recherche à l'INSERM. Dans son travail, il s'interroge sur « les liens qui unissent le chercheur à son environnement technique. ». Comme il l'explique, c'est par un cadrage « au plus près des instruments, du plus simple au plus complexe », qu'il souhaite « désacraliser leurs fonctions » pour les rendre presque « vivants ». Pour lui, ce qui l'a poussé à produire ses images c'était : « la fascination de l'entreprise du chercheur et l'énergie déployée concentrée à cet endroit. »

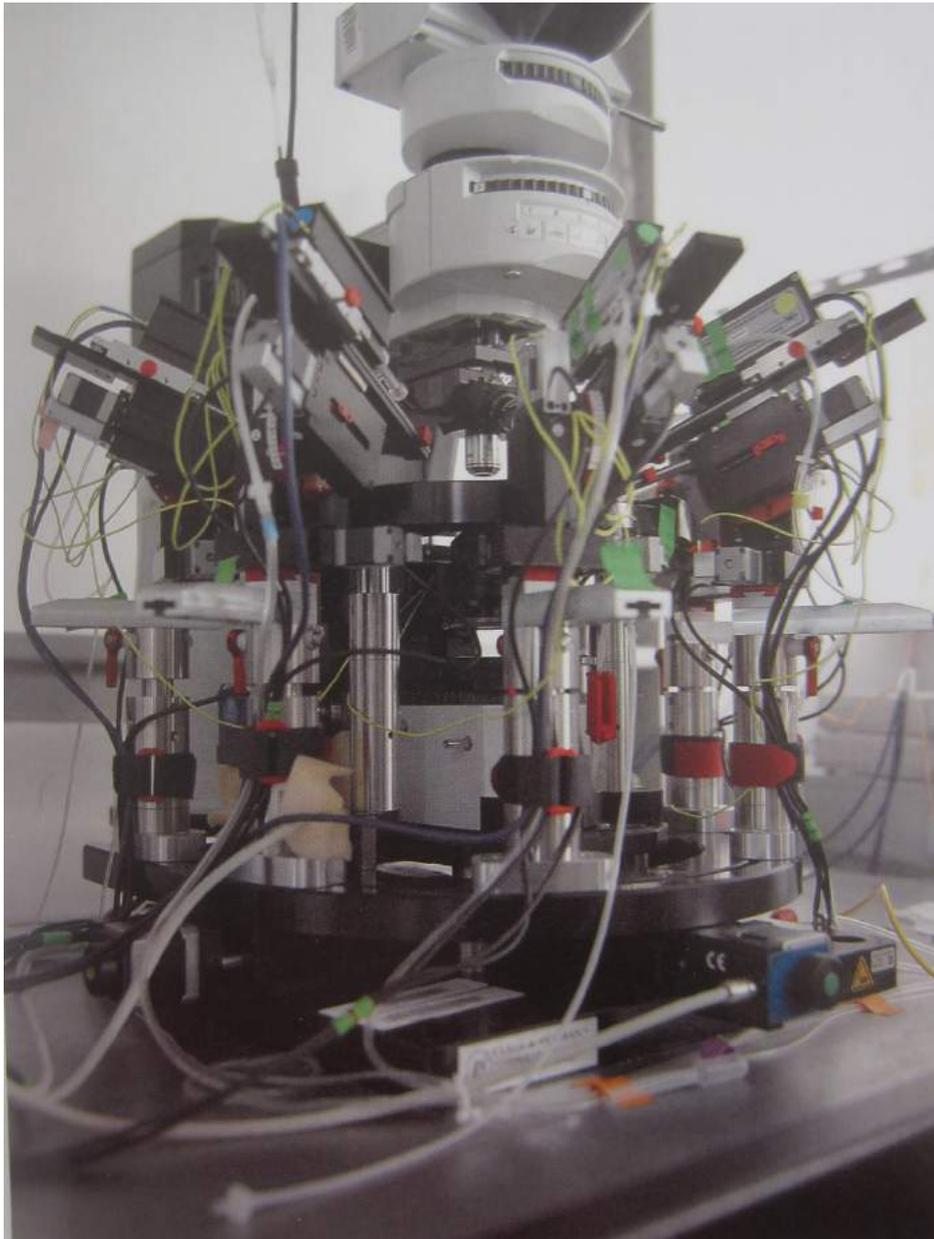


Fig. 126. Microscope à fluorescence, huit électrodes, 70x52cm, 2011. © R. Moulin/ENSP/INSERM

Pour l'étudiant, l'objectif était de savoir « comment le chercheur met en évidence ses recherches par l'image, de sa captation à son travail d'analyse, toujours en vue de « rendre compte ». » La machine semble s'abstraire de l'emprise du chercheur. Plus il y consacre son temps - à l'adapter aux besoins de ses recherches - et plus elle semble lui échapper, devenir autonome : « Dans le rapport machine / image, on se demande qui recherche quoi et où se trouve la recherche, la nécessité de comprendre. » (Description de son projet par l'étudiant)



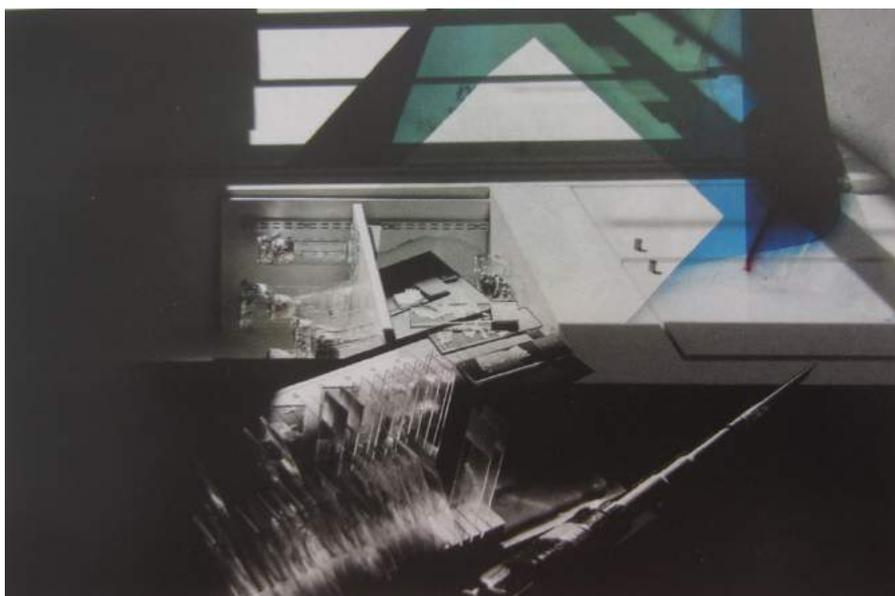
Fig. 127. *sans-titre*, 60x45cm, 2011. © R. Moulin/ENSP/INSERM

Le deuxième travail intitulé *Translocation*, est celui produit en 2012 Par M. Segond lors d'un séjour au Centre d'Immunologie de Marseille-Luminy auprès des équipes de C. Schiff et B. Navel où elle a pu observer et photographier les activités et gestes quotidiens des chercheurs. Elle en a donc extrait une matière qu'elle a elle-même pu manipuler et modeler en « re-crétant une imagerie où la perte de repère et d'échelles transforment le lieu de recherche en champ de bataille. » (Description de son projet par l'étudiante)



Fig. 128. Extraits du projet de M. Segond, constitué de dix collages numériques et d'une photographie.
Ci-dessus, ci-dessous et ci-après. 2012 © M. Segond/ENSP/INSERM

« Traces, percées lumineuses, objets délaissés et recoins anodins des laboratoires », c'est cela qui a retenu son attention. Au centre de cette collecte se trouvent des papiers froissés, des annotations et de schémas sur les paillasse, ou même des tâches de paraffine ; « minuscules et anodins vestiges des activités quotidiennes des chercheurs ». Les imbrications de restes, les collages et les superpositions photographiques qu'elle a imaginé ensuite créent un monde, un nouvel espace dans lequel naviguer et se perdre.





Le troisième exemple sera le projet *Transit Hora lux Manet* (« L'heure fuit, la lumière demeure »), interrogation proposée par A.-S. Tritschler au centre de recherche des Cordeliers dans l'équipe Micro-environnement immunitaire et tumeurs. Elle a réuni traces et archives, images, livres, objets, dans toutes sortes de boîtes recueillant des lamelles où les portraits des chercheurs remplacent le prélèvement attendu, et où les boîtes de pétri se superposent à des mappemondes célestes.

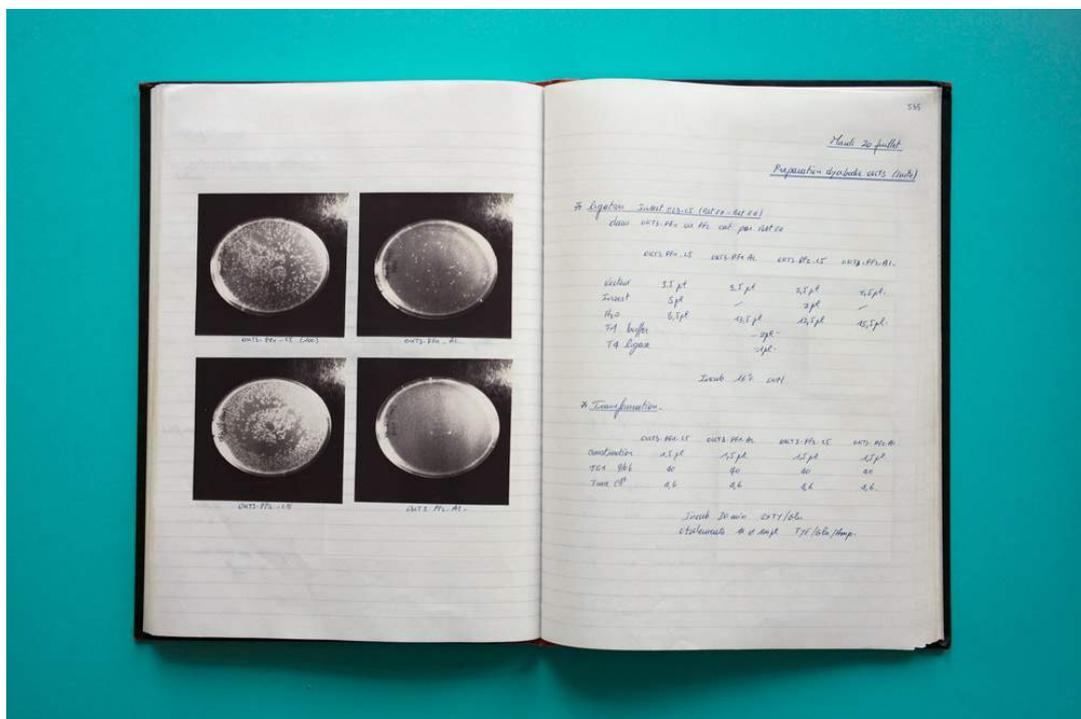
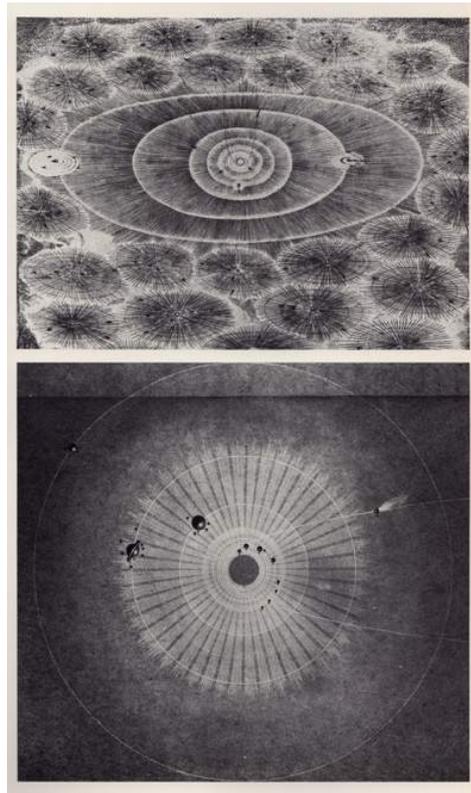


Fig. 129 et 130. Ci-dessus Cahier de laboratoire de l'INSERM. Ci-après : Montage à partir de vue schématiques du cosmos d'après Leonhard Euler.
© A.- Tritschler /ENSP/INSERM



Pour cette étudiante, les scientifiques sont des « producteurs de connaissances » qui tentent de « mettre le monde en boîte pour en comprendre les mécanismes les plus infimes. Résultats d'expériences et échantillons sont attestés par l'image, tout est conservé, oublié, archivé. »

VI.4. 2. Les scientifiques vont dans les écoles de design

Pour célébrer les 100 ans de la découverte de la supraconductivité, le CNRS a organisé et soutenu en 2011 de nombreux événements partout en France, au travers d'expositions, conférences, rencontres, etc⁸⁹. J. Bobroff, chercheur en Physique des solides au Laboratoire de physique des solides de l'Université Paris-Sud et du CNRS Laboratoire de Physique des Solides, développe une activité de recherche sur de nouveaux modes de présentation et de diffusion des recherches en physique des solides vers le grand public et le monde éducatif. Dans le but d'apporter à cet anniversaire et à cette année dédiée un éclairage original sur la recherche en physique, Bobroff a pris contact avec des écoles d'arts appliqués et de design (par intérêt personnel pour ses questions), notamment l'école Estienne en illustration scientifique, et l'Ensci-Les

⁸⁹ Voir le site : supraconductivite.fr

Ateliers⁹⁰. C'est de la collaboration à l'Ensci que nous allons parler plus précisément. Celle-ci a débuté avec 16 étudiants dans le cadre de l'atelier de projet « Formes et Matières » de F. Azambourg et C. Chambon pendant 4 mois cette même année. Cette expérience s'est prolongée par une nouvelles collaboration, qui a fait l'objet d'une observation de C. Jutant en 2013, alors post-doctorante à l'ENSCI, sur le thème cette fois-ci de *Design Quantique*.

Le compte-rendu de cette collaboration a fait l'objet de deux articles. Le premier, *Objets de médiation de la science et objets de design Le cas du projet « Design Quantique*, sur lequel nous allons essentiellement nous appuyer pour présenter les projets d'étudiants, a été rédigé par C. Jutant et J. Bobroff. Les conclusions principales de cette collaboration au moment de cette première observation étaient que les objets produits dans le cadre de cet atelier sont à la fois étrangement similaires aux dispositifs de vulgarisation classiques de la physique quantique, et en même temps fonctionnent (c'est - à - dire produisent du sens) à partir de ressorts radicalement différents. Ils déploient un espace de médiation qui interroge les modalités de la communication de la science (la démonstration, la représentation, l'analogie, l'art - science, etc. Pour Bobroff et Jutant, cet espace de médiation interroge au moins quatre modalités de la communication de la science :

- 1) le recours à la représentation des propriétés des objets scientifiques,
- 2) le recours à l'analogie avec l'univers du quotidien,
- 3) le recours à certains dispositifs de médiation (l'ouvrage, le documentaire, la démonstration devant public), et enfin
- 4) le rapprochement entre art et science.

Les principales conclusions de leur observation se situent essentiellement dans les espaces de médiation produite par les objets de design. Nous allons tout d'abord présenter les premières conclusions des deux chercheurs pour ensuite aborder les nuances et approfondissements que nous souhaiterions y apporter. Voici tout d'abord trois exemples représentatifs qu'ils ont fait émerger :

1. La représentation des propriétés des objets quantiques

⁹⁰ Nous remercions J. Bobroff pour les entretiens qu'il nous a accordé.

Objet quantique, le projet de P. Morin, est un dispositif vidéo qui montre un homme manipulant une forme animée aux bords flous. Dans ce dispositif, l'étudiant a souhaité aborder plusieurs notions de physique quantique : la quantification, l'intrication, l'effet tunnel, la superposition d'états, la dualité onde particule, et la mesure. Ce que P. a choisi de mettre en œuvre par la présence d'un fond blanc, d'un léger flottement des formes, accompagné par un son continu semblable à une onde. Il a souhaité mettre à distance des conditions réelles d'expérimentation en proposant une formulation poétique du phénomène.

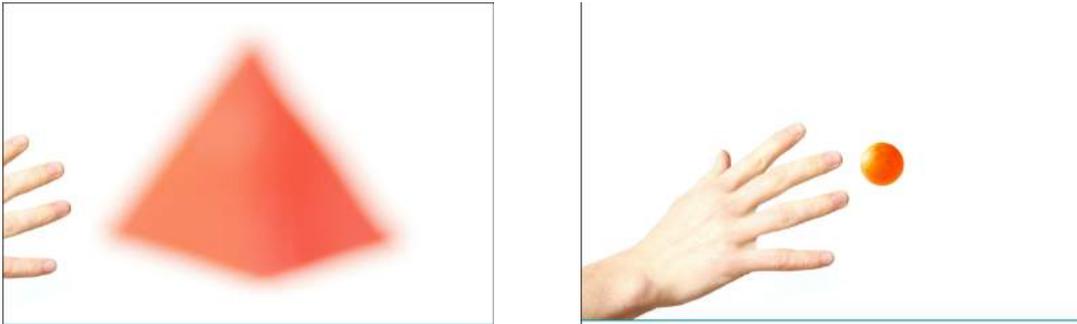


Fig. 131. L'exemple de la Dualité onde particule. Source : Présentation PDF de l'étudiant. En ligne : http://www.designquantique.fr/download/objet_3.pdf © P.Morin/ENSCI

2. l'analogie de l'objet quantique et l'univers du quotidien

Il s'agit du projet de N Poutoux intitulé *L'appartement quantique*, dans lequel l'étudiante a sous la forme de saynètes proposé des analogies entre des objets de la vie quotidienne avec des effets de physique quantique.

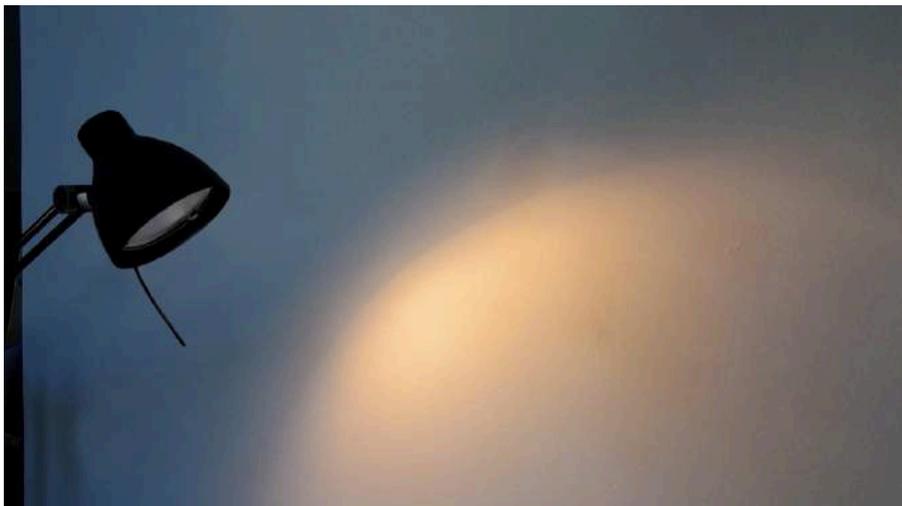


Fig. 132. Exemple de la superposition d'états © N. Poutoux/ENSCI

3. dispositifs de médiation de la physique quantique

Dans le projet de M. Cardon, Tutti Quanta, il s'agit d'une démonstration devant un public, où l'étudiante se propose en tant que médiatrice de montrer des effets visuels pouvant illustrer des représentations formelles de propriétés quantiques (notamment les formes géométriques des atomes) à l'aide d'outils et de matériaux les moins sophistiqués possibles (feuilles de carton, tubes en plastique, miroir, encre, etc.)



Fig. 133. Dispositif fabriqué par l'étudiante. © M. Cardon/ENSCI

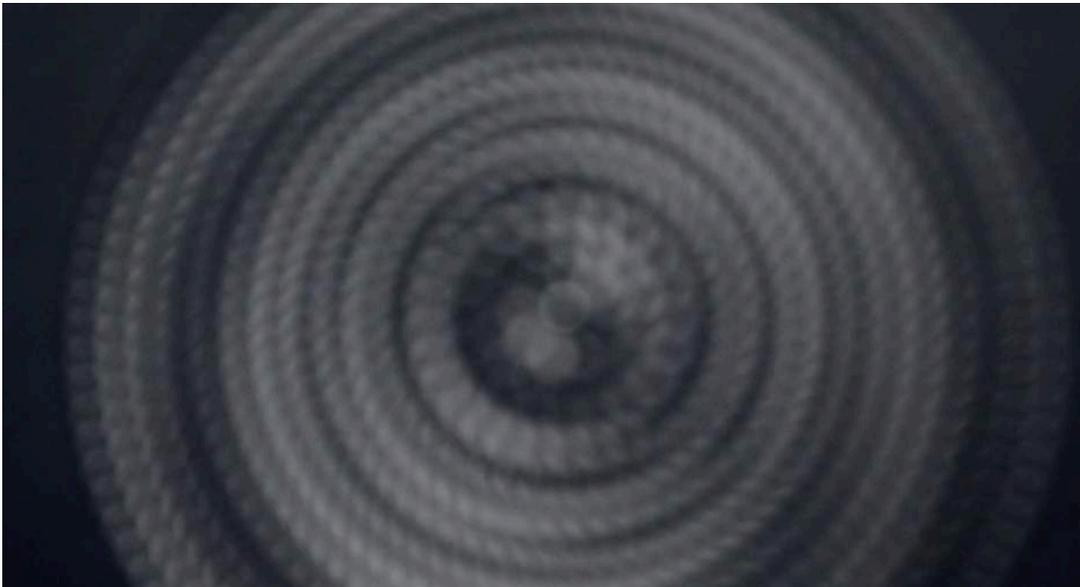


Fig. 134. Exemple de l'onde quantique © M. Cardon/ENSCI

Globalement, chaque technique présente dans les projets matérialise un certain rapport sensible au monde. Ce qui produit une tension entre trois modèles :

1/ le modèle de la construction et de la conception

2/ le modèle de l'innovation et les contraintes communicationnelles

3/ la relation à la création

D'un point de vue pédagogique, le caractère contre-intuitif de la physique, qui n'est pas nouveau, est un aspect fondamental de la collaboration. Du côté des enseignants, cela pose la question du « couperet » : qu'est-ce que l'on montre finalement à partir de tout ce qui a été produit (carnets, essais multiples de matériaux, ratés)? Est-ce que l'on considère l'importance d'un objet final, ou bien est-ce que l'on souhaite mettre en évidence le processus d'appropriation du sujet, faire émerger des dynamiques d'expression à partir de la masse critique et auquel cas on montre tout ? Pour les enseignants designers de l'ENSCI, le parti-pris est de tout montrer afin de voir la globalité des recherches, le foisonnement, la posture. Le rendu n'est pas une fin en soi. « On rend, mais ensuite on se remet au boulot ⁹¹ » comme le dit Azambourg. Le processus, le cheminement, l'expressivité prend du temps. Peut-être que l'objectif n'est pas de produire des objets finis, « impeccables », mais plutôt de réfléchir à la manière de présenter, et le « spectacle » des rendus est également important car peut-être dans la monstration on comprend à nouveau mieux la « substance » des projets.

L'équilibre entre la présentation et la disposition de l'auditoire conditionne également le dispositif de réception des projets : comment « montrer » / « dire » la pertinence ? Les imaginaires peuvent se projeter de manière très différentes dans des objets pas totalement finalisés. Différents modèles sociétaux peuvent ainsi coexister. Ce qui pour les enseignants designers est fondamental à l'apprentissage de la pratique de design. Ce sont également des questions d'ordre méthodologique. Comment s'y prendre pour aller plus vite dans la réalisation d'un projet. Mais aussi comment s'y prendre pour faire tomber des « systèmes de résistance » pour être plus accueillant des idées qui échappent à nos connaissances ou à nos habitudes réflexives ?

C. Chambon : Il faut se mettre en mouvement, apprendre à se connaître, à parler un langage si ce n'est commun essayer de trouver des proximités, des syllogismes.

⁹¹ Propos recueillis auprès de F. Azambourg et C. Chambon en Juin 2015 à l'issu du rendu

F. Azambourg : Une promenade ça n'a pas de but. Le but en soi est de sentir les fleurs, regarder autour de nous. Un système de recherche c'est travailler sur la qualité de la promenade. Trop souvent l'on travaille avec des systèmes de repères, des contraintes, alors que c'est les choses les plus confortables et les plus pratiques du monde. L'innovation, la recherche, ne se retrouve pas dans les systèmes de convention. On essaye de faire des systèmes de recherche mais on n'a pas de méthode nous-même.

N. Potter met en évidence neuf principes selon lesquels définir ce qu'est le travail de design ⁹²:

1. L'autodétermination, qui consiste à rechercher dans chaque cas de figure « un sous-ensemble de principes capables de s'auto-produire », à savoir « transformer les contraintes en opportunités. »
2. L'assentiment raisonnable, selon lequel « chaque production devrait être avant toute chose cohérente, compréhensible et ouverte à la discussion.»
3. Chaque partie ou élément d'un projet devrait être établie selon des distinctions et des priorités, « non pas sur la base d'un privilège préalable, mais sur celle d'une différenciation fonctionnelle au sein du tout », afin de « faire vivre le projet dans son ensemble ». Ce principe, comme le souligne Potter, entraîne une asymétrie et suppose donc une structure lisible.
4. Les objets doivent être conçus autant que possible dans le souci de leur utilisation, non des profits qu'ils peuvent engendrer.
5. L'anonymat, et « l'impératif de considérer le particulier comme une occurrence spécifique d'un universel disponible » (en tant que distinction de l'objet de design et de l'objet d'art, dont une certaine valeur a pu consister en la détermination de sa rareté). Dans cette optique, Potter préconise une recherche d'authenticité qui passerait par la suppression des détails superflus, afin que l'« être humain s'en trouve ainsi libéré et [puisse] apprécier une véritable singularité censée être authentique car moins attachée à l'objet si bien que ce qui était autrefois simplement singulier devient réellement individuel ».

⁹² Potter, N., Op.cit, p.43 à 47 pour les descriptions complètes de la part de l'auteur, que nous ne ferons que résumer ici.

6. Voir émerger une nouvelle pratique vernaculaire, c'est-à-dire témoignant un intérêt pour « les solutions de design simples et axées sur le côté fonctionnel, souvent à caractère technique. »

7. Tisser des relations avec les perceptions offertes par les autres domaines de la culture : « par opposition à une situation d'autosuffisance ou d'autonomie, avec tout ce que cela peut impliquer à chaque niveau de décision du design. [...] Cela repose donc à la fois sur la recherche, la propriété de référence et l'explication. » Ce principe, que Potter considère comme le plus important, ou en tous cas le plus « constructif », vise notamment à réfuter une autosuffisance ou une autonomie du design dans le domaine des relations formelles, mais également vis-à-vis d'une « stupéfiante révélation » qui serait le seul fait du travail de design.

8. « Il ne devrait rien y avoir d'autre », c'est-à-dire que tout ce qui est présent est respecté. Il s'agit donc à la fois de proposer des réponses adaptées et de laisser libre cours à l'improvisation, ce qui « constitue une vision quelque peu anti-institutionnelle, tout en garantissant une irrévérence salutaire à l'égard de la tyrannie des absolus ».

9. « Transformer la masse en énergie et en relations ». Ce principe est un prolongement et en quelque sorte une « mise en mouvement » du septième principe.

Comme Potter le dit lui-même, derrière ces principes il faut voir avant tout les conditions nécessaires à une « révolution sociale apolitique » (Potter, Op.cit., p. 47). Or selon nous s'il est une problématique majeure qui *instruit* la relation entre design et société en ce début du XXIème siècle, si tant est qu'il ait pu en être d'autres avant⁹³, c'est bien sa dimension *politique*. A la question de Lévy-Leblond : « la « fascination visuelle ainsi exercée sur le public ne pourrait-elle offrir quelque compensation à l'ésotérisme croissant des contenus scientifiques eux-mêmes et pallier une certaine désaffection devant des disciplines aux notions de moins en moins compréhensibles ? » (2008), nous

⁹³ Voir à ce sujet le livre de P.-D. Huyghe, *Modernes sans modernité. Eloge des mondes sans styles*, Editions Lignes, 2009. Dans ce livre, issu d'un séminaire conduit par l'auteur au Centre Pompidou à la demande de B. Stiegler en 2005-2006, le philosophe, rappelant la parenté lexicale entre « modernisation » et « modification », oppose à l'expression fameuse de B. Latour « nous n'avons jamais été modernes », l'idée que nous avons au contraire « toujours été modernes », car les humains, faits pour vivre de techniques, inventent sans cesse et peuvent ainsi indéfiniment toucher à leurs conditions de vie

pensons en effet pouvoir entrevoir une réponse en étudiant ce en quoi tient le design dans les pratiques de recherche scientifique, notamment parce qu'il fait entre autres intervenir la notion d'expertise. Et c'est un des enjeux majeurs selon nous d'un état des lieux des rapports entre design et science, autant d'un point de vue de la politique des sciences en société que de la média(tisa)tion de leurs savoirs.

Il s'agit de la question de la matérialité que nous avons longuement abordée, mais également de l'immatérialité, souvent pointée en regard des images de synthèse, comme nous l'avons vu avant. « Immatérialité » qui consiste surtout à re-matérialiser des concepts ou des données (Flusser, 2002).

Qu'est-ce à dire lorsque l'on songe à des recherches sur des « incommensurables » (Houdart, 2015). Qu'est-ce à dire lorsque l'on songe à ce qui ne peut être rendu « perceptible », comme la radioactivité.

VII. L'image événement et la catastrophe de Fukushima

La troisième hypothèse de Jean-François Bordron qui nous a inspiré est celle d'« image événement ». Suivant cette hypothèse « le centre de gravité de l'image » n'est plus dans son horizon ni son expression, mais dans la « scène de son effectuation ». C'est-à-dire est « le fait lui-même » car son intérêt n'est plus son expression ni ce qu'elle montre, mais le fait qu'elle existe, et qu'elle constitue ainsi l'« événement de sa propre apparition ». Il prend pour illustrer cette hypothèse la matière noire, qui n'est pas à proprement visible, mais qui est détectable. Nous aimerions réfléchir dans ce cas de figure non pas à la matière noire, mais à la radioactivité.

Il n'est pas question ici de faire la généalogie du concept de catastrophe, ni d'étudier ses multiples formes d'apparition. En revanche, il s'agit de considérer l'existence de différents registres de représentation visuelle de cette catastrophe, la manière dont ces registres coexistent et la manière dont ils peuvent nous permettre de déchiffrer l'« événement ». On peut dire en suivant les termes de Y. Moreau, que « les définitions du terme catastrophe ont en commun de conjuguer un facteur d'intensité (qu'il place sous l'effet d'impact), et un facteur d'occurrences » (Moreau, 2009), qu'il propose de penser comme événementialité (Poivert, 2009). Citons également les travaux en sciences sociales qui tentent de penser le risque de catastrophe non pas comme incertitude statistique ou en termes de probabilité, mais comme donnée existentielle (Moreau, 2009)

Comme l'a écrit Bordron (2011) : « On a montré cependant que certaines réalités cosmiques, comme les trous noirs par nature invisibles, pouvaient donner lieu à des images mathématiques possédant une valeur expérientielle. Toute la question est donc de savoir où se situe exactement la nécessité de l'image, si elle existe, lorsque l'on a affaire à une connaissance qui ne rapporte pas seulement à des entités par elles-mêmes figuratives, ou transformables en figures, mais à ce qui au premier abord semble justement inimaginable ». A ce titre, la catastrophe qui a touché le Japon le 11 mars 2011 présente de nombreux problèmes spécifiques du point de vue de sa *visualisation*, comme les dégâts engendrés par les tremblements de terre successifs et le tsunami, l'atteinte de la centrale nucléaire, la récolte des données radioactives sur le terrain, les drames humains et la catastrophe environnementale. La particularité de sa temporalité, en premier lieu, et que la catastrophe n'est pas terminée. La contamination radioactive liée aux dégâts occasionnés à la centrale de Fukushima va influencer sur l'écosystème et la vie des Japonais pour des centaines d'années, et un risque d'accident majeur suite à une réplique de séisme sur la centrale est toujours d'actualité. D'autre part, la menace nucléaire est invisible. Ce que l'on a vu de Fukushima, ce que l'on continue de percevoir de la centrale, ne sont que les dégâts matériels apparents du tsunami. Malgré les nombreux articles, non moins spectaculaires, comme dans la revue *Nature* la présentation moins de trois mois après la catastrophe la publication de papillons dont les ailes avaient muté, ou bien encore des photos qui ont beaucoup circulé sur internet dans les réseaux de militantisme anti-nucléaire, de poissons à la taille démesurée, ou des tournesols qui avaient leur fleur démultipliée. Malgré des changements de la Faune et de la Flore depuis l'entrée en fusion du réacteur et la propagation des radionucléides, et des prélèvements dans l'océan, dans l'air, le sol, et dans les nappes phréatiques. Car « Voir » la catastrophe nucléaire a toujours ceci de particulier que cela nécessite des dispositifs construits.

VII.1. Visualiser la catastrophe de Fukushima

« *Le Japon a bougé de 2,40 m* »

Présenter et représenter la catastrophe. Une catastrophe nucléaire est invisible. Ce qu'on a vu de Fukushima, ce qu'on a perçu en voyant la centrale, ce ne sont que des dégâts matériels du tsunami ; il faut des commentaires portés sur ces images pour que l'on sache qu'une menace « invisible » est le vrai problème. C'est le problème de la nourriture que

l'on consomme, de l'air que l'on respire, d'une vie qui a l'air d'être identique à autrefois alors que « tout a changé ». Or cette menace n'est pas nouvelle : on l'a observée à l'occasion de l'accident de la centrale de Tchernobyl ; on l'avait montrée à l'occasion du bombardement de Hiroshima bien avant, même si une erreur électrico-nucléaire ne constitue pas un événement comparable à un bombardement. On pourrait dire que l'icône du champignon atomique a été inventée pour *voir* cette menace.

Lévy-Leblond a commenté le « sentiment démiurgique » pouvant s'emparer du chercheur comme « l'impression intime qu'il ne produit pas simplement une description du monde mais qu'il participe à sa création même », et revenant inconsciemment à la trinité platonicienne, « produirait le Vrai, mais invoquerait le Beau pour garantir le Bien » (Lévy-Leblond, 2010, p.29). Il prend pour exemple la déclaration de F. Mitterrand lors du transfert des cendres de Marie Curie au Panthéon en 1995, lorsque celui-ci commenta les mots de Marie Curie (« Je suis de ceux qui pensent que la science a une grande beauté ») : « Telles sont bien la beauté et la noblesse de la science : désir sans fin de repousser les frontières du savoir, de traquer les secrets de la matière ou de la vie, sans idée préconçue des conséquences éventuelles ». A Lévy-Leblond cet exemple fait écho à l'expression célèbre lors du premier essai de la bombe A, et l'« exultation » (Weisskopf), la « jubilation » (Rabi) et le sentiment d'« effroi admiratif » devant la catastrophe (Op.cit. pp.29-30



BOMB VS METROPOLIS. This composite photograph roughly compares the height of the Baker Day cloud with the height of New York's greatest skyscraper. An exact comparison to scale would, if anything, be even more extreme than this; the great cloud rose to approximately 6000 ft., and the

Empire State Building is only 1250 ft. in height. The greatest cauliflower cloud would overshadow a considerable portion of central Manhattan. It requires little study to appreciate that one atomic bomb is capable of producing catastrophic destruction.

Fig. 135. Page 215 du rapport officiel sur l'opération « crossroads »⁹⁴ sur les essais nucléaires dans l'atoll de Bikini dans les îles Marshall. 1946. Source : Institution Archives W.H.O.I. Data Library

Par certains récits de science-fiction, il a été possible d'obtenir une forme de « prévision » à travers l'imaginaire fantastique. Celui-ci ne dit pas comment se comporter pendant une catastrophe, mais il établit une forme de « fatalité » de la catastrophe. Les créateurs de

⁹⁴ Operation Crossroads. The Official Pictorial Record. The Office of the Historian Joint Task Force One. , Wm. H. Wise & Co., Inc. New-York, 1947, 270 p. Source : Institution Archives W.H.O.I. Data Library. 1946. Numérisé par : Archive.org / Boston Library Consortium Member Libraries. En ligne : <https://archive.org/stream/operationcrossro00unit#page/n7/mode/2up>

Godzilla, *Akira*, *Le Tombeau des Lucioles*, et même *Gen d'Hiroshima*⁹⁵, les ont imaginés pour cela, pour donner à voir le « cataclysme ». De la même manière, l'architecture des centrales, « totems » de l'atome selon Claude Parent, participent à l'idéologie entourant le mythe de l'énergie nucléaire.



Fig. 136. Unité 1 et 4 avec l'explosion © Tepco

La catastrophe qui a touché le Japon en mars 2011 ne se caractérise pas par un contexte nouveau dans la représentation de la catastrophe nucléaire, mais par l'apparition des moyens nouveaux de la représenter (webcam, vidéo amateurs, diffusions d'actualités sur les réseaux sociaux, blogs, etc.), qui n'existaient pas par le passé, dotés de temporalités propres.

⁹⁵ *Gen d'Hiroshima* est le célèbre manga autobiographique écrit par Keiji Nakazawa (1939-2012). Né à Hiroshima, Nakazawa avait 6 ans en août 1945 lorsque les Américains ont largué la première bombe atomique sur cette ville de l'ouest du Japon, faisant quelques 140.000 morts, dont son père, son frère et ses sœurs. Lui fut irradié tout comme sa mère qui décéda une vingtaine d'années plus tard.



