



HAL
open science

Sensibilités technologiques : expérimentations et explorations en architecture numérique 1987-2010

Sébastien Bourbonnais

► **To cite this version:**

Sébastien Bourbonnais. Sensibilités technologiques : expérimentations et explorations en architecture numérique 1987-2010. Architectures Matérielles [cs.AR]. Université Paris-Est; Université Laval (Québec, Canada), 2014. Français. NNT : 2014PEST1120 . tel-01143050

HAL Id: tel-01143050

<https://theses.hal.science/tel-01143050v1>

Submitted on 16 Apr 2015

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.

UNIVERSITE LAVAL QUEBEC
à la Faculté des études supérieures et postdoctorales
et
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE PARIS-MALAQUAIS
à l'École doctorale «Ville, Transport, Territoire» Université Paris-Est

Thèse de doctorat en cotutelle
Pour l'obtention du grade de Docteur (Ph.D)

Présentée par Sébastien BOURBONNAIS

SENSIBILITES TECHNOLOGIQUES
Expérimentations et explorations en architecture numérique 1987-2010

Sous la direction du Professeur Georges Teyssot
Et du Professeure Dominique Rouillard

Soutenue publiquement à Paris le 27 octobre 2014
Devant le jury composé de :

Georges TEYSSOT (co-directeur)
Architecte - Docteur en histoire de l'architecture - Professeur titulaire de l'école d'architecture
de l'Université Laval.

Dominique ROUILLARD (co-directrice)
Architecte - Docteur en histoire de l'art - Professeure à l'ENSA Paris-Malaquais.

Xavier GUCHET (rapporteur)
Agrégé et docteur en philosophie – Maître de conférences à l'Université de Paris I, Panthéon-
Sorbonne.

François GUÉNA (rapporteur et président du jury)
Architecte – Docteur en informatique – Professeur à l'ENSA Paris la Villette.

Philippe BARRIÈRE
Architecte - Docteur en histoire de l'art - Professeur agrégé de l'école d'architecture de
l'Université Laval.

Jac FOL
Docteur ès-lettres - Architecte et docteur en philosophie - Professeur à l'ENSA Paris-
Malaquais.

Résumé

Depuis le début des années 1990, l'ordinateur a introduit de nouvelles réalités technologiques dans les pratiques architecturales. Le changement s'est opéré progressivement, aux travers de plusieurs expérimentations, qui ont entraîné l'appropriation de certains logiciels et environnements de programmation, et aussi l'élaboration de nouvelles machines de fabrication. De nombreux architectes ont d'ailleurs expérimenté ces nouvelles technologies dans l'objectif de trouver de nouveaux modes d'exploration de la forme.

Ces explorations architecturales constituent un corpus d'étude riche et fécond pour rendre compte des différentes conduites et attitudes adoptées vis-à-vis des technologies numériques. En s'appuyant sur certains penseurs de la technique comme le philosophe Gilbert Simondon, cette recherche a défini des sensibilités singulières propres aux architectes, construites par étapes successives, et modifiant à chaque fois leurs approches du projet. Notre démarche transductive montre que ces sensibilités technologiques s'avèrent à la fois structurantes et structurées par les explorations architecturales. Cette évolution des sensibilités participe autant que les projets à la construction d'un imaginaire numérique, lequel est à l'origine d'inventions architecturales particulières.

Ces inventions architecturales propres au numérique ne se sont pas réalisées directement, mais au travers d'une articulation technologique complexe, intégrant les différentes phases du projet-objet. L'analyse de cette chaîne de relation a permis de suivre les tensions entre les désirs architecturaux et les potentialités technologiques qui ont structuré la période étudiée. Cette énergie humaine, déployée et accumulée sur plus de vingt ans d'expérimentations et d'explorations, a finalement laissé des traces sur les différentes couches du bâtiment, révélant par là certains aboutissements du numérique en architecture.

Mots clefs : architecture numérique, philosophie des techniques, sensibilités esthétiques, Gilbert Simondon, interfaces graphiques, explorations formelles.

Abstract

Since the beginning of 90s, computers introduced new technological realities in architectural practices. Changes occurred gradually, through several phases of experimentation, and performed by tools (software) or manufacturing machines of all kinds, revealing the different ways architects appropriate technologies. Many architects seized these technological opportunities to find new ways in exploring the form.

These architectural explorations constitute a rich and fruitful corpus to understand the different behaviors and attitudes towards digital technologies. Based on philosophers of technique such as Gilbert Simondon, this research defines the sensibilities specific to architects constructed in successive steps and modifying their perceptions of the project. Our transductive approach shows that these technical sensibilities happen to be structured by the architectural explorations and at the same time to structure these explorations. This evolution of sensibility participates in the construction of the architect's digital thinking, which is at the origin of some particular architectural inventions.

These architectural inventions specific to digital technologies are not achieved directly, but integrating different phases of the project-object through a complex technical articulation. The analysis of this chain relationship allows monitoring the tensions between architectural desires and technical potentials, which structure the studied period.

The human efforts deployed and accumulated over twenty years of experimentation and exploration have finally left their mark on different layers of the building by revealing, thus, some particular achievements of digital technologies in architecture.

Keywords: digital architecture, philosophy of technology, aesthetic sensibilities, Gilbert Simondon, graphic user interface, formal explorations.

TABLE DES MATIERES

Résumé iii	
Abstract v	
Liste des schémas ix	
Liste des figures x	
Remerciements xvii	
Avant-propos xix	
INTRODUCTION	1
Sensibilité et technologie 3	
Penser avec Simondon 7	
Position des architectes par rapport à l'informatique 11	
Période d'étude 14	
Théories et pratiques numériques 18	
Structure de la thèse 23	
PARTIE 1. L'ARCHITECTE ET LES TECHNOLOGIES NUMERIQUES	27
1.1 La technologie comme moyen d'entrée	28
1.1.1. Reconfiguration du numérique 29	
Machines analogiques et numériques 32	
Les agencements abstraits du logiciel 35	
Conception, fabrication, architecture 37	
Les mutations et multiplications de l'interaction 41	
1.1.2. L'interface graphique par défaut 45	
Ce qui fait défaut 47	
Expression écrite 50	
Alternatives au dessin 52	
Le contenu du trait 55	
Les intersections du vide 58	
Le décentrement du concepteur 61	
Chercher la métastabilité du fond 63	
1.2 L'appropriation-adoption des logiciels	66
1.2.1 L'origine de l'appropriation 67	
La rencontre du Fractal Studio 71	
Les écartements du pli 74	
Maximiser les opérations 77	
La figure de l'explorateur 79	
Les traumatismes de la perception 81	
Les amputations de l'action 84	
Les conditions expérimentales des pratiques 86	
1.2.2 Les différentes voies d'adoption 90	
La concordance des conceptions 92	
Mode synchrétique 95	
Glissements analogiques 98	
Mode analytique 103	
Rapport collectif aux logiciels 106	
Voie médiane 109	
1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise » 112	
Conception in vitro 114	
Programme : support et mémoire 117	
Les différents rythmes de l'algorithme 120	
Communication entre deux processus 122	
Dépossession momentanée 124	
Les limites de l'attention 127	
1.3 Nouveaux rapports à la machine	130
1.3.1 Fin d'une période 132	

Saturation de la conception	134
Transposition d'un milieu à l'autre	137
Les conséquences du non standard	141
Le problème de la sélection	143
Le « tournant » numérique	147
« Sortir la machine de l'architecture »	148
1.3.2 « L'attitude technologique »	152
Ouvrir les logiciels de conception	153
Concevoir la fabrication	156
Les logiciels augmentés	160
Organiser la relation entre les machines	161
La double indétermination	165
Le devenir numérique de la culture architecturale	167
PARTIE 2. GENESE ET MODES D'EXPLORATION DE LA FORME	171
2.1 Penser au travers du processus	172
2.1.1 La forme comme véhicule d'exploration	174
Réhabiliter les images	177
Comme un objet temporel	179
Le maintien du virtuel	182
Les bases de l'invention	186
2.1.2 Variation et motricité	189
Le concept de lisse (smooth)	192
La motivation pour le mouvement	195
L'espace du tropisme	198
L'instrument moteur	199
Les oppositions à la gravité	203
Intuition formelle	206
L'impression de la machine	207
2.1.3 Modulation par l'information	213
Les pressions du diagramme	214
Suivre la discontinuité	218
Les évolutions possibles	221
La logique de l'algorithmique	225
Les processus naturels comme paradigme	228
Les champs d'attraction	230
Les « franges » de l'information	234
2.1.4 Structuration du milieu numérique	238
Le blob comme symbole	239
Les répétitions formelles	242
L'architecture en série	245
Les points de liaison	248
Les tensions de la membrane	251
Des mentalités numériques	253
2.2 Expérience avec l'objet construit	256
2.2.1 Impression esthétique	258
L'effet de surface	259
Les mémoires de conception	262
L'intérieur retourné	265
Les continuités du seuil	268
Les souplesses de la structure	271
Les particularités du nuage	275
Devenir un point remarquable	278
CONCLUSION	283
Bibliographie	289