Fig. 137. Akira, Katsuhiro Ōtomo, 1982-93/1984-93, GN 6 / 6, p. 13. © K. Ōtomo / Mangareader.net

« Voir » la catastrophe dans le cas d'un accident nucléaire a ceci de particulier qu'il nécessite des dispositifs construits. L'impact principal d'un tel évènement ne tient pas à sa dimension spectaculaire – le tsunami dévastant les cultures et les habitations, les disparus, l'explosion des réacteurs – mais au danger que représente la part radioactive de l'accident survenu à la centrale de Fukushima, invisible et difficilement quantifiable. Le tsunami et les tremblements de terre qui ont touchés le Japon en mars 2011 ont dévastés un grand nombre d'installations et de récoltes. C'est ce que nous avons pu voir principalement au travers des sujets diffusés par les grands médias. Mais la menace à long terme est le fait de la construction d'une centrale nucléaire sur un terrain à hauts risques sismiques, à proximité de zones rurales agricoles, et qui plus est en région côtière. Telles est la cause première de la diffusion des radionucléides dans les nappes phréatiques, l'océan, le sol, dont nous pouvons tout juste commencer à mesurer les conséquences, un peu plus de cinq ans après.



Fig. 138. Photographie de légumes provenant de la préfecture de Fukushima en promotion dans un supermarché, Octobre 2014. Photographie personnelle © A. Dimos

Les systèmes de représentation de la catastrophe construits par ou pour les instances scientifiques ont notamment évolué de manière spectaculaire. Ici, l'image agit comme un opérateur ou un agent médiateur entre le chercheur et la réalité du monde physique. Avec le traitement informatique et les récents outils de visualisation, telle que la simulation dynamique, le chercheur a également accès à de nouvelles interfaces de gestion. À travers l'étude de deux dispositifs visuels mis au point en laboratoire, un de projection suite à la catastrophe de Fukushima, et un d'anticipation pour prévenir d'autres accidents nucléaires, nous essaierons de comprendre deux moments de représentation et l'implication de la simulation numérique lors d'une telle catastrophe.

VII.2. « Voir » les conséquences d'une catastrophe nucléaire

Le premier dispositif que nous présentons est une projection de la manière dont les débris se sont répandus dans l'océan, à la suite du séisme de mars 2011. On peut voir leur trajectoire jusqu'aux plages de Colombie Britannique et de Californie. Qui a produit ces images et qui les exploite ? C'est par ces questions qu'il est possible de comprendre la construction de ces images. Prenons le seul exemple des animations qui ont été utilisées pour obtenir cette simulation.

L'animation montrant la propagation supposée des débris suite au tsunami, dont les images ci-contre sont extraites, a été produite au Jet Propulsion Laboratory (JPL) de la NASA, situé en Californie à Pasadena⁹⁶, mais les différentes images qui la constituent ont été générées par J. Hafner et N. Maximenko à l'IPRC de l'Université de Hawaï⁹⁷.

Ces derniers y ont développé un modèle appelé « Surface Currents from Diagnostic » (SCUD), qui a permis de générer les images utilisées pour concevoir l'animation⁹⁸. Le modèle SCUD, utilisé pour simuler l'évolution du champ des débris à la dérive à partir des côtes du Japon, a été couplé aux mesures de vitesse de dispersion évaluées pour l'essentiel à l'aide de moyennes faites à partir de relevés topographiques dynamiques (modèle AVISO), de vitesses de vents géostrophiques et d'observations par satellite.

⁹⁶ On peut visionner cette animation en ligne sur le site du PO. DAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center), une des unités du NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA. Url de l'animation:

ftp://podaac-ftp.jpl.nasa.gov/misc/web/animations/tsunami_pac_091112_long-H264_for_iTunes.m4

⁹⁷ Nous les remercions pour nos échanges et leur partage du processus de conception de l'animation.

⁹⁸ Voir en ligne : <http://www.soest.hawaii.edu/iprc/research/2012_slides/12_spring_NASA.ppt>.

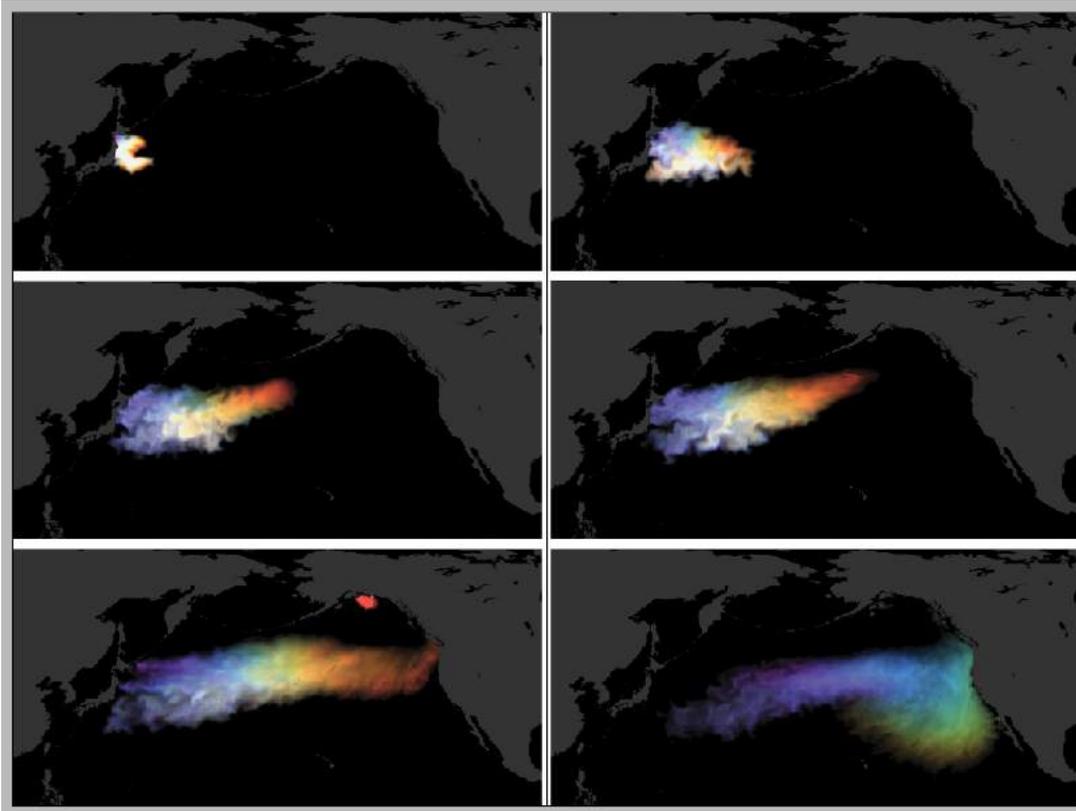


Fig. 139. Capture écran de l'animation originale recomposée en une image. © IPRC/NASA/JPL

Le modèle est utilisé pour évaluer l'emplacement des débris du tsunami dans l'océan et le calendrier de leur arrivée sur le littoral⁹⁹, et la trajectoire des débris simulée par le modèle a trouvé confirmation par l'observation sur le terrain¹⁰⁰.

Dans un premier temps, les chercheurs développent leurs modèles sans égard, *a priori*, pour la visualisation (et que ces données peuvent être quantifiées et analysées à partir de règles et normes physiques précises). Mais au moment de la présentation visuelle des résultats obtenus, dans ce cas précis, l'animation montrant la simulation de la propagation des déchets, il n'existe pas en amont de mise en forme « standard » pour la prise en charge graphique des données. Les éléments graphiques qui accompagnent la lecture de ces données (situation topographique, vitesse du vent, densité des déchets, etc.) sont pourtant primordiaux pour bien interpréter ce que l'on voit. Le SVS (Scientific Visualization Studio) est un autre laboratoire de la NASA dont la mission est exclusivement vouée à la création de systèmes de visualisation dédiés aux recherches sur

⁹⁹ . Voir l'interface en ligne du modèle PO. DAAC LAS 7.3 à partir duquel il est possible de choisir des paramètres de visualisation afin de générer des images et animations de dynamiques topographiques, par exemple. <[Http://podaac.jpl.nasa.gov/AnimationsImages/Animations](http://podaac.jpl.nasa.gov/AnimationsImages/Animations)>.

¹⁰⁰ Description recueillie auprès de Jessica Hausman, ingénieur en science des données au PO.DACC.

la Terre et l'espace développées à la NASA. Selon son directeur, Horace Mitchell, le design des rendus graphiques générés par les modèles est déterminé par les données qui sont à traiter. Si les données concernent l'océan, le rendu graphique sera traité « à la manière de l'océan ». Si les données concernent le vent, la visualisation sera formatée « de sorte à reproduire les mouvements du vent », avec « des flèches », notamment, et des signes « familiers ». Les autres indices à mettre en évidence seront traités « en fonction de leur nature ». La première question est pour lui : « Quelle est l'histoire ? » ou « Que cherches-tu à dire ? »¹⁰¹. Les chercheurs utilisant la modélisation travaillent le plus souvent avec des logiciels de calculs et des données issues d'expérimentations ou prélevées sur le terrain. Les modèles mathématiques synthétisent et compilent des données et les simulations numériques jouent un rôle essentiel dans l'élaboration de ces modèles. Mais constituent-elles pour autant des représentations informatiques de la réalité ?

Les animations sont produites dans le but de diffuser les recherches au grand public, mais dans le processus de réflexion en lui-même, les chercheurs sont censés aller directement aux données ou aux modèles mathématiques qui les organisent¹⁰². Généralement les personnes en charge de la mise en forme graphique des données ne sont pas en mesure de les interpréter directement. Et de leur côté, les chercheurs ne sont en grande majorité pas familiers des techniques de visualisation. De fait, les animations sont le plus souvent le fruit de collaborations entre des acteurs dont les tâches sont clairement séparées et identifiées. Il y a bien sûr des exceptions selon les outils de visualisation utilisés et la manière dont ils implémentent les données.

Quelle est l'histoire, justement ? Ou plutôt, de quelle nature est la narration produite par ces représentations ? Le problème se pose dans le cas que nous venons de voir, car ces simulations sur ordinateur montrent l'interaction entre des opérations qui confèrent à ces modèles le statut d'*environnement*.

Les formes prises par ces modélisations sont multiples et demandent, pour être explicitées, une attention tournée vers des modes d'expression particuliers. Les images

¹⁰¹ Synthèse des propos recueillis par échanges de mails avec Horace Mitchell, que nous remercions pour sa disponibilité.

¹⁰² Matlab et IDL sont les plus populaires, R and GMT sont aussi utilisés. Merci à Jessica Hausman, Ingénieure en science des données au laboratoire d'Océanographie physique PO.DAAC, NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA., pour toutes ces précisions.

de sciences sont des représentations qui n'ont de sens qu'en regard des processus et des finalités de leur production. Leur production est souvent le fait d'une volonté de « construction » d'une démonstration. La scénarisation et la mise en forme de données pour le grand public est déjà le propre de la science. Mais il est intéressant de relever le caractère souvent « mythique » d'un « style scientifique », notamment par le traitement informatique et les nouveaux outils de visualisation. La visualisation dynamique et la simulation numérique sont des thématiques importantes pour penser l'intervention du design dans la représentation de la « Science » contemporaine, et ces relations dans les champs de diffusion d'images *expertes*. La texture graphique du rendu, les outils de traitement et la nature des données traitées déplacent la question des déterminations esthétiques au-delà de la seule problématique de la « visualisation de l'information ».

Des univers de connaissances produites par des laboratoires, perçus le plus souvent comme sources d' « objectivité », nous arrivent un flot d'images. Celles-ci, qui ont toujours été au cœur de la recherche scientifique, mais qui pénètrent de nouveaux canaux de diffusion, tels que des revues ou des films, sont le plus souvent coupés du contexte de leur production. C'est la distinction proposée par Abraham Moles sous la forme d'une opposition dialectique entre *l'univers des connaissances acquises* et ses *modes de création* (Moles, Op.cit., p.7). Les scientifiques se « bricolent des objets mentaux » pour guider leur propre cheminement intellectuel.

Les images ont acquis du mouvement, du volume et des résolutions qui vont des plus petites échelles atomiques aux dimensions cosmiques ; des modèles conceptuels adoptent à leur tour, une présentation et une re-présentation visuelle. D'abord créées uniquement comme témoins ou traces du phénomène étudié, et partagées entre les seuls spécialistes, certaines images changent alors de statut : sélectionnées pour leur beauté, re-traitées par les chercheurs eux-mêmes, allant même jusqu'à devenir des « démonstrateurs » (Rosental, 2007).

VII.3. Cette « subtile beauté des ondes » ... Prévoir la catastrophe

De nombreux scientifiques étudient la possibilité d'anticiper l'arrivée d'un événement comme celui qui a touché le Japon en mars 2011, et la simulation numérique fait partie du quotidien de ces recherches. Ce genre d'outils, bien que destinés aux professionnels de la sûreté nucléaire ou aux chercheurs qui les développent, sont parfois accessibles au public lors de certaines manifestations visant à démocratiser l'accès à des instances qui

sont le reste du temps tenues confidentielles, comme par exemple lors des journées du patrimoine. C'est le cas à l'IRSN (Institut de Recherche pour la Sécurité Nucléaire), situé à Fontenay-aux-Roses, dans la banlieue proche de Paris, et du simulateur d'étude SOFIA, inauguré en 2011, que nous pouvions à cette occasion découvrir, et même expérimenter.

Il s'agit d'un système informatique conçu pour permettre d'étudier le fonctionnement d'un réacteur nucléaire, de suivre en temps réel ses paramètres physiques, en fonctionnement normal ou lors d'accidents. Il permet de simuler des scénarios de défaillances matérielles, des problèmes liés à des actions d'opérateurs, de stopper les calculs et de contrôler toute l'installation à un instant donné. Tout cela se fait à partir d'une plateforme de contrôle, sous la forme d'une interface graphique qui représente le fonctionnement du réacteur. La modélisation à l'écran reprend toute la structure interne du réacteur, reconstitué via une multitude d'éléments graphiques pouvant être contrôlés et modifiés. Le graphisme de l'interface, tout en reprenant les codes du dessin technique, a un côté « jeu d'arcade » assez surprenant.



Fig. 140. Le simulateur Sofia en démonstration © IRSN

G. Beslon et C. Knibbe ont étudié comment la fabrication d'un « réel virtuel » dans le cas de la modélisation, serait en opposition avec un « virtuel réel » qui serait celui des jeux vidéo : « L'informatique, en permettant la création de mondes virtuels et d'une vie

artificielle, a donné une réalité à ces objets mentaux, au point de chercher à créer, dans la machine (*in silico*), le bricolage évolutif afin de l'étudier » (2010, p.104) D. Boullier (2009) a analysé cette tendance des médias à vouloir attirer l'attention et de créer un nouveau régime d'attention qui s'ajouterait aux deux dimensions décrites par T. Ribot (1889), à savoir la durée (sous la forme d'un modèle qu'il nomme de fidélisation, supposée par la durée, la répétition, le lien stable qui fournit des conventions de perception bien définies qui peuvent être enseignées, transmises, héritées) et l'intensité (le modèle qu'il dit de l'alerte), celui de l'immersion, en prenant pour exemple les jeux vidéo. Les durées d'attention ainsi que les intensités d'expérience des jeux vidéo permettent des médiations et la reconnaissance de saillances grâce à cet effet d'imprégnation¹⁰³. Mais mis à part les logiques d'immersion liées aux contingences cognitives de l'attention recherchée, on assiste à ce que E. Boyer a appelé un « conflit des perceptions » (2015). La thématique scientifique s'insinue également dans les scénarios et les *gameplay*, comme dans la sélection qui a pu être faite par S. Bachelier et H. Kelley (mener un vaisseau jusqu'à la Lune, survivre dans un biotope hostile ou s'échapper d'un laboratoire, ou bien contrôler une cellule, une épidémie, une expérience sur un cobaye¹⁰⁴).

VII.4. Catastrophe nucléaire et diffusion de l'image scientifique : un enjeu politique majeur

Produites dans des contextes de recherche, les systèmes de représentation des deux exemples que nous venons de présenter viennent, par ailleurs, renforcer la communication du travail de laboratoire et connaissent parfois une sortie « dans le monde » extérieur. Mais cette diffusion sur et par les médias parfois destinée au grand public n'est que rarement accompagnée des explications nécessaires à une compréhension approfondie. Ce type d'outil permet en effet de mieux saisir la tension du double rapport qui s'établit entre la fascination par la représentation de la catastrophe

¹⁰³ Boullier commente d'ailleurs Goldhaber (1989), et ses études sur l'économie de l'attention, en mentionnant que: « tout mécanisme économique se fonde sur la rareté : « ceux qui pensent que l'information est le pétrole de l'économie actuelle reconnaissent pourtant qu'elle est abondante, voire même surabondante, mais que, précisément, cela change les paramètres habituels de l'économie, puisque la consommation ou l'échange de l'information ne font pas disparaître le bien en question ».

¹⁰⁴ Voir le dossier complet de 8 images constituées de captures d'écran de jeux vidéo réalisées par Simon Bachelier et Heather Kelley dans la revue Poli. Politique de l'image dont nous ne reproduisons que certains exemples ici. Simon Bachelier et Heather Kelley, Cobaye ou joueur ? La science dans les jeux vidéo, in : Poli. Politique de l'image, No. 8, Les images de la science, sous la dir. De M. Boidy, M. Coville, C. Derieux, Poli Editions, Paris, 2014.

et la possible « sublimation » (Worms, 2011) que celle-ci peut entraîner¹⁰⁵. Les interfaces utilisées sont avant tout des représentations animées par les modèles qui les sous-tendent, et l'on peut se demander comment les mythes dynamiques liés au calcul informatique passent du formel logique à la forme perceptive. C'est une question fondamentale dont certains chercheurs ont conscience, comme le souligne Giovanni Bruna, le directeur scientifique de l'IRSN :

« Aussi détaillée et représentative de la réalité physique soit-elle, toute modélisation comporte des simplifications et des approximations, donc un domaine de validité et des incertitudes. Leur maîtrise fait partie du savoir de l'expert, qui est le concepteur des outils de simulation et le garant de leur pertinence. C'est dans l'alchimie complexe entre les capacités toujours croissantes des machines et l'intelligence de l'homme que se concrétise l'essor de la simulation.¹⁰⁶ »

Lors de la transmission au grand public de données d'habitudes restreintes à la diffusion au sein de communautés scientifiques, il est courant de prôner l'usage didactique de l'image, la présentant comme opérateur ou agent médiateur entre des interfaces logiques et la réalité du monde physique. Or, on peut légitimement se demander comment cette fonction didactique peut s'exercer alors même que l'on peut observer une mythification de l'image de science, tendant vers une nouvelle épistémologie des instruments et des savoirs, favorisée par l'essor d'une forme d'idéologie liée à l'utilisation toujours plus importante de modèles numériques. C'est un phénomène que l'on peut observer au sein des laboratoires de recherche, mais aussi dans le cadre d'usages « pédagogiques » à destination d'un spectateur ou d'un lecteur plus « profane ».

Ce qui constitue déjà deux problèmes distincts : la dimension formelle des données récoltées, entre autres conditionnées par leur contexte de production et de lecture, et leurs dispositifs de monstration au grand public (médiatiques ou politiques, qui instrumentalisent, par exemple une carte, à prétention ou vocation scientifique). L'image « scientifique » ne se substitue pas aux concepts ou aux données, elle les complète, parfois même constitue une partie fondamentale de leur existence, et pas

¹⁰⁵ La notion de « sublimation » dans la représentation de la catastrophe a été étudiée par le philosophe F. Worms lors d'une conférence intitulée *Fascination de la représentation par la catastrophe, ou sublimation de la catastrophe par la représentation? Les risques d'une alternative, les enjeux d'une tension, au cœur du présent*, prononcée le samedi 30 Avril 2011 dans le cadre d'une série de rencontres autour de la thématique « Japon : représenter la catastrophe », organisées par Le Bal à Paris du 30 Avril au 1er mai 2011. La totalité des échanges est disponible en lecture vidéo gratuite sur le site du Bal : <http://www.le-bal.fr/2015/10/japon-representer-la-catastrophe>

¹⁰⁶ Propos recueillis lors de la conférence de presse des journées du patrimoine du 16 septembre 2012.

simplement d'un point de vue illustratif. La circulation et la transmission des formes, modèles et iconographies sont les supports de messages variés des savoirs et des résultats scientifiques et techniques, des pratiques de leur diffusion, et des enjeux politiques de leur conception...

La particularité d'un accident nucléaire par rapport aux autres formes de désastres est, comme la souligne A. Ida, que « l'ennemi comme les victimes sont invisibles » (Ida, 2013). La diffusion de l'information joue donc un rôle très important. Mais les renseignements fournis par les autorités japonaises depuis l'accident étant largement lacunaires, il est par conséquent difficile pour la population vivant dans la zone contaminée de connaître le niveau de radioactivité autour d'elle, ainsi que sa dangerosité. Des traces des retombées radioactives rejetées par la centrale sont détectées dans une zone très vaste, y compris jusqu'à la préfecture de Tokyo, et les habitants continuent à être exposés à des doses de radiation considérables.

La question de la gestion politique de l'absence de visualisation de données pour la population est toujours d'actualité, considérant que les questions liées à l'environnement et à l'exploitation du nucléaire sont de plus en plus brûlantes du point de vue de leurs conséquences pour la santé, mais qu'au-delà des dimensions pathogènes, il convient de rendre compte des formes contemporaines de production et d'utilisation de ces images. Et cela nécessiterait d'étudier les différentes conditions d'observation et de production visuelles entre les conditions physiques des milieux et les dimensions sociales portant sur les populations.

Aujourd'hui, le peuple japonais en général – quel que soit son degré d'exposition aux radiations et sa position géographique par rapport à la centrale accidentée – connaît mal le niveau de contamination des espaces environnants (résidences, champs, bureaux, cours d'école, parcs, etc.) à l'exception de quelques écoles primaires de Fukushima et des autres localités connues pour leur dangerosité.

Les mieux renseignés restent malheureusement ceux qui se sont procuré un compteur Geiger et qui effectuent leurs propres mesures. De nombreuses communautés se sont constituées en ligne, des blogs d'information, à l'image de Fukushima Diary, entre autres, mais aussi des nombreux groupes sur les réseaux sociaux qui relaient et échangent les informations. Un nombre incroyable d'applications Iphone ont été faites également afin de se tenir informés, de faire de l'auto-investigation, de mesurer ou de connaître le taux

de radiation dans un lieu donné, et même des outils ludiques sous la forme de jeux vidéo ont été créés afin de réparer la centrale soi-même... La temporalité incertaine de la catastrophe se diffuse au travers d'écritures collaboratives, de dispositifs collectifs. Parce fait, peut-être la catastrophe pourrait-elle être perçue comme le paradigme d'un récit, un « nouveau » paradigme incluant des formes de prises de conscience et de solidarité.

Les pouvoirs politiques et économiques ont été pointés du doigt, mais certaines institutions académiques et scientifiques ont contribué au processus ayant conduit au manque d'information ou à une fausse impression de la situation, alors même que tous les scientifiques ne souhaitaient pas garder le silence au vu des circonstances. La diffusion des informations et les relations chercheurs-médiateurs (journalistes, réalisateurs, infographistes...) à travers les images qu'ils traitent manipule les référents auxquels renvoie l' *image* de science : le réel, la vérité, le vrai, le mystère, les origines d'un phénomène...

C'est ce que nous avons pu voir à travers les deux exemples que nous avons étudiés. Du point de vue de l'analyse des données, de simples calculs de moyennes ne suffisent plus. Il faut donc passer à des résultats présentés autrement, et la modélisation dynamique y trouve une place, comme une sorte d'épistémologie du « vivant » numérique de ces données. Même si le vivant ne peut se réduire à de la mise en forme d'information. Peut-être faut-il plus de « performativité ?¹⁰⁷ », comme l'ont observé Beslon et Knibbe sous le versant du *bricolage* :

« Les modélisateurs, en cherchant à recréer dans la machine les conditions de l'évolution biologique, bricolent pour trouver les correspondances à établir entre le monde du vivant « réel » et le monde virtuel créé, correspondances qui sont le gage de l'interprétation du second dans le cadre du premier. » (Op.cit., p. 104)

Cette recherche d'une mise en évidence d'un « style science » nous oblige à définir les finalités de cette mise en scène du spectacle scientifique, et la perception de la dimension « spectaculaire » de ses incarnations. Dans le cadre de recherches scientifiques il est parfois difficile de se confronter aux images sans en être spécialiste, car elles recouvrent des fonctions diverses. Nous avons tendance dans ce cadre à prôner l'usage didactique de l'image, l'affirmant comme opérateur ou agent médiateur entre des interfaces logiques

¹⁰⁷ Et la question de la « réticulation de l'ordinateur », soulevé par B. Stiegler comme un nouveau stade des ordinateurs par rapport à la machine de Turing et aux modèles cybernétiques?

et la réalité du monde physique. Or l'on peut légitimement se demander comment cette fonction didactique peut s'exercer alors même que l'on peut observer une mythification de l'image de Science, tendant vers une nouvelle épistémologie des instruments et des savoirs, favorisée par l'essor d'une forme d'idéologie liée à l'utilisation toujours plus importante de modèles numériques. L'importance contemporaine prise par les modélisations dynamiques montre à quel point la temporalité est devenue un facteur-clé de la visualisation scientifique. « Faire science » revient plus que jamais à montrer et démontrer le caractère processuel des événements. Et cette recherche d'une mise en évidence d'un « style science » nous oblige à définir les finalités de cette mise en scène du spectacle scientifique, et la perception de la dimension « spectaculaire » de ses incarnations.

Le problème temporel, particulièrement important dans le cas de la compréhension des catastrophes (voire de leurs prévisions), s'étend bien au-delà des seules représentations à caractère scientifique, et concerne aussi l'imagerie « ordinaire ». Or cela ne va pas sans poser certains problèmes, et ce depuis très longtemps. La représentation temporelle d'une catastrophe est intimement liée à une certaine mise en récit, à une scénarisation des événements, des lieux et des données. La donnée scientifique est aux prises avec d'autres facteurs. Le cas du tsunami qui a touché le Japon en mars 2011 est, à ce titre, exemplaire. Après une brève approche théorique du problème de la représentation temporelle dans l'image de science, nous étudierons ce cas au travers de trois exemples d'images liés à l'accident nucléaire de Fukushima, où l'objectivité de la donnée se mêle au caractère spectaculaire de l'évènement. Ces trois exemples que nous avons sélectionné permettent déjà d'identifier trois formes de temporalité distinctes parmi lesquelles: (1) celle des images-satellites de paysages dévastés, représentés à l'aide de modèles de type « avant-après » ; (2) celle des dispositifs de surveillance in situ mis en place par l'agence Tepco suite à l'accident nucléaire de la centrale nucléaire de Fukushima, dans un souci de communication et de « transparence » ; et enfin (3) celle des simulations de données effectuées sur d'autres territoires, anticipant des accidents nucléaires futures.

VII.5. Les temporalités de la catastrophe. Japon, Mars 2011

Autre fait notable, la catastrophe qui a touché le Japon le 11 mars 2011 présente deux problèmes spécifiques du point de vue de sa représentation temporelle. En premier lieu,

elle n'est pas terminée. La contamination radioactive liée aux dégâts occasionnés à la centrale de Fukushima vont influencer sur l'écosystème et la vie des Japonais pour des centaines d'années, et un risque d'accident majeur suite à une réplique de séisme sur la centrale est toujours d'actualité. D'autre part, la menace nucléaire est invisible. Ce que l'on a vu de Fukushima, ce que l'on continue de percevoir de la centrale, ne sont que les dégâts matériels apparents du tsunami.

Intéressons-nous aux trois exemples d'images que nous avons évoqués plus haut. Le premier correspond à un principe de visualisation dynamique que le *New York Times* propose à ses lecteurs sur son site internet. Il permet d'observer les dégâts causés par le tsunami dans différentes zones du Japon à l'aide d'un dispositif interactif sommaire, bien que très efficace. Des paires d'images s'affichent, séparées par un *slider* vertical mobile qui permet à l'internaute d'opérer personnellement une translation sur les zones qu'il observe.

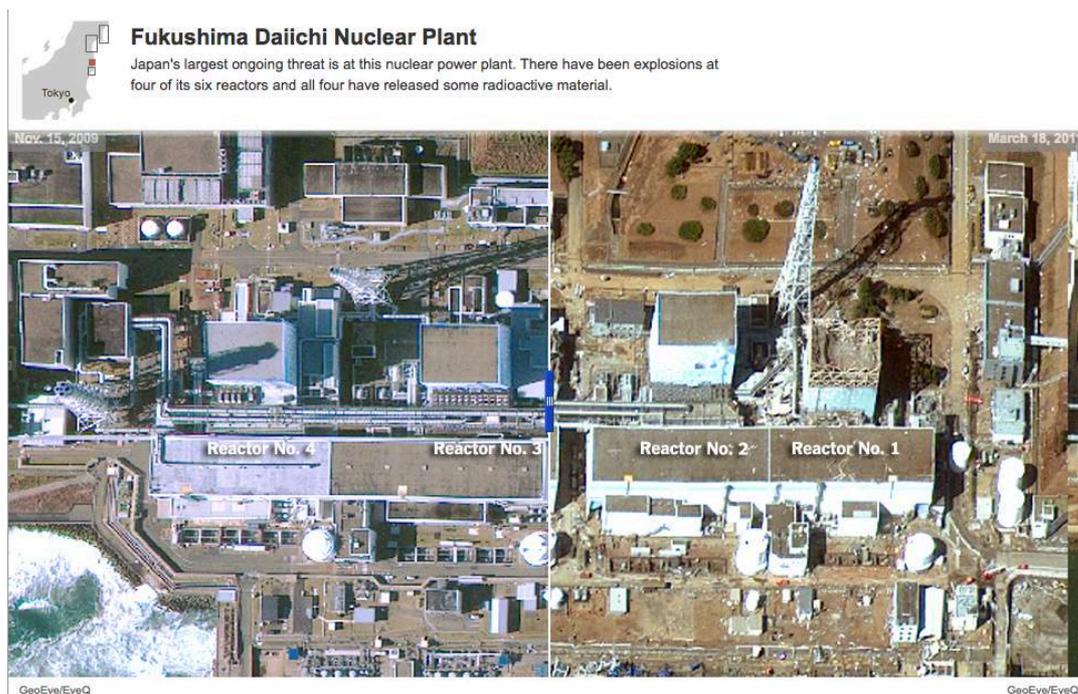


Fig. 141. Photographies satellites du site de la centrale de Fukushima Daichi. Source : New-York Times.
© Images GeoEye/EyeQ - Slider de Jason Alvich
Enligne : <http://www.nytimes.com/interactive/2011/03/13/world/asia/satellite-photos-japan-before-and-after-tsunami.html>

Chaque lieu documenté présente deux images superposées sur un cadrage identique, l'une prise avant la catastrophe, l'autre après. La translation du *slider* révèle les moindres détails topographiques modifiés par la vague destructrice, la campagne ravagée, les habitations submergées. Ainsi dans le cas de l'image de la centrale de Fukushima

découvre-t-on les dégâts considérables subis par les quatre réacteurs, dont la structure architecturale apparaît considérablement ébranlée.

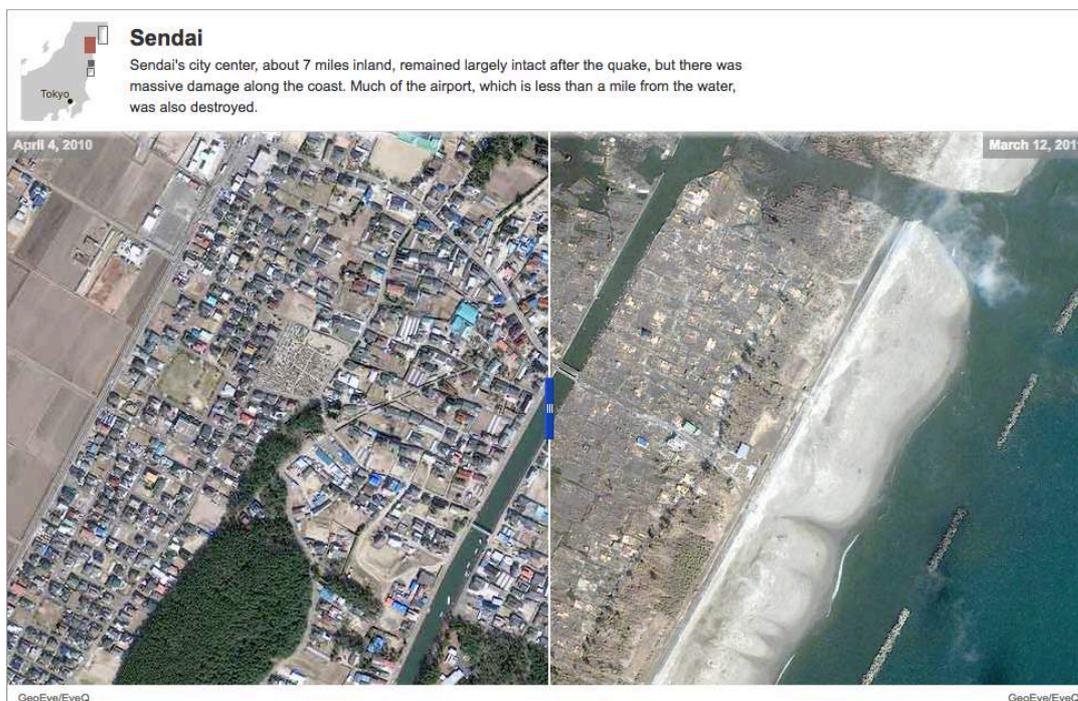


Fig. 142. Image satellite du centre-ville et de la côte de Sendai. Daichi. Source : New-York Times.
© Images GeoEye/EyeQ - Slider de Jason Alvirch En ligne :
<http://www.nytimes.com/interactive/2011/03/13/world/asia/satellite-photos-japan-before-and-after-tsunami.html>

Du point de vue de la temporalité, le mode de visualisation fonctionne pour l'essentiel sur un choc spectaculaire classique, le télescopage de la normalité d'un « avant » et de la désolation d'un « après ». Mais le *slider* en ligne propose au lecteur quelque chose de plus puissant dans l'effet spectaculaire, qui est aussi le moyen d'un savoir sur la catastrophe : la possibilité de rejouer lui-même, sur un mode propre, la temporalité de l'avant et de l'après.

Loin de n'être que deux moments figés et imposés par la conjonction des images fixes, ceux-ci laissent une latitude de lecture qui offre tout à la fois de traquer les détails, et de rejouer de façon réflexive et individuelle la nature temporelle de l'évènement.



Fig. 143. Image satellite de la région au Nord de Sendai. Cette région était l'une des plus proches de l'épicentre. © Images GeoEye/EyeQ - Slider de Jason Alvich
 Enligne : <http://www.nytimes.com/interactive/2011/03/13/world/asia/satellite-photos-japan-before-and-after-tsunami.html>

Or, ces images ne sont pas sans nous faire penser à d'autres modèles d'images relatifs à des catastrophes, les images aériennes de territoires bombardés¹⁰⁸.

Un second exemple concerne des images spécifiques diffusées par l'entreprise Tepco, en charge de l'exploitation de la centrale nucléaire. Mise en cause sur sa politique de sécurité, en particulier du point de vue des risques d'effondrement de la piscine de déchets du bâtiment n°4, l'entreprise a entamé au fil du temps une « politique de transparence », qui est passée par la publication de photographies du personnel de l'usine travaillant au déblaiement et à la consolidation de la centrale. La somme des photographies diffusées est impressionnante, sans que l'on ait la possibilité de connaître les dates exactes de prises de vue, ou les noms ou responsabilités des acteurs présents sur les clichés.

Devant le risque causé par les répliques du séisme de mars 2011, la volonté de transparence a donné lieu également à l'installation de webcams directement reliées au site de Tepco, qui donnent la possibilité de voir la centrale en direct, 24h/24, depuis un

¹⁰⁸ Voir à ce sujet : Archambeau, O., Images au sol, images aériennes et images satellites : regard d'un géographe dynamique, Thèse de géographie à Paris 1 soutenue sous la dir. de André Fischer, 1996

point de vue fixe, cadré sur les parties hautes et non sur les travaux ou les infrastructures au sol.



Fig. 144. Vue de la webcam Tepco, mai 2011. © Tepco. En ligne : <http://tepcoco.jp/en/nu/fl-np/camera/>

Ces images en direct associent étroitement une surveillance d'apparence objective des lieux et des incidents au spectacle d'une imagerie terne et monotone, qui frappe l'esprit aussitôt qu'on se rappelle la haute contamination radioactive des lieux, la temporalité propre à la catastrophe nucléaire, échelonnée sur des centaines d'années.

Contrairement à la première image, qui mettait l'accent sur l'« avant », et à la précédente, et celles-ci, centrée sur un « pendant » interminable, une dernière image frappante générée par la catastrophe de Fukushima mise sur l'« après ». Proposée sur le site du NRDC (*Natural Resources Defense Council*), un groupe américain de défense de l'environnement, il s'agit d'une image projective réalisée à partir de données collectées lors de la catastrophe du Japon afin d'observer l'impact que celle-ci aurait eu sur un autre territoire, celui des Etats-Unis. Retraduite sur le plan de la situation topographique des cent-quatre réacteurs nucléaires disséminés sur le territoire étasunien, la carte offre de visualiser l'étendue d'une catastrophe dans l'hypothèse où l'un d'eux subirait des dommages aussi importants que ceux provoqués par le séisme du 11 mars 2011.

What if the Fukushima nuclear fallout crisis had happened here?



Fig. 145. Cartographie de simulation d'une catastrophe similaire à Fukushima pour les États-Unis : <http://www.nrdc.org/nuclear/fallout/>

Il suffit à l'internaute de taper un code postal pour qu'un programme récupère les données du réacteur le plus proche, et donne le calcul de l'étendue des irradiations mortelles, les zones d'état d'urgence et d'évacuation. Le logiciel offre de réfléchir aux configurations les plus objectives des risques nucléaires sur le sol américain, tout comme de céder à la simple fiction du risque pour une zone géographique donnée.

Les trois temporalités spécifiques que nous avons passé en revue constituent autant de mise en forme de données dans lesquelles la puissance esthétique et la dimension spectaculaire sont des questions primordiales.