Liste des schémas

Schéma 1. Les tensions entre les désirs de l'architecte et les potentialités du numérique qui, prenant place sur l'interface, propulsent la forme (Je réalise ce schéma).....	5
Schéma 2. Courbe en « S » expliquant les différentes phases de développement : émergence, croissance, maturité et saturation.	25

Liste des figures

Figure 1.	Le projet <i>SEEK</i> , Architecture Machine Group, MIT, 1969-1970.	40
Figure 2.	Interface par défaut du logiciel <i>Form*Z</i> , 2001.	54
Figure 3.	<i>Binary House</i> , Manfred Wolff-Plottegg, 1988.	56
Figure 4.	Comparaison faite entre différentes opérations sur des modélisations conçues à partir de solide et à partir du vide, Chris Yessios, 1987.	59
Figure 5.	Exemple de polarisation des lignes d'une configuration spatiale en plan, Chris Yessios, 1987.	60
Figure 6.	Exemple de correction possible sur un dessin par <i>SketchPad</i> d'Ivan Sutherland, MIT, 1963.	67
Figure 7.	Le projet <i>Generator</i> , Cedric Price avec John et Julia Frazer, Floride, 1976-1978.	69
Figure 8.	Le processus de fractal tel que présenté par Chris Yessios, <i>Fractal Studio</i> , 1987.	72
Figure 9.	Passage de la lettre A à B à D par morphing, Chris Yessios, <i>Fractal Studio</i> , 1987.	73
Figure 10.	Différentes postures pour observer les œuvres dans le <i>Wet Grid</i> , Nantes, NOX, 1999-2000.	86
Figure 11.	L'approche du <i>House prototype</i> , Long Island, Lynn Form, 1994.	96
Figure 12.	Croquis numériques d'Iлона Lénárd, <i>Sculpture City</i> , ONL, 1995.	100
Figure 13.	Maquette 3D catia de la <i>Lewis Residence</i> , Ohio, Frank O. Gehry, 1989-1995.	101
Figure 14.	Le projet <i>SEEK</i> , Architecture Machine Group, MIT, 1969-1970.	107
Figure 15.	TRANSPORTs, Venise, ONL, 2001.	135
Figure 16.	Structure du <i>Salt Water Pavilion</i> , Neetje Jans, NOX, 1997.	138
Figure 17.	<i>Fresh Water Pavilion</i> , Neetje Jans, ONL, 1997.	139
Figure 18.	<i>Tore</i> , Objectile, 1997.	140
Figure 19.	<i>Embryological Houses</i> , Lynn Form, 1998-2001.	145
Figure 20.	<i>Embryological Houses</i> et socles, Lynn Form, 1998-2001.	146
Figure 21.	<i>DustyRelief</i> , Bangkok, R&Sie, 2002.	149
Figure 22.	Différentes machines conçues par R&Sie : L'architecture des humeurs, Paris, 2010; he shot me down, Corée, 2006-07; Olzweg, Orleans, 2006; Broomwitch, Meudon, 2008; theBuildingWhichNeverDies, Autriche, 2009-11; The Garden so Earthly Delights, Croatie, 2008.	151
Figure 23.	Attaches, <i>Pavillon de l'Orme</i> , Objectile, 2001.	156
Figure 24.	Gramazio & Kohler, Architecture and Digital Fabrication, ETH Zurich, <i>Pike Loop</i> , Manhattan, New York, 2009.	158
Figure 25.	Chaîne de relation fictive entre les différents dispositifs techniques, <i>Architecture des humeurs</i> , Paris, R&Sie, 2010.	163
Figure 26.	L'agorithme, <i>Architecture des humeurs</i> , Paris, R&Sie, 2010.	164
Figure 27.	Motifs de la <i>Pallas House</i> , dECOi et Objectile, 1999.	174
Figure 28.	Système dynamique avec ressorts et champs de particules, <i>Leisure Center</i> , Athènes, Contemporary Architecture Practice (Ali Rahim), 2002-2003.	181
Figure 29.	<i>Housing development</i> , Seiersberg, Manfred Wolff-Plottegg, 1987-1991.	185
Figure 30.	<i>Korean Presbyterian Church</i> , New York, Lynn Form, 1999.	194
Figure 31.	Chorégraphie génératrice, <i>Ether/I</i> , dECOi, 1997.	196
Figure 32.	Arrêts sur image, <i>Iscares 3.5 & 2.4</i> , Asymptote, 1999.	197
Figure 33.	Mise en mouvement à partir de tambours rotatifs, <i>Beachness</i> , Noordwijk, NOX, 2002.	200
Figure 34.	Projet <i>Beachness</i> , Noordwijk, NOX, 2002.	202
Figure 35.	Maquette de l' <i>Embryological house</i> , Lynn Form, 1998-2001.	208

Figure 36.	<i>In the Shadow of Ledoux</i> , dECOi, 1993.	210
Figure 37.	<i>Panneaux décoratifs</i> , Objectile, 1995.	211
Figure 38.	Diagramme formel de la <i>Mobius House</i> , Het Gooi, UN Studio, 1993-1998.	216
Figure 39.	Diagramme formel et fonctionnel de la <i>Mobius House</i> , Het Gooi, UN Studio, 1993-1998.	218
Figure 40.	<i>Hystera Protera Electroglyphs</i> , Frankfurt, dECOi, 1998.	220
Figure 41.	<i>Emergent Artificial Life</i> , AA School, John Frazer with Peter Graham, 1994.	223
Figure 42.	Interface de génération des <i>Data-Driven Forms</i> , Marcos Novak, 1997-1998.	226
Figure 43.	Diagramme restituant la logique du plug-in <i>Flower Power</i> , Pavillon Seroussi, Meudon, Biothing, 2007.	233
Figure 44.	Meta-ball de waterfront technologies, <i>Blob</i> , Greg Lynn, 1995.	240
Figure 45.	Étude de mutations formelles, <i>Central Business District</i> , Beijing, Zaha Hadid Architects (Patrick Schumacher), 2010.	244
Figure 46.	<i>Orbitas Series</i> , Biothing, 2006.	246
Figure 47.	Real Space in <i>Quick Times Pavilions</i> , Amsterdam, UN Studio, 1996.	249
Figure 48.	Intérieur du <i>Beachness</i> , Noordwijk, NOX, 2002.	250
Figure 49.	Maquettes de l' <i>Hylomorphic Project</i> , MAK Center, Los Angeles, OSA (Open Source Architecture), 2005-2006.	252
Figure 50.	<i>Aegis Hyposurface</i> , dECOi, 1999-2001 ; 2003-2007.	260
Figure 51.	<i>HygroSkin - Meteorosensitive Pavilion</i> , Achim Menges, 2011-20013.	261
Figure 52.	<i>The Sequential Wall</i> , ETH Zurich, Elective Course (Kohler & Gramazio), 2008.	263
Figure 53.	Morphogenèse de la cantine étudiante, <i>Mensa Moltke</i> , Allemagne, Jürgen H. Mayer, 2005-2007.	264
Figure 54.	<i>Chambre hypnotique, I've Heard about !, (A flat, fat, growing urban experiment)</i> , R&Sie, 2005.	266
Figure 55.	<i>I've Heard about ! (A flat, fat, growing urban experiment)</i> , R&Sie, 2005.	267
Figure 56.	<i>The Changing Room</i> , Venise, UNStudio, 2008.	269
Figure 57.	Diagramme génératif du <i>Changing Room</i> , Venise, UN Studio, 2008.	270
Figure 58.	Processus de déformation de la grille initiale du <i>WetGrid</i> , musée de Nantes, NOX (Lars Spuybroek), 1999-2000.	273
Figure 59.	<i>Wet Grid</i> , Nantes, NOX (Lars Spuybroek), 1999-2000.	274
Figure 60.	Construction du nuage de particules, <i>Pavillon Seroussi</i> , Peter Macapia (DORA), 2007.	276
Figure 61.	Membrane du <i>Pavillon Seroussi</i> , DORA, 2007.	277
Figure 62.	<i>Metropol Parasol</i> , Séville, Jürgen H. Mayer, 2004-2010.	278
Figure 63.	Détail de la structure, <i>Metropol Parasol</i> , Séville, Jürgen H. Mayer, 2004-2010.	280