Dans le cas de la première image, nous pouvons voir que ce soit la centrale, le littoral naturel, ou des zones urbaines, chaque couple d'image est traité selon le même registre. Les couleurs sont dé-saturées, l'image semble écrasée. Le temps de la catastrophe est aplati par la prise de vue et le dispositif. Si elle permet à quiconque d'observer des points de détails de sorte à comprendre ce qui s'est passé, l'image n'en reste pas moins spectaculaire par sa violence. Contrairement à la deuxième, spectaculaire par son voyeurisme, et qui nous confronte à un récit de la catastrophe, non pas simplement par les images qui sont capturées, mais par les fluctuations du dispositif technique lui-même. Et finalement, la dernière image dont nous avons proposé la lecture, spectaculaire par la

peur qu'elle manipule. Elles sont toutes des images de peur, mais ce n'est peut-être pas la même peur ni le même spectacle qu'elles illustrent.

Toutes ces images, même si elles ont pour but de diffuser le savoir et de sensibiliser le monde sur ce qui s'est passé et sur ce qu'il continue de se passer au Japon, masquent les autres ressorts de la tragédie. On peut se demander à partir de quel moment ce type de dispositif de visualisation passe de l'usage didactique à un usage ludique (voire morbide), et où la visualisation devient dans ce cas *son propre spectacle*¹⁰⁹.

VII.6. Espace mythique et espace esthétique de la simulation

L'image ne se substitue pas aux concepts ou aux données, elle les complète, et pas seulement d'un point de vue illustratif. La circulation et la transmission des formes, modèles et iconographies sont les supports de messages variés des savoirs scientifiques et techniques, des pratiques de leur diffusion, et des enjeux politiques de leur conception... Pour comprendre le rôle des modes de représentation spécifique, peut-être faut-il revenir à un niveau de lecture formel et prendre en compte le dispositif de présentation de ces images.

Ce qui constitue déjà deux problèmes distincts : la dimension formelle de la cartographie, ici météorologique, et ses dispositifs de monstration (médiatiques ou politiques, qui instrumentalisent par exemple une carte à prétention ou vocation scientifique).

Prenons deux exemples pour comprendre de quoi il est question. Voici une projection de la manière dont les débris se sont répandus dans l'océan Pacifique à la suite du séisme de mars 2011 qui a touché le Japon et qui a conduit à la catastrophe que l'on connaît à la centrale nucléaire de Fukushima. On peut voir leur trajectoire jusqu'aux plages de Colombie Britannique et de Californie. Le modèle utilisé pour simuler l'évolution du champ des débris à la dérive à partir des côtes du Japon est le SCUD (Surface Currents from Diagnostic). La vitesse de dispersion est évaluée pour l'essentiel à l'aide de moyennes faites à partir de relevés topographiques dynamiques (modèle AVISO), de vitesses de vents géostrophiques et d'observations par satellite. Le modèle est utilisé

¹⁰⁹ Voir à ce sujet le travail du collectif néerlandais Metahaven, dont l'article en ligne restitue fidèlement le propos : http://next.liberation.fr/design/2013/05/29/la-visualisation-de-donnees-devient-son-propre-spectacle_906707. Représenter, ce peut-être également faire « com-paraitre » selon l'acception de Furetière et considérer une image à charge comme l'on produit une preuve à charge.

pour évaluer l'emplacement des débris du tsunami dans l'océan et le calendrier de leur arrivée sur le littoral.

Qui produit les images et qui les exploite ? Prenons le seul exemple des animations. Typiquement, elles sont utilisées pour « raconter des histoires », et non pas utilisées pour la recherche. Les animations sont produites dans le but de diffuser les recherches au grand public, mais dans le processus de réflexion en lui-même, les chercheurs vont directement aux données ou aux modèles mathématiques qui les organisent. Rappelons que, généralement, les personnes en charge de la mise en forme graphique des données ne sont pas en mesure d'interpréter les données directement, et de leur côté, les chercheurs ne sont pas familiers des techniques de visualisation. De fait, les animations sont le plus souvent le fruit de collaborations entre des acteurs dont les tâches sont clairement séparées et identifiées. Il y a bien sûr des exceptions selon les outils de visualisation utilisés et la manière dont ils implémentent les données. Mais même si les chercheurs développent leurs modèles sans égard *a priori* pour la visualisation en premier lieu (et que ces données peuvent être quantifiées et analysées à partir de règles et normes précises), il n'en reste pas moins qu'au moment de la présentation visuelle des résultats obtenus il n'existe pas de mise en forme « standard » pour la prise en charge graphique des données. Ici en l'occurrence les choix graphiques opérés pour le rendu graphique de l'animation. Car en effet la majorité des résultats et des données les plus importants de la NASA reviennent sous forme de nombres, transmis par un des nombreux satellites. Et cette information est transformée en visualisation par le studio scientifique de visualisation (SVS) que nous avons mentionné plus tôt — une équipe de scientifiques, d'ingénieurs et d'animateurs qui transforme des données numériques en graphique ou en vidéo dynamique. Cela conduit peut-être à délaissé les questions de la représentation, de l'interprétation et du langage, qui se révèlent insuffisantes pour expliquer la force des artefacts visuels, et plutôt tenter, en pensant aussi par l'expérience des images en société, l'échelle de leur potentiel idéologique et symbolique.

VII.6.1. L'exemple des océans perpétuels

Le SVS n'est pas seulement un centre fournissant des outils actifs et créatifs pour la sensibilisation du grand public aux recherches et aux résultats de la NASA. En 2011, l'équipe de SVS a reçu l'annonce d'une équipe responsable du projet appelé *Estimating the Circulation and Climate of the Ocean* (Estimer la circulation et le climat de l'océan), Phase II ou ECCO2, qui utilise les outils mathématiques pour mieux comprendre comment

les modèles de circulation des flux de l'océan changent au fil du temps. Le résultat est ce qu'ils ont appelé *Perpetual Ocean* (océan perpétuel). Cette visualisation montre les courants de surface des océans autour du monde de Juin 2005 à Décembre 2007. Elle ne contient ni voix-off ni légende ou indications textuelles. Elle fut présentée au festival d'animation informatique SIGGRAPH Asia 2012.

Chargés pour visualiser de très grandes quantités de données de toutes les sortes aux fins de la diffusion auprès du public, parfois sur un sujet très spécifique, ils ont des procédés de travail très différents, et doivent inventer une démarche graphique et des méthodes nouvelles pour faire ces visualisations. C'est le cas du modèle ECCO2 que nous avons évoqué, et qui a été utilisé pour ce rendu. C'est un modèle 3D de l'océan qui vise à représenter différentes couches de « réalités » observables au travers de représentation de données de genre très variées : la densité, la vitesse, la température, la composition chimique. Il s'agit d'un modèle créé à partir de Maya et Renderman (qui sont les logiciels typiquement utilisés par Pixar pour les films d'animations, qu'ils modifient pour leur apporter des fonctionnalités supplémentaires). Et c'est le même modèle qui sert à représenter toutes ces données, qui du coup doivent trouver une forme graphique spécifique pour être intelligibles et présenter des visuels de référence d'un temps et un endroit particulier (parfois même agrémentée de musique, d'ambiances sonores).

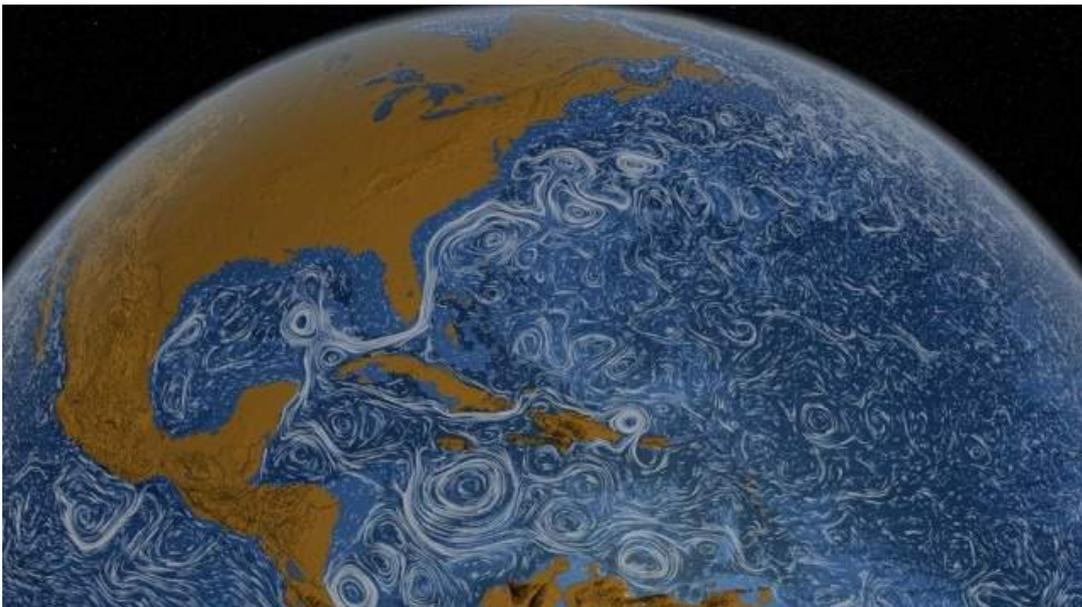


Fig. 146. Capture d'écran à partir de la vidéo *Perpetual Ocean*, 2011, MIT/JPL. © NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio

Là est la texture apportée par le design à ces recherches et à leur diffusion. Les choix graphiques opérés sont indissociables de l'économie symbolique des données récoltées et de leur diffusion. Lors d'une interview à propos d'une animation, une question a été posée à Mitchell à propos de la ressemblance entre le traité graphique de la vidéo et celui des tableaux de Vincent Van Gogh. Pour H. Mitchell, « c' était un accident fortuit. Quand vous regardez le visuel, et que vous regardez les secteurs bleus autour des lignes, la couleur représente la profondeur de l'océan. Il y a réellement un modèle 3D de la profondeur de l'océan à l'intérieur, de sorte qu'il lui donne une sorte de caractère unique. (...) Beaucoup de choix dépendant de l'« œil esthétique » de l'ingénieur, mais cela n'a rien à voir avec la volonté de faire quelque chose qui fasse penser à Van Gogh. » Il n'en reste pas moins que le traitement graphique donne une présence aux données qui dépasse le seul cadre analytique des relevés et des fluctuations récupérées par les sondes sous-marines. Notamment car ses animations sont présentées en vue satellite.



Fig. 147. Vue du « Gulf Stream », Perpetual Ocean, 2011, MIT/JPL. © NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio.

Une des choses les plus récentes qui a été réalisée par le SVS, qui peut d'ailleurs être vue en page d'accueil de leur site, s'appelle *Excerpt from Dynamic Earth*. Il s'agit d'une animation qui montre une tempête solaire sortant du soleil et frappant la terre. De là nous pénétrons dans l'atmosphère puis dans l'océan. Presque tout ce qui est animé est fait avec le même logiciel que les exemples précédents, mais employé d'une manière différente.

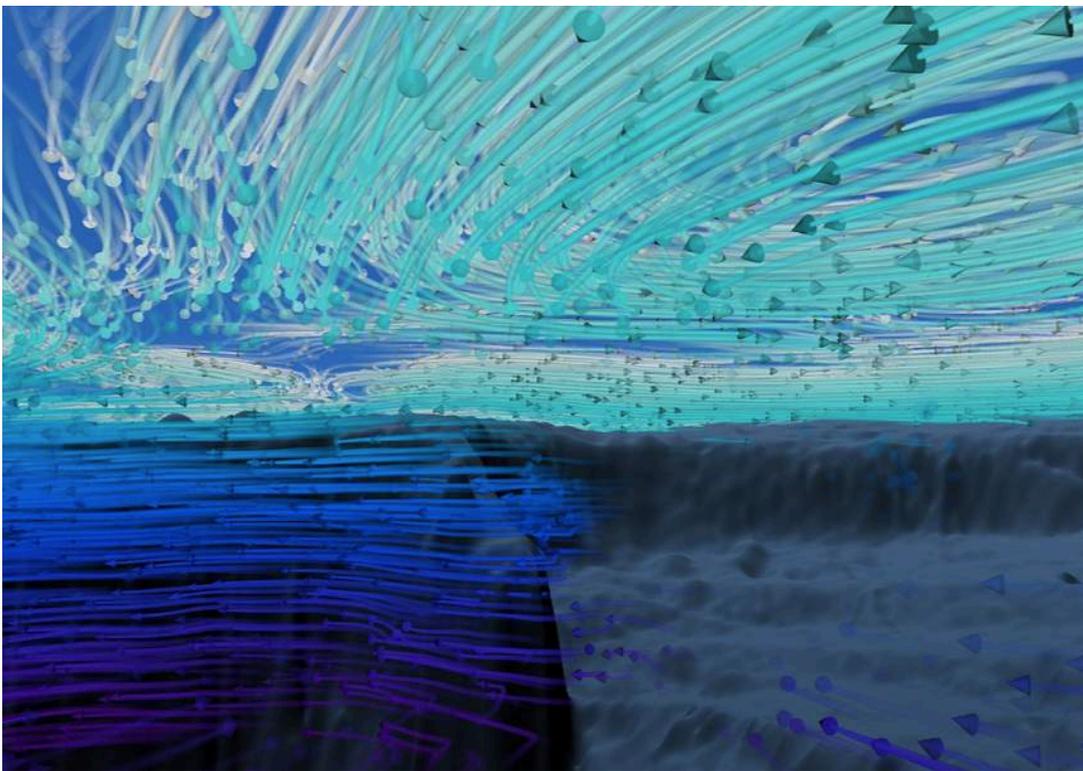
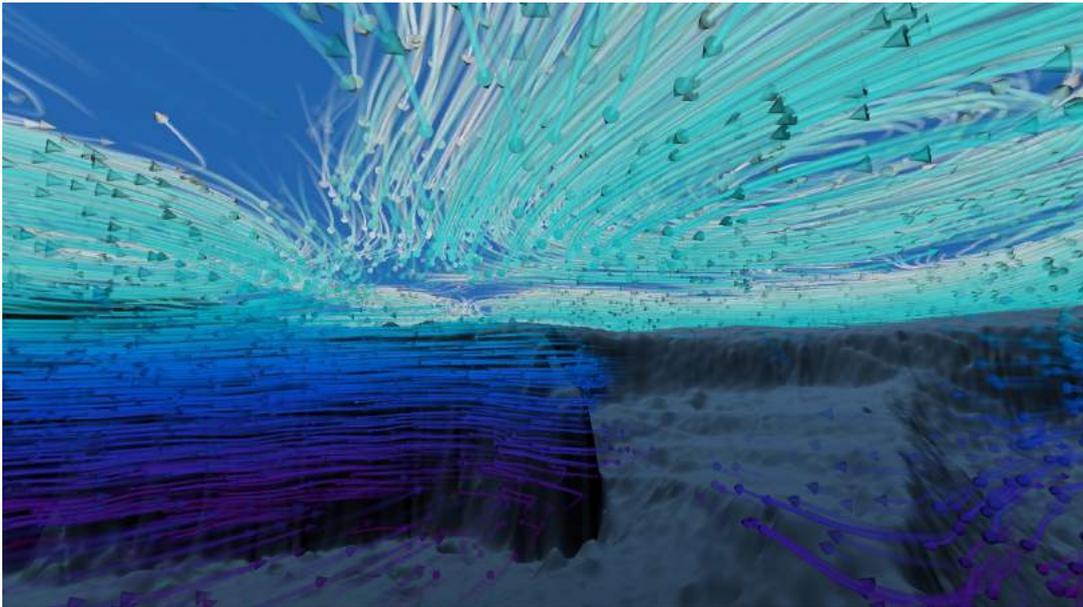
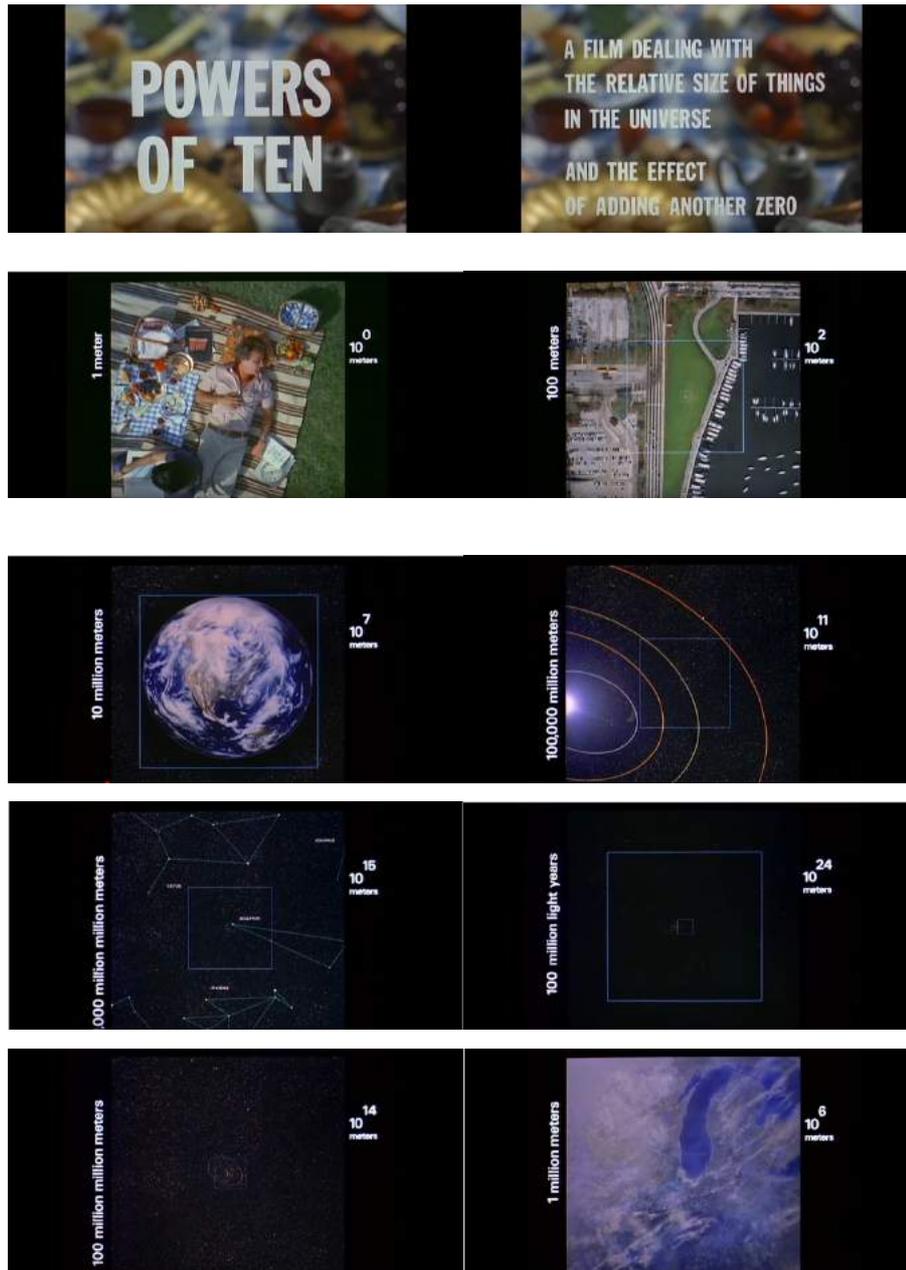


Fig. 148 et 149. Captures écran de Excerpt from Dynamic Earth. © NASA/Goddard/GSFC/ SVS

Dans ce cas, il s'agit d'un long travelling du soleil vers les profondeurs sous-marines et jusque dans la croûte terrestre qui n'est pas sans faire penser à la vidéo *Power of Ten*, réalisé par Charles et Ray Eames pour IBM en 1977. Dans cette vidéo, qui dure un peu moins de 9 minutes, le plan de départ est un couple qui pique-nique dans l'herbe. L'animation débute à un mètre. L'image commence à faire une contre plongée dont le

but est de donner à voir toutes les 10 secondes une distance 10 fois supérieure. L'éloignement nous conduit jusqu'à 100 millions d'années lumières, puis la vidéo replonge en direction de la Terre, puis vers le couple, pour finalement pénétrer à l'intérieur de la peau de la main de l'homme, dans ses tissus, ces cellules, son ADN, les molécules qui le compose, les atomes, etc. Entre un au-delà et un en-deçà, spéculatif visuellement à cette époque, le design fait le lien entre l'infiniment grand et l'infiniment petit.



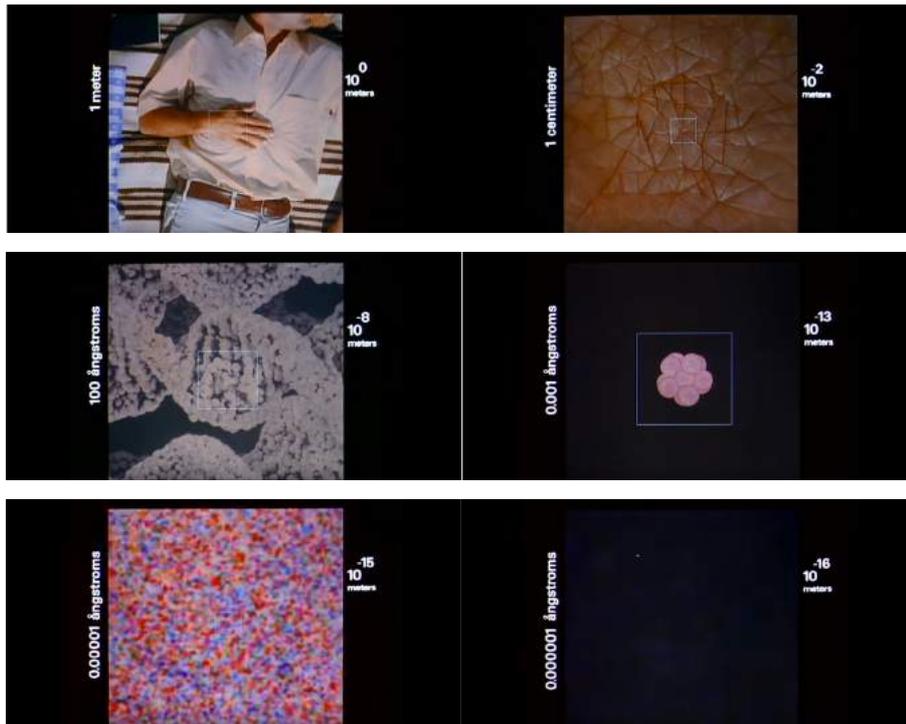


Fig. 150. Captures d'écrans à partir de la vidéo originale, *Power of Ten*, C. et R. Eames, 9min., 1977.

Il nous semble qu'à l'heure où l'anthropocène se présente comme un nouveau champ à part entière de la réflexion sur le devenir de l'humanité, les relations entre design et environnement et l'économie politique du signe, tel que J. Baudrillard les entrevoyaient, sont plus que jamais à l'ordre du jour. Notamment lorsque les problématiques de recherche sont liées à la question de la finalité et de la fonctionnalité. C'est la possibilité d'ouvrir par le design vers une « sémiotique universelle de l'expérience technologique » (Shapiro, *One dimensionality*, dans Baudrillard, 1972, p. 231) tel que le Bauhaus avait pu le rechercher, mais également le risque de se refermer dans une recherche de totalité et de méthodes systématiques. Ce que dès 1972 Baudrillard met en avant, c'est que dans la notion d'environnement, il s'agit de la maîtrise des signes. D'où peut-être un enjeu particulièrement propice à y faire intervenir le design sous de multiples occurrences dans la recherche scientifique. Et également la pertinence de le lier à l'anthropologie.

Le professeur Mitchell, directeur du SVS, parle de son laboratoire comme d'un « studio » : « Je pense que les scientifiques ont un monde interne étonnant — ils pensent à ces choses et à la manière dont ils travaillent. Mais, ils ne font pas le genre de visuels qui peuvent être trouvés dans un long-métrage. C'est pourquoi nous avons trouvé un créneau qui fonctionne ». La question du studio est particulièrement intéressante, si l'on se réfère à la comparaison que Alpers a fait entre le laboratoire et l'atelier de l'artiste,

lorsqu'elle dit que dans le studio (au sens de l'atelier), il y a une tendance implicite : il s'agit de découverte, pas de démonstration (Alpers, 1998, p.409). C'est cette tendance que nous nous proposons avant de conclure cette thèse d'aborder, du point de vue du design en recherche et de notre engagement anthropologique à l'étudier.

Designs for an Anthropology of the Contemporary est un ouvrage qui rassemble des dialogues entre P. Rabinow, G. E. Marcus, J. D. Faubion et T. Rees lors desquels ils ont discuté les possibilités de normes et de formes de l'anthropologie, dans leurs sens les plus variés et ouverts, afin d'explorer les possibilités d'un « équipement de base » qui permettrait de dresser un « standard » du travail anthropologique. Entre sa publication en 2008 et le moment où nous écrivons, pratiquement une décennie s'est écoulée, et les outils de l'anthropologie sont plus que jamais mobilisés pour quantité de travaux. La description ethnographique, l'observation dite « de terrain », et le recours aux carnets, aux croquis, aux entretiens, à la participation immersive, sont même au cœur des méthodes pédagogiques mises en avant dans les recherches doctorales ayant pour centre d'intérêt le design. A tel point que la méthode dite « ethnographique » se trouve investie, tel précisément un « standard », dont la norme et la forme serait intimement liée à la question du « projet » de design (Nova, 2014). Si l'implication d'une démarche anthropologique est bien représentative à de multiples égards du travail du designer, il nous semble qu'elle dépasse toutefois la seule implication, tactique, du projet dans sa manifestation.

Dans la description ethnographique, il y a une « écriture du visible », dans laquelle « se jouent les qualités d'observation, de sensibilité, d'intelligence et d'imagination scientifique du chercheur » (Laplantine, 2015). Comme le dit Laplantine, « notre observation est toujours informé par des modèles (voire des modes) culturels » (Op.cit., p.14). Elle est étroitement liée à celui de prévoir et de revoir. Voir, comme il le dit, « c'est la plupart du temps, par mémorisation et anticipation, espérer trouver ce que nous attendons et non ce que nous ignorons ou redoutons, à tel point qu'il peut nous arriver de ne pas croire à ce que nous avons vu (c'est-à-dire à ne pas voir) si cela ne correspond pas à notre attente. » (Ibid.)

Cette remarque est particulièrement importante lorsqu'il est question des relations entre design et anthropologie, et de la difficulté de faire l'anthropologie d'un design en recherche de méthodes pour précisément faire « recherche ».

Un des dialogues entre Rees, Rabinow et Marcus porte précisément sur le thème du « design studio », et de la signification de la pédagogie dans leurs travaux. Rees évoque en effet la difficulté d'enseigner aux étudiants le travail sur le terrain. Cette difficulté du travail sur le terrain se manifeste précisément car l'on ne sait pas ce que l'on va trouver à l'avance. On rassemble des notes, on fait des entretiens, on se trouve soi-même au cœur des processus que nous souhaitons étudier et nous sommes intimement liés aux éléments que nous récoltons et à la manière de les récolter. Pour Marcus, la restitution d'un travail de terrain ne doit pas se concevoir d'un point de vue pédagogique comme une totalité, mais doit s'accomplir consciemment comme dans quelque chose d'inachevé. En ce sens il parle même d'un processus de design :

This idea of a design process de-centers the significance and weight of the fieldwork process conventionally viewed and makes it more organic and balanced with what occurs before and after it as part of research, particularly what occurs before, since, according to my contraption, so much of the activity of fieldwork depends of being able to construct the site or sites beforehand in a deeply informed, even ethnographic, way. (Marcus, in Rabinow et al., 2008, p. 83)

Pour lui, le « studio de design » est une manière de développer des idées alternatives à propos de la méthode d'une manière plus compréhensive que les attitudes traditionnelles ne le permettent, du fait notamment d'un « mythe » du travail de terrain.

Si l'anthropologie et le design sont autant liés, c'est car ils sont tous les deux proches de la pratique. Selon lui et Rabinow il y a la place et l'intérêt de créer des espaces intellectuels de coopération et de collaborations, des « studios de design » qui seraient des espaces pédagogiques.

Alors que la construction collective de la connaissance, les nouveaux espaces collaboratifs, les partenariats, les équipes de grandes ampleurs font que la recherche scientifique contemporaine connaît un changement radical de ses manières de procéder et de se constituer en communautés, la communauté du design joue des coudes pour imposer méthodes, formations, doctrines, afin de s'ériger en modèle fort et de se constituer en discipline à part entière, voire même à se proclamer science. Il nous semble que le danger de cette situation est peut-être d'étouffer toute possibilité de recherche au contraire. Plus que de méthodes de recherche dogmatiques qui pourrait en rejouer la standardisation industrielle, ou de modèles qui seraient empruntés à des cadres disciplinaires donnés et plaqués sur des pratiques exploratoires, le design en recherche a

peut-être tout intérêt à regarder dans ses variations, locales, situées, dans les spécificités des échanges et des différences au contraire, dans leurs déploiements, en studio, en atelier, en écoles, avec d'autres modes de production de connaissance, pour trouver, si c'est ce qu'il recherche, son environnement.

Conclusion Générale

« The very essence of epistemicity is that there is a promise. But a promise of a very particular kind. An expectation that is not under the power of definition. It is what drives you around the corner, without being able to tell you what will show itself behind. It is the expectation of a new, the new being that which by definition cannot be anticipated. Lastly, this being beyond our will and yet in the realm of our interaction within epistemic thing, not only lit back to the first point of its characterization, it also lays the ground for one of the most basic second order categories on which science rests : the category of reality. And it is the reason for the peculiar future orientation of research. It is research only as long as it is able to uphold this precarious suspension between the norm from which it tries to get away, and the un-norm, for which the key of access is missing. For the time spent of such essential suspension. » Hans-Jörg Rheinberger

En 2008, le Museum of Modern Art de New-York a organisé une exposition réunissant plus de 200 dispositifs, créations, objets ou illustrations de designers, d'artistes et de scientifiques sous le titre *Design and the Elastic Mind*.

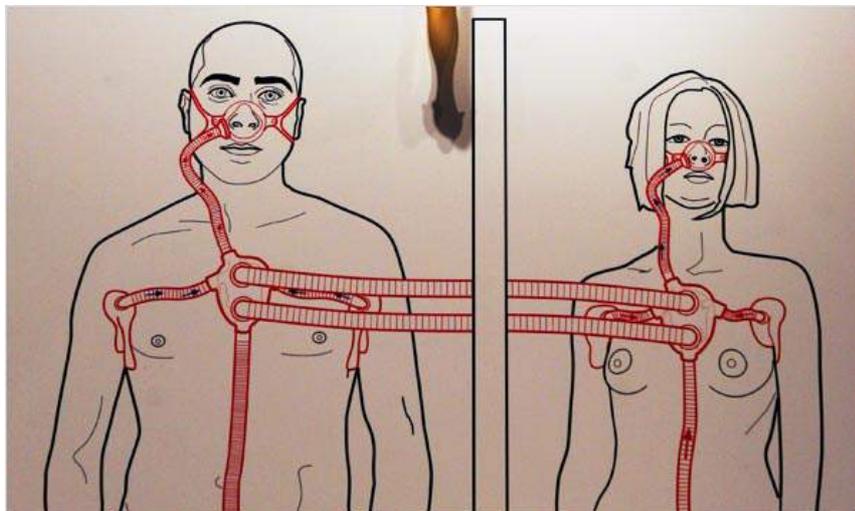


Fig.151. Illustration prise dans l'article du NYTimes montrant une illustration de « Smell + » du designer James Auger, dont l'idée est de permettre aux personnes utilisant son dispositif de se sentir avant de se rencontrer, et de mettre en évidence l'importance que l'on ne donne pas suffisamment au sens de l'odorat dans nos vies quotidiennes. © Richard Perry/The New York Times.

Lorsque les musées organisent des expositions sur la science, ils utilisent souvent des images spectaculaires, donnant à voir des phénomènes sublimés par leur présence graphique, leurs couleurs artificielles, en procédant, comme l'a remarqué P. Galison suite à cette exposition, « d'une esthétisation en-dehors du contexte ». Au-delà de l'aspect

séduisant, voire kitsch, cette esthétisation peut « tuer la profondeur et le contexte qui rendent justement la science intéressante »¹¹⁰. Mais toujours selon Galison, cette exposition, par sa lucidité et son respect des informations données sur chaque objet présenté, « est de la science d'une nouvelle tonalité ». L'idée de cette exposition est venue suite au lancement à l'automne 2006 par Paola Antonelli, la conservatrice / curatrice en chef du MoMa, et A. Bly, le créateur et rédacteur en chef de *Seed Magazine*, d'une série de salons mensuels réunissant scientifiques, designers et architectes, afin d'explorer les relations entre le design et la science et leurs éventuels points de contact¹¹¹. L'hypothèse de départ, volontairement caricaturale, était que les scientifiques ne connaissent rien à l'art, *a priori*, et que les designers ne connaissent rien des calculs et des formules complexes manipulées par les scientifiques, afin de voir ce qu'il se passe lorsque ces deux communautés de pratiques et de savoirs, ainsi que leurs productions, se rencontrent. Certains travaux présentés peuvent évoquer la stupeur, ou susciter l'admiration, avoir l'air de miracles, particulièrement lorsqu'ils évoquent ou représentent des machinismes ou phénomènes qui ont à voir avec l'univers, la création du monde, ou la vie (molécules ADN, formation de l'univers, galaxies lointaines, intelligence artificielle, par exemple). En 2006, au moment où cette initiative est lancée, on ne peut que constater un écart entre le champ académique français se revendiquant alors du monde de l'art, du design, des sciences, et ce type d'initiative, même si l'on peut retrouver bien sûr des formations en art appliqués, des expositions dédiées au design, aux relations art-science-technologies. Dix ans plus tard — notamment sous l'impulsion de la réforme LMD faisant suite au protocole de Bologne — la communauté du design tente à revendiquer une place à part entière dans les champs de la recherche scientifique au sein de la communauté académique française, et ce notamment par le biais de l'accélération de la recherche en écoles d'art et de design.

Dans cette thèse, nous avons proposé de réfléchir aux déplacements de la catégorie de design dans le champ contemporain de la recherche scientifique. Au moment où nous l'avons débuté, comme nous le précisons en avant-propos, nous venions de terminer notre cursus en école d'art, et en design graphique. A la suite d'une collaboration dans

¹¹⁰ J. Schwartz a fait un commentaire de cette exposition pour le New-York Times le 26 Février 2008 sous le titre: *Where Science and Design Collide, a Few Weird Sights to Behold*. En ligne, url: http://www.nytimes.com/2008/02/26/science/26elas.html?pagewanted=all&_r=0

¹¹¹ Antonelli, P., *In the emerging dialogue between design and science, scale and pace play fundamental roles*, Adapted from the exhibit catalogue, *Design and the Elastic Mind* © 2008 The Museum of Modern Art, New York, *Seed magazine*, 2 Avril 2008. En ligne : http://seedmagazine.com/content/article/design_and_the_elastic_mind/

un centre de recherche en sciences cognitives, et d'une double formation en sciences du langage, nous étions intéressé par l'étude des relations entre design et recherche scientifique, du point de vue des dialogues méthodologiques et de l'implication de la production graphique dans la construction de la connaissance. Dans le développement de cette thèse, nous avons d'une part proposé de jeter un éclairage sur la notion de design en faisant l'archéologie des pratiques liées à la production matérielle d'images graphiques liées à la recherche scientifique. L'un des constats qui s'impose à l'issue de ce parcours, c'est que le design sur le plan de la recherche, est une notion qui reste toujours opaque. Dans la temporalité de rédaction de cette thèse, les cadres institutionnels au sein desquels la recherche en design s'inscrit ont considérablement évolués. Le design s'est plus que jamais affirmé comme une discipline relevant du projet, de même que de nombreux débats tendent à vouloir fonder une science du design, ou à faire du design une science.

Dans notre thèse, nous avons abordé à de nombreuses reprises une nuance nécessaire selon nous entre faire de la recherche et faire de la science. Dans le découpage qui va suivre, nous avons choisi de reprendre un certain nombre d'arguments que nous y avons développé, en prenant soin de les compléter de considérations supplémentaires permettant de remettre en perspective nos conclusions dans une poursuite ultérieure de cette recherche.

Il s'agit dans un premier temps de resituer l'étiquette de design dans la perspective de la recherche, en précisant comment un paradoxe existe entre recherche et projet dans une activité de design en recherche. En prenant appui sur les conclusions déjà évoquées issues de l'anthropologie des sciences, nous reviendrons sur la problématique de l'expression plastique, au cœur même du processus de design. Ensuite, il nous semblera pertinent de remettre en perspective la notion de styles de pensée que nous avons étudié, en envisageant comment elle apparaît pertinente dans les déploiements de la recherche en design actuelle. Nous reviendrons sur la notion de « diplomatie du design » que nous avons développé pour réfléchir à la place ambivalente du design, et des designers, dans la recherche scientifique. Finalement, nous proposerons une ouverture inédite sur les relations entre science du design en recherche expérimentale, tant il apparaît qu'un flottement entre faire de la recherche et faire de la science dans les communautés académiques du design produit des espaces encore à explorer.

A. Un design en recherche

Le premier aspect est apparu très tôt après notre inscription en thèse de doctorat. Sous l'impulsion d'un certain nombre de facteurs académiques liés à la validation des DNSEP (Diplômes National Supérieur d'Expression Plastique) au grade de Master, les écoles du ministère de la culture ont commencé à revendiquer une dimension de recherche au sein de leurs formations. L'exemple de notre collaboration avec un centre de recherche à cette même période, relativement inédite à ce moment-là dans les cursus, a d'ailleurs ouvert la possibilité d'un dialogue matériel entre design graphique et recherche scientifique, ce qui avait pu être également mis en avant. Nous avons observé dans les années qui suivirent une multiplication des débats visant à définir ce qu'est la recherche en écoles d'art et de design, de même que le statut à donner aux jeunes chercheurs, et surtout quels types de productions doivent être réalisées. Ces débats ne sont pas clos et font toujours l'objet d'échanges parfois très vifs, que nous ne résumerons pas ici.

Toutefois, nous nous sommes rapidement demandé si les relations entre design, recherche... et science, ont débuté avec cette fuite en avant vers la revendication de la recherche, d'autant plus qu'elle nous a semblé très tôt également tourner autour d'une confusion. En effet, la première question qui nous a interpellé est celle-ci : toute recherche est-elle scientifique ?

Ou pour le dire autrement : faire de la recherche, est-ce nécessairement faire de la science ? Faire de la recherche dans des disciplines artistiques ou d'arts dit « appliqués », cela revient-il à avoir le statut de scientifique ?

En parallèle de ces problématiques, l'étiquette de design, qui s'est imposée de manière adjectivale et substantivale pour qualifier un grand nombre de pratiques et de savoirs très diversifiés, n'a cessé de devenir flottante. Cette étiquette s'est imposée petit à petit depuis les années 2010-2011 dans des formations académiques universitaires dont elle était absente jusqu'alors. En dehors des écoles d'art et design, elle n'existait à l'université que sous le terme générique d'« arts appliqués », et sous le terme « design » uniquement au sein du département « design et environnement » dirigé par P.-D. Huyghe jusqu'alors. En 2016, la notion est désormais associée à une vaste étendue de formation, pour intégrer à présent des grandes écoles de commerce, de science-politique, d'ingénieurs, de la haute fonction publique, et le processus continuera encore certainement à progresser.

Aussi, il est apparu impératif pour nous de clarifier ce que nous entendions par design, et d'en faire une archéologie pour mieux comprendre les relations entre design et connaissance scientifique.

Deux axes de travail se sont ainsi construits dans cette thèse au travers des deux parties que nous avons proposé : d'un côté, nous avons choisi d'interroger l'idée de design dans ses relations matérielles avec la construction de la connaissance scientifique. Si l'on admet que le design trouve son origine linguistique dans le *disegno* de la Renaissance comme il est communément admis, nous pouvons percevoir déjà des implications épistémologiques à retenir pour ses développements historiques, actuels et futurs. Par ailleurs, la place d'un « tournant visuel » ayant fait l'objet d'échanges théoriques importants depuis les années 1980, la place très visuelle de la science nous semblait en lien étroit avec l'idée de design. D'autre autre côté, la progression de la recherche en design, ou plutôt d'un design en recherche, nous semblait très important à observer. Nous avons donc réalisé plusieurs études ethnographiques au cours de ces six années de thèse, études au cours desquelles la notion de design était à chaque fois fluctuante, de même que les enjeux de recherche dans lesquelles elle était prise. Nous avons ponctué ces observations d'études de cas issus de modes d'imagerie contemporains spécifiques comme la cartographie dynamique, les grammaires de signes graphiques et les dispositifs de médiatisation d'une catastrophe nucléaire, afin de dresser un panorama des articulations fines où le design intervient.

La volonté de monter des partenariats institutionnels, la circulation des pratiques et les collaborations faisant intervenir scientifiques, ingénieurs, et designers se multiplient. Dans ce contexte, où le design souhaite gagner une place à part entière au sein des disciplines scientifiques, de nombreuses invitations sont faites à des personnalités de l'histoire des sciences ou de l'épistémologie pour mieux saisir les enjeux d'un design en recherche de sa recherche. L'historien et épistémologue allemand H.-J. Rheinberger fut ainsi invité en 2014 à l'Université des Arts de Zurich, au Institute for Design Research (IDE) du département de design de l'Université des Arts de Zurich (ZhdK) lors d'un colloque portant sur la logique intrinsèque du design. Lors de son intervention, intitulée *The Problem of Design in Research*, il a proposé une analyse des relations entre design et recherche expérimentale sur laquelle nous nous appuyons au fil de cette conclusion

afin de caractériser le processus de recherche en lui-même, et la relation que le design entretient avec¹¹².

A.1. Le design : recherche ou projet ?

Le design dans son acception majoritaire est souvent associé au fait de rationaliser, de donner une touche finale, d'« emballer joliment », de donner forme. Pour Rheinberger, si la notion de design comme projet porte en elle l'idée d'une téléologie, au sens de fonctionnalité, de conception et de séduction le cas échéant, le processus de recherche, lui, se caractérise par sa nouveauté, et par une non-téléologie : « par bricolage, et par sa qualité essentielle d'infinitude, voire même d'infinissable » (Rheinberger, 2014). Comment alors, et est-ce que ces aspects spécifiques de la recherche sont compatibles avec l'idée de design, et si tel est le cas, quelle idée de design ? L'idée de « design » est plus souvent associée à celle de trouver la « bonne forme » qui permettra de susciter la construction symbolique adéquate à l'attention et à la consommation (du concept, de l'artefact produit, de la technique utilisée...que celle qui le destinerait à n'être que « projet »). Si la notion de projet comprend la dimension de projection, elle contient également une dimension de complétude, cristallisation de recherches et d'expérimentations pratiques, mais également réduction, en lien avec une application, une commande, une finalité, un résultat, une solution. Empruntant et détournant parfois des codes de visualisation, des techniques de rendus, voire des thématiques qui sont perçues dans la culture commune le fait de la recherche scientifique (ce que l'on retrouve dans des slogans publicitaires, des chartes colorées, le recours à la formule mathématique, le design est parfois considéré comme une discipline un peu « dilettante », ou « se jouant » de la rigueur nécessaire au travail scientifique. C'est ce que A. Moles aborde déjà en 1957, lorsqu'il parle de la « gratuité » dans la production des images scientifiques et des méthodes heuristiques dans la création scientifique, que nous avons présenté dans la première partie. Pourtant, le travail du designer peut se rapprocher sous certains aspects de celui du scientifique en laboratoire. De la même manière que le designer (graphique) a le souci de composer des messages avec comme objectif l'adéquation la plus fine entre les formes graphiques et le contenu sémantique de l'image produite, les images produites en laboratoires nécessitent une attention particulière aux rendus esthétiques et aux conditions plastiques d'intelligibilité des données et des

¹¹² La conférence de H.-J. Rheinberger fut enregistrée. Prononcée en anglais, les citations que nous emploierons ici ont été traduites par nos soins.

phénomènes qui sont observés, ou donnés à voir. Il peut y avoir toutefois à discuter l'écart qui peut exister entre des avancées scientifiques et leur acceptation, puis leur diffusion auprès du grand public.

La forte technologisation récente de certaines spécialités et pratiques scientifiques est particulièrement intéressante à cet égard, cela d'autant plus que le récit de cette technologisation n'est pas encore fait, et parce qu'elle ne semble pas pouvoir se justifier par sa seule utilité pratique. On y décèle par ailleurs comme une forme de jeu en miroir entre l'imaginaire de la société et celui de la science (voir par exemple l'usage de l'imagerie fonctionnelle, par résonance magnétique ou autre, en sciences cognitives) – avec la figure subliminale d'une science dont les progrès et l'action sont visibles *en direct*. Imaginaire très visuel en effet que la technologie semble promouvoir à tous les étages de la recherche.

A.2. Anthropologie des sciences et visualisation

Les travaux en anthropologie et en sociologie des sciences que nous avons décrits dans la première partie de cette thèse nous ont appris que les différentes modalités graphiques de traitement d'information et les outils du design graphique, même les plus simples en terme d'utilisation, représentent des voies de médiation entre une navigation conceptuelle et sa « formalisation ». C'est ce mécanisme de conditionnement réciproque entre instruments et production de signes, qui est la ligne de crête faisant émerger le processus de design que nous avons souhaité mettre en évidence. La technologie n'a pas déterminé ces changements, elle y a participé. La pratique n'est plus simplement une visée de transfert mécanique par la condition de reproductibilité de ses expériences, elle est soumise au jugement exercée, situé, conditionné (disciplinairement, par les styles de pensée, mais également par l'entraînement et le savoir-faire). Le scientifique a une figure d'expert, il est entraîné à reconnaître des formes.

On dira certes que les techniques actuelles de visualisation (notamment par les médias numériques) permettent de naviguer aisément et de traduire graphiquement une grande variété de types d'information de manière automatisé. En effet depuis l'expansion du numérique, la visualisation de bases de données, éléments clés de la cartographie, et les différents éléments graphiques utilisés pour la représentation visuelle des concepts, ainsi que la mise en oeuvre de modèles visuels qui donnent à voir de manière dynamique des flux de données, constituent un vaste domaine d'expérimentation et de recherche, que

ce soit en science, en statistique, en architecture, en design ou en art numérique. Le design analytique, expression par laquelle E. Tufte a décrit les cartes figuratives de C.-J. Minard pour en faire émerger une catégorie de visualisation d'information, est représentative de l'expansion de la catégorie de design par le fait de qualifier ces pratiques. Cela nous a permis de mieux comprendre comment la cartographie dynamique, des modèles de la *Visual Complexity* jusqu'à la cartographie des controverses, entraîne un nouveau rapport au diagnostic par l'image. Lorsqu'elles compilent et donnent à voir de manière panoptique de grandes masses de données, la *Big Science* y prend une nouvelle dimension spectaculaire. Les images combinent l'idéalisation de la simulation, l'intervention, la mimesis et l'analyse. Dans la pratique, la présentation prime sur la représentation. Il ne s'agit pas de documentation, ou d'illustration, mais d'un processus à part entière dans la construction de la connaissance. C'est donc au travers de plusieurs exemples de collaborations entre designers et scientifiques que nous avons proposé une réflexion sur le format de ces échanges d'une part, non pas pour définir ce qu'est le « format » mais plutôt réfléchir à la manière dont les activités de design en recherche questionnent, infléchissent, voire renouvellent la question étudiée de manière très large dans la production des images scientifiques.

La science comme pratique ne doit pas être confondu avec la science comme source d'autorité. Pour cette raison l'histoire de l'objectivité et la place qui lui est accordée, notamment dans les revendications scientifiques liées à l'essor de la recherche en design, nous a semblé une articulation pertinente. Nous n'avons pas fait une histoire du design, ni une histoire de l'image, de toutes les images scientifiques ou des débats qu'elles engendrent, ni même des relations entre pratiques artistiques et scientifiques. Nous avons choisi plutôt de présenter un panorama de motifs que nous pouvons repérer dans des manières de voir, des manières d'observer, des pratiques et des savoirs. Ce que nous avons souhaité étudier dans cette thèse c'est comment la matérialité des productions scientifiques participe de l'expérience esthétique des chercheurs. La sélection à laquelle nous avons procédé a consisté à mettre en évidence des exemples significatifs pour illustrer cette problématique. Ce que nous entendons par matérialité ici correspond à la fois à l'expression graphique et aux tracés que sont le dessin, les rendus graphiques, les impressions, tout comme les choix déterminant leur forme, leur diffusion et leur réception. C'est également la question de l'expression, comme plan (dans une analyse), comme dispositif (liant des points de vue et des modes de présentation), comme figure (modes d'organisation d'une substance, émergents, projetés) (Boudon, 2011).

A.3. Design et expression plastique

Dans la première partie de cette thèse, nous avons ainsi retracé des strates qui selon nous participent aux relations entre design et science en nous appuyant sur des traditions philosophiques et théoriques variés, mais qui convergent vers la question de l'expérience esthétique dans la construction de la connaissance scientifique. Ce qui fait art et ce qui fait science ne peut se découper selon des champs incommensurables de connaissance mais sont des constructions culturelles dépendant du contexte de leur époque. Cette expérience étant étroitement liée à la mise en forme des matériaux de la recherche (discours, images graphiques, couleurs, etc.) et à l'agentivité des instruments, mais également aux communautés de savoirs et de pratiques. Les instruments d'inscription graphique déterminent le plus souvent un traité qui rend la facture manuelle reconnaissable. Celui-ci peut être révélateur d'une gestualité et/ou d'une technique graphique particulière (crayon à papier, fusain, pastels, peinture, par exemple), d'une technique d'impression ou d'inscription semi-mécanique spécifique (presse, séri- ou lithographie, gravure, eau-forte) tout comme les tracés vectoriels, l'image pixellisée ou les logiciels de modélisation 3D donnent une texture particulière aux images. De la même manière que cette reconnaissance des techniques graphiques influence la perception des matériaux ainsi produits, les formes produites participent également à la construction du sens qui leur sont donné. Un même texte, en fonction de la typographie qui sera utilisée pour le mettre en page (inscription manuelle d'une écriture de type enfantine, typographie d'un quotidien à grand tirage comme la Times New Roman, ou typographie gothique comme la Fraktur par exemple) ne sera pas perçu de la même manière en fonction du contexte de sa réception. La rhétorique des signes iconiques et plastiques est l'enjeu même du design graphique, mais également de toute image (Bordron, 2011a ; Groupe μ , 1992 ; Cossette, 1982). Comme nous l'avons vu en abordant les méthodes heuristiques décrites par A. Moles, l'organisation et la structure graphique produit et articule des valeurs sémantiques de manière diagrammatique. Il ne s'agit pas uniquement de l'« image » de quelque chose, mais des relations sémantiques mises en œuvre par la structure et l'organisation graphique (à l'exemple du codex, avec la hiérarchie des contenus et la circulation entre eux dans la lecture : les titres, texte courant, notes de bas de page, le corps de texte et le style qui lui est assigné).

L'« acte d'image » par ailleurs, peut-être même davantage que les raisonnements, comme nous l'avons montré avec l'exemple des dessins de coraux de C. Darwin, mais également aux modèles des théories évolutionnistes en suivant l'analyse de R. O'Hara, permet aux

images de devenir locutrices et de « diriger la conscience sur le point précis où il y a une certaine intuition à saisir » (Bordron, 2010b). Comme nous l'avons vu dans le cas d'études de la chronophotographie et de l'historicité de l'objectivité mécanique qui a été faite par L. Daston et P. Galison : l'image mécanique a laissé la place à l'image interprétée. Tout en étant toujours contextualisés, soumis à des conventions et à une certaine normativité, les rendus graphiques, les éléments formels d'une manière générale, et les instruments permettant d'en faire le choix, ne sont jamais exclusivement techniques ou même externes. Ils sont toujours liés à une culture visuelle située et à l'expérience de leur utilisation. Cette dernière est la part essentielle de l'intuition qui va engendrer également et la conception de nouveaux outils et les instruments. Le *moment iconique* à l'intérieur d'une genèse du sens est ainsi à distinguer de la notion de *signe iconique* (Bordron, 2011a) ; ce dernier étant inséparable de la notion de symbole, d'intersubjectivité, de normes et de règles publiques.

B. Expression et styles de pensée

L. Fleck dans les années 1930 a montré comment le développement des faits scientifiques étaient intimement liés à des collectifs et des styles de pensée. Qu'est-ce donc qui constitue un style et quelles sont les liens avec le design ? Pour H. Focillon, il s'agit « des éléments formels, qui ont une valeur d'indice, qui en sont le répertoire, le vocabulaire et, parfois, le puissant instrument. Plus encore, mais avec moins d'évidence, une série de rapports, une syntaxe. Un style s'affirme par ses mesures » (Focillon, 1943/2000, p. 12)

Nous avons étudié comment la mesure a pris une place très importante dans la démarche expérimentale, en suivant l'analyse que J. Lee a fait de Gaston Bachelard. Comme nous l'avons vu également, la démarche expérimentale ne peut se réduire à une seule méthode, mais procède elle-même de styles. La place de l'observation, le styles de laboratoires et les styles d'expérience, font émerger une ligne de crête où le design des protocoles est toujours soumis à un ordre matériel et une dynamique expressive, microgénétique.

On oppose parfois matérialité et agentivité des objets, notamment en matière de représentation scientifique. Aujourd'hui on admet volontiers que les objets (notamment visuels) possèdent une capacité d'action propre, et une vie propre, « indépendamment de leurs qualités esthétiques, leur valeur historique et de leur dimension culturelle » (Moxey, 2008). B. Latour, parlait même d'actants non-humains, c'est au parcours entre

sociologie de l'innovation et sémiotique des objets techniques que M. Akrich propose comme hypothèse qu'il « est possible de décrire un objet technique comme un scénario, un script, définissant un espace, des rôles, et des règles d'interaction entre les différents acteurs (humains et non-humains) qui viendront incarner des rôles » (Akrich 1987, 1990 ; Latour 1990).

Ce parcours, que l'on pourrait également qualifier de phénoménologique, est une nouvelle direction prise par certains chercheurs, notamment pour penser la manière dont nous « rencontrons les objets plutôt qu'on ne les interprète » (Moxey, 2008). Donner forme, c'est donner sens, il est vrai. Lorsque l'on pense à des objets de design, on ne recherche pas de la valeur de production de connaissance, *a priori*, mais plutôt à de la valeur d'usage. Pour prendre un exemple proche de nous, nous pourrions présenter les dispositifs invasifs en soin palliatifs sur lesquels travaille M. Royer et qui nous semblent au cœur de problématiques humanistes, technologiques, entre le design et la science, ici biomédicale. Des objets, qu'elle nomme « objets-frontière », car ils sont implantés à l'intérieur du corps du patient pour une partie, et pour une autre sont visibles et manipulables à l'extérieur. Cela pose des questions de vie et de soulagement d'une pathologie, de soins, mais cela pose également la question de la vie quotidienne de ces patients qui vont devoir comprendre ce dispositif, l'accepter, le supporter et vivre avec. Entre les objets tels qu'ils sont conçus de prime abord, et l'usage du patient, l'ergonomie en quelque sorte de l'objet va potentiellement jouer un rôle qui est loin d'être négligeable. Comme souligne le designer J. Auger : « Les scientifiques créent d'incroyables possibilités de ce que signifie être humain. Mais ils ne comprennent pas nécessairement ce qu'être humain suppose. C'est là que le design peut jouer un rôle important ¹¹³ ». Ce type de recherches mixtes et de collaborations, de par leurs productions et leur diffusion, peut permettre d'aider à faire mieux comprendre certains enjeux des recherches scientifiques et technologiques actuelles, de les intégrer à des pédagogies singulières, de les développer, voire à faire disparaître certaines frontières entre des disciplines qui ont été créées pour séparer les savoirs et les hiérarchiser.

¹¹³ Voir dans : Aldersey-Williams, H., Hall, P., Sargent, T., Antonelli, P., Design and the Elastic Mind, MoMA, 2008.

B.1. La recherche en design serait-elle en train de vivre une crise (ou un « tournant » épistémologique) ?

Il semblerait que le « design en recherche » en France soit pour partie en train de revivre la crise scientifique de la fin du XIX^{ème} siècle (ou de vivre l'inversion du problème dans l'épistémologie du XX^{ème} siècle). C'est-à-dire la réflexion sur la relation entre objet et concept, regardée d'un point de du sujet connaissant, qui est remplacée par la réflexion sur la relation entre objet et concept, étudiée du point de vue de l'objet à connaître (Rheinberger, 2015), créant une forme de « schizophrénie » chez les étudiants designers, pour qui faire montrer rigueur scientifique revient le plus souvent à faire « système » de toute production.

En est le reflet la présence chaque année de travaux d'étudiants qui proposent des alphabets iconiques à la manière de grammaire de formes, que ce soit dans la transposition de la musique, dans l'analogie et la métaphorisation de concepts abstraits (à la manière des expériences réalisées par R. Arnheim avec ses étudiants), voire dans l'invention de nouveaux systèmes langagiers, notamment par l'intermédiaire du codage informatique.

Par la volonté de s'auto-instituer en savoir scientifique, le champ emprunte, maladroitement, les débats positivistes, en bâtissant des frontières autour de la dimension de « projet » dans la pratique du design, qui en constitue du coup l'essence et la finalité. La collection *Que sais-je ?* de Presses Universitaires de France, correspond dans l'édition française à une tradition de livres synthétiques, manuels et études exhaustives de petit format éditorial, confié à chaque fois à un spécialiste d'un domaine en particulier, afin qu'il décrive une notion, une discipline, *a priori* dans sa globalité. Le *Que Sais-je ?* consacré au design, est sous-titré « une discipline du projet ». La question qui se pose est celle de l'erreur. En sciences expérimentales, l'erreur a une valeur d'invalidation, mais également de ponctuation des données. En design l'erreur a une valeur d'essai, d'étape, et de construction échelonnée de projet, mais aussi d'expertise. Quand les designers travaillent avec les scientifiques, ces valeurs d'étapes deviennent des étapes de validation, de discussion, et potentiellement de reconfiguration des protocoles et de formations des modèles de diffusions. Mais qu'en est-il de la conceptualisation ? Lorsque l'on parle de design, il n'y a pas « erreur expérimentale ». Il y a erreur de scénario d'usage, ou erreur

de prestation et de commande. Or les objets sont toujours là, avec leurs imperfections d'usages, mais avec leurs plasticités de problématiques et de perceptions.

Suivant la manière dont le design en recherche est développé dans la communauté française, la réflexion épistémologique porte, d'une part, sur les conditions historiques, et les moyens avec lesquels le design se transforme en objet de savoir et, d'autre part, sur les manières par lesquelles le processus de production scientifique de connaissances par le design est initié et entretenu. La tradition classique, en particulier dans le monde anglo-saxon, fait référence à l'épistémologie comme synonyme de « théorie de la connaissance », entendue, comme le souligne Rheinberger (2014, p.5), « comme ce qui fait qu'un savoir est un savoir scientifique ». Le design est appelé de ces deux points de vue.

Les relations que le design entretient avec la « complexité » n'ont d'égal que celles qu'il entretient avec la « simplicité ». La *complexité* faisant référence au travail de E. Morin, et celle de *simplicité* à celui de A Berthoz. Dans les relations entre design et complexité, par le projet et comme méthode de projection (également appelé « design thinking »), il serait une totalité et une complexité irréductible. La simplicité quant à elle émerge comme notion de l'ingénierie et des neurosciences. Il s'agit de l'« art de rendre simple, lisible, compréhensible les choses complexes ». Cela entraîne une confusion entre la dimension « facilitatrice » ou « médiatrice » du design d'information, et la toute-puissance des « dieux faitiches » (Latour, 2009) que sont devenus les designers ; la figure du designer revisitant celle du génie. Pour Berthoz, « La simplicité, (...) est l'ensemble des solutions trouvées par les organismes vivants pour que, malgré la complexité des processus naturels, le cerveau puisse préparer l'acte et en projeter les conséquences. Ces solutions sont des principes simplificateurs qui permettent de traiter des informations ou des situations, en tenant compte de l'expérience passée et en anticipant l'avenir. Ce ne sont ni des caricatures, ni des raccourcis ou des résumés. Ce sont de nouvelles façons de poser les problèmes, parfois au prix de quelques détours, pour arriver à des actions plus rapides, plus élégantes, plus efficaces. » (Berthoz, 2009, p.4). Le risque est que le processus de design, entendu comme sens et perception, soit confondu avec la discipline. Ou autant que la velléité positiviste du design « en recherche » nous semble flirter avec un certain créationnisme : l'« intelligent design », à l'image de la cartographie dynamique, qui nous semble un héritage des théories évolutionniste et de la figure de l'« arbre ».

B.2. Faire art ou faire science ?

C'est sans doute cet aspect qui est au cœur du paradoxe de la formation design « en recherche ». C'est que cette recherche est elle-même « en formation ». On observe pour apprendre, on dessine pour comprendre, telle est la relation qui unit les designers et les anthropologues. L'atelier, de la paillasse, du studio, du terrain, recouvrent des fonctions diverses. La principale est d'ordre didactique. Ces espaces d' « architecture du savoir » agissent comme un opérateur ou un agent médiateur entre le chercheur et la réalité du monde physique. Avec les nouvelles technologies, le traitement informatique et les récents outils de visualisation, telle que la simulation dynamique, le chercheur a également accès à de nouvelles interfaces de gestion. Ces visualisations de données conduisent à s'interroger sur leurs modalités, telles que leurs moyens propres de représenter l'espace et les formes qui l'habitent, ainsi que le temps et son écoulement. Le problème temporel est particulièrement important dans le cas de la compréhension de phénomènes climatiques (voire de leur prévisions). Dans le cadre de recherches scientifiques il est parfois difficile de se confronter aux images sans en être spécialiste, car elles recouvrent des fonctions diverses. Nous avons tendance dans ce cadre à prôner l'usage didactique de l'image, la présentant comme opérateur ou agent médiateur entre des interfaces logiques et la réalité du monde physique. Or l'on peut légitimement se demander comment cette fonction didactique peut s'exercer alors même que l'on peut observer une mythification de l'image de science, tendant vers une nouvelle épistémologie des instruments et des savoirs, favorisée par l'essor d'une forme d'idéologie liée à l'utilisation toujours plus importante de modèles numériques. Quelle est la place des objets, de la gestualité, de l'expressivité et des instruments dans cette construction d'imaginaire ? Une certaine liaison art/science est aujourd'hui de part et d'autre revendiquée, tant dans l'institution des laboratoires scientifiques que du côté des arts appliqués. Nous avons vu que dans le cas de l'observation, la présence de patterns esthétiques était toujours à l'œuvre dans les programmes de recherche, mais également dans le dessin d'observation. En suivant les travaux illustres de Léonard de Vinci ou de Galilée, grâce aux analyses de Ernst Gombrich et de N. R. Hanson, nous nous sommes demandé par quelles activités, activations ou opérations sont-ils en jeu aujourd'hui en regard de la notion de design. C'est l'expérience esthétique comme expérience de « formes ».

À la valeur de ce dernier terme, le design s'est, comme on sait, articulé dans son histoire. Les relations entre la *Gestalttheory* et la pédagogie du Bauhaus, puis du New Bauhaus de Chicago ont marqué les liens entre design et forme. Le design incarne une mise en forme, matérielle, mais également symbolique. Comment penser la « texture » de l'objectivité dont parlait Cassirer dans le deuxième volume de la PFS ? Des lieux de recherche que sont les laboratoires scientifiques, perçus comme des sources d'« objectivité », émanent des images dont la signification est liée aux processus et aux finalités de la production de connaissance et qui apparaissent comme la « texture » de la réalité que la réflexion scientifique se donne pour objet d'expliquer. Ce que nous avons poursuivi dans notre développement, c'est d'essayer de comprendre comment le design, en tant que processus dynamique et circulaire, permettait de saisir notre rapport à la visualisation et à l'imaginaire graphique.

Les terrains d'observations et leurs modes de restitution sont historiquement propres à l'ethnologie, à l'anthropologie et à la sociologie. Or l'on observe de nouvelles pratiques de terrain liées à de nouvelles thèses en design. La dimension du projet, exploratoire, et les méthodes de recherche académiques étant à inventer, l'emprunt disciplinaire fait du designer en recherche tour à tour un ingénieur, un historien, un anthropologue ou un philosophe. Alors même qu'académiquement il va pouvoir être inscrit en esthétique. Outre les compétences initiales de designer, graphique, d'espace, ou d'objet, pour ne citer que ces trois cas de figure. Qu'est-ce que cela pose en terme de rapport à l'écriture ? Qu'est-ce que cela engendre sur les objets de recherche produits ?

B.3. La diplomatie du design

Nous avons fait un rapprochement entre les notions de transformation chez O. Neurath et B. Latour. Dans son langage Isotype, Neurath fait appel à l'expertise d'un « transformateur », tandis que Latour fonde sa théorie de l'acteur-réseau sur les chaînes de transformations. Les espaces de négociations et d'ajustement au sein de ces étapes sont ce qui à notre avis, relève d'une diplomatie du design. La diplomatie du designer (en recherche) consiste en sa capacité à faire politique, controverser, et de la médiation par sa pratique et les agencements qu'il opère — le designer et le design sont au carrefour entre plusieurs leviers de production de connaissance : expériences disciplinaires et pratiques, observation, et une certaine capacité à produire des inflexions entre histoire des relations entre arts, sciences et technique, entre anthropologie et sémiotique.

Les laboratoires de recherche et les disciplines scientifiques deviennent les nouveaux terrains d'observation et au sein de ces nouveaux territoires, entre médiation et symbolisation, le designer est à la fois le transformateur et l'acteur-réseau de sa propre recherche. Comme l'a dit D. Lelarge : « Un seul mot regroupe ces enjeux et autorise à placer en avant de la réflexion théorique la politique, ici entendue comme constitutive du mode d'organisation des liens sociaux, comme construction explicite des formes de ces rapports, comme détermination de la nature de ces rapports. Il s'agit de la *circulation* » (Lelarge, Op.cit., p.121). La circulation renvoie ici à celle des hommes et des biens matériels, mais également au besoin de signes communs et à la politique comme « art de l'échange social, de tracer le contour des institutions et déterminer leurs limites » (Ibid.). Et ce processus d'échanges fait place au langage, au sens de Neurath, c'est-à-dire comme l'ensemble des formes organisées de la signification sociale :

« Le plus simple est de maintenir sur la base d'une communauté d'expérience la valeur de désignation du signe, quel qu'il soit. L'usage du signe dans la désignation recouvre une expérience qui prend corps dans les usages sociaux complémentaires par la production des biens et par les échanges. Le réseau de sens a pour fond des associations symboliques liées aux besoins ; il accorde des valeurs précises et déterminées aux désignations. Un savoir commun constitue un système d'associations et d'oppositions qui forme un réseau de sens, une expérience du monde en partie commune et en même temps très diversifiée » (Op.cit., p.142).

Si le design se caractérise par une pensée des relations qu'il dresse et permet, le rôle médiateur qu'il occupe dans les technologies de recherche, les chaînes de transformation, que l'on pourrait mettre en relation avec la chaîne graphique, nous conduit à nous intéresser aux espaces de négociation, d'ajustement, de diplomatie, que l'on retrouve dans toute activité de transaction comme d'argumentation. Par ailleurs, le design nous semble être une activité avant d'être un domaine objectif, selon la notion de forme symbolique de E. Cassirer, c'est-à-dire « toute énergie de l'esprit par laquelle un contenu de signification spirituelle est accolé à un signe sensible concret et intrinsèquement adapté à ce signe. En ce sens, le langage, l'univers mythico-religieux et l'art se présentent chacun à nous comme une forme symbolique particulière ¹¹⁴».

Le design tel que nous souhaiterions le penser n'est toutefois pas systématiquement celui qui se pratique. En design, comme dans certaines représentations de la valeur

¹¹⁴ Cassirer, E., « Le concept de forme symbolique dans l'édification des sciences de l'esprit », in Ernst Cassirer, *Trois essais sur le symbolique*, Jean Carro et Joël Gaubert (trad.), Paris, Éditions du Cerf, 1997, p. 13.

scientifique, on a tendance à se retrouver autour de l'expression « ça fonctionne » (un petit peu comme le fameux « Eureka » d'Archimède). Dans le design en recherche, la quête de scientificité procède souvent de la confusion entre recherche et science qui donne lieu à une représentation du scientifique qui combine l'ethos de la science mythique, l'ingénierie, l'entrepreneuriat, et le statut d'auteur. Le privilège de la vision qu'a le scientifique est d'ailleurs ce qui est revendiqué par les designers lorsqu'il est communément dit que celui-ci a « une éducation au regard ». Ce qui n'est pas faux, en soi, car le travail de design, mettant en œuvre des réalisations qui passent le plus souvent par des phases de prototypes, nécessite des croquis, de l'observation, et de l'expérimentation. Pourtant, il semble que le paradoxe du design en recherche réside ailleurs. Dans le travail des designers, des graphistes, par exemple, la recherche constitue un stade du travail rarement valorisé, voire conservé, même si l'on tend de plus en plus à lui donner de l'importance, en tous cas d'un point de vue pédagogique. Le dispositif à la clé du travail à effectuer étant le plus souvent soumis à une commande, la nécessité de livrer un objet final, abouti, conduite à faire des essais mais à ne présenter que le travail final sans les recherches infructueuses. La dimension de projet dans la recherche en design pose la question du statut de ces recherches dans le développement et l'accomplissement de la recherche. Or nous pouvons observer dans le processus de la recherche une oscillation entre deux objets que nous proposons de réfléchir pour ouvrir cette conclusion.

C. Science du design et recherche expérimentale

Pour Rheinberger, dans le processus de recherche, nous pouvons être confrontés à une distinction fondamentale dans la constitution matérielle des systèmes expérimentaux, en tant qu'unités du processus de recherche et également comme unités de description. C'est la distinction entre des objets épistémiques d'un côté, et des objets techniques d'un autre. C'est l'objet de son ouvrage *Toward a history of epistemic things : Synthesizing proteins in the test tube* (Rheinberger, 1997).

Selon l'auteur, d'un côté se tiennent les objets qui permettent de désirer. Ceux-ci sont le centre d'intérêt d'un système expérimental — en tant qu'il est un arrangement conçu pour opérer à la frontière entre la norme et la non-norme — afin d'apporter force et connaissance. Cela conduit à une situation dans laquelle ce qui n'est pas encore connu

est incertain, ce que le sociologue R. Merton appela l'« ignorance spécifiée » (*specified ignorance*) (Merton, 1987)

Les objets épistémiques sont ceux dans lesquels certains aspects restent dans l'ombre, ils suivent leurs propres principes incertains. Et dans le but de laisser agir leur potentielle générativité de savoir, ils doivent être manipulés de manière à ne pas trop restreindre ce potentiel de manifestation par des attentes qui l'accompagnent. Ainsi, en regard de cette définition des objets épistémiques, le design, dans son sens usuel d'activité de mise en forme dirigée, n'est pas ce qui est et doit être le but dans une situation de recherche expérimentale. Par contraste, les objets techniques qui entrent dans une procédure expérimentale, se caractérisent habituellement par une certaine précision. Celle-ci peut varier selon les contraintes de la recherche, et les méthodes dites qualitatives ou quantitatives. D'un point de vue générique, ces objets techniques peuvent être rassemblés sous l'étiquette de « technologies de recherche ». Ils sont les pièces nécessaires à éclairer les opérations lors desquelles les objets épistémiques peuvent être manipulés de manière productive.

En considérant les objets techniques, cela prend un certain sens de parler de design, et ce d'une manière spécifique, en suivant les propos de Bachelard qui considère que les instruments de la recherche représentent des théorèmes réifiés, dont nous avons parlé en première partie, notamment en empruntant à sa notion de « phénoméno-technique ». Et les instruments de la science moderne sont des théorèmes réifiés, comme dans l'exemple de l'étude réalisée par J. Vertesi sur la mission Rosetta au chapitre 3 de la première partie.

De la même manière, si l'on admet que le design est un instrument de recherche, l'on devrait le considérer comme un théorème en voie de réification. Il y a un critère d'évaluation possible des objets techniques, qui peuvent être considérés comme « transparents », par contraste avec les objets épistémiques qui sont basiquement opaques.

Rappelons la parole de Polanyi, pour qui l'observation doit toujours inclure d'autres formes de perception :

« This capacity of a thing to reveal itself in unexpected ways in the future I attribute to the fact that the thing observed is an aspect of reality, possessing a significance that is not exhausted by our conception of any single aspect of it.

To trust that a thing we know is real is, in this sense, to feel that it has the independance and power for manifesting itself in yet unthought of ways in the future. » (Polanyi in : Grene 1984, p. 219)

Cette citation met en avant plusieurs points importants pour nous. Premièrement, la matérialité du processus de recherche : si la recherche nécessite la réflexion, elle ne procède pas seulement de l'esprit. Il s'agit d'une forme de compromis entre ce qui lui est interne et sa condensation dans des objets de recherche. Comme le dit Rheinberger, cela présuppose un « ailleurs là-bas ». Le deuxième point est de considérer que les objets autour desquels la recherche tourne sont dotés d'une agentivité particulière.

Les images deviennent locutrices, les objets des acteurs. Ces phénomènes d'agence que nous avons étudié en nous inspirant des études de H. Bredekamp sur l'acte d'image, et de A. Gell sur l'agentivité, nous pourrions également les compléter par la notion d'affordance de J.J. Gibson, beaucoup utilisée en nanotechnologies et en design d'interface utilisateur. Polanyi appelle cela la capacité qu'on les choses de se révéler elles-mêmes. Elles ont la capacité de surprendre le chercheur, de défier ses attentes, de bouleverser ses anticipations avec leur propre richesse révélatrice. La question de savoir qui est l'acteur devient floue, voire renversée. Le troisième point est que cela implique de la résistance, de la récalcitrance du côté des objets. Leur malléabilité est limitée, nous ne pouvons pas en faire tout ce que nous voulons.

La recherche a besoin des mains et du corps (des *mains de l'intellect* de C. Jacob et des techniques du corps de M. Mauss, mais ceux-ci doivent être capables de ressentir les outils que les objets leur procure. Les *choses*¹¹⁵ sont des objets épistémiques tant que leur potentiel de signification n'est pas épuisé.

Reprenons ici la citation que nous reproduisons en ouverture de cette conclusion :

« The very essence of epistemicity is that there is a promise. But a promise of a very particular kind. An expectation that is not under the power of definition. It is what drives you around the corner, without being able to tell you what will show itself behind. It is the expectation of a new, the new being that which by definition cannot be anticipated. Lastly, this being beyond our will and yet in the realm of our interaction within epistemic thing, not only lit back to the first point of its characterization, it also lays the ground for one of the most basic second order categories on which science rests : the category of reality. And it is the

¹¹⁵ Nous employons ici le terme « chose » en rapport avec la notion de « thing » en langue anglaise telle qu'elle a été discutée dans le numéro de *Critical Inquiry* par Bill Brown (2001) : Brown, B. (2001). Thing Theory. *Critical Inquiry*, 28(1), 1-22. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1344258>

reason for the peculiar future orientation of research. It is research only as long as it is able to uphold this precarious suspension between the norm from which it tries to get away, and the un-norm, for which the key of access is missing. For the time spent of such essential suspension. » (Rheinberger, 2014)

Nous pouvons décrire cette situation d'une autre manière, en regard aux processus individuels. Du point de vue du chercheur, il y a un acte de délégation prenant place dans les systèmes expérimentaux et tournant autour d'un objet épistémique et explorant un des aspects non exhaustifs de son caractère de « chose ». C'est-à-dire de contrecarrer la relation sujet/objet dans le sens d'une relation entre un observateur et la chose observée.

Dans certaines expérimentations, l'acte d'observer est délégué à un objet technique qui lui-même mis en relation avec un objet épistémique, mais cette interaction doit être conçue de telle manière que le résultat, les traces que cette interaction laisse derrière elle ne soient pas complètement déterminées par avance. Sinon, nous avons affaire à la démonstration, et non pas à l'expérimentation.