Source des figures

- Figure 1 : Nicholas Negroponte, *Soft Architecture Machine*. Cambridge, Mass. : MIT Press, 1976.
- Figure 2 : Pierluigi Serraino, *History of Form*Z*. Basel: Birkhäuser, 2002.
- Figure 3 : <http://plottegg.tuwien.ac.at/> (page consultée le 12 avril 2012).
- Figure 4 : Chris Yessios, «The Computability of Void Architectural Modeling», in Yehuda E. Kalay (éd.), *Principles of Computer-Aided Design: Computability of Design*. New York : John Wiley & Sons, 1987.
- Figure 5 : Chris Yessios, «The Computability of Void Architectural Modeling», *op. cit.*
- Figure 6 : <http://archive.org/movies/thumbnailsphp?identifiant=AlanKeyD1987> (page consultée le 12 septembre 2013).
- Figure 7 : *Cedric Price : Works II*. London : Architectural Association, 1984.
- Figure 8 : Chris Yessios, «Fractal Studio», ACADIA, 1987.
- Figure 9 : Chris Yessios, «Fractal Studio», ACADIA, 1987.
- Figure 10 : Lars Spuybroek, *NOX, Machining Architecture*. London: Thames, 2002.
- Figure 11 : Greg Lynn, *Animate Form*. New York: Princeton Architectural Press, 1999.
- Figure 12 : Kas Oosterhuis, Ilona Lénárd et Menno Rubbens (éds), *Sculpture City: The Electronic Fusion of Art and Architecture*. Rotterdam: Attali Fondation, 1995.
- Figure 13 : <http://www.cca.qc.ca/fr/collection/2065-un-poisson-par-frank-gehry> (page consultée le 23 octobre 2013).
- Figure 14 : Nicholas Negroponte, *Soft Architecture Machine*. Cambridge, Mass. : MIT Press, 1976.
- Figure 15 : Peter Zellner (éd.), *Hybrid Space: New Forms in the Digital Architecture*. London: Rizzoli, 1999.
- Figure 16 : Lars Spuybroek, *NOX Machining Architecture*. London: Thames, 2002.
- Figure 17 : Peter Zellner (éd.), *Hybrid Space: New Forms in the Digital Architecture*. London: Rizzoli, 1999.
- Figure 18 : Bernard Cache, *Terre-meuble*. Orléans: Hyx, 1997.
- Figure 19 : <http://www.docam.ca/conservation/embryological-house/GL3ArchSig.html> (page consultée le 11 mai 2012).
- Figure 20 : <http://www.docam.ca/conservation/embryological-house/GL3ArchSig.html> (page consultée le 11 mai 2012).
- Figure 21 : <http://www.new-territories.com/roche2002bis.htm> (page consultée le 13 mars 2013).
- Figure 22 : François Roche, «Alchimis (t/r/ick)-machines», *Log 22*, Spring/Summer 2011.
- Figure 23 : Bernard Cache, «Philibert de l'Orme Pavilion: Towards an Associative Architecture», *Architectural Design 73. Surface Consciousness*, no°2, 2003.
- Figure 24 : <http://gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/e/forschung/159.html> (page consultée le 15 novembre 2013).
- Figure 25 : Courtesy François Roche.
- Figure 26 : Courtesy François Roche.
- Figure 27 : Decoi architectes (with Objectile), «Pallas house», *Architectural Design 69. Des-Res Architecture*, n°1/2, 1999.
- Figure 28 : Ali Rahim, *Catalytic Formations. Architecture and Digital Design*. London: Taylors & Francis, 2006.
- Figure 29 : <http://plottegg.tuwien.ac.at/> (page consultée le 3 juillet 2010).
- Figure 30 : <http://glform.com/buildings/korean-presbyterian-church-of-new-york/> (page consultée le 3 décembre 2013).
- Figure 31 : Peter Zellner (éd.), *Hybrid Space: New Forms in the Digital Architecture*. London: Rizzoli, 1999.
- Figure 32 : «Scape Asymptote Architecture/ USA,» DD Design Document Series_09. Corée: DAMDI, 2004.

-
- Figure 33 : Peter Zellner (éd.), *Hybrid Space: New Forms in the Digital Architecture*. London: Rizzoli, 1999.
- Figure 34 : Lars Spuybroek, *NOX, Machining Architecture*. London: Thames, 2002.
- Figure 35 : Mark Rappolt, *Greg Lynn Form*. London: Rizzoli, 2008.
- Figure 36 : <http://www.frac-centre.fr/collection/collection-art-architecture/index-des-auteurs/auteurs/projets-64.html?authID=55&ensembleID=819> (page consultée le 29 janvier 2014).
- Figure 37 : Bernard Cache, «Vers une architecture associative». Frédéric Migayrou et Zeynep Mennan (éds), *Architectures non standard*. Paris: Centre Pompidou, 2003.
- Figure 38 : Ben Van Berkel et Caroline Bos, *Move*. Amsterdam: UN Studio & Goose Press, 1999.
- Figure 39 : Ben Van Berkel et Caroline Bos, *Move*. Amsterdam: UN Studio & Goose Press, 1999.
- Figure 40 : Peter Zellner (éd.), *Hybrid Space: New Forms in the Digital Architecture*. London: Rizzoli, 1999.
- Figure 41 : John Frazer, *An Evolutionary Architecture*. London: AA Publications, 1995.
- Figure 42 : Peter Zellner (éd.), *Hybrid Space: New Forms in the Digital Architecture*. London: Rizzoli, 1999.
- Figure 43 : Elias Guenoun, *Pavillon Seroussi*. Orléans: Hyx, 2007.
- Figure 44 : Peter Zellner (éd.), *Hybrid Space: New Forms in the Digital Architecture*. London: Rizzoli, 1999.
- Figure 45 : Patrick Schumacher, «Parametricism and the Autopoiesis of Architecture», *Log 21*, Winter 2011.
- Figure 46 : <http://www.biothing.org/?p=34> (page consultée le 4 juin 2013).
- Figure 47 : Ole Bouman, *Real Space in Quick Time*. Rotterdam: NAI Publishers, 1997.
- Figure 48 : Lars Spuybroek, *NOX, Machining Architecture*. London: Thames, 2002.
- Figure 49 : <http://www.o-s-a.com/portfolio/the-hylomorphic-project/> (page consultée le 7 novembre 2013).
- Figure 50 : Mark Goulthorpe, *The Possibility of (an)Architecture. Collected essays*. New York: Routledge, 2008.
- Figure 51 : <http://www.achimmenges.net/?p=5612> (page consultée le 3 janvier 2014).
- Figure 52 : <http://www.dfab.arch.ethz.ch/web/e/lehre/148.html> (page consultée le 17 décembre 2013).
- Figure 53 : Henri Urbach (éd.), *J. Mayer H.*, Ostfildern: Verlag, 2009.
- Figure 54 : <http://www.new-territories.com/hypnosisroom.htm> (page consultée le 4 mai 2012).
- Figure 55 : <http://www.new-territories.com/I%27veheardabout.htm> (page consultée le 4 mai 2012).
- Figure 56 : <http://www.unstudio.com/projects/the-changing-room> (page consultée le 2 février 2014).
- Figure 57 : <http://www.unstudio.com/projects/the-changing-room> (page consultée le 2 février 2014).
- Figure 58 : Lars Spuybroek, *NOX, Machining Architecture*. London: Thames, 2002.
- Figure 59 : Lars Spuybroek, *NOX, Machining Architecture*. London: Thames, 2002.
- Figure 60 : Elias Guenoun, *Pavillon Seroussi*. Orléans: Hyx, 2007.
- Figure 61 : Elias Guenoun, *Pavillon Seroussi*. Orléans: Hyx, 2007.
- Figure 62 : <http://www.mascontext.com/tag/metropol-parasol/> (page consultée le 19 août 2013).
- Figure 63 : Photographie de Georges Teyssot.