Dans le contexte des images scientifiques, une des scénographies envisagées par Bordron est celle de l'image comme évènement. Dans le cadre de la catastrophe naturelle qui a touché le Japon en 2011, ce que nous avons perçu de l'évènement, ce sont les effets et les images qui en ont été produites. Mais dans le cas de la catastrophe nucléaire qui lui fit suite, toujours non maîtrisée cinq ans après, l'évènement échappe à l'attention car elle échappe aux sens. Dans les conditions de l'attention liminale, il faut être conscient de la non anticipation possible. La liminalité est ce qui aide à apporter l'inédit dans le domaine du saisissable.

La fonction du design dans l'expérimentation scientifique est au moins double. La première est celle de la diplomatie du design, où l'interface entre le technique et l'épistémique dans les conditions expérimentales est difficile à qualifier.

Il s'agit de qualifier l'ensemble des décisions qui conduisent à faire dialoguer des entités épistémiques et une technologie de recherche de telle sorte qu'une connaissance émerge de cette interaction. Par exemple, dans les premiers temps du développement de la microscopie électronique à la fin des années 1930, des tentatives furent réalisées pour rendre des éléments biologiques invisibles à l'œil nu (comme des virus), visibles grâce aux nouvelles technologies des microscopes. Leurs dimensions étaient à la limite de la

résolution des nouveaux instruments. Cette situation initia des processus de calibrations, de reconfiguration dans la préparation des échantillons du côté biologique, et de reconfiguration de réception des échantillons sur le plan technique. Les échantillons et leur préparation devaient être *designés* de telle manière qu'ils reflétaient les conditions techniques des instruments. Et l'environnement de réception des instruments techniques devait être *designé* de manière à respecter les conditions biologiques des échantillons. Une négociation entre le dur et le mou, le sec et l'humide, le stable et l'instable.

Bien que de tels processus de design et d'ajustements mutuels soit particulièrement délicat à mettre en œuvre dans le cas d'objets épistémiques biologiques, il s'agit d'une fonctionnalité générique des expérimentations. Les processus sont caractéristiques des relations entre l'épistémique et le technique et ils peuvent prendre de multiples formes en fonction des technologies de recherche impliquées et des objets épistémiques mobilisés. Les problèmes qui se posent dans ces relations limites peuvent être qualifiés de procédures de design. L'autre fonction du processus expérimental où le design joue un rôle, c'est son agencement général. Un autre terme plus usité pour qualifier ces agencements, est celui de « protocole expérimental ».

Le protocole, ou *design* ici, ne renvoie pas seulement à l'efficacité mais également à la sophistication, sur au moins deux plans. D'un côté, a priori on ne peut pas faire venir un *intervenant* extérieur à la discipline ou à la recherche en cours pour conduire une expérimentation. Par ailleurs la publication des résultats nécessite une certaine confidentialité (l'on songe notamment aux départements de recherche et développement de grandes firmes industrielles où se pose le risque de vols de brevets, mais c'est également le cas en laboratoire de recherche académiques). D'un autre côté, l'apport d'un point de vue complémentaire, ou une association inter-laboratoires, peuvent permettre de disposer d'un budget plus important, de plus de matériel, et ainsi d'obtenir des résultats plus rapidement et leur assurer une meilleure diffusion.

Pour *designer* une expérimentation, il faut une connaissance contextuelle intime des problèmes et des recherches qu'elle convoque. Pourtant, les collaborations entre centres de recherche et écoles d'art et de design tendent à diversifier les interventions des étudiants, et ce sur des études longitudinales comme sur des projets ponctuels. L'adaptation pédagogique nécessaire face à des étudiants déjà en processus de recherches

personnelles avec des interlocuteurs « experts » reconfigure les relations entre enseignants et étudiants, et réforme la dimension de la recherche dans les cycles supérieurs. Ces bouleversements sont évidemment liés à des enjeux économiques et idéologiques, et la poursuite de l'innovation fait parfois oublier les problématiques éthiques qu'elle soulève. Est-ce que cela existe ? Pouvons-nous faire mieux ? Si nous pouvons le faire, faisons-le, ou trouvons le moyen de le faire.

Cet essor de la recherche que nous avons observé ces dernières années et dont nous avons présenté un panorama, va se poursuivre aux sein d'écoles d'art et de design, comme dans des laboratoires de recherches scientifiques, avec des implications géographiques, économiques et politiques possibles. D'un point de vue anthropologique, il nous semble qu'il y a l'ouverture d'un champ de réflexions sur les relations entre design et science, où entre épistémique et technique, le design qualifierait la relation esthétique inhérente à tout processus de recherche.

Bibliographie

- ABRAHAMSON, D., LINDGREN, R. (2014). « Embodiment and embodied design », in : R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences (2nd Edition)*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp.358-376.
- AKRICH, M., (1987), « Comment décrire les objets techniques. », in : *Technique et culture*, N° 5, pp. 49-63.
- , Callon, M., (Eds), (2006), *Sociologie de la traduction - textes fondateurs*, Paris, Presses de l'Ecole nationale des mines de Paris.
- ALBERTI, L., B., *De Pictura*, (1435), /Della Pittura, éd. bilingue lat./it.
- C. Grayson, Roma-Bari, Laterza, 1975; *De la peinture*, éd. bilingue lat./fr. trad. J.-L. Scheffer, Macula, 1992
- ALLAMEL-RAFFIN, C., (2006), « Images scientifiques et modes de raisonnement », in : *Visible*, N° 11, pp.101-138.
- (2006), « Les places respectives du texte et de l'image dans la constitution de la preuve en physique des matériaux », in : *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, Vol. 4, N° 3, pp. 476-504.
 - (2006), « La complexité des images scientifiques. Ce que la sémiotique de l'image nous apprend sur l'objectivité scientifique », in : *Communication et langages*, N° 149, pp. 97-111.
 - (2011), « L'image comme élément de preuve en astrophysique », in : *Nouveaux Actes Sémiotiques*, N° 114. En ligne : <http://revues.unilim.fr/nas/document.php?id=3824>
- ALLOA, E., (Ed.), (2011), *Penser l'image*, Dijon, Presses du réel.
- (Ed.), (2015), *Penser l'image II*, Dijon, Presses du réel.
- ALPERS, S., (1978) « Seeing as knowing: a Dutch connection », in : *Humanities in society*, Vol.1, pp.147-73.
- (1983), « L'œil de l'histoire [L'effet cartographique dans la peinture hollandaise au 17ème siècle] ». In: *Actes de la recherche en sciences sociales*, Vol. 49 : *La peinture et son public* ; pp. 71-101. En ligne : www.persee.fr/doc/arss_0335-5322_1983_num_49_1_2199
 - (1983/1990), *L'Art de dépeindre: la peinture hollandaise au XVIIIe siècle*, Trad. De l'anglais par J. Chavy, Gallimard. (Parution originale: *The Art of Describing: Dutch Art in the Seventeenth Century*, University of Chicago Press)
 - (1991), *L'Atelier de Rembrandt. La liberté, la peinture et l'argent*, Paris, Gallimard.
- APPADURAI, A., (Ed.), (1986), *The Social Life of Things. Commodities in Cultural Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ARNHEIM, R., (1969/1999), *La pensée visuelle*, Coll. Champs, Flammarion. (Parution originale: *Visual Thinking*, University of California Press, Berkeley).
- ASSMANN, J., (1997/2001), *Moïse l'égyptien. Un essai d'histoire de la mémoire*, Paris, Aubier. (Parution originale : *Moses The Egyptian, The Memory of Egypt in Western Monotheism*, Harvard University Press)
- AUSTIN, J. L. (1962/1970), *Quand dire, c'est faire*, Trad. et Introduction par G. Lane. Paris, Le Seuil (Parution originale: *How to do Things with Words: The*

- William James Lectures delivered at Harvard University in 1955, Ed. Urmson, Oxford)
- ASTBURY, W. T., WOODS, H. J. (1931). The Molecular Weights of Proteins'. *Nature*, 127(3209), 663-665.
- , STREET, A. (1932). X-ray studies of the structure of hair, wool, and related fibres. I. General. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, 230, 75-101.
- BABOU, I., (1997), *Images numériques et médiation des sciences*, Hermès N°21 : Sciences et médias, Paris, CNRS, pp. 55-67.
- BACHELARD, G., (1934/1999) *Le Nouvel Esprit Scientifique*, Quadrige / P.U.F.
- (1938/1993) *La formation de l'esprit scientifique*, Vrin.
- BADIR, S., DONDERO, M.G., (2010), « Présentation : le Groupe μ entre rhétorique et sémiotique. Archéologie et perspectives », in : *Protée*, vol. 38, n° 1, p. 5-8.
- BAIGRIE, B. S. (Ed.), (1996), *Picturing Knowledge, Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science*, Toronto, Buffalo, London, University of Toronto Press.
- BALZER, M., et DEUSSEN, O., (2007), Level-of-detail visualization of clustered graph layouts. Asia-Pacific Symposium on Visualisation (APVIS). En ligne : <http://www.inf.unikonstanz.de/gk/pubsys/publishedFiles/BaDe07.pdf>. (Consulté le 28 juin 2012)
- BARROW-GREEN, J., (1997) « Poincaré and the Three Body Problem », *American Mathematical Society*, Providence.
- BARTHELEMY, J-H., (2010), *Cahiers Simondon*. Numéro 2, Coll. esthétiques, L'Harmattan.
- « Glossaire Simondon : les 50 grandes entrées dans l'œuvre », *Appareil*, 16 | 2015, mis en ligne le 09 février 2016, consulté le 16 juin 2016. En ligne : <http://appareil.revues.org/2253>
- BARTHES, R., « Rhétorique de l'image », In: *Communications*, N°4, 1964. Recherches sémiologiques. pp. 40-51. En ligne: www.persee.fr/doc/comm_0588-8018_1964_num_4_1_1027. Consulté le 13 Mars 2016.
- *Éléments de sémiologie*, Denoël/Gonthier, Paris, 1965.
- BARTHOLEYNS, G., 2016, « Les Naissances de la culture visuelle », in : *Politiques visuelles*, Dijon, Les Presses du réel.
- BASTIDE, F. (1985). « Iconographie des textes scientifiques : principes d'analyse. », in : *Culture technique*, N° 14, pp.132-151.
- BAUMGARTEN, B. D. B., (1994), « Visual Art as Theology », *New Studies on Aesthetics* Vol. 21, Peter Lang Publishing, New-York, 1994.
- BAXANDALL, M. (1972/1985), *L'Œil du Quattrocento*, Trad. par Y. Delsaut Paris, Gallimard. (Parution originale : *Painting & Experience in the Fifteenth-Century Italy. A primer in the social history of pictorial style*, Oxford University Press)
- (1991). *Formes de l'intention. Sur l'explication historique des tableaux*. Paris, Jacqueline Chambon.
- BAYLE, J.-J., (Ed), (1984), *Travaux XL - Cultures en conflit ?*, Université de Saint-Etienne, Centre Interdisciplinaire d'Etude et de Recherches sur l'Expression Contemporaine.
- BECKER, H. (1988). *Les mondes de l'art*. Paris, Flammarion.

- BESLON, G., KNIBBE, C., (2010), *Petits bricolages en évolution*, in : Odin, F., Thuderoz, C., *Des mondes bricolés ? Arts et sciences à l'épreuve de la notion de bricolage*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, pp.103-110.
- BELTING, H., (1981/1998), *L'image et son public au Moyen-âge*, traduit de l'allemand par Fortunato Israel, St Pierre de Salerne, Gérard Monfort.
- (1993/1998), *Image et culte. Une histoire des images avant l'époque de l'art*, traduit de l'allemand par Frank Müller, Paris Cerf.
 - (2001/2004), *Pour une anthropologie des images*, trad. de l'allemand par Jean Torrent, Coll. Le temps des images, Gallimard, Paris.
 - (2007), *La vraie image. Croire aux images ?* Paris, Gallimard, coll. « Le temps des images »
- BENJAMIN, W., (1936/1999) « L'Œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique » (1939), dans *Œuvres III*, trad. de l'allemand par M. de Gandillac, Rainer Rochlitz et Pierre Rusch, Paris, Gallimard, 2000, pp. 269-316.
- BENVENISTE, E., *Problèmes de linguistique générale*, Gallimard, Paris, 1966
- BEHRENS, R. R., (1998), « Art, design and Gestalt theory », *Leonardo*, MIT Press, Cambridge, pp. 299-303.
- BEHRENS,R., DANILOWITZ, B., HUFF, W. S., SPILLMANN, L., STEMBERGER G., WERTHEIMER, M., (2012), « Gestalt theory and Bauhaus – A Correspondence », *GESTALT THEORY*, Vol. 34, No.1, Dortmund, pp.81-98.
- BELLORI, G. P., (1672/1995) *L'Idée del Pittore, dello scultore e dell'architetto*, introduction à *Le Vite de' pittori, scultori e architetti moderni*, Rome, 1672; trad. fr. F. Magne, in J. Lichtenstein (dir).
- BERNARD, C., (1865/1966), *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Coll. Texte intégral, Éditions Garnier-Flammarion, Paris,, Chapitre 1-V.
- BERTIN.J., (1967/ 2013), *La sémiologie graphique*, Editions de l'EHESS, Paris.
- BIAGIOLI, M., Ed. (1999). *The Science Studies Reader*. London, Routledge.
- (2003). « Stress in the Book of Nature: The Supplemental Logic of Galileo's Realism. », in : *Modern Language Review*, N° 118, pp.1-29.
 - (2006). *Galileo's Instruments of Credit : Telescopes, Images, Secrecy*. Chicago, The University of Chicago Press.
- BIGG, C., (2012), « Les études visuelles des sciences : regards croisés sur les images scientifiques », in : *Perspectives, Histoire de l'Art*, N°70.
- (2015), « Le siècle de l'atome en images », *Histoire des sciences modernes* vol. 3, dir. C. Bonneuil & D. Pestre, Paris, Seuil, 2015, p. 167-185.
- BISCH, C., (2000), 1750-2000, *Meudon-Bellevue : du château de la Marquise de Pompadour aux Laboratoires du CNRS*, Délégation IdF Ouest&Nord, Meudon-Bellevue.
- BLOCH, M., (2007), « Une nouvelle théorie de l'art », *Terrain* [En ligne], 32 | mars 1999, mis en ligne le 29 mars 2007, consulté le 22 mars 2016. URL : <http://terrain.revues.org/2757>
- BOEHM, G., (éd.), (1994), *Was ist ein Bild?*, Munich, 1994.
- (2008), « Par-delà le langage ? Remarques sur la logique des images », *Trivium* [En ligne], 1 | 2008, mis en ligne le 08 avril 2008, consulté le 21 février 2016. URL : <http://trivium.revues.org/252>

- , Mitchell, W. J.T., (2009), « Pictorial versus Iconic turn : Two Letters », in :Curtis, N., (Ed.), *Culture, Theory and Critique*, Volume 50, Issue 2-3. Special Issue : The Pictorial Turn, pp. 8-25.
- BOIDY, M., *Une iconologie politique du voilement : sociologie et culture visuelles du black bloc*, thèse de doctorat de sociologie sous la direction d'E. Ferrarese et P. Hintermeyer, université de Strasbourg, 2014.
- 2016, « Visual Culture Studies : les matérialismes du visible », *Matérialismes, culture et communication*, vol. 2, sous la dir. de M. Cervulle, N. Quemener et F. Voros, Paris, Presses des Mines, Coll. « MatérialismesS ».
 - 2016, « Les naissances de la culture visuelle », *Politiques visuelles*, sous la dir. de Gil Bartholeyns, Dijon, Les Presses du réel, pp. 309-318.
- BOLTANSKI, L., CHIAPELLO, H., (1999). *Le nouvel esprit du capitalisme*, Paris, Gallimard.
- BOUDON, P., (2006), *Conceptions, épistémologie et poïétique*, Collection Ingenium, Paris, L'Harmattan.
- BORDRON, J.-F., (2005), « Image et vérité », *Nouveaux Actes Sémiotiques* [en ligne]. Actes de colloques, 2005, La vérité des images. Disponible sur : <http://revues.unilim.fr/nas/document.php?id=1931> (réf. Du 20/10/2010)
- (2011), « Une science sans image est-elle possible ? », *Actes Sémiotiques [En ligne]*. 2011, n° 114. Disponible sur : <<http://epublications.unilim.fr/revues/as/2772>> (consulté le 08/12/2015)
 - (2014), *Image et vérité. Essais sur les dimensions iconiques de la connaissance*, Presses Universitaires de Liège, collection «Collections Sigilla».
- BÖRNER, K., (2010), *Atlas of Science. Visualizing what we know*, MIT Press.
- BOUFTASS, S., (2010), *La morphologie du corps humain entre pédagogie et science du corps*, EUE.
- BOURDIEU, P., (1977), « La production de la croyance » [contribution à une économie des biens symboliques]. In: *Actes de la recherche en sciences sociales*. Vol. 13, février 1977. L'économie des biens symboliques. pp. 3-43. www.persee.fr/doc/arss_0335-5322_1977_num_13_1_3493
- (2001), *Science de la science et réflexivité*, Coll. Cours et travaux, Editions Raisons d'agir.
- BOUSSIDAN, A., PLOUX, S., (2011). *Using Topic Salience and Connotational Drifts to Detect Candidates to Semantic Change*. Proceedings of the Ninth International Conference on Computational Semantics (IWCS 2011), Oxford, UK. <http://www.aclweb.org/anthology/W/W11/W11-0134.pdf>
- BOUSSIDAN, A., RENON, A.L., FRANCO, C., LUPONE, S., PLOUX, S., (2012), « Repérage automatique de la néologie sémantique en corpus à travers des représentations cartographiques évolutives : vers une méthode de visualisation graphique dynamique de la diachronie de la néologie », in : *Cahiers de Lexicologie, Néologie sémantique et analyse de corpus*, n° 100, Paris, Classiques Garnier.
- BOUVERESSE, J., *Philosophie, mythologie et pseudo-science. Wittgenstein lecteur de Freud*, Éditions de l'Éclat, 196 p., 1991

- (1995), *Langage, perception et réalité*, Volume 1 : La Perception et le jugement, Éditions Jacqueline Chambon, 1995
 - (2004), *Langage, perception et réalité*, Volume 2, *Physique, phénoménologie et grammaire*, Éditions Jacqueline Chambon.
- BRAUDEL, F. (1979). *Civilisation matérielle, économie et capitalisme*. Paris, Armand Colin.
- BRAUNSTEIN, J.-F., (2003), Thomas Kuhn lecteur de Ludwik Fleck, *Archives de Philosophie* 3/2003 (Tome 66) , p. 403-422
 URL : www.cairn.info/revue-archives-de-philosophie-2003-3-page-403.htm.
- BREDEKAMP, H., (1995), *The Lure of Antiquity and the Cult of the Machine: The Kunstkammer and the Evolution of Nature, Art, and Technology* (traduction d'Alison Brown), Princeton, Princeton University Press.
- (1996), *La Nostalgie de l'Antique. Statues, machines et cabinets de curiosité*. Paris, Diderot Editeur.
 - (2008). *Les coraux de Darwin. Premiers modèles de l'évolution et tradition de l'histoire naturelle* (traduit de l'allemand par Christian Joschke). Dijon, Les Presses du Réel.
 - (2007/2015), *Théorie de l'acte d'image, Conférence Adorno, Francfort 2007. Essai Trad. De l'allemand par F. Joly, en collaboration avec Y. Sintomer, Coll. Politique et sociétés (dir. Par Y. Sintomer), La Découverte.*
- BRIVES, C. (2010). *Des levures et des hommes : anthropologie des relations entre humains et non humains au sein d'un laboratoire de biologie*. Ecole Doctorale Sciences sociales. Société, Santé, Décision. Bordeaux, Université Bordeaux 2: 393.
- BRUNET, J.A., (1981), « C.P. Snow, théoricien du pouvoir », in : *Le pouvoir dans la littérature et la pensée anglaises*, Centre Aixois de recherches Anglaises, Université de Provence, Aix, 1981.
- BURKE, C. (2009). *Isotype: Representing social facts pictorially*. *Information Design Journal*, 17(3), 211-223.
- BURKE, C., Kindel, E., & Walker, S. (Eds.). (2013). *Isotype: Design and contexts 1925-1971*. Hyphen Press.
- BURKE, P., (2004), *What is Cultural History?*, Cambridge, Polity.
- BURRI, R., V., & DUMIT, J., (2007), « Social Studies of Scientific Imaging and Visualization », in : HACKETT, E. J., AMSTERDAMSKA, O., LYNCH, M., & WAJCMAN, J., (Ed.), *The Handbook of Science and Technology Studies*, Third Edition (Cambridge, M.A.: MIT Press), pp. 297-318.
- CALLON, M. (1981). "Pour une sociologie des controverses techniques." *Fundamenta Scientiae* 2: 381-399.
- (1986). "Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs en baie de Saint-Brieuc." *L'année sociologique* 36: 169-208.
 - (1989). *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*. Anthropologie des sciences et des techniques. Paris, La Découverte.
- CARTWRIGHT, L., (1995), *Screening the body: Tracing medicine's visual culture*. University of Minnesota Press.
- CASSIN, B., Ed. (2004). *Vocabulaire européen des philosophies*. Paris, Le Seuil.

- (2005). *Managing Evidence. Making Things Public*. LATOUR, B., WEIBEL, P., Cambridge, Mass., MIT Press: 858-865.
- CASSIRER, E., (1923-29/ 1972), *La Philosophie des formes symboliques*, 3 tomes, Paris, Éditions de Minuit. (trad.) (T. I : La langage (1923), T. II : La pensée mythique (1925), T. III : La phénoménologie de la connaissance (1929).)
 - (1930/1995), *Ecrits sur l'art*, Paris, Cerf. (trad.), 1967/1992.
 - (1932/1966), *La philosophie des lumières*, (Trad. Par P. Quillet), Fayard.
 - (1942/1991), *Logique des sciences de la culture* (1942), Paris, Cerf. (trad.)
 - (1975/1982), *Essai sur l'homme, Le sens commun*, Ed. de Minuit.
 - (1977). *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*. (Trad. par P. Caussat), Ed. de Minuit.
- Comprendre la création scientifique, technique et culturelle (Collectif), Centre de sociologie de l'innovation, Ecole des mines de Paris, 1992.
- CEFAÏ, D., (2010), *L'engagement ethnographique*. En temps & lieux, Ed. de l'EHESS.
- CHRISTIN, O., (2008), « Svetlana Alpers : la fabrique du regard », in : *Le Monde des livres*, publié le 21 Février 2008 à 12h03. Consulté le 10 Mars 2016. En ligne : http://www.lemonde.fr/livres/article/2008/02/21/svetlana-alpers-la-fabrique-du-regard_1013929_3260.html
- CIARAVINO, J., (2004), *Un art paradoxal. La notion de disegno en Italie (XV^{ème} – XVI^{ème} siècles)*, Coll. Esthétiques, Editions L'Harmattan.
- CICERON, L'Orateur, trad. fr. A. Yon, Les Belles Lettres, 1964.
- CITTON, Y. (2013). « Le retour de l'objectivité ? ». *La Revue des livres*, (9), 3-12.
- CLARKE, A., FUJIMURA, J., (Dir.), (1996), *La Matérialité des sciences : Savoir-faire et instruments dans les sciences de la vie*. Trad. de l'anglais par F. Bouillot, avec la collab. d'E. Hermant, Paris, Synthélabo Groupe.
- CLAVELIN, M., (1994), *La philosophie naturelle de Galilée*, Paris, A. Michel, 1994, (Seconde édition), pp. 28-49.
 - (2016), *Galilée, cosmologie et science du mouvement*, suivi de *Regards sur l'empirisme au XX^{ème} siècle*, CNRS Editions, Paris.
- CLEVELAND, W., S., KLEINER, B., TUKEY, P. A., (1983), « Graphical methods for data analysis », in : Chambers, J. M., *The Wadsworth statistics/probability series*, Wadsworth & Brooks / Cole.
 - , McGill, R., (1984), « Graphical Perception : Theory, Experimentation, and Application to the Development of Graphical Methods » , *Journal of the American Statistical Association*, 79, pp. 531- 554.
- COSSETTE, C., (1982) *Les images démaquillées, ou l'iconique. Comment lire et écrire des images fonctionnelles pour l'enseignement, le journalisme et la publicité*, Les Editions Riguil Internationales, Québec.
- COULAIS, J.-F., (2014), *Visibilités calculées dans l'histoire des représentations. Images virtuelles et horizons du regard*, MétisPresses, Paris.
- CRARY, J., (1990/1994), *L'art de l'observateur. Vision et modernité au XIX^{ème} siècle*, trad. De l'anglais par F. Maurin, Jacqueline Chambon.
 - (1994), « Unbinding Vision », *October*, N° 68, pp. 21-44.

- (2001), *Suspensions of Perception: Attention, Spectacle, and Modern Culture*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- CRAWFORD, H., (1984), « Raymond Williams and the Idea of culture », in : *Cultures en conflit ?*, CIEREC, pp. 65-81.
- CROSS (2001), N., « Designerly Ways of Knowing: Design Discipline Versus Design Science », in : *Design Issues*, vol. 17, Issue 3, pp. 49-55.
- DAGOGNET, F. (1973). *Tableaux et langages de la chimie*. Paris, Le Seuil.
 - (1974), *Ecriture et iconographie*. Paris, Vrin.
 - (1997), *Des détritiques, des déchets, de l'abject. Une philosophie écologique*, Le Plessis-Robinson, Synthélabo.
- DAHMANI, R.H, KRAMER, IJ., CHERIF, N., Les techniques de traitement des images numériques en appui à l'amélioration du rapport épistémologique des élèves au vivant. Communication 2.4 dans le Volet 2 : « Vie » et « vivant » : questions de société, prononcée au colloque 632 : La « vie » et le « vivant » : de nouveaux défis à relever dans l'éducation, 83ème congrès de l'ACFAS, 26 et 27 mai 2015 Rimouski, QC., Canada.
- DAMISCH, H., (1987), *L'origine de la perspective*, Coll. Champs, Paris, Flammarion.
- DARMOIS, E., (1948), *Cours de Physique – Electricité*, Ed. Sedes, in-8, pp. 1-14.
- DARWIN, C., *Notebook, 1836-1844*.
- DASTON, L., et GALISON, P., (1992), « The image of objectivity », in *Representations*, 40, pp. 81-81.
 - , Vial, F., (2004), *The Moral Authority of Nature*, Chicago, The University of Chicago Press.
 - (Ed.), (2004), *Things that Talk: Object Lessons from Art and Science*, Zone Books, MIT Press.
 - (2007/2012), *Objectivité*, Trad. de l'anglais par S. Renaut et H. Quiniou, Domaine Fabula, Les presses du réel.
 - (1995/2014), *L'économie morale des sciences modernes. Jugements, émotions et valeurs*, Trad. De l'anglais par S. Lézé, Prés. par S. Van Damme, Coll. Futurs antérieurs, La Découverte, Paris.
- DAVENPORT, W.H., (1970), *The one culture*, Pergamon Press, New-York.
- DE FORNEL, M., VERDIER, M., (2014) *Aux prises avec la douleur. Analyse conversationnelle des consultations d'analgésie*, Cas de Figure 33, Editions de l'EHESS.
- DELEUZE G., Guattari, F., (1991), *Qu'est-ce que la philosophie?*, Paris, Minuit.
 - (2002), « A quoi reconnaît-on le structuralisme ? », *L'île déserte et autres textes*, Paris, Minuit, 2002, pp. 238-269.
- DEOTTE, J-L., (2012), *Walter Benjamin et la forme plastique. Architecture, technique, lieux*. Coll. Esthétiques, L'Harmattan, 2012
- DERRIDA, J. (1967). *De la grammatologie*. Paris, Editions de Minuit.
- DE RUBERTIS, R., (1994), *Il disegno dell'architettura*. Coll. Università, Carrocci.
- DESCOLA, P., (2005), *Par-delà nature et culture*, Paris, Gallimard, 2005.
- DESROSIERES, A. (1993). *La politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique*. Paris, La Découverte.
- DEWEY, J., (1915-34 /2010). *L'art comme expérience*. Trad de l'anglais (E.-U.) par J.-P. Cometti, C. Domino, F. Gaspari, C. Mari, N. Murzilli, C. Pichevin, J. Piwnica, G. Tiberghien, Folio essais, Ed. Gallimard.

- (1915-29/ 2014), *La quête de la certitude. Une étude de la relation entre connaissance et action*. Trad. De l'anglais (E.-U.) par P. Savidan, NRF, Ed. Gallimard.
- (1915-22/2016), *l'influence de Darwin sur la philosophie, et autres essais de philosophie contemporaine*. Trad. De l'anglais (E.-U.) par L. Chataigné Pouteyo, C. Gautier, S. Mandelrieux, E. Renault, NRF, Ed. Gallimard.

DONDERO, M. G., FONTANILLE, J., (2012). *Des images à problèmes. Le sens du visuel à l'épreuve de l'image scientifique*, Limoges, Presses de l'Université de Limoges.

DONDIS, D. A., (1973), *A Primer of Visual Literacy*, The MIT Press, 1973.

DUNCKER, K., (1972), *On Problem-Solving*, Westport, CT Greenwood Press.

DRUCKER, J., (2014), *Graphesis. Visual Forms of Knowledge Production*, Harvard University Press.

EDGERTON, S.Y, (1979), *The Mirror, the Window and the Telescope. How Renaissance Linear Perspective Changed Our Vision of the Universe*, Cornell University Press.

ELKINS, J. (2009), « Aesthetics and the two cultures : Why art and science should be allowed to go their separate ways », in : HALSALL, F., JANSEN, J., & O'CONNOR T., (Eds.), *Rediscovering Aesthetics: Transdisciplinary Voices From Art History, Philosophy, and Art Practice*. Stanford University Press.

ESTIVAL, C., (2009), *Corps, imagerie médicale et relation soignant-soigné. Étude anthropologique au centre de cancérologie*, Paris, Éditions Seli Arslan.

EVANS, J., HALL, S., (Ed.) *Visual Cluture: the reader*, Sage Publications in Association with Open University, 1999.

ENGLER, R., (2004), *Ferdinand de Saussure. De l'essence double du langage, Texto ! (Transcription diplomatique d'après le manuscrit déposé à la Bibliothèque de Genève en 1996.)* [En ligne], URL : <http://www.revue-texto.net/index.php?id=1749>

FABIAN, J. (2006). *Le temps et les autres: comment l'anthropologie construit son objet*. Anacharsis Editions.

FASSIN, D., BENZA, A., (2008), *Les politiques de l'enquête: épreuves ethnographiques*. Paris : la Découverte.

FINDELI, A., (1995), *Le Bauhaus de Chicago. L'œuvre pédagogique de Lászlo Moholy-Nagy*, Préface de Frank Popper. Coédition Septentrion (Québec), Editions Klincksieck.

- (1998), *La recherche en design. Questions épistémologiques et méthodologiques*, Intern. J. of Design and Innovation Research, N° 1, juin 1998, p. 3-12
- (2004), *La recherche-projet: une méthode pour la recherche en design*, communication au premier Symposium de recherche sur le design du Swiss Design Network, 2004, Bâle.
- Rabah, B., (2004), *L'éclipse de l'objet dans les théories du projet en design*, communication proposée au 6ème colloque international et biennal de l'Académie Européenne de Design (European Academy of Design, EAD), Design-Système-Evolution , Brème, 2005, faculté de l'aménagement, Université de Montréal.

- (2005). L'éclipse de l'objet dans les théories du projet en design. *The Design Journal*, 8(3), 35-49.
 - (2010), « Searching for Design Research Questions : Some Conceptual Clarifications », in Chow, R. (dir.), Jonas, W. (dir.), Joost, G. (dir.), *Questions, Hypotheses & Conjectures : discussions on projects by early stage and senior design researchers*, Design Research Network/ iUniverse, Bloomington, 294. (Article issu de la conférence « Questions & Hypothèses » organisée par le Design Research Network à Berlin du 24 au 26 octobre 2008)
- FLECK, L., (1935/2005), *Genèse et développement d'un fait scientifique (1935)*, Trad. de l'allemand par N. Jas, Coll. Champs' première édition française : Les belles lettres, Paris.
- (1935/2008), « Observation scientifique et perception en général », in *L'histoire des sciences. Méthodes, styles et controverses*, textes réunis par Braunstein, J.-F., Paris, Vrin, p. 245-272.
- FLOUX, P., SCHINZ, O., (2003). « « Engager son propre goût », entretien autour de la sociologie pragmatique d'Antoine Hennion. » *ethnographiques.org* 3.
- FLUSSER, V., (2002), *Petite philosophie du design*, trad. de l'allemand par Claude Maillard, Circé, Belfort.
- FONTANILLE, J., (1998). *Sémiotique du discours*. Limoges, Presses de l'université de Limoges.
- (2009), Le « réalisme » paradoxal de l'imagerie scientifique, *Visible N° 5: L'image dans le dispositif scientifique : statuts et dispositifs de visualisation* (MG Dondero et V. Miraglia dirs), 2009, pp. 191-199. [en ligne] Disponible sur: http://www.ec-aiss.it/pdf/fontanille_2_5_07.pdf (réf. Du 20/10/2010)
- FORTIN, S., HOUSSA, E., « L'ethnographie postmoderne comme posture de recherche : une fiction en quatre actes », *Recherches qualitatives*, Vol. 31(2), pp. 52-78, 2012.
- FOSTER, H., (Ed.), « Vision and visuality », in : *Dia Art Foundation. Discussions in Contemporary Culture*, Number 2, Bay Press, Seattle, 1988, pp. ix-xiv
- Foucault, M. (2001). *L'Hérméneutique du Sujet*. Cours au Collège de France 1981- 1982, Paris, Gallimard.
- FOUCAULT, M. (2004). *Naissance de la biopolitique : Cours au collège de France (1978- 1979)*, Paris, Le Seuil.
- FOURMENTAUX, J-P. (coord.), (2012), *Art et Science*, Coll. Les Essentiels d'Hermès, dir. Par D. Wolton, Paris, CNRS Éditions.
- FOX-KELLER, E. (1999). *Le rôle des métaphores dans les progrès de la biologie*. Paris, Les Empêcheurs de penser en rond.
- FREGE, G., *Idéographie*, Paris, Vrin, 1999.
- FREEDBERG, D., (1989/1998), *Le Pouvoir des images*. Trad. de l'américain par Alix Girod. Paris, Gérard Monfort.
- « Movement, Embodiment, Emotion », in : *Histoire de l'art et anthropologie*, Paris, coédition INHA / musée du quai Branly (« Les actes »), 2009, [En ligne], mis en ligne le 24 juillet 2009, Consulté le 11 septembre 2016. URL : <http://actesbranly.revues.org/330>
- GAGE, J., (1993), *Colour and Culture. Practice and Meaning from Antiquity to Abstraction*, Thames & Hudson, Londres, 1993.

- GALISON, P., (1987/2002), *Ainsi s'achèvent les expériences: la place des expériences dans la physique du XXe siècle*. Trad de l'anglais (E.-U.) par Nicquevert, B, Éditions La Découverte. (Parution originale : *How experiments end*. University of Chicago Press.)
- (1988). « Multiple Constraints, Simultaneous Solutions ». in *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1988*, 157-163. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/192880>
 - (1990). « Aufbau/Bauhaus: Logical Positivism and Architectural Modernism ». *Critical Inquiry*, 16(4), 709-752. En ligne : <http://www.jstor.org/stable/1343765>
 - (1997). *Image and Logic. A Material Culture of Microphysics*. Chicago, The University of Chicago Press.
 - (1999), « Author's response. David Gooding: The tacit, the visual, and the simulated », *Review Symposia, Metascience*, Volume 8, Issue 3, pp 393-404
- GARDEY, D. (2008). *Ecrire, calculer, classer: comment une révolution de papier a transformé les sociétés contemporaines (1800-1940)*. Paris, La Découverte.
- Garfinkel, H. (1967/2007). *Recherches en ethnométhodologie*. Paris, PUF.
- , Lynch, M., Livingston, E., (1981), « The Work of a Discovering Science Construed with Materials from the Optically Discovered Pulsar », *Philosophy of The Social Sciences*, Vol.11.
 - (1991), « Respecification : Evidence for locally produced, naturally accountable phenomena of order, logic, reason, meaning, method, etc. in and as of the essential haecceity of immortal ordinary society (I) – An announcement of studies ». In : *Ethnomethodology and the human sciences*, Button, G. (Ed), Cambridge University press, Cambridge.
- GELL, A. (1998/2009), *L'art et ses agents, une théorie anthropologique*. Trad de O. Renaut et S. Renaut Dijon, Fabula- Les Presses du Réel (Clarendon Press).
- GENETTE, G., (1994), *L'oeuvre de l'art*, Seuil.
- GIBSON, J. J. (1986/2014). *Approche écologique de la perception visuelle*. Éd. Dehors. (Lawrence Erlbaum Associates)
- GINGERICH, O., VAN HELDEN, A., (2003), « From Occhiale to Printed Page : the Making of Galileo's Sidereus Nuncius », in : *Journal for the History of Astronomy*, 24, pp. 251-267
- GOFFMAN, E., (1973), *La mise en scène de la vie quotidienne*, Tome I, « La présentation de soi ».
- GOLDENWEISER, E., « Classification and Limitations of Statistical Graphics », in : *Publications of the American Statistical Association*, Volume 15, Issue 114, pp. 205-209, 1916.
- GOLDSCHMIDT, V., « Le paradigme dans la théorie platonicienne de l'action ». In : *Revue des Études Grecques*, tome 58, fascicule 274-278, 1945, pp. 118-145. En ligne : http://www.persee.fr/doc/reg_0035-2039_1945_num_58_274_3046
- GONSETH, F., *La géométrie et le problème de l'espace*, chapitre IV : *La synthèse dialectique*, Éditions du Griffon, Neuchâtel (1945-1955). En ligne : <http://afg.logma.ch/fghr/fg34.htm>

- GOODING, D., MCKINNEY, W. J., MARKS, H. M., HUGHES, J., & CHALMERS, A. (1999). « What can particle physicists count on? ». *Metascience*, 8 (3), 356-392
- GOODMAN, N., et Elgin, C. Z., (1988), *Reconceptions in Philosophy and other Arts and Sciences*, London, Routledge.
- (1992). *Manières de faire des mondes*. Paris, Jacqueline Chambon.
- GOODWIN, C., SUCHMAN, L., (1991). *Work Place Project - Designing for Diversity and Change*. Palo Alto, CA: Xerox Palo Alto Research Center. World Health Organization
- GOODY, J. (1979). *La raison graphique*. Paris, Editions de Minuit.
- GOULD, S.J, « Racisme et récapitulation », in : *Darwin et les grandes énigmes de la vie*, éd Point, Paris, 1997, art .27, pp.229-237
- (2003/2005), *Le renard et le hérisson. Pour réconcilier la science et les humanités*, Coll. Points Sciences, Editions du Seuil, Paris, Octobre 2005. (Harmony Books, New-York, 2003.)
- GRAF, E.O., (2009), « Habent Sua Fata Libelli – le destin des livres », in : *Penser avec Fleck – Investigating a life Studying Life Sciences*, J. Fehr, N. Jas, et I. Löwy (Ed.), Collegium Helveticum Heft 7, pp. 63-76.
- GREIMAS, A. (1968 / 1986). *Sémantique structurale*. Paris, PUF.
- , J. Courtès, Eds. (1979). *Sémiotique. Dictionnaire raisonné de la théorie du langage*. Paris Hachette
- GRENTHE, Y., PARZYSZ, B., *Grammaire des formes, Dessin et Mathématique, Guide théorique*, O.C.D.L, Paris, 1971.
- GRIMAUD, E., et ZAVEN, P., *Le jour où les robots mangeront des pommes: conversations avec un Geminoi ´d*. Paris : Éditions Pétra, 2011.
- GROUPE μ , (1992), *Traité du signe visuel. Pour une rhétorique de l'image*, Editions du Seuil, Paris.
- GUTHLEBEN, D., (2011) *Rêves de savants - Étonnantes inventions de l'entre-deux-guerres*, 2011, Armand Colin, Paris
- (2013), *Histoire du CNRS de 1939 à nos jours*, Armand Colin, Paris.
- HACKING, Ian (1983) “Microscopes” in *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science* (Cambridge: Cambridge University Press): 186-209.
- (1983/1989), *Concevoir et Expérimenter. Thèmes introductifs à la philosophie des sciences expérimentales*, Trad. B. Ducrest, Coll. Epistémé Essais, Dir. S. Deligeorges, Christian Bourgeois Editeur, Paris. (Cambridge University Press).
 - (1999/2001), *Entre science et réalité : la construction sociale de quoi ?* Paris, La Découverte (Harvard University Press)
 - (2001), *Leçon inaugurale*, faite le 11 Janvier 2001. Chaire de Philosophie et Histoire des concepts scientifiques, Collège de France. En ligne : http://www.college-de-france.fr/media/lecons-inaugurales/UPL52662_LL_157_Hacking.pdf
 - Philosophie et histoire des concepts scientifiques, Cours au Collège de France, Introduction (Leçons 1, 2), 2001-2002. En ligne : https://www.college-de-france.fr/media/ian-hacking/UPL7997567846150782232_Hacking2001_2002.pdf. Consulté le 20 Juin 2016.

- *Méthodes de raisonnement, Cours 3 : Méthodes*, Cours au Collège de France, 2006. En ligne : <http://www.ianhacking.com/PDFs/2006/3%20Methode.pdf>. Voir : Hacking, I., *Concevoir et expérimenter*, op.cit.pp.
- HAECKEL, E., (1862), *Die Radiolarien (RHIZOPODA RADIARIA)*, Berlin, Les 35 planches contenues dans l'ouvrage ont été scannées et sont disponibles en ligne: <http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/haeckel/radiolarien/>
 - (1866), *Generelle Morphologie der Organismen*, Berlin, Reimer.
 - (1884), (Charles-Jean-Marie Letourneau), *Histoire de la création des êtres organisés, d'après les lois naturelles*, Paris, C. Reinwald,.
- HAFNER, E. M., (1969), « The New Reality in Art and Science », in :*Comparative Studies in Society and History*, Volume 11, Issue 04, October 1969, pp 385-397. En ligne depuis le 03 Juillet 2009 : <http://dx.doi.org/10.1017/S0010417500005442>
- HALPERIN, J., *C.P. Snow An oral Biography*, Harvester press, 1983.
- HANSON, N., *Modèles de la Découverte, une enquête sur les fondements conceptuels de la science*, N. Emboussy (trad. et présentation), Editions Dianoïa, 2001 [Cambridge University Press, 1958].
- HARAWAY, D. J. (2007). *Le Manifeste Cyborg et autres essais. Sciences, fictions, féminismes* (anthologie établie par Laurence Allard, Delphine Gardey et Nathalie Magnan). Paris, Exils Editeur.
- HARRISON, C., *Essays on Art & Language*, Cambridge, MIT Press, 2001,
- HARTSHORNE, C., Weiss, P., (Eds.), « Collected Papers of Charles Sanders Peirce », Vol.1, *Principles of Philosophy*, Cambridge, Harvard University press, 1931.
- HARWOOD, J., « Ludwik Fleck and The Sociology of Knowledge », *Social Studies of Sciences*, vol. 16, 1986, pp. 173-187
- HEELAN, P. A. (1997). *Herméneutique de la Science Expérimentale: La Mécanique Quantique et les Sciences Sociales. Herméneutique: sciences et textes*, 127-136.
- HEINICH, N., (2012), *De la visibilité. Excellence et singularité en régime médiatique*, Paris, Gallimard, « Bibliothèque des Sciences humaines ».
- Henare, Amiria J. M., Holbraad, M., Wastell, S., (2007), *Thinking through things: theorising artefacts in ethnographic perspective*. Abingdon.
- HENTSCHER, K., (2014), *Visual Cultures of Science: Rethinking Representational Practices in Knowledge Building and Science Communication*, Oxford University Press.
- HOBBS, T., (1999), *Léviathan : traité de la matière, de la forme et du pouvoir de la république ecclésiastique et civile*, trad. de l'allemand par F. Tricaud, Paris, Dalloz.
- HOLTON, G., (1973/1981), *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein*, Cambridge, Mas., Harvard University Press.
 - (1973-78/1982), *L'invention scientifique. Thémata et interprétation*. Trad de l'anglais par P. Scheurer, Puf. (Harvard University Press / Cambridge University Press)
- HOUDART, S., (2000), *Et le scientifique tint le monde. Ethnologie d'un laboratoire japonais de génétique du comportement*, Nanterre, Thèse de doctorat

- en anthropologie sociale, Université de Paris X, sous la direction de Laurence Caillet.
- (2008), *La cour des miracles : ethnologie d'un laboratoire japonais*. Paris : CNRS Editions
 - (2013), « Utopies universalistes. », *Terrain. Revue d'ethnologie de l'Europe*, N°. 60 (Mars 4, 2013) pp. 92-107.
 - (2015), *Les incommensurables*, Zones Sensibles.
- HUYGHE, P.-D.H, (2004), *Le différend esthétique*, Editions Circé, 2004.
- (2012), *Le cinéma, avant après*, De l'incidence éditeur.
- IDA, A., « Le vécu de l'accident nucléaire de Fukushima, Japon : les paroles des enfants », *Bulletin Amades*, document en ligne consulté le 09 Avril 2013 <<http://amades.revues.org/index1328.html>>.
- IMBERT, ., « L'épisode formaliste, avant et après ». Colloque « L'anthropologie historique de la raison scientifique », Centre Culturel International de Cerisy-La-Salle, 12-19 Juillet 2006. En ligne : <http://www.ccic-cerisy.asso.fr/anthropologie06.html> (Consulté le 28 juin 2012)
- INGOLD, T., (2007/2011), *Une brève histoire des lignes*, Zones sensibles.
- IVINS, W. (1938/1985). "La rationalisation du regard." *Culture technique*(14): 30-37.
- JACOB, C., (2011), « Mise en ordre, mise en forme des savoirs: pour une approche comparative », Conférence invitée donnée au Collège de France le jeudi 8 septembre 2011 Colloque international « Collection et Fragment. Recueils, collections et encyclopédie au Japon », Licence Creative Commons.
- Jacob, F., (1981), *Le jeu des possibles*, Paris, Fayard, 1981.
- JEANNERET, Y., *Ecrire La Science - Formes et Enjeux de La Vulgarisation*, Presses Universitaires de France - PUF, 1994.
- JAY, M. (Ed.), (1988/1993), « Les régimes scopiques de la modernité ». *Réseaux*, (5), 99-112. (Univ of California Press).
- (2005), « The State of Visual Culture Studies », themed issue of *Journal of Visual Culture*, vol.4, no.2, August 2005, London: Sage.
- JONAS, H., (1966/2001), *Le phénomène de la vie, vers une biologie philosophique*, Paris, De Boeck.
- JONES, C. A., GALISON, P., Eds. (1998). *Picturing Science, Producing Art*. London, Routledge.
- JULLIEN, C., « Mathématiques, esthétique et compréhension », in S. Darsel & R. Pouivet (dir.), *Ce que l'art nous apprend – Les valeurs cognitives dans les arts*, Presses universitaires de Rennes, 2008, pp. 101-114.
- JURDANT, B., *Les Problèmes Théoriques de La Vulgarisation Scientifique*, Archives contemporaines Editions, 2009.
- JUTANT, C., BOBROFF, J., 2015, *Objets de médiation de la science et objets de design. Le cas du projet « Design quantique »*, *Communication et Langages*.
- KEMP, M., (1981), *Leonardo Da Vinci. The marvellous Work of Nature and Man*, Harvard University press, Harvard
- (1990/1992), *The Science of Art. Optical Themes in Western Art from Brunelleschi to Seurat*, Yale University Press, New Haven-Londres.
 - (2000), *Visualizations*, Oxford University press, Oxford, 2000.
 - (2006), *Seen/Unseen : Art, Science, and Intuition from Leonardo to the Hubble Telescope*, Oxford.

- (2016), *Structural Intuitions, Seeing Shapes in Art and Science*, University of Virginia press, Charlottesville and London.

- KNORR-CETINA, K., (1999), *Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge*, Cambridge, Mass, Harvard University Press, 1999.
- KOERNER, J.-L. (2004). *The Reformation of the Image*. London, Reaktion Books.
- KÖLHER, *The Place of Value in a World of Facts*, Coll. Universallibrary, Kegan Paul Trench Trubner And Company Limited, Osmania University, 1938.
- KOSSO, P., « Symetry, Objectivity and Design », in *Symmetries in Physics : Philosophical Reflections*, Katherine Brading, Elena Castellani (eds.), Cambridge University Press, New-York, 2003.
- KOYRE, A., *Du monde clos à l'univers infini*, trad. Raïssa Tarr. Paris, Presses Universitaires de France, 1962, Réédité en 1973, Gallimard, Paris, France.
- KRAMER, IJ. M., DAHMANI, H.-R., DELOUCHE, P., BIDABE, M., SCHNEEBERGER, P. (2012). « Education catching up with science; preparing students for 3D literacy in cell biology ». *CBE Life Sci Educ.*, 11 (4), 437-447
- KUHN, T. S., (1962/1970, 1983/2008 pour cette édition), *La structure des révolutions scientifiques*, Trad. de l'américain par Laure Meyer, Coll. Champs Sciences, Paris, Flammarion.
- (1977/1990), a tension essentielle. Tradition et changement dans les sciences, Trad. De l'anglais par Michel Biezunski, Pierre Jacob, Andrée Lyotard-May et Gilbert Voyat, Coll. nrf, Editions gallimard, Paris, (University of Chicago Press).
- LAMARCK, J B., (1809/1994), *Philosophie zoologique ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*, Paris, Flammarion.
- LANTENOIS, A., *Le vertige du funambule. Le design graphique entre économie et morale*. Edition B42, 2010.
- LAPLANTINE, F., (2015), *La description ethnographique*, Toute la savoir 128, ArmandCollin.
- LASSEGUE, J., ROSENTHAL, V., VISETTI, Y-M. (2009). « Économie symbolique et phylogénèse du langage », *L'Homme*, 192, 67-100.
- (2016), *Ernst Cassirer, du transcendantal au sémiotique*, à paraître chez Vrin, Coll. Mathesis.
 - « Formes symboliques et émergence de valeurs – Pour une cognition culturalisée », *Revue d'Intelligence Artificielle*, volume 19 – n° 1-2/2005, pp. 45-55.
- LATOUR, B., (1985). "Les 'vues' de l'esprit. Une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques." *Culture technique*(14): 4-30.
- F. BASTIDE (1986). *Writing Science - Fact and Fiction. Mapping the Dynamics of Science and Technology*. M. Callon, J. Law and A. Rip. London, Macmillan: 51-66.
 - , S. WOOLGAR (1979/1988). *La vie de laboratoire*. Paris, La Découverte (Princeton University Press).
 - (1989/1995), *La Science en action*, trad. de l'anglais par M. Biezunski, Paris, La Découverte, Nouvelle éd. sous le titre: *La science en action. Introduction à la sociologie des sciences*, La Découverte, « La Découverte-poche. Sciences humaines et sociales », 2005.

- (1992), *Aramis ou L'amour des techniques*, Textes à l'appui. Série Anthropologie des sciences et des techniques, Paris, La Découverte.
- (1993), *Les tribulations de l'image scientifique*, La clef de Berlin, Paris, La Découverte.
- (1996), *Petites leçons de sociologie des sciences*, Collection Points Sciences, Paris, Seuil.
- (1994/2001), *Le métier de chercheur, regard d'un anthropologue*, Seconde édition revue et corrigée, Texte mis en forme par Etienne Landais et Isabelle Savini, à partir de l'enregistrement de la conférence prononcée à l'INRA le 22 Septembre 1994, Coll. Sciences en questions, INRA Editions.
- P. WEIBEL, Eds. (2002). *Iconoclasm. Beyond the Image Wars in Science, Religion and Art*. Cambridge, Mass., MIT Press.
- P. WEIBEL, Eds. (2005). *Making Things Public. Atmospheres of Democracy*. Cambridge, Mass., MIT Press.
- (2007). *La connaissance est-elle un mode d'existence : rencontre au muséum de James, de Fleck et de Whitehead avec des fossiles de chevaux Vie et expérimentation : Peirce, James, Dewey*. D. Debaise. Paris, Vrin: 17-44.
- (2009). *Sur le culte moderne des dieux faitiches (réédition de 1996) suivi d'Iconoclasm*. Paris, La Découverte.
- (2010). *Cogitamus. Six lettres sur les humanités scientifiques*. Paris, La Découverte.
- (2012). "Biographie d'une enquête – à propos d'un livre sur les modes d'existence." *Archives de philosophie* 75(4): 549-566.
- et P. LEMONNIER, Eds. (1994). *De la préhistoire aux missiles balistiques - l'intelligence sociale des techniques*. Paris, La Découverte.
- et I. STENGERS, (2009). *Le Sphinx de l'oeuvre. Préface du livre d'Etienne Souriau. Les différents modes d'existence. Suivi de "l'Oeuvre à faire"*. Paris, Puf, pp. 1-75.

LEAVIS, F.R., « Two Cultures ? » « The significance of Lord Snow », in *Nor Shall my Sword*, London, Chatto and Windus, 1972.

LECHOT HIRT, L. (sous la dir. de), (2010), *Modèles pour une pratique expérimentale, Recherche - Création en Design*, vuesDensemble, Genève, MétisPresses.

LEE J., *Image, mesure et communication*, Thèse présentée à l'université paris 1, sous la dir. de Mr. François Dagognet, 1996.

LECLERCQ, R., *La création scientifique, complément au Guide théorique et pratique de la recherche expérimentale*, Gauthier – Villars, Paris, 1959.

LE GUEN M., *Statistique, Imagerie et Sciences Cognitives*, Document de travail de l'Insee, N°F 9614, 1996.

- « De l'importance de l'image », in : Destandau S., Ladiray D., 1996. Le Guen M., *L'Analyse Exploratoire des données et SAS/INSIGHT*, Courrier des Statistiques, n° 90, Insee, pp. 3-44, 1999.

Lelarge, D., (2010), *L'encyclopédie sociale d'Otto Neurath : la raison visuelle*. Paris, l'Harmattan.

- LE MOIGNE, J-L. (1987), « Qu'est-ce qu'un modèle ? », *Confrontations psychiatriques*, numéro spécial sur les modèles expérimentaux et la clinique.
- LEMONNIER, P. (2012). *Mundane Objects. Materiality and Non-Verbal Communication*, Left Coast Press
- LEROI-GOURHAN, A. (1943), *L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel.
- (1964-65), *Le Geste et la Parole*, T.1. : *Technique et langage*, T.2. : *La Mémoire et les Rythmes*, Paris, Albin Michel.
- LEVY, P., (1992), *L'idéographie dynamique, vers une imagination artificielle ?* Paris, La Découverte.
- LEVY-LEBLOND, J.M, (1981), *L'esprit de Sel*, Fayard, Paris, 1981.
- (1997), *Critique d'art, critique de science, Les dialogues de l'ASTS*, Paris, ASTS.
 - « Les beautés de la science », paru dans *Alliage*, n°63 - Octobre 2008, Les beautés de la science, mis en ligne le 27 septembre 2012, URL : <http://revel.unice.fr/alliage/index.html?id=4095>.
 - 2010, *La science n'est pas l'art. Brèves rencontres*, Hermann.
- LEVI-STRAUSS, C., (1962), *La Pensée sauvage*, Paris, Plon.
- LEYTON, M., (1992), *Symmetry, Causality, Mind*, Cambridge, Mas., The MIT Press.
- (1992), « Process Grammar for Shape », DIMACS Technical Report 2003, New Brunswick, Rutgers University, 2003. Voir également son ouvrage *Symmetry, Causality, Mind*, MIT Press, Cambridge.
- LICOPPE, C. (1996). *La formation de la pratique scientifique. Le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1820)*. Paris, La Découverte.
- LIMA, M., *Visual Complexity : Mapping Patterns of Information*, Princeton Architectural Press, Princeton, 2011.
- LIVINGSTON, E. (2008). *Ethnographies of Reason*. Aldershot, Ashgate.
- LOCKE, J., *Essai philosophique concernant l'entendement humain*, livre IV, chapitre XXI, Vrin, 1972, p. ?? (chez Locke, leibnitz et Thurot, 1839, pp. 466-467)
- LYNCH, M., (1985), *Art and Artifact in Laboratory Science, A study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*, *Studies in ethnomethodology*, Ed. by Harold Garfinkel, London, Boston, Melbourne and Henley, Routledge & Kegan Paul.
- (1985), « Discipline and the material form of images. An Analysis of Scientific Activity », in : *Social Studies of Science* 15, Sage Publications, Ltd., 1985, pp. 37-66
 - (1985), « la rétine extériorisée : sélection et mathématisation des documents visuels », *Culture Technique* 14, pp.108-123
 - *Scientific Practice and Ordinary Action*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
 - S. Woolgar, Eds. (1990). *Representation in Scientific Practice*. Cambridge, Mass, MIT Press
 - (1994), *Representation is Overrated: Some Critical Remarks about the Use of the Concept of Representation in Science Studies*, in : *Configurations* Volume 2, Number 1, Winter 1994 pp. 137-149
 - (1998) « The production of Scientific Images : Vision and Re-Vision in the History, Philosophy, and Sociology of Science », in : *Studies in*

- Visual Analysis*, Mike Ball (Ed.), In *Communication & Cognition* Vol. 31(2/3), pp. 213-228.
- (Ed.) *Representation in Scientific Practice Revisited*. Cateljine Coopmans, Janet Vertesi, Michael Lynch, and Steve Woolgar (Eds.). Cambridge, MA: MIT Press, 2014
- LYOTARD, J.-F., (1990), « Intriguer, ou le paradoxe du graphiste », In : *Catalogue de l'exposition « Vive les graphistes »*, Syndicat national des graphistes, Paris, 1990.
- (1954), *La Phénoménologie*, Coll. Quadrige, Presses Universitaires de France, Paris.
- MAEDA, J., (2006), *The laws of simplicity*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Manovitch, L., (2001/2010), *Le langage des nouveaux médias*, trad. R. Crevier, Dijon, Les Presses du réel.
- MAREY, E. J. *La Méthode Graphique dans les Sciences Expérimentales*. G. Masson, Paris, 1878.
- MASURE, *Le design des programmes, des façons de faire du numérique*. Thèse dirigée par Pierre-Damien Huyghe, Université Paris1 Panthéon-Sorbonne, soutenue le 1^{er} à Novembre 2014. En ligne : <http://www.softphd.com/>
- MAUSS, M. (1936), *Journal de Psychologie*, XXXII, ne, 3-4, 15 mars - 15 avril 1936. Communication présentée à la Société de Psychologie le 17 mai 1934.
- (1950), *Les techniques du corps*, Sociologie et anthropologie, Paris, PUF, pp. 365-386.
- MCLUHAN, M., (1977), *D'œil à oreille. La nouvelle Galaxie*, Trad. de l'anglais par Derrick de Kerckhove, Coll. Bibliothèque médiations, Denoël.
- MERCIER, M. (1991). "Les images de microscopie électronique ; construire un réel invisible." *Culture technique* (22): 25-34.
- (1987), *Recherches sur l'image scientifique : genèse du sens et signification en microscopie électronique*, Thèse soutenue à l'université de Bordeaux 1.
- MERLEAU-PONTY, M., *L'œil et l'esprit*, Préface de Claude Lefort, Coll. Folio/Essais, Gallimard, 1964
- MEUNIER, J.P. & PERAYA, D. (1993). *Introduction aux théories de la communication. Analyse sémio-pragmatique de la communication médiatique* (Première édition). Bruxelles : De Boeck.
- (2004), *Introduction aux théories de la communication : analyse sémio-pragmatique de la communication médiatique*, De Boeck Supérieur, 1 janv. 2004
- MILLER, P. (1994). "The Factory as Laboratory." *Science in Context* 7(3): 469-496.
- MINARD, C.-J., *Des Tableaux Graphiques et des Cartes Figuratives*. E. Thunot et Cie, Paris, 1862. ENPC : 3386/C161.
- *La Statistique*. Cusset, Paris, 1869. ENPC : 3474/C171.
- MIRZOEFF, Nicholas (1999). *An Introduction to Visual Culture*. London : Routledge.
- (Ed.) (2002). *The Visual Culture Reader* (2nd ed.). London : Routledge.
- MITCHELL, W.J.T., « The Pictorial Turn », in : *ArtForum* (March 1992)

- « The Pictorial Turn », in : *Picture Theory. Essays on Verbal and Visual Representation*, Chicago, University of Chicago Press, 1994, pp. 11-34.
 - (1986/2009), *Iconologie. Image, texte, idéologie*, trad. de l'anglais par M. Boidy et S. Roth, Paris, Les Prairies ordinaires,
 - (2000/2014), *Que veulent les images ? - Une critique de la culture visuelle*, Trad. de l'anglais (U.-S.) par M. Boidy, N. Cilins et S. Roth, Collection « Perceptions, Domaine Critique, Théorie et Documents », Les presses du réel, Paris, 2014. (University of Chicago Press)
- MOHOLY NAGY, L., (1947/2007), « Nouvelle méthode d'approche – Le design pour la vie » (1947), in : *Peinture Photographie films et autres écrits sur la photographie*, Paris, Foli
- (2016), *Du matériau à l'architecture*, Stéphane Füzesséry, Philippe Simay (dir.), Coll. Textes fondateurs modernes, Editions de la Villette.
- MOLES, A., *Méthodologie de la création scientifique*, Conférence donnée au Palais de la Découverte le 8 Juin 1963, A 296, Université de Paris, Palais de la Découverte, Paris, 1963.
- MOLES, A., *La création scientifique*, Editions René Kister, Genève, 1957.
- MONDADA, L., 2005 *Chercheurs en interaction. Comment émergent les savoirs*. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- MONDZAIN, M.-J. (1996). *Image, icône, économie. Les sources byzantines de l'imaginaire contemporain*. Paris, Le Seuil.
- Montel, N., (2004), « L'administration de la preuve : des sciences expérimentales à l'histoire des sciences. », *Genèses* N°56/ 3 (September 1, 2004), pp. 148-62.
- MOREAU, Y., « Catastrophes : l'attribut sauvage », *éditions papiers* - publications, soumis le 14/05/2009. url : <http://www.editionspapiers.org/publications/catastrophes-attribut-sauvage>
- MORIN, E., (1990/2005), *Introduction à la pensée complexe*, Collection Points, Paris, Seuil.
- , Le Moigne, J.-L., (2000), *L'intelligence de la complexité*, Paris, L'Harmattan.
 - Le Moigne, J.-L. (Dir.), (2006), *Intelligence de la complexité, épistémologie et pratique*, actes du colloque de Cerisy, 2005, La Tour d'Aigues, L'Aube.
- MOSSNER, N., (2011), « Thought Styles and Paradigms : A comparative Study of Ludwik Fleck and Thomas S. Kuhn », *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 42, pp. 362-371.
- NEURATH, O., (1935), « Le développement du cercle de Vienne et l'avenir de l'empirisme logique », in : *Actualités scientifiques et industrielles*, Vol. 290, Hermann & C^{ie}, Paris.
- (2010), *From Hieroglyphic to Isotype : A Visual Autobiography*, Hyphen Press.
- NEWTON, S., (2004), *Design as disclosure*, *Design studies*, N° 25, 2004, p. 93-109.
- NICOLSON, M., (1935), «Imagination and the telescope», *Modern Philology*, 32, pp. 233-260.
- NIJIMBERE, C., *Approche instrumentale et didactiques : apports de Pierre Rabardel, Adjectif. Analyses. Recherches sur les TICE*, Publié le 7 Janvier 2013.

- En ligne : <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article202>, consulté le 18 septembre 2015
- NORMAN, D. A. (1998). *The Design of Everyday Things*. Cambridge, Mass., MIT Press.
- NOVEMBER, V., et al. (2010). "The Territory is the Map - Space in the Age of Digital Navigation." *Environment and Planning D: Society and Space* 28: 581-599.
- O'HARA, R.J. (1996), « Representations of the Natural System in the Nineteenth Century », in: Baigrie, B. S. (Ed.), *Picturing Knowledge. Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science*, University of Toronto Press, Toronto, 1996, pp. 164-183.
- ONG, W., (1982/2014), *Oralité et écriture (La technologie de la parole)*, 1982, trad. fr., Paris, Les Belles Lettres.
- PALSKY, G. (1991), « La cartographie statistique de la population au XIXe siècle ». *Espace, Populations, Societes*, 3:451-458, 1991.
- Palsky, G. (1996), *Des Chiffres et des Cartes : Naissance et développement de la Cartographie Quantitative Française au XIXe siècle*. Editions de CTHS, Paris,
- PANESE, F. (1996). La part maudite de l'iconographie scientifique, *Espace-temps* (62/63), 76-89.
- PANOFSKY, E. (1975). *La perspective comme forme symbolique et autres essais*. Paris, Minuit.
- Essais d'iconologie. Les thèmes humanistes dans l'art de la Renaissance, traduit de l'anglais par Claude Herbette et Bernard Teysseire, Paris, Gallimard, 1967 [1939].
- PAUWELS L. (Ed.), *Visual Cultures of Science : Rethinking representational Practices in Knowledge Building and Science Communication*, Dartmouth College Press, University Press of New England, Hanover and London, 2006.
- PERRAYA, D., *Une approche expérimentale des représentations visuelles fonctionnelles. L'icnomètre : méthodologie, instrumentation et résultats*, TEFCA, Université de Genève. En ligne : <http://aurorem.free.fr/partiels/sem7/cours/textessecondaires/peraya2004.pdf>
- PESTRE, D. (2006). *Introduction aux Science Studies*. Paris, La Découverte.
- PINCH, T. (1985). « Observer la nature ou observer les instruments. », *Culture Technique* (14): 88-107.
- Sabine Ploux. (1997). Modélisation et traitement informatique de la synonymie. *Linguisticae Investigationes*. XXI:1.
- B.Victorri. (1998). Construction d'espaces sémantiques à l'aide de dictionnaires informatisés des synonymes. *TAL*. 39 :1.
 - Hyungsuk Ji. (2003). A Model for Matching Semantic Maps Between Languages (French / English, English / French).*Computational Linguistics*. 29(2):155-178.
- POIVERT, M., « L'Événement comme expérience », *éditions papiers* - publications, soumis le 18/05/2009. url : <http://www.editionsapiers.org/publications/l-evenement-comme-experience>
- POLANYI, M., (1958), *Personal Knowledge*, Chicago, The University of Chicago Press.

- (1969), *Knowing and being. Essays by Michael Polanyi*, Ed. Par Marjorie Greene, The University of Chicago Press, Chicago - Routledge & Kegan Paul Ltd., London.
- POPPER, K., *La logique de la découverte scientifique*, 1934, Trad. N. Thyssen-Rutten et P. Devaux, Bibliothèque scientifique Payot, Paris, 1973, p. 107
- POTTER, N. (1969/2011), *Qu'est-ce qu'un designer: Objets. Lieux. Messages* (1969), postface de Robin Kinross, Trad. de l'anglais par G. Rouffineau et D. Suboticki, Paris, B42/Saint-Etienne, Cité du design.
- PRIGOGINE, I. et STENGERS, I., (1979), *La Nouvelle Alliance*, Gallimard, Paris,
- PUTNAM, H., *Le réalisme à visage humain*, Trad. De l'anglais (Etats-Unis) par Claudine Tiercelin, Gallimard, 1994. (Harvard University Press, 1990).
- QUAGGIOTTO, M., *Knowledge cartographies : Tools for the social structures of knowledge*. Colloque « Changing the Change », Turin, 2008 En ligne : <http://www.knowledgcartography.org/PDF/knowledge-cartographies.pdf>. (Consulté le 28 juin 2012)
- (2008), *Knowledge Atlas : a cartographic approach to the social structures of knowledge*. Colloque « Analogous Spaces », Ghent, En ligne : <http://www.knowledgcartography.org/PDF/knowledge-atlas.pdf>. (Consulté le 28 juin 2012)
- QUINTON, P., (2002), *Stratégies esthétiques de l'organisation et pragmatique du sensible*, *Recherches en communication*, N° 15, 2002, Université Catholique de Louvain.
- RABARDEL, P. (1995). *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*.
- (1995). *Qu'est-ce qu'un instrument. Les dossiers de l'Ingénierie éducative*, 19, 61-65.
- RABINOW, P., (1997), *Essays on the Anthropology of Reason*, Princeton, Princeton University Press, 1997.
- RANCIÈRE, J., (2000), *Le partage du sensible, esthétique et politique*, Paris, La fabrique éditions.
- (2003), *Le destin des images*, Paris, La fabrique éditions.
- RASTIER, F. (2001). *Arts et sciences du texte*, Paris, PUF.
- « Sémiotique et sciences de la culture ». *Texto !* décembre 2001 [en ligne]. Disponible sur : <http://www.revue-texto.net/Inedits/Rastier/Rastier_Semiotique.html>. (Consulté le 9 Mars 2016).
- (2003). "De la signification au sens. Pour une sémiotique sans ontologie." *Texto*(juin septembre): http://www.revue-texto.net/Inedits/Rastier/Rastier_Semiotique-ontologie.html.
- Rheinberger, H-J., *Introduction à la philosophie des sciences*, Trad. De l'allemand par Nathalie Jas, Coll. Repères, Editions La Découverte, Paris, 2014.
- RICHER, P., *Dialogues sur l'Art et la Science, Extraits de la Nouvelle Revue des Ier*, 15 Juillet et Ier Août 1897, Imprimerie Albert Lanier, Auxerre, 1897.
- RICŒUR, P., (1969), *Le conflit des interprétations*, Éditions Le Seuil, Collection Esprit, Paris.
- RIOUT, D., (2000), *Qu'est-ce que l'art moderne?*, Coll. « Folio Essais », Paris, Gallimard.

- RORTY, R. (Ed.), (1967), *The linguistic turn: Essays in philosophical method*, Chicago, University of Chicago Press.
- Rorty, R.,
- (1990), *L'Homme spéculaire*, traduit de l'anglais par Thierry Marchaisse, Paris, Seuil.
- ROSENTAL, C., (2003), «Richesse et ivresse de la démonstration. Les textes scientifiques en logique», dans J. M. Berthelot (sous la dir. de), *Figures du texte scientifique*, Paris, Presses Universitaires de France, pp. 275-297.
- (2003), *La trame de l'évidence. Sociologie de la démonstration en logique*, Paris, Presses Universitaires de France.
 - (2005), «Making Science and Technology Results Public: A Sociology of Demos», in B. Latour & P. Weibel (ed.), *Making Things Public*, Cambridge (MA), MIT Press, pp. 346-349.
 - (2007), *Les capitalistes de la science. Enquête sur les démonstrateurs de la Silicon Valley et de la NASA*, CNRS Editions.
- ROSENTHAL, V., et VISETTI, Y.-M., (1999), Sens et temps de la Gestalt, *Intellectica*, N° 28, p. 147-227.
- et Visetti, Y.-M., (2003), Köhler. Paris, Les Belles Lettres.
 - (2004). Microgenesis, immediate experience and visual processes in reading, in A. Carsetti (ed.) : *Seeing, Thinking and Knowing: Meaning and Self-Organisation in Visual Cognition and Thought*, Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 221-243.
 - et Visetti, Y.-M., (2008), Modèles et pensées de l'expression: perspectives microgénétiques. *Intellectica*, N° 50, p. 177-252.
 - et Visetti, Y.-M., (2010). Expression et sémiotique : pour une phénoménologie sémiotique, *Rue Descartes*, 70, 24-59.
 - et Visetti, Y.-M., (2011). Amalgames des sens, ivresses divines, chromatismes : documents et témoignages. *Intellectica*, vol. 55, 171-197.
 - (2011). Synesthésie en mode majeur : une introduction. *Intellectica*, vol. 55, 7-45.
 - (2012). La voix de l'intérieur. *Intellectica*, vol. 58, 53-89.
- RUDWICK, MJS. (1976), « The emergence of a visual language for geological science 1760-1840. », in : *History of science* 14.3 (1976): 149-195.
- (2008), *The meaning of fossils: episodes in the history of palaeontology*. University of Chicago Press.
- RUSSELL, B., (1919), *Introduction to Mathematical Philosophy*, Londres, Allen & Urwin Ltd
- SARTRE, J-P., *L'imaginaire. Psychologie phénoménologique de l'imagination*, Coll. idées nrf, Gallimard, 1940.
- SAUSSURE, F. de, *Cours de linguistique générale*, Paris : Payot, 1916, pp. 32 et 33-34. Synthèse éditée par ses élèves C. Bally et A. Sechehaye à partir des notes du cours donné entre 1906 et 1911 à l'université de Genève.
- SCHAEFFER, J.-M., (1996), *Les célibataires de l'art, pour une esthétique sans mythes*, Paris, Gallimard Nrf.
- (2000), *Adieu à l'esthétique*, Paris, PUF.
- SCHAFFER, S. (2001). *Golden means: assay instruments and the geography of precision in the Guinea trade. Instruments, Travel and Science: Itineraries of*

- Precision from the Seventeenth to the Twentieth Centuries*. M.-N. Bourguet, C. Licoppe and O. Sibum, Harwood Academic Press.
- (2005). « Seeing Double: How to Make Up Phantom Body Politic ». *Making Things Public*. B. Latour and P. Weibel. Cambridge, Mass., MIT Press: 196- 202.
- SCHNEEBERGER, Patricia. “Denise Orange-Ravachol. Didactique des sciences de la vie et de la Terre : entre phénomènes et événements.” *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, no. 7 (November 18, 2013): 195–97.
- SCHÖN D., (1992), “Designing as reflective conversation with the materials of a design situation”, *Knowledge-Based Systems Journal*, Vol.5, N° 1, 1992, p. 3-14.
- SEGURA, J. (1996). « L’image numérique, nouveau moyen de transmettre le savoir, ou nouveau savoir à transmettre ». In R. Coutin, H. Hudrissier & M. V. Locquin (Ed), *La transmission des savoirs scientifiques* (pp. 229-244). Pau : Editions du CTHS.
- SERRES, Michel, Ed., (1989), *Eléments d’histoire des sciences*, Paris, Bordas.
- Shapin, S. (1996/1998). *La révolution scientifique*. Paris, Flammarion.
- S. Schaffer (1985/1993). *Le Léviathan et la pompe à air - Hobbes et Boyle entre science et politique* (traduction Thierry Piélat). Paris, La Découverte (Princeton University Press).
- SICARD, M., (1990), *Images d’un autre monde/ La photographie scientifique*, Collection photopoche, Centre National de la Photographie, CNRS, 1990, 130 pages (Lux, des Lumières aux lumières, Cahiers de médiologie, Gallimard, Paris, 2000, 319 pages (Direction d’ouvrage)
- (1995), *L’année 1895 ou l’image écartelée entre voir et savoir*, Le Seuil, Paris, 1995, 140 pages ; *Chercheurs ou artistes/ Entre arts et science, ils rêvent le monde*, Autrement, (Direction d’ouvrage)
 - (1995), *A corps ou à raison, photographies médicales (1840-1920)* , Marval, Paris (avec Pujade R. et Wallach D).
 - (1998), *La Fabrique du regard ; images de science et appareils de vision*, Collection Champs médiologiques, Odile Jacob, Paris.
- SIMON, H. (1996). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, Mass., MIT Press.
- SIMONDON, G., (1989) *Du mode d’existence des objets techniques* (1958), Paris, Aubier.
- (2005). *L’invention dans les techniques: cours et conférences*. Éd. du Seuil.
 - (2014). *Imagination et invention: 1965-1966*. Presses universitaires de France.
- SMITH, B., *European Vision and the South Pacific*, *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, Vol. 13, No. ½ (1950), pp. 65-100. En ligne : <http://www.jstor.org/stable/750143>. (consulté le 11 mars 2016)
- SMITH, M. (Ed.). (2006), « Visual Culture Studies: Questions of History, Theory, and Practice », in : Jones, A. (Ed.) *A Companion to Contemporary Art Since 1945*, Oxford: Blackwell.
- (2008). *Visual culture studies: interviews with key thinkers*. Sage.
- Snyder, J. (1998). *Visualisation et visibilité. Marey et la méthode graphique*. *Études photographiques*, (4).