À la mémoire de Clément Perreault

Remerciements

Je souhaite d'abord témoigner de ma reconnaissance à mes deux directeurs Georges Teyssot et Dominique Rouillard qui m'ont dirigé sur des pistes de réflexions fécondes tout au long de ce travail de recherche et qui, aux moments opportuns, m'ont fait observer les points névralgiques de mes questionnements.

Je tiens à remercier mes rapporteurs Xavier Guchet et François Guéna qui m'ont fait l'honneur d'évaluer ce travail et qui ont formulé des recommandations très pertinentes afin d'approfondir certaines parties. Je remercie également Jac Fol et Philippe Barrière qui ont accepté de participer à mon jury et qui ont exprimé des remarques perspicaces et intéressantes afin de poursuivre la recherche vers de nouveaux horizons.

Ce travail de thèse a aussi grandement bénéficié des différents milieux qui se sont «associés» aux développements de mes questionnements. Ces groupes d'individus, souvent proche du collectif, m'ont grandement stimulé et m'ont permis d'échanger, de confronter et d'explorer plusieurs idées. *L'atelier Simondon*, en prolongement des séminaires donnés à la MSH, m'a permis de faire plusieurs rencontres enrichissantes et a été l'un des milieux dans lequel j'ai eu le sentiment que mes questionnements trouvaient une certaine résonance. Je remercie entre autres Sarah, Vincent, Sacha, Jean-Hugues, Anne, Jérémy, Vincent qui m'ont permis d'approfondir mes connaissances sur la pensée de Simondon tout en me permettant de voir et d'expérimenter l'opérabilité de certaines notions du philosophe. Le *petit Séminaire*, groupe formé d'amis doctorants, principalement de l'ENSA Paris-Malaquais, m'a permis de partager les aléas du travail de recherche et de se fixer des objectifs communs afin de progresser. Je remercie Véronique, Stanislas, Stéphanie, Maxime, Pauline, Benjamin, Juliette et j'ajoute à ce groupe Nathalie et Georgi. Un autre groupe, où les questions larges du numérique étaient le centre de nos interrogations, m'a permis de ressentir et « d'expérimenter » les différentes possibilités qu'offrent les technologies numériques pour l'architecture. Je tiens à remercier : Aurélie, Milovann, Joaquim, Marion, Samia et Anne-Sophie. Et finalement, de manière plus personnelle, j'exprime ma reconnaissance à Zeynep avec qui j'ai partagé tout ce qui englobe et dépasse ce travail de recherche.

Avant-propos

Ce travail de thèse repose sur deux masters, un en architecture à l'Université Laval, Québec, Canada et un en philosophie à l'Université Paris 8, France. Il a toujours été plus ou moins question des mêmes problématiques qui se sont développées, modifiées et mutées aux fils des années. La base de l'analyse est restée sensiblement la même, n'a que très peu évoluée, même si une partie relativement importante du corpus a été acquise, en chemin, en raison de l'actualité du sujet d'étude. Commencée en 2004, cette recherche a vu apparaître au fur et à mesure des changements majeurs dans l'approche des architectes par rapport au numérique et même des attitudes complètement différentes. Je peux affirmer que je ne serais certainement pas arrivé aux conclusions actuelles si j'avais terminé la thèse avant 2010, moment où une certaine saturation du milieu architectural a été atteinte.

Durant mes deux masters, mon attention portait d'abord et principalement sur l'image, comme objet autonome et porteur du projet. Progressivement, le regard s'est déplacé de l'image à l'appareil producteur de ces images, sur la technique de l'appareil. C'est d'ailleurs à ce moment que j'ai découvert