- (2001) « Pouvoirs de l'équivoque », *Études photographiques*, [9 | Mai 2001](#), [En ligne], mis en ligne le 15 septembre 2008. URL : <http://etudesphotographiques.revues.org/240>. consulté le 06 juin 2016.

SNOW, C.P., (1959-63/1968) *Les deux cultures*, suivies de *Supplément aux deux cultures*. Trad. De l'anglais par C. Noël, coll. Libertés nouvelles, dir. Par J.-F. Revel, Jean-Jacques Pauvert, 1968. (Cambridge University Press)

SOUCHIER, E., « L'énonciation éditoriale en question », in : *Communication & langages* N° 154, Armand Colin, 2007.

SOURIAU, E. (1956). "Du mode d'existence de l'oeuvre à faire." *Bulletin de la société française de philosophie*(25 Février 1956): 4-44.

- (1943/ 2009). *Les différents modes d'existence. Suivi de "l'Oeuvre à faire" (précédé d'une introduction "Le sphinx de l'oeuvre" par Isabelle Stengers et Bruno Latour.* Paris, PUF.

STEINBERG, J., (2000), "L'apport de la sémiologie graphique de Jacques Bertin à la cartographie pour l'aménagement et l'urbanisme." *Cybergeo : European Journal of Geography*.

STENGERS, I., (1993), *L'invention des sciences modernes*, Paris, La Découverte, 1993.

STIEGLER, B. "« Iconic Turn » et réflexion sociétale." Translated by Denis Trierweiler. *Trivium. Revue franco-allemande de sciences humaines et sociales - Deutsch-französische Zeitschrift für Geistes- und Sozialwissenschaften*, no. 1 (April 15, 2008). <https://trivium.revues.org/308>.

- Didi-Huberman, G. (Dir.), 2008 « 'Iconic Turn' et Réflexion Sociétale ». *Trivium* 1. <http://trivium.revues.org/index308.html>

STRATHERN, M., (1999), *Property, Substance and Effect: Anthropological Essays in Persons and Things*, London, Athlone Press.

TALBOT, H. F., *The Pencil of Nature*, 1844

TARDY, M. (1966). *Le professeur et les images*. PUF, Paris.

TAUBER A. I. (Ed.), *The Elusive Synthesis : Aesthetics and Science*, *Boston Studies in The Philosophy of Science*, Vol. 182, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1996.

TAUSSIG, M., « What Do Darwin Want ? », *Culture, Theory & Critique*, 2009, 50(2-3), Routledge, pp. 263-274.

TUFTE, *The Visual Display of Quantitative Information*, Cheshire, Graphics Press, 1983 ; *Envisioning Information*, Cheshire, Graphics Press, 1990.

- (1990), *Envisioning Information*, Cheshire, CT, Graphics Press.
- (1997). *Visual and Statistical Thinking: Displays of Evidence for Decision Making*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- (2001), *The Visual Display of Quantitative Information*, Cheshire, CT, Graphics Press.
- (2006), *The Cognitive Style of PowerPoint*, Cheshire, CT, Graphics Press.
- (2006), *Beautiful evidence*, Cheshire, CT, Graphics Press.

TUKEY, J., W., (1977) *Exploratory Data Analysis*, Addison-Wesley.

- VAN FRAASEN, B. C., *Scientific Representation : Paradoxes of perspectives*, Clarendon Press, Oxford, 2008.
- VAN GELDER, H., *Cloner la Terreur, 11 septembre 2011*, un blog invité du Jeu de Paume, 2016.
http://lemagazine.jeudepaume.org/blogs/hildevangelder/2011/09/11/cloner-la-terreur/#_edn8
- VAN HELDEN, A. et WINKLER, M. G., (1992), « Representing the Heavens : Galileo and Visual Astronomy », in : *Isis*, 83, pp. 195-217
- VAN VLIET, M., (2013), *La forme selon Ernst Cassirer, de la morphologie au structuralisme*, Préface de C. Möckel, Coll. «Æsthetica», Dir. Par P-H. Frangine et R. Pouivet, Rennes, Presses Universitaires de Rennes.
- VARENNE, F., (2003), La simulation conçue comme expérience concrète », Actes des 10^{ème} journées de rencontres interdisciplinaires sur les systèmes complexes naturels et artificiels (Rochebrune, 2003), Editions de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris (ENST), pp.299-313.
- (2007), « Du modèle à la simulation informatique », *Mathesis*, Michel Blay – Hourya Sinacoeur (Dir.), Vrin, Paris, 2007.
- VASARI G., (1568/1981-89), *Le Vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori*, Florence, 1568; *Les Vies des meilleurs peintres, sculpteurs et architectes*, trad. fr. A. Chastel (dir.), Berger-Levrault, 12 vol.
- VERTESI, J. « Drawing As: Distinctions and Disambiguation in Digital Images of Mars. », in: *Representation in Scientific Practice revisited*, C. Coopmans, M. Lynch, J. Vertesi & S. Woolgar (Eds.), MIT Press, 2014, pp. 15-37.
- VIAL, S., (2010/2014), *Court traité du design*, Quadrige, Puf.
- WAQUET, F., BOTS, H., (1997), *La République des lettres*, Paris : Bruxelles, Belin.
- (2003), *Parler comme un livre : L'Oralité et le Savoir*, Paris, Albin Michel.
 - (2015), *L'Ordre matériel du savoir. Comment les savants travaillent, XVI-XXIe siècle*, CNRS Éditions.
- WEIGEL, S., (2008), « Les images, acteurs majeurs de la connaissance. », Trad. de D. Trierweiler, in : *Trivium. Revue franco-allemande de sciences humaines et sociales*, N° 1 (April 15, 2008). <https://trivium.revues.org/319>.
- WERNER, J.-F., « Cécile ESTIVAL, Corps, imagerie médicale et relation soignant-soigné. Étude anthropologique au centre de cancérologie », *Bulletin Amades* [En ligne], 80 | 2010, mis en ligne le 06 avril 2011, consulté le 13 mars 2015. URL : <http://amades.revues.org/1102>
- WERTHEIMER, M., (1945), *Productive thinking*, New York, Harper.
- WESEMAEL, F., DAOU, D., « Entre art et sciences : objectifs, fonctions et nature de quelques images de la Lune depuis Galilée », in : *Art et sciences. Approches sémiotiques et philosophiques des images*, Beyaert-Geslin A., Dondero, M. G. (Dir.), Coll. *Cultures Sensibles*, Presses Universitaires de Liège, 2014, pp. 139-150.
- Whitehead, A.-N. (1925/1967), *Science and the Modern World*, New York, Free Press.
- (1929/1995), *Procès et réalité. Essai de cosmologie*, Paris, Gallimard.
 - (1920/1998), *Le concept de nature*. Paris, Vrin, (Cambridge University Press.)
 - (1938/2004), *Modes de pensée*. Six conférences données au Wellesley College, Massachusetts, et deux conférences à l'Université de Chicago, Introduction de Guillaume Durand, Trad. De Henri Vaillant, Coll. *Analyse et*

- Philosophie, J. Vrin, 2004 (Titre original : Modes of Thought, Cambridge University press, 1938.)
- WILLIAMS, R., (1976/1983), *Keywords. A vocabulary of culture and society*. Revised édition, Oxford University Press, New-York.
- (1983). *Culture and society, 1780-1950*. Columbia University Press.
- WITKOWSKI, Nicolas, ed., *Dictionnaire culturel des sciences*, Paris, Editions du Regard, 2003.
- WOLTON, D. (sous la direction de), (1997), *Science et Médias*, Hermès. N°2, Paris, CNRS Éditions.
- WRIGHT, S., « The Roles of Mutation, Inbreeding, Crossbreeding and Selection in Evolution », proceedings of the Sixth Annual Congress of genetics 1, 132, pp. 356-366. Réimprimé dans Sewall Wright, *Evolution : Selected Papers*, William B. Provine (Ed.), Chicago, University of Chicago Press, 1986, pp.161-171.
- YATES, F. A, (2009), *Science et tradition hermétique*, Trad. de l'anglais par Boris Donné, Paris, Editions Allia.
- ZACCAI, E., et al. (2012). *Controverses Climatiques, Sciences et Politique*, Paris, Presses de Sciences Po.

Annexes

Annexe 1 : Illustrations de consultations d'analgésie



Figure 1. Examen physique de Niels

« Oui on est deux à parler c'est difficile hein », dit la spécialiste à Niels, allongé sur le tapis pour l'examen physique. (De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 40)



Figure 2. Examen physique d'Elisabeth

La mère, ouvrant la bouche : « voilà elle fait comme ça ». (De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 86)

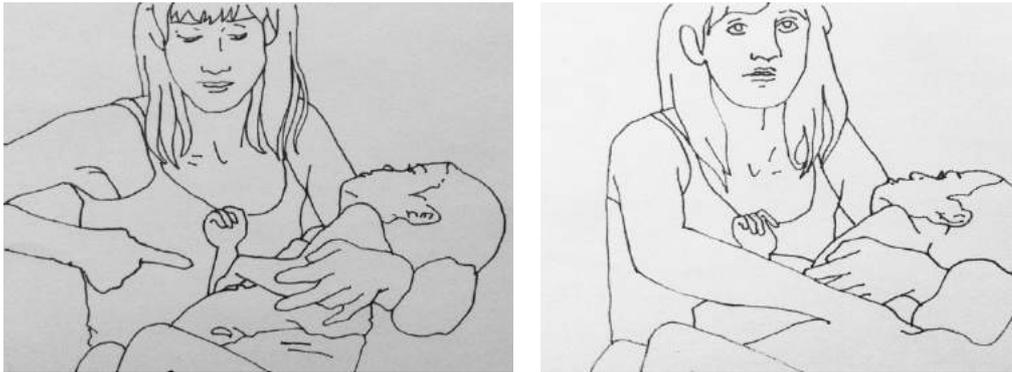


Fig. 3. Consultation d'Albert

A gauche : « Ici » : geste du doigt sur l'enfant, en faisant un mouvement de rotation au niveau de son ventre et des genoux – monstration globale, sur l'enfant de face.

A droite : « A ce niveau-là » : geste de la main sur le bas du dos de l'enfant, en le touchant – monstration plus précise, sur le dos de l'enfant.

(De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 106)



Fig.4. Consultation de Gaël

(De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 122)



Fig. 5. Examen Physique d'Albert

(De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 137)

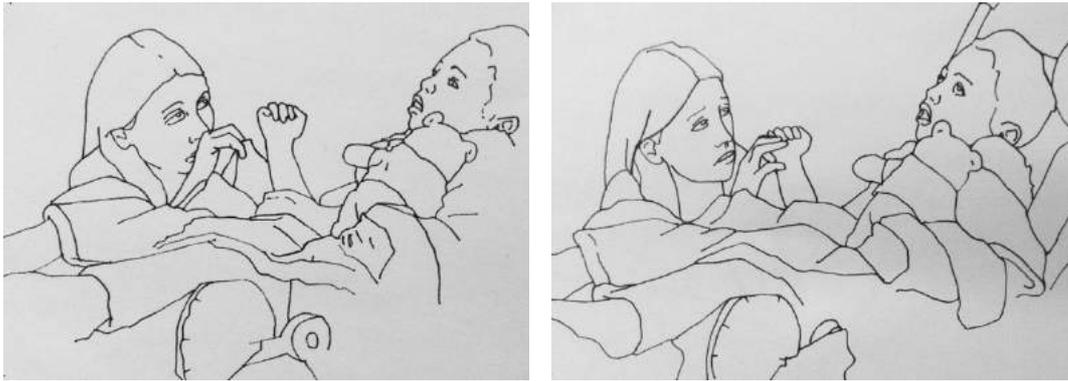


Figure 6. Consultation de Georges
 Georges fait « plafonner » ses yeux
 (De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 169)

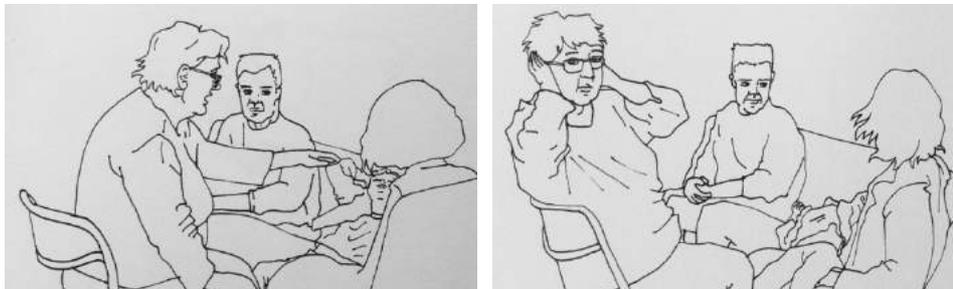


Figure 7. Examen physique de Carole
 A gauche : Sp. : « alors c'est ça cet acte-là »
 Carole met ses mains sur ses oreilles
 A droite : Sp. : « ça c'est les oreilles »
 Transposition du signe par la spécialiste
 (De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 175)



Figure 8. Examen physique de Kim
 Réaction de l'enfant à l'effleurement du thorax

(De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 190)

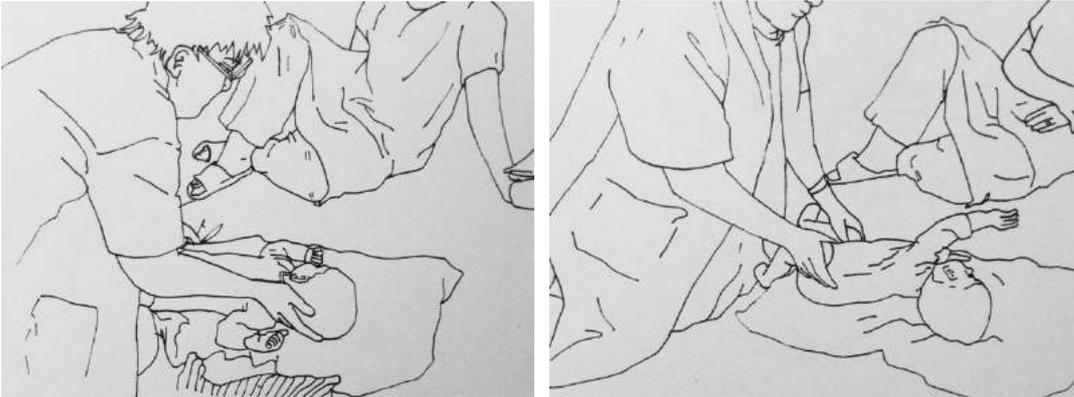


Figure 9. Premier temps de l'examen physique de Yannick

A gauche : Vérification de la possibilité d'une allodynie au niveau de la tête. L'enfant réagit à la manipulation en se cambrant et en relevant les bras (T1)

A droite : Procédure de vérification de la douleur au niveau de l'épaule gauche. L'enfant a une réaction immédiate : il cambre son dos et lève le bras (T5).

(De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 196)



Figure 10. Examen physique de Niels

En haut : Sp. : « alors regardez bien son visage pasque je suis en train de faire quelque chose là »

En bas : La spécialiste continue d'effleurer l'arrière de la tête. L'enfant ne crie plus. Il a un mouvement d'écartement de la tête et du corps, puis un gémissement. La spécialiste arrête son geste et regarde l'auxiliaire.

(De Fornel et Verdier, Op.cit, p. 203)

Annexe 2 (ci-après) :
Extraits p. 1 à 5 (sur 62)
[AIME] footnotes final du 17 février 2013

P.11	CHAP. ANCHOR(S)	NOTES (FR/EN)	NOTE (ENGLISH TRANSLATION)	AUTHORISATION (PDF)	FILE TITLE AND LOCALISATION CL & ISSUU PRO	ISSUU EMBED LINK
15	16 intro	<p>Mais, quand il doit faire appel à la confiance, la situation d'interlocution est toute différente : il faut partager le souci pour une institution fragile et délicate, encombrée d'éléments territoriaux, matériels et moraux – les bobes du patrie, le jugement par les pairs, les contraintes de la médiatisation, les couilles dans des rapports de mille pages, les contrats de recherche, les bogues d'ordinateurs, et ainsi de suite.</p> <p>La meilleure source pour comprendre l'appareil institutionnel nécessaire aux développements d'abord de la météorologie, puis de la climatologie est (Swarth, 2010 #130). Sur ce qui est devenu une grande querelle politique et scientifique, on pourra se référer à (Hume, 2009 #137). En français, on pourra lire une série de contribution récente dans (Zaccai, 2012 #144). La controverse sur l'origine anthropique du climat a engendré une littérature polémique immense. Chose intéressante, elle a obligé les spécialistes à préciser la notion de « controverse artificiellement entretenue ». Une bonne présentation se trouve dans (Orneskes, 2012 #139). Le cas le plus fouillé de controverse artificiellement entretenue est celui des études sur les dangers de la cigarette (Proctor, 2012 #140).</p>	<p>(Edwards, 2010 #136). (Hume, 2009 #137). (Zaccai, 2012 #144). (No English Translation) (Orneskes, 2012 #139). (Proctor, 2012 #140).</p>			
17	17 intro	<p>Et de se draper dans les plis de l'affaire Galilée : a-t-il pas triomphé seul contre l'institution, contre l'Église, contre la religion, contre la bureaucratie savante de l'époque ? Et cet pourquoi nous nous sommes toujours débattus – moi et mes collègues historiens ou sociologues des sciences – de la lueur de certains chercheurs contre ce qu'ils appellent le « matérialisme » de nos encadres, alors que nous ne cherchions qu'à préparer les savants à une défense entre rivaux de l'objectivité à laquelle nous tenions exactement autant qu'eux – mais d'une autre façon.</p>	<p>(Orneskes, 2012 #139). (Proctor, 2012 #140).</p>			
18	18 intro	<p>On pourrait définir la parenthèse moderniste allant du 17ème à la fin du 20ème en disant que l'on a cru pouvoir sortir la Science de la question de la confiance et de l'institution : il avait l'un côté les certitudes qui reposent sur la confiance dans des institutions, par exemple, le droit, par exemple la religion, par exemple la politique et de l'autre, des certitudes qui ne tenaient pas leur source de l'accroche à aucune institution et pour lesquelles la notion de confiance n'était pas nécessaire : à la fin de la parenthèse se marque par le retour de ces deux questions : c'est en ce sens que la question de la dispute sur le crime est si récurrente car elle révèle, par son ampleur et son intensité, l'impossibilité de se reposer, pour la croire, sur les seuls secours de l'épistémologie. Voir sur cette question (Labour, 2012 #145).</p>	<p>(Stengers, 2010 #153). (Labour, 2012 #145).</p>		LATOUR	<p>(P-100) : <div>object style="width:420px;height:297px;">param name="movie" value="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR/?param name="allowfullscreen" value="true">param name="menu" value="false">param name="wmode" value="transparent">embed src="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR?type=application%2Fshockwave-flash%2Fapplication%2Fxml" menu="false" wmode="transparent" style="width:420px;height:297px;" flashvars="modern&embed&embedBackground%2F2300000&embedBackground%2F232222&amp;documentId=12028083712;fileId%2F6844391747a71d3b173e"/>object</div>style="width:420px;align:left;">ca href="http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_2012_que_la_bat" target="_blank">Open publication -> href="http://issuu.com/target" _blank">publishing -> href="http://issuu.com/search?q=145" target="_blank">More 145</div></div> http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_2012_que_la_bat.pdf</p>
19	19 intro	<p>C'est qu'il semble Heidegger, en effet, entre un appel à la Certitude et un appel à la Confiance, qui engageant, nous allons nous en approcher, des philosophiques, non, des métaphysiques, non, des ontologies, tout à fait différentes.</p>		LATOUR	LATOUR_2012_Que la bataille se livre au moins à armes égales (P-160).pdf	<p>(59) : <div>object style="width:420px;height:297px;">param name="movie" value="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR/?param name="allowfullscreen" value="true">param name="menu" value="false">param name="wmode" value="transparent">embed src="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR?type=application%2Fshockwave-flash%2Fapplication%2Fxml" menu="false" wmode="transparent" style="width:420px;height:297px;" flashvars="modern&embed&embedBackground%2F2300000&embedBackground%2F232222&amp;documentId=12028083214;ce304124544481819191732ca14d7"/>object</div>style="width:420px;align:left;">ca href="http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_1995_moderniste" target="_blank">Open publication -> href="http://issuu.com/target" _blank">publishing -> href="http://issuu.com/search?q=149" target="_blank">More 149</div></div> http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_1995_moderniste.pdf</p>
20	20 intro	<p>Entre moderniser ou écologiser, il faut choisir. J'en donne à l'époque de nombreux exemples, en parlant de la multiplication des « hybrides » de science et de société.</p>	<p>(Labour, 1993 #147). (Labour, 1993 #124).</p>	LATOUR	LATOUR_1995_Moderniser ou écologiser (59).pdf LATOUR_1998_To modernize or ecologize (73).pdf	<p>(73) : <div>object style="width:420px;height:297px;">param name="movie" value="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR/?param name="allowfullscreen" value="true">param name="menu" value="false">param name="wmode" value="transparent">embed src="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR?type=application%2Fshockwave-flash%2Fapplication%2Fxml" menu="false" wmode="transparent" style="width:420px;height:297px;" flashvars="modern&embed&embedBackground%2F2300000&embedBackground%2F232222&amp;documentId=12028085217;ea99541346ae0813a3ce0d3a7e4"/>object</div>style="width:420px;align:left;">ca href="http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_1998_to_modern" target="_blank">Open publication -> href="http://issuu.com/target" _blank">publishing -> href="http://issuu.com/search?q=149" target="_blank">More 149</div></div> http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_1998_to_moderniste.pdf</p>
21	21 intro	<p>Dans son livre (Morton, 2007 #148) nous donne une très intéressante échelle : il affirme que notre civilisation brûme à environ 13 trawatts alors que le feu éternel venu du centre de la terre brûme à environ 40 trawatts en sorte que nous développons une énergie comparable à celle de la technique des plaques! Ce qui n'est rien comparé aux 170.000 trawatts reçus du soleil par la terre mais ce qui est déjà gigantesque comparé à la production primaire de la biosphère (130 TW), "à si é plane? Is it nature? No, it's Superman". Nous sommes devenus Superman sans nous rendre compte du changement d'échelle dans la cabine téléphonique. Ce sont les affaires, les enjeux, les matières de concern qui rendent la distinction impossible car, bien sûr, les complexes, les mélanges, les caractères des politiques et des scientifiques, au sens des professions correspondant à ces termes, restent distinctes. Il en est du monde commun comme d'une maison que différents corps de métier seraient à construire : pas plus qu'il y a une maison des maçons et une autre des électriciens, il n'y a un domaine des choses scientifiques et un autre des choses politiques. Sur tous ces points, voir (Labour, 1999 #106).</p>	<p>(Morton, 2007 #148). (Labour, 2004 #929).</p>	LATOUR	LATOUR_1995_Moderniser ou écologiser (59).pdf LATOUR_1998_To modernize or ecologize (73).pdf	<p>(81) : <div>object style="width:420px;height:297px;">param name="movie" value="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR/?param name="allowfullscreen" value="true">param name="menu" value="false">param name="wmode" value="transparent">embed src="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR?type=application%2Fshockwave-flash%2Fapplication%2Fxml" menu="false" wmode="transparent" style="width:420px;height:297px;" flashvars="modern&embed&embedBackground%2F2300000&embedBackground%2F232222&amp;documentId=12028085220;420399026049d81a1be953e3a7b7"/>object</div>style="width:420px;align:left;">ca href="http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_2002_guerre_des" target="_blank">Open publication -> href="http://issuu.com/target" _blank">publishing -> href="http://issuu.com/search?q=150" target="_blank">More 150</div></div> http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_2002_guerre_des.pdf</p>
22	22 intro	<p>Si s'agit vraiment d'une guerre, qu'on la déclare et surtout qu'on définit ses buts pour qu'on sache enfin comment la terminer.</p>	<p>(Labour, 2002 #160).</p>	LATOUR	LATOUR_2002_Quatre des mondes - offre de paix (81).pdf LATOUR_2002_War of the Worlds What about Peace (86).pdf	<p>(86) : <div>object style="width:420px;height:297px;">param name="movie" value="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR/?param name="allowfullscreen" value="true">param name="menu" value="false">param name="wmode" value="transparent">embed src="http://issuu.com/wembed/viewerstyle/v1/2/issuuR?type=application%2Fshockwave-flash%2Fapplication%2Fxml" menu="false" wmode="transparent" style="width:420px;height:297px;" flashvars="modern&embed&embedBackground%2F2300000&embedBackground%2F232222&amp;documentId=12028085222;78e6f2070148118a211986534a2"/>object</div>style="width:420px;align:left;">ca href="http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_2002_war_of_the" target="_blank">Open publication -> href="http://issuu.com/target" _blank">publishing -> href="http://issuu.com/search?q=150" target="_blank">More 150</div></div> http://issuu.com/medialab/sciencepopoclatour_2002_war_of_the.pdf</p>

F.HT	CHAP	ANCHOR(S)	NOTES (FR)	NOTE (ENGLISH TRANSLATION)	AUTHORISATION (PDF)	FILE TITLE AND LOCALISATION CL & ISSU PRO	ISSU EMBED LINK
76	2		Machine de guerre contre la distinction entre force et raison, elle requiert de succomber à son tour à l'unification de toutes les associations sous le seul régime du nombre de liens établis par ceux qui ont, comme en dit, « rêvé ».				
76	2		Dans cette nouvelle enquête, le principe de libre association n'offre plus le même mélangeage à toutes les situations, mais doit devenir l'unique seullement des notions par lesquelles on peut saisir un cours d'action scientifique.				
80	3		l'énigme qui leur a posée l'impulsion des sciences à partir du xviii siècle jusqu'à aujourd'hui.				
81	3		Pour ne pas égarer le lecteur, il faudrait résumer tous les travaux qui portent sur l'introduction scientifique et suivre les réseaux qui permettent d'en dessiner les étonnantes probabilités.				
81	3		Ce n'est pourtant pas sur cette anthropologie des relations scientifiques que nous avons choisi de faire porter l'accent, mais sur l'un de ses aspects essentiels : nous a passé crucial de faire ressortir la tonalité propre à l'assurance que les résultats savants ne dépendent pas des humains qui pourtant les produisent à grands frais.				
83	3		Le lecteur admettra sans peine que les "science studies" sont assez riches en passions de ce type...				
86	3		C'est la toute la bizarrerie de cette affaire de connaissance, et il est raisonnable que James, avec son humour habituel, avait introduit sa « théorie d'émulation » de la vérité.				
88	3		Si l'on ne sait pas de près comment les documents s'alignent les uns derrière les autres dans les « deux sens », on a l'impression que ces modèles immuables sont profondément rationnels.				
89	3		Même s'il n'y a à aucun miracle, il convient pourtant d'analyser une collection qui résume, rassemble, déboute et compense des centaines de formes simples, et certaines des entreprises humaines les plus innovatrices, autodidaxes, dévoties, coûteuses aussi.				
90	3		Les historiens des sciences ont passé beaucoup de temps à suivre l'invention, la pose, l'entretien, l'entretien, la désamortisation de ces sortes d'« mégaphones » permettant d'aller et le retour, le report et le travail de la vérité.				
92	3		Quais aux limites de l'esprit, on ne les trouve jamais, parfois, si nous employons le langage dans un point de vue limité, dans un "second point". Il nous trouvera assurés pour être capables de "déplacer" ce point de vue par l'invention d'un instrument, d'une mission, d'un projet de recherche, d'une collection, d'une preuve expérimentale bien menée.				
94	3		On permet volontiers de changer le point de vue. L'objet n'est pas du tout la même chose que d'oublier le mouvement de traduction et d'instrumentation à l'échelle du terme scientifique et de la raison du caractère insoufflé de la position faite aux « choses en soi » vient de ce qu'il s'agit d'un hybridé : c'est le fait que la connaissance mais qui serait idéalement fait « en connaissance ». On l'impression de manque par cet espace tentant qu'on devrait pouvoir atteindre, puis on est confronté avec la connaissance, et qui est pourtant inatteignable. Usages de l'antenne et de toutes pièces par l'apostrophe. Toute opération à l'origine de l'enquête revient à laisser les choses en soi, sans pour autant que « à laisser » signifie un travail relationnel (sens usuel) par lequel on abandonnerait le projet de connaissance (du style « abandonner l'idée de connaître, puisque les choses nous échappent toujours »), mais ne nous échappent pas, au contraire, les choses on les laisse aller dans leur mode, invariablement.				
95	3		L'ethnologue trouve presque comique cette plante continuée inventée par la "tribologie".				
96	3		Il est plus fâcheux d'abandonner tout à fait les deux notions de « fluide » et de « chose », et de ne plus parler que de modes d'existence, tous réels et tous capables de tenir ou de résister... mais chacun selon un type différent de vibration.				
98	3		nous avions choisi, comme c'est habituelle en histoire des sciences, une découverte "en train de se faire".				
99	3		Les levures de bière n'étaient auparavant préparées à devenir le matériel adéquat pour lequel les « levures » de Bordeaux les ont rendues capables de se faire connaître par eux. Il faudrait avancer l'argument suivant avec plus de diplomatie que nous n'en sommes capables, mais l'erreur de catégorie serait de croire que le monde "d'avant" l'invention de la connaissance était "dés" « fait » en « connaissance objective ».				
100	3		nous avions choisi, comme c'est habituelle en histoire des sciences, une découverte "en train de se faire".				
100	3		Les levures de bière n'étaient auparavant préparées à devenir le matériel adéquat pour lequel les « levures » de Bordeaux les ont rendues capables de se faire connaître par eux. Il faudrait avancer l'argument suivant avec plus de diplomatie que nous n'en sommes capables, mais l'erreur de catégorie serait de croire que le monde "d'avant" l'invention de la connaissance était "dés" « fait » en « connaissance objective ».				
100	3		nous avions choisi, comme c'est habituelle en histoire des sciences, une découverte "en train de se faire".				
100	3		Les levures de bière n'étaient auparavant préparées à devenir le matériel adéquat pour lequel les « levures » de Bordeaux les ont rendues capables de se faire connaître par eux. Il faudrait avancer l'argument suivant avec plus de diplomatie que nous n'en sommes capables, mais l'erreur de catégorie serait de croire que le monde "d'avant" l'invention de la connaissance était "dés" « fait » en « connaissance objective ».				

P.#	CHAP. ANCHOR(S)	NOTES (FR)	NOTE (ENGLISH TRANSLATION)	AUTHORISATION (PDF)	FILE TITLE AND LOCALISATION CL & ISSU PRO	ISSUE EMBED LINK
103	<p>CE stable, nous allons taper par allusion au jeu de mots "double clic" et le mot "double".</p> <p>Pour bien comprendre ce qui suit, il faut que le lecteur se prépare à ne pas considérer cette « réalité » comme un canton de la réalité.</p>	<p>NOTES (FR)</p> <p>Le fait est évidemment étrange en ce sens que Double Clic ne se comprend pas lui-même puisque, pour obtenir la facilité d'un clic qui donne accès au monde enrichi de l'information immédiate et gratuite, il faut des codes et des lignes, de codes, d'adresses réseaux socio-techniques, et bien sûr, investit des sommes vertigineuses dans le raccordement des réseaux. Pour donner une idée de la complexité des étapes nécessaires à la production d'un clic, voir la première démonstration de la source dans l'édition de fin du 9 décembre 1989 par Douglas C. Engelbart disponible sur http://silicon.startford.edu/ouso/1989/0820.html et les travaux qui montrent la complexité réelle des codes nécessaires pour obtenir un clic simple ou double.</p>	<p>NOTE (ENGLISH TRANSLATION)</p>	<p>AUTHORISATION (PDF)</p>	<p>FILE TITLE AND LOCALISATION CL & ISSU PRO</p> <p>HEKO http://isabelt.ripco.com/iam.htm Sélectionner le code en question</p>	<p>ISSUE EMBED LINK</p> <p>(p-126)</p> <pre><div>object style="width:420px;height:272px">param name="movie" value="http://isabelt.ripco.com/iam.htm/ripco.swf?param=1"param name="allowfullscreen" value="true">param name="flashvars" value="base?=>param name="wmode" value="transparent">embed src="http://isabelt.ripco.com/iam.htm/ripco.swf?param=1" type="application/x-shockwave-flash" width="420px" height="272px" wmode="transparent" style="width:420px; height:272px; mode:mini&amp;embedBackground%20=232222&amp;embedColor%20=232222&amp;embedQuality%20=high" data-bbox="771 80 946 210"/></pre> <p>http://isabelt.ripco.com/iam.htm http://isabelt.ripco.com/iam.htm Sélectionner le code en question</p>
106	<p>106 4</p>	<p>(Laturou, 2007 #200) (No English Translation)</p>	<p>(Laturou, 2007 #200) (No English Translation)</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #200) (No English Translation)</p>
107	<p>107 4</p>	<p>Ref and citation: Whitehead, Alfred North (1920). Concept of Nature (Cambridge: Cambridge University Press). "Why should we perceive secondary qualities? It seems an extremely unfortunate arrangement that we should perceive a set of things that are not there. We like to see what the theory of secondary qualities in fact comes to. There is now reigning in philosophy and in science an apathetic acquiescence in the conclusion that no coherent account can be given of nature as it is disclosed to us in sense-awareness, without dragging in the relations to mind. The modern account of nature as not, as it should be, merely an account of what the mind knows of nature, but it is also conflated with an account of what nature does to the mind. This must have been disastrous both to science and to philosophy. It has transformed the grand question of the relations between nature and mind into the petty form of the interaction between..." (Whitehead, 1920 #209) [20]</p> <p>Rapports de quelles questions principales se compose ce questionnaire pour la détection des modes : a) TRAJECTOIRE et MATIÈRE: Quel est le motif apparent à ce mode? Par quelle discontinuité est obtenue la continuité apparente, la trajectoire, du cours d'action ? b) FELICITÉ: Quelles sont les conditions de félicité et d'échec de ce mode qui permettent de l'intégrer dans la trajectoire et de la suivre selon son raison propre ? c) CARIER DES CHANGÉS: Quel est le cahier des charges qui permet de définir le type d'être proposé par ce mode et qui permet de les conforter avec aucun des autres types d'être ? d) ALTERNATION: Quelle est l'alternation particulière que ce mode fait subir à l'être-en-tant-qu'autre et qui enlève son originalité ontologique ?</p> <p>Questions auxquelles il est utile d'ajouter deux autres : e) ELABORATION: Comment ce mode a-t-il été élaboré par la pensée européenne et comment a-t-il été institué par eux et les autres modes sur lui ? f) INCOMPRÉHENSION: Comment le mode appréhende-t-il tous les autres et se méprend nécessairement sur eux et les autres modes sur lui ?</p> <p>Si l'on dégage l'émotionnalité de la seule théorie du langage pour revenir à son étymologie – ou qui se lance en avant, ce qui existe, ce qui s'exprime – on voit que la robot est parfaitement adaptée aux êtres de REF dès qu'on cesse de les considérer comme des choses « à propos desquelles » s'exercerait ensuite le jugement logique ou logique. (Laturou, 1998 #210)</p>	<p>Whitehead, Alfred North (1920). Concept of Nature (Cambridge: Cambridge University Press). "Why should we perceive secondary qualities? It seems an extremely unfortunate arrangement that we should perceive a set of things that are not there. We like to see what the theory of secondary qualities in fact comes to. There is now reigning in philosophy and in science an apathetic acquiescence in the conclusion that no coherent account can be given of nature as it is disclosed to us in sense-awareness, without dragging in the relations to mind. The modern account of nature as not, as it should be, merely an account of what the mind knows of nature, but it is also conflated with an account of what nature does to the mind. This must have been disastrous both to science and to philosophy. It has transformed the grand question of the relations between nature and mind into the petty form of the interaction between..." (Whitehead, 1920 #209) [20]</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 1998 #210) (No English Translation)</p>
108	<p>108 4</p>	<p>Au contraire, il s'exprime, il se précipite, il se précipite, il s'articule admirablement.</p>	<p>(Laturou, 1998 #210) (No English Translation)</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 1998 #210) (No English Translation)</p>
109	<p>109 4</p>	<p>Etienne Souriau s'y est essayé, lui aussi par la négative, quand il définit le phénomène pour lui-même et non pas en fonction d'une conscience. « Pour saisir l'existence phénoménale, il faut éviter avant tout, redisons-le, de concevoir le phénomène comme phénomène de quelque chose ou pour quelque chose. Cela, c'est l'aspect que prend le phénomène, lorsqu'il y a une conscience, lorsqu'il y a un observateur, ou en le rencontre après coup, et par exemple dans son rôle de manifestation. (...) On ne le conçoit bien dans sa nature proprement existentielle, que lorsqu'on le sent comme existant et posant à son seul et à son seul, et en consistant en lui, avec lui et par lui. Et c'est à ce titre qu'il apparaît comme un mode et un élan d'existence'» (Souriau, 2009 #143)</p> <p>Un exemple comparatif entre mille prouve à quel point il est difficile de s'extraire de cette opération de division la seule dans un contexte. C'est ce que Damasio (1999) June 9) "How does the brain produce qualitative subjectivity? How does it get over the hump from the objective third-person character of neuron firings to the subjective first-person feeling we have when we are conscious?" p. 50. Difficile en effet de comprendre ce seul en supposant d'avance que le neurone existe "à la troisième personne", la bifurcation crée la solution de la conscience qui n'est ni le point d'origine, ni l'argument est d'autant plus étonnant que Souriau se lance dans une grande clarification pour distinguer le lien subjectif objectif en épistémologie et en ontologie, pas une seconde l'ne départ qui la définit "ontologique" d'un neurone "à la troisième personne" ne peut être qu'une définition épistémologique... c'est ce genre de position du problème qui crée le "Mind/body problem" et transforme le fait de profiter aux autres choses.</p>	<p>Damasio (1999) June 9) "How does the brain produce qualitative subjectivity? How does it get over the hump from the objective third-person character of neuron firings to the subjective first-person feeling we have when we are conscious?" p. 50.</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Souriau, 2009 #143) (No English Translation)</p>
125	<p>125 4</p>	<p>En déduisant le mot Agaille en qualité (primaires et secondes, en la faisant bifurquer en deux modalités inconciliables, ce qui est un quel que soit pas seulement la subjectivité, le vécu, l' « human », c'est surtout le "mont Agaille lui-même".</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>
128	<p>128 4</p>	<p>« human », c'est surtout le "mont Agaille lui-même".</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>
129	<p>129 4</p>	<p>« human », c'est surtout le "mont Agaille lui-même".</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>
133	<p>133 5</p>	<p>« human », c'est surtout le "mont Agaille lui-même".</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>
134	<p>134 5</p>	<p>« human », c'est surtout le "mont Agaille lui-même".</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>
135	<p>135 5</p>	<p>« human », c'est surtout le "mont Agaille lui-même".</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>
136	<p>136 5</p>	<p>« human », c'est surtout le "mont Agaille lui-même".</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>
137	<p>137 5</p>	<p>« human », c'est surtout le "mont Agaille lui-même".</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>
138	<p>138 5</p>	<p>« human », c'est surtout le "mont Agaille lui-même".</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>	<p>LATOUROU</p>	<p>LATOUROU, 2007. Can We Get Out Materialism, Please (p.126)</p>	<p>(Laturou, 2007 #201) (English Quotes) to find?</p>

Annexe 3 (ci-après) :
Extraits p. 1 à 6 (sur 176)
[AIME] Sidenotes photos du 18 Novembre 2012

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>	<p>7. 100</p>	<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>	<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>	<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>	<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>	<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>	<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>	<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>	<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>	<p>Titin au Congo (Micho) (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)</p>

Dans Titin au Congo (Micho) est le héros principal. C'est le héros, dont Titin va révéler la trahison par un acte de dévouement comme enseigner les "sauvages" trop naïfs, qui à la fin, s'identifieront à "sauvages" sans énoncé plus supportable par le film qui va se dérouler manipulation de leur naïveté.

Il se expose les dangers de la maladie, quand il se conquiert le monde, on lui a dit que Titin au Congo, pour briser les chaînes, devenant les peuples de leur pays, on leur a dit que Titin au Congo.

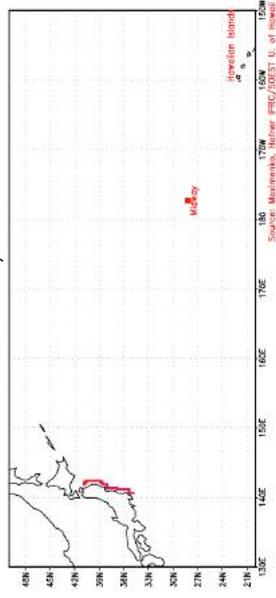
Titin au Congo (Micho)
 (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)

Titin au Congo (Micho)
 (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)

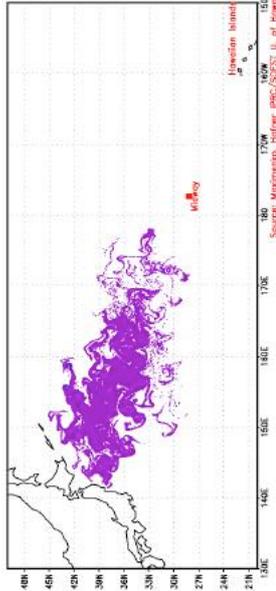
Titin au Congo (Micho)
 (1962) - 1962 - Titin au Congo (Micho)

Annexe 4 (ci-après):
SCUD tracks the Tsunami Debris Field.
Nikolai Maximenko et Jan Hafner
©IPRC/NASA

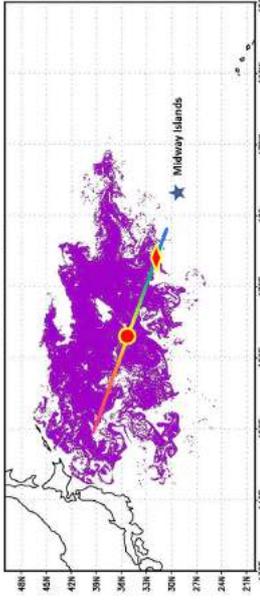
March 11, 2011



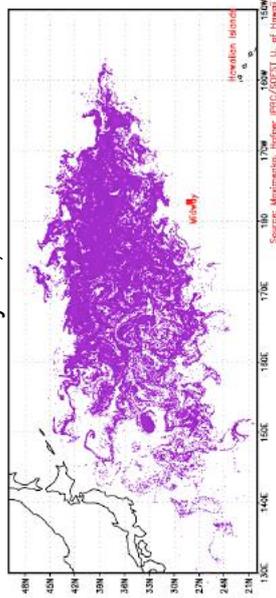
June 25, 2011



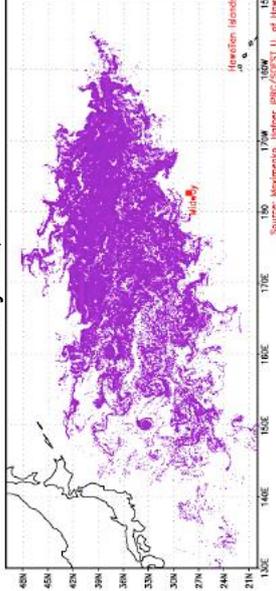
September 25, 2011



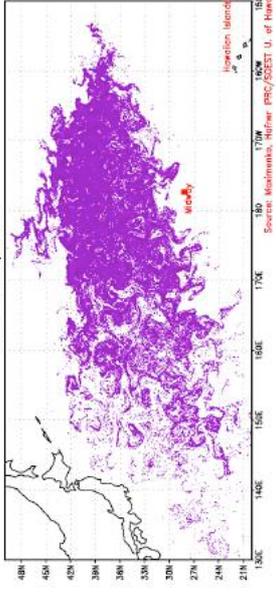
January 25, 2012



February 14, 2012



March 11, 2012



To help with the tsunami-debris search after the Great Tohoku Earthquake, Nikolai Maximenko and Jan Hafner used their Surface Current Diagnostic (SCUD) Model, releasing in the model 678,305 particles along the NE coast of Japan, weighted by population density along the coast. SCUD produces high-resolution analyses of near-surface currents based on satellite data of ocean topography and surface winds. SCUD currents estimate the motions of floating objects having sufficient density to be little directly affected by surface winds. Shown is a selection of the debris-cloud maps over the first year.

By June 25, the debris had moved toward Midway and the Papahānaumokuākea Marine National Monument. Then currents developed keeping the debris from Midway, as confirmed by an expedition in late November and December. The debris cloud approached Midway in February, but backed off a bit in March. Among significant confirmations was the *STS Pallada* report of finding a vessel verified as lost during the tsunami (red line in Sept. 25 plot shows stretch where debris was sighted, rhombus where boat was found, red circle denotes maximum debris density). Consistent with the model, no tsunami debris has been confirmed at Midway as of mid-March 2012.

Annexe 5 : Echanges avec PODAAC/JPL/IPRC

12 novembre 2012 10 :50

INQUIRY:
Article

Hello,

My name is Anne-Lyse Renon, I am Graphic Designer and PhD candidate in Anthropology in the Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS-CNRS), in Paris, France. My thesis subject is about graphic design and aesthetics in scientific practices.

Currently working on a paper for a french journal untitled 'Back cover', specialized on graphic design theory, I'm interested in the cartographic images and computer-assisted visualizations of the Fukushima Daiichi nuclear accident.

Your work on the visualization of dynamic topography appeared in my researches as fundamental in these topics and I wanted to know if it could be possible to ask you some questions for my article. For example, how do you choose the graphic elements for the models you develop.

Best regards,

Anne-Lyse Renon

19 Novembre 2012 19:37

from : podaac@podaac.jpl.nasa.gov
to : annelyse.renon@ehess.fr

Inquiry : [(169088)], (Case Updated), Article

Hello Anne-Lyse,

Hopefully I can answer all your questions. It might be easier to start from a larger picture. Typically animations are used to help tell stories, they are not used for research. Animations will be used to help convey the discoveries to an audience. There are a few cases when a scientist was looking at an animation or using a visualization tool and they observe a feature of interest, record the time and location of the event, then research it. But the research process will not include that original animation, they

will go straight to the data or model output. There are exceptions with certain visualization tools that subset the data as well. LAS is a visualizer and data subsetter that uses FERRET. POET uses IDL to visualize and subset the data. So scientists will use these tools and others to collect the data and analyze it. Typically scientists use scientific/mathematical software to analyze data. Matlab and IDL are the most popular. R and GMT are also used.

The Tsunami debris animation was rendered at JPL, but the frames were generated by Jan Hafner and Nikolai Maximenko at IPRC at University of Hawaii. They have developed a model called SCUD and the images are output from that model. The model has predicted where the debris field should be and they have had some confirmation by observations (http://www.soest.hawaii.edu/iprc/research/2012_slides/12_spring_NA_SA.ppt). Typically the animations are a collaboration between scientists and graphics or someone familiar with visualization. The graphics person knows how to make the animations, but does not understand the data. The scientists understand the data but usually does not have time and/or resources to make nice HD animations so the two collaborate. Usually the animations are requested, in this case the Tsunami animation was a request to show at a science team meeting. There are some graphics people at JPL and there is a NASA group, SVS (<http://svs.gsfc.nasa.gov/>) that develop a lot of science animations. There is no standard way to produce animations.

SOTO does not make animations, it is a Google Earth interface to some of our data holdings. It only displays data. If you want to subset or look at a longer time series of data it would be better to look at LAS (<http://thredds.jpl.nasa.gov/las/getUI.do>) or HITIDE (<http://podaac-tools.jpl.nasa.gov/hitide/>) at PO.DAAC. HITIDE and POET are PO.DAAC specific tools. LAS was developed by NOAA and can be found at multiple data centers.

Sincerely,
Jessica Hausman
PO.DAAC Science Data Engineer

28 Novembre 2012 20:20

from : annelyse.renon@ehess.fr
to : Horace.Mitchell@nasa.gov, alex.kekesi@nasa.gov

Inquiry : article

Dear Professor **Mitchell**, Dear Mr. Kekesi,

My name is Anne-Lyse Renon, I am Graphic Designer and PhD candidate in Anthropology in the Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS-CNRS), in Paris, France. My thesis subject is about graphic design and aesthetics in scientific practices.

Currently working on a paper for a french journal untitled 'Back cover', specialized on graphic design theory, I'm interested in the cartographic images and computer-assisted visualizations of the Fukushima Daiichi nuclear accident and the graphic tools developed

for it.

Your work on animated visualizations appeared in my researches as fundamental in these topics and I wanted to know if it could be possible to ask you some questions for my article. For example, how do you choose the graphic elements for the models you develop.

Best regards,

Anne-Lyse Renon

28 Novembre 2012 20 :31

From : Horace G. Mitchell (GSFC-6064) <horace.g.mitchell@nasa.gov>
Cc : Alex Kekesi (GSFC-606.4) [GLOBAL SCIENCE & TECHNOLOGY INC.] <alex.kekesi@nasa.gov>
To : annelyse.renon@ehess.fr

Anne-Lyse,

I would be glad to answer any questions you might have about our work.

Horace

Dr. Horace Mitchell
Scientific Visualization Studio, Code
606.4
NASA/Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771
voice: (301) 286-4030, fax: (301) 286-1634
Horace.Mitchell@nasa.gov

2 décembre 2012 9 :03

from : annelyse.renon@ehess.fr
to : horace.g.mitchell@nasa.gov

Dear Professor Mitchell,

Thank you very much for your answer.

Actually I will begin with some "general" questions in this first email, and then I will precise them, depending on the different tools and datasets you may mention.
I was very interested in the "textures" and rendering of the animations.

1/ The SVS animators work very closely to scientists, but how the models are determined and then how the animations are done from it? how the graphic renderings are determined? Do the models execute everything from the images to the animation?
Do the researchers choose some parameters for the graphic rendering? How these choices are done?

2/ In both cases, how the graphic rendering of the models are chosen? I guess the tools are determined by the data, but do the data characterized some patterns that can be retranscribed graphically? how?

3/ I guess the graphic rendering depend of the data you want to study. Are the images and animations important for the analysis of the phenomenon? Does it help your researches? why?
Is the graphic rendering makes an influence in the analysis?

4/ I saw in the SVS website that you were working with a research artist. Is this collaboration permanent?
What is the role of an artist in your laboratory, are there specific projects that need an "artistic" "way of thinking"?

I hope my questions are clear enough. I imagine you are very busy, but if you agree I may send you more detailed questions after your answer.

Thank you very much.

Have a good day

All the best,

Anne-Lyse

13 décembre 03 :38

from : horace.g.mitchell@nasa.gov
to : annelyse.renon@ehess.fr

Dear Anne-lyse,

I will try to answer your questions.

1/ The SVS animators work very closely to scientists, but how the models are determined and then how the animations are done from it?

The scientists develop their models based on their research without regard to visualization. We take the data results from their models and make animations from that data. In other cases, the data comes from instruments, such as those on spacecraft.

how the graphic renderings are determined? Do the models execute everything from the images to the animation?

We design the renderings to look like the thing is model is about. If the data is about the ocean, we put the data on the ocean. If the data is about wind, we make it look like moving wind, with arrows and streamlines. The models do not execute the images and animations.

Do the researchers choose some parameters for the graphic rendering? How these choices are done?

The researchers often indicate which data contains the result we want to visualize, but the parameters are chosen based on the story

we are trying to tell. If the story is "The ocean is getting warmer", then the obvious parameter to show is temperature. The first question is always "What is the story?" or "What are you trying to explain?" Everything else comes from that beginning.

2/ In both cases, how the graphic rendering of the models are chosen? I guess the tools are determined by the data, but do the data characterized some patterns that can be retranscribed graphically? how?

Again, the rendering is chosen to look like what the model is about. We use the software from the film animation and special effects industry, particularly Maya and RenderMan. We use various analytical software tools to isolate the patterns in the data so we can then understand how to use the animation tools to get the effects we want. I don't think I really understand your second question.

3/ I guess the graphic rendering depend of the data you want to study. Are the images and animations important for the analysis of the phenomenon? Does it help your researches? why?

Scientists do use visualizations to help understand their data. Our work, though, is almost completely involved in helping the scientists explain their data to the public.

Is the graphic rendering makes an influence in the analysis?

No, because we are not rendering for analytical purposes.

4/ I saw in the SVS website that you were working with a research artist. Is this collaboration permanent?
What is the role of an artist in your laboratory, are there specific projects that need an "artistic" "way of thinking"?

My group does not do research. We have had graphic artists help us in our work. Almost everyone in our group has some level of "artistic" or "aesthetic" ability. Our work has to have a visual impact above and beyond the simple conveying of information. We try to both inform and inspire

I hope my questions are clear enough. I imagine you are very busy, but if you agree I may send you more detailed questions after your answer.

Thank you very much.

I hope my answers have helped.

Horace Mitchell

6 septembre 2013 2 :31

On Fri, Sep 6, 2013 at 2:31 AM, Renon Anne-Lise
<annelyse.renon@ehess.fr>

wrote:

Hello,

My name is Anne-lyse Renon, I am PhD candidate in Anthropology in

the
Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS-CNRS), in
Paris, France.
Currently writing an article for a french journal untitled 'Back
cover',
specialized on graphic design theory, I am very interested in the
cartographic images and computer-assisted visualizations of the
Fukushima
Daiichi nuclear accident.
I took as an example of scientific research using visualisation to
understand this event your animation showing the Tsunami debris
animation,
rendered at the JPL.
Would you give me your agreement to reproduce on paper 4
screenshots of
the animation for my article? with all the regular attributions and
copyright for sure.
Do I have to ask any image use policy service?

Thank you very much for your answer,
Sincerely,
Anne-Lyse Renon

12 septembre 2013 03 :26

De: "Nikolai Maximenko" <maximenk@hawaii.edu>
À: "Renon Anne-Lise" <annelyse.renon@ehess.fr>
Cc: "Jan Hafner" <jhafner@hawaii.edu>
Envoyé: Jeudi 12 Septembre 2013 03:26:52
Objet: Re: Article

Dear Ann-Lise

I apologize for slow response. Sure, you are welcome to use our
images. To ensure that our results are represented in a right
context,
please send us your draft before publishing it. (Sorry but we did
have
bad experience in the past when our model was misinterpreted.)

I am not sure which of our images you are talking about but you can
check more on our public webpage

http://iprc.soest.hawaii.edu/news/marine_and_tsunami_debris/IPRC_tsunami_debris_models.php

Best regards, Nikolai

15 Sept 2013 20 :39
from :annelyse.renon@ehess.fr
to : maximenk@hawaii.edu
cc : jhafner@hawaii.edu

Dear Nikolai and Jan,

Thank you very much for you answer, and of course I'd like to have
your

opinion on my article, particularly on the extract concerning your work.

Can you read French? If not, the article is being translated these days, so as soon as I receive the english version I'll send it to you!

And all your suggestions or corrections will be welcome
I re-write to you as soon as I got it.

Have a good day,
Anne-Lyse

17 septembre 2013 5 :23

from : maximenk@hawaii.edu
to : annelyse.renon@ehess
cc : jhafner@hawaii.edu, gspeidel@hawaii.edu

Dear Anne-Lyse

Thank you very much!

Sorry, we do not read French, only Russian, Czech, or German :-).
English seems to be a good compromise :-)))

By the way, I re-read your original email received 10 ago.
Recently,
we were contacted by many people, mistakenly trying to use our drift
model to describe trajectories of radionuclides. We posted our
comment
on

[http://iprc.soest.hawaii.edu/news/marine and tsunami debris/debris
news.php](http://iprc.soest.hawaii.edu/news/marine_and_tsunami_debris/debris_news.php)

Sorry if this explanation affects your interest in our model.

Best, Nikolai

17 septembre 2013 10 :53

from : annelyse.renon@ehess.fr
to : maximenk@hawaii.edu
cc : jhafner@hawaii.edu, gspeidel@hawaii.edu

Dear Gisela, Nikolai and Jan,

Thank you for your answers.
Here is the english version of my article. It is a word document, I
am sorry we are still asking authors and owners of the images for
their approvals, so I don't have the final iconography.
The magazine for which I wrote it is a french journal specialized
on Graphic Design and typography theory.
The current issue is focused on Japan, if you want to have a look
on the content here is an online preview:

<http://vimeo.com/69705961#>

And here is the website of the publisher:

<http://www.editions-b42.com/>

I hope you will find it interesting, If you have comments already don't hesitate.

I will send you a copy of the issue as soon as it is printed !

All the best,
Anne-Lyse

Index des noms propres

- Abrahamson, 236, 391
Akira, 21, 340, 341
Akrich, 248, 296, 379, 391
Alberti, 125, 129, 391
Allamel-Raffin, 44, 45, 167, 173, 223, 391
Alloa, 97, 391
Alpers, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 92, 93, 95, 96, 123, 174, 176, 231, 365, 391, 397
Altamira, 18, 244, 245
Alvich, 22, 354, 355
Amann, 172
Andersson, 73, 74
Antonelli, 370, 380
Antz, 292
Archambeau, 355
Archimède, 115, 127, 385, 408
Arnheim, 32, 380, 392
Astbury, 180, 392
Auffret, 15, 194, 195
Auger, 22, 369, 379
Austin, 59, 144, 392
Ayer, 141
Azambourg, 259, 330, 333, 334
Bachelard, 169, 177, 224, 225, 227, 233, 234, 378, 386, 392
Bachelier, 348
Bachimont, 226
Bacon, 77, 85, 105, 133, 153, 166, 181
Badir, 73, 392
Baigrie, 96, 392, 416
Bailly, 70
Baker, 193, 202
Balzac, 165
Balzer, 18, 262, 264, 392
Barbillon, 159
Barthélémy, 181, 182, 392
Barthes, 26, 71, 72, 241, 283, 393
Baudelaire, 64, 110, 118
Baudrillard, 241, 365
Bauhaus, 32, 33, 35, 132, 187, 241, 255, 365, 383, 394, 400, 402
Baumgarten, 36, 393
Baxandall, 78, 81, 82, 92, 95, 174, 393
Bayle, 99, 102, 103, 105, 106, 108, 109, 111, 113, 115, 116, 393
Beaulieu, 173
Bechmann, 127
Beck, 15, 188, 189
Belcher, 157
Bell, 18, 246
Bellori, 130, 394
Belting, 7, 44, 47, 53, 54, 55, 56, 57, 65, 96, 393, 394
Benjamin, 66, 132, 163, 267, 394, 399
Benoist, 209, 210
Bernard, 16, 180, 201, 226, 394, 417
Berthoz, 381
Bertin, 282, 283, 284, 285, 286, 394, 422
Beslon, 348, 351, 393
Beyaert-Geslin, 44
Bidabe, 273, 408
Bigg, 42, 90, 92, 96, 202, 204, 394
Blanchot, 26
Bloch, 97, 394, 403
Blumenberg, 54
Bly, 370
Bobroff, 259, 329, 330, 407
Boehm, 7, 52, 53, 54, 55, 61, 65, 67, 95, 394, 395
Boidy, 51, 57, 62, 63, 66, 87, 90, 121, 123, 348, 395, 415
Bonafoux, 210
Bonnier, 16, 200
Bordron, 1, 45, 48, 75, 250, 257, 259, 260, 261, 336, 337, 377, 378, 389, 395
Börner, 258, 395
Boudon, 377, 395
Bouftass, 210, 211, 395
Boullier, 348
Bourbaki, 58
Bourdieu, 283, 395
Bourrat, 15, 197
Boussidan, 1, 27, 300, 395
Boyer, 348
Boyle, 133, 421
Brand, 115
Braudel, 242, 283, 396
Bredenkamp, 7, 53, 57, 58, 59, 60, 97, 134, 144, 145, 150, 151, 153, 387, 396
Brown, 97, 167, 388, 396
Bruna, 349
Brunelleschi, 125, 126, 408
Brunet, 106, 157, 267, 268, 396
Buck-Morss, 230, 268
Burke, 78, 396
Burri, 92, 96, 171, 235, 396
Callon, 296, 391, 397, 409
Campbell, 134
Cardon, 21, 332
Carlyle, 110
Carnap, 289
Carpaccio, 17, 213
Carr, 193
Cartwright, 91, 173, 397
Cassin, 128, 397
Cassirer, 46, 127, 142, 247, 249, 250, 251,

383, 385, 397, 409, 424
 Castoriadis, 54
 Cavazzinni, 242
 Chambers, 286, 398
 Chambon, 330, 333, 334, 393, 396, 403
 Chastel, 132, 424
 Cherif, 273, 399
 Cheylus, 27
 Christin, 85, 397
 Ciaravino, 31, 32, 126, 129, 397
 Citton, 154, 157, 158, 164, 259, 397
 Clair, 15, 193, 194
 Clarke, 167, 205, 397
 Cleveland, 286, 398
 Colonna, 16, 17, 204, 215, 216
 Comandon, 15, 16, 198, 199
 Cook, 78
 Coopmans, 91, 94, 208, 413, 424
 Copernic, 121, 125
 Cossette, 68, 69, 70, 72, 260, 281, 285, 295,
 302, 377, 398
 Cot, 15, 195, 196
 Coulais, 124, 125, 127, 226, 257, 258, 259,
 398
 Crary, 91, 124, 126, 398
 Crawford, 109, 110, 398
 Crick, 11, 135
 Cruveilhier, 13, 156
 Curie, 194, 338
 Dagognet, 246, 273, 398, 411
 Dahmani, 273, 399, 408
 Damisch, 124, 127, 399
 Daou, 222, 425
 Darmois, 180, 399
 Darwin, 13, 57, 58, 144, 146, 150, 151, 152,
 153, 160, 164, 378, 396, 399, 400, 404
 Daston, 13, 19, 47, 92, 118, 153, 154, 155,
 156, 157, 160, 164, 166, 167, 173, 174, 212,
 227, 238, 251, 267, 270, 275, 276, 279, 280,
 281, 378, 399
 Davenport, 111, 115, 399
 Davies, 160, 164
 De Fornel, 20, 306, 308, 399
 De Meyer, 209, 210
 De Stijl, 255
 De Vinci, 11, 12, 137, 138, 139, 140
 Delouche, 273, 408
 Demenÿ, 13, 160
 Derrida, 54, 241, 399
 Descartes, 68, 105, 133, 153, 166, 419
 Descola, 155, 156, 248, 399
 Désveaux, 1
 Deussen, 18, 262, 264, 392
 Devallois, 273
 Dewey, 115, 249, 400, 409
 Dickens, 109
 Didi-Huberman, 53, 423
 Domenach, 99
 Domenjoz, 68
 Dondero, 45, 73, 222, 392, 400, 401, 425
 Dondis, 285, 400
 Dow, 188
 Drucker, 175, 258, 276, 400
 Dumit, 92, 96, 171, 173, 396
 Dürer, 123, 126
 Eames, 22, 363, 365, 400
 Eco, 26, 281
 Edeline, 45, 73
 Edgerton, 93, 171, 172, 173, 177, 222, 400,
 413
 Einstein, 106, 406
 Emerson, 109
 Estival, 272, 400
 Euclide, 127
 Euler, 21, 213, 328
 Faubion, 365
 Ferguson, 240
 Feyerabend, 234
 Filatère, 128
 Findeli, 129, 255, 400, 401
 Flahaut, 15, 196
 Fleck, 46, 48, 169, 212, 227, 229, 231, 232,
 233, 378, 396, 401, 404, 405, 409, 416
 Flusser, 31, 168, 228, 336, 401
 Focillon, 378
 Fontanieu, 273
 Fontanille, 45
 Foucault, 61, 67, 241, 402
 Franco, 27, 395
 Freedberg, 45, 63, 220, 402
 Freud, 54, 396, 419
 Fry, 14, 176
 Fujimura, 167, 205, 397
 Fukushima, 9, 22, 261, 336, 337, 338, 342,
 343, 350, 351, 352, 353, 354, 356, 357, 359,
 406
 Fuller, 255
 Fürbringer, 12, 147
 Furetière, 131, 358
 Galilée, 17, 126, 214, 216, 217, 218, 219, 220,
 221, 222, 226, 383, 398, 425
 Galison, 1, 13, 19, 47, 85, 86, 89, 91, 95, 96,
 103, 110, 116, 117, 118, 119, 142, 153, 154,
 155, 156, 157, 160, 164, 166, 167, 168, 169,
 173, 174, 205, 212, 230, 238, 239, 240, 246,
 251, 257, 267, 270, 275, 276, 279, 280, 281,
 369, 378, 399, 402, 407
 Garfinkel, 89, 206, 237, 298, 402, 403, 413
 Gell, 47, 97, 248, 387, 403
 Genette, 26, 403
 Gibson, 248, 387, 403
 Ginzburg, 230

Glaisher, 157
 Globerson, 237
 Goldenweiser, 286, 403
 Goldsmith, 126
 Gombrich, 12, 93, 141, 142, 143, 144, 235, 283, 383
 Gombricht, 132
 Gonseth, 305, 403
 Gooding, 239, 403
 Goodman, 260, 403
 Goodwin, 235, 403
 Goody, 246, 403
 GOUBET, 16, 203
 Gould, 105, 107, 133, 149, 404
 Grandjean, 226
 Griesemer, 248
 Groupe μ , 73, 74, 75, 295, 392, 404
 Hacking, 40, 48, 167, 169, 171, 174, 206, 231, 238, 239, 404, 405
 Haeckel, 12, 13, 149, 150, 405
 Hafner, 114, 119, 343, 405
 Halley, 133
 Hammond, 324
 Hannibal, 19, 277, 278
 Hanson, 43, 93, 208, 220, 228, 234, 235, 383, 405, 411
 Hardy, 106
 Harriot, 17, 216, 217
 Harrison, 121, 122, 405
 Hawkesworth, 11, 81
 Heidegger, 54
 Henry, 276
 Hentschel, 83, 88, 93, 95, 96, 406
 Hester, 17
 Hiroshima, 338, 340
 Hirschauer, 173
 Hjelmslev, 73
 Hobbes, 57, 406, 421
 Hoel, 1
 Hooke, 133
 Houdart, 1, 167, 173, 336, 406
 Husserl, 54, 190
 Huxley, 110
 Huyghe, 48, 118, 163, 164, 205, 272, 335, 372, 406, 414
 Ida, 350, 406
 Imbert, 279, 406
 Jacob, 40, 128, 133, 228, 388, 407, 408, 421
 Jardine, 12, 149
 Jastrow, 17, 208
 Jay, 86, 124, 170, 226, 407
 Jeanneret, 44, 407
 Jonas, 226, 401, 407
 Jones, 85, 86, 89, 91, 95, 96, 103, 110, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 142, 157, 176, 230, 399, 407, 422
 Jullien, 202, 407
 Jurdant, 44, 223, 407
 Jutant, 330, 407
 Kant, 36, 54
 Kelley, 348
 Kemp, 8, 11, 12, 92, 118, 123, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 149, 212, 214, 407
 Kinross, 19, 288, 291, 418
 Klein, 205
 Kleiner, 286, 398
 Klinkenberg, 73
 Knibbe, 348, 351, 393
 Knorr-Cetina, 167, 172, 176, 408
 Koestler, 115, 116, 408
 Kölher, 33, 408
 Kosslyn, 276
 Kosso, 274, 408
 Kosuth, 121, 122
 Koyré, 126, 221, 408
 Kramer, 273, 399, 408
 Kristeva, 281
 Kuhn, 8, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 233, 234, 396, 408, 416
 Laclau, 283
 Lamarck, 151, 408
 Lambert, 16, 201
 Laplantine, 366, 409
 Lassègue, 127, 249, 250, 251, 409, 419
 Latour, 41, 44, 82, 83, 86, 87, 88, 90, 96, 163, 166, 167, 171, 172, 176, 229, 240, 242, 246, 259, 296, 297, 324, 335, 379, 381, 384, 397, 399, 401, 409, 410, 419, 421, 422
 Lawrence, 109, 403
 Le Corbusier, 255
 Le Goff, 283
 Le Guen, 127, 286, 411
 Le Guern, 45
 Leavis, 107, 410
 Lebel, 116
 Lecarme, 20, 305
 Lee, 108, 224, 225, 378, 411
 Lehmann-Neumann, 232
 Lelarge, 290, 297, 384, 411
 Lemoigne, 235
 Leroi-Gourhan, 18, 242, 244, 411
 Lessing, 76, 411
 Letourneau, 149, 405
 Levène, 15, 188
 Lévy-Leblond, 39, 106, 166, 202, 336, 338, 411
 Lewis, 12, 147
 LeWitt, 120
 Leyton, 19, 230, 273, 274, 411
 Lézé, 298, 299, 399
 Lichenstein, 128, 131
 Lima, 18, 153, 175, 261, 262, 263, 413
 Lindgren, 236, 391

Linné, 13, 154, 155
 Livingston, 89, 206, 402, 413
 Livio, 17
 Locke, 68, 69, 413
 Loll, 17
 Lupone, 27, 395
 Lynch, 40, 87, 89, 90, 91, 93, 96, 124, 167,
 168, 169, 170, 171, 173, 176, 177, 191, 205,
 206, 207, 222, 237, 299, 397, 402, 413, 424
 Lyotard, 31, 408, 414
 Macherey, 242
 Maeda, 14, 184, 272, 414
 Malafouris, 169
 Mandelbrojt, 39
 Marcus, 365, 366, 367
 Marey, 8, 14, 160, 161, 162, 163, 174, 246,
 247, 278, 414, 422
 Marin, 283
 Masure, 153, 272, 414
 Mauss, 245, 388, 411, 414
 Maximenko, 343
 McClain, 237
 McGill, 286, 398
 McLuhan, 226, 268, 414
 Merleau-Ponty, 54, 210, 211, 414
 Merton, 110, 386
 Metz, 86, 226, 283
 Meunier, 40, 414
 Midal, 241, 414
 Mill, 190
 Minard, 19, 277, 278, 279, 376, 414
 Minguet, 73
 Mislej, 18, 262, 265, 266
 Mitchell, 45, 47, 52, 53, 59, 60, 61, 62, 63, 64,
 65, 66, 67, 76, 77, 78, 86, 95, 170, 212, 267,
 268, 345, 361, 365, 394, 415
 Mitov, 15, 196, 197
 Mitterand, 199, 338
 Moholy-Nagy, 32, 241, 296, 400, 415
 Mol, 248
 Moles, 14, 15, 130, 177, 178, 179, 180, 182,
 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 298,
 346, 374, 377, 415
 Molinatti, 273
 Mondada, 173, 311, 415
 Monod-Ansaldi, 273
 Moreau, 336, 415
 Morin, 21, 331, 381, 415, 416
 Morris, 109
 Mottet, 166, 174
 Moulin, 21, 324, 325, 326
 Mousset-Becouze, 158
 Moxey, 45, 52, 379
 Muybridge, 13, 160, 161
 Nancy, 41
 Navel, 326
 Nettis, 157
 Neurath, 19, 187, 261, 282, 287, 288, 289,
 290, 291, 295, 297, 298, 384, 416
 Newton, 133, 416
 Nicolson, 214, 416
 Nietzsche, 54
 Nordmann, 26, 300
 Nova, 366
 O'Hara, 118, 146, 153, 416
 O'Hara, 12, 147, 148, 149, 378
 Ong, 226, 246, 416
 Ōtomo, 21, 341
 Panofsky, 62, 68, 123, 125, 127, 130, 283, 417
 Parent, 340
 Parkinson, 11, 79, 80
 Pauwels, 92, 96, 417
 Peigney, 15, 196
 Peirce, 26, 52, 61, 68, 69, 70, 405, 409
 Peraya, 40, 295, 414, 416
 Perini, 93
 Perkins, 237
 Pestre, 153, 168, 394, 417
 PILENI, 16, 203
 Platon, 124, 126, 130
 Ploux, 1, 26, 27, 300, 395, 417, 418
 Poincaré, 19, 279, 280, 281, 392
 Poivert, 337, 417
 Polanyi, 48, 112, 170, 212, 234, 237, 387, 417
 Popper, 142, 239, 400, 417
 Potter, 32, 33, 39, 334, 335, 418
 Poussin, 64, 66
 Poutoux, 21, 331, 332
 Prentice, 173
 Prigogine, 113, 418
 Quaggiotto, 18, 262, 265, 269, 418
 Quéré, 169, 299, 402, 418
 Rabardel, 40, 235, 236, 416, 418, 419
 Rabinow, 365, 366, 367, 418
 Rastier, 70, 72, 73, 419, 420
 Rees, 365, 366
 Reichenow, 12
 Reinwald, 13, 150, 405
 Rheinberger, 227, 369, 373, 374, 380, 381,
 386, 387, 388, 420
 Ribot, 348
 Richer, 159, 420
 Riout, 120, 419
 Röntgen, 160
 Rorty, 51, 54, 58, 420
 Rosental, 346, 419
 Rosenthal, 1, 27, 33, 46, 250, 251, 419, 420
 Roth, 63, 66, 415
 Roux, 99, 134, 393
 Rudwick, 91, 171, 172, 420
 Ruskin, 109, 110
 Russell, 280

Rutherford, 106
 Salomon, 237
 Sanchez, 273
 Sartre, 181, 420
 Saussure, 26, 68, 70, 71, 282, 400, 420
 Sauter, 16, 203
 Schaeffer, 31, 36, 37, 38, 420, 421
 Schaffer, 167, 173, 421
 Schiff, 326
 Schneeberger, 273, 408, 421
 Scoresby, 157
 Segond, 21, 326, 327
 Serelle, 193
 Serres, 213, 421
 Sford, 237
 Shaftesbury, 131
 Shakespeare, 108
 Shapere, 170
 Shapin, 167, 173, 421
 Sharpe, 12, 148
 Shusterman, 115
 Sicard, 227, 421
 Simon, 1, 35, 255, 393, 421
 Simondon, 181, 182, 205, 392, 393, 421
 Smith, 78, 79, 114, 422
 Snow, 7, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105,
 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115,
 116, 118, 396, 405, 410, 422
 Snyder, 158, 163, 422
 Souchier, 282
 Souty, 16, 201
 Star, 248
 Stengers, 113, 410, 418, 422
 Stiegler, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 335, 351, 422,
 423
 Street, 180, 392
 Strickland, 12, 146, 149
 Stüber, 12
 Talbot, 158, 423
 Tardy, 302, 423
 Taussig, 133, 167, 212, 423
 Tchernobyl, 338
 Thom, 305
 Thomas, 8, 17, 57, 118, 120, 155, 216, 217,
 233, 396, 408, 416
 Thompson, 205
 Thoreau, 109
 Tibon-Cornillot, 226
 Toner, 193
 Topper, 93
 Tritschler, 21, 328
 Trizio, 228
 Tufte, 174, 175, 214, 220, 224, 230, 276, 277,
 279, 376, 424
 Tukey, 286, 398, 424
 Urbas, 245, 247
 Van Gelder, 268, 424
 Van Gogh, 211, 361
 Vasari, 129, 132, 211, 424
 Venturini, 318
 Verdier, 20, 306, 308, 399
 Vérillon, 236
 Vermeer, 11, 83, 84, 123
 Vertesi, 91, 94, 208, 209, 387, 413, 424
 Vial, 129, 255, 424
 Villard, 128
 Vinci, 12, 123, 128, 136, 143, 211, 213, 383,
 408
 Visetti, 33, 250, 251, 419, 420
 Wallace, 146
 Waquet, 167, 169, 241, 242, 245, 247
 Warburg, 68, 422
 Ward, 177
 Wassermann, 232
 Watson, 135
 Weibel, 15, 158, 196, 397, 410, 419, 421, 425
 Wertheimer, 33, 182, 394, 425
 Wesemael, 45, 222, 425
 Wieber, 87
 Wiener, 35
 Williams, 109, 110, 380, 398, 425
 Winter, 230, 413
 Wise, 21, 169, 339
 Wittgenstein, 52, 54, 176, 208, 396
 Woods, 180, 392
 Woolgar, 90, 91, 94, 96, 167, 168, 172, 176,
 207, 246, 297, 410, 413, 424, 425
 Worms, 349
 Yoxen, 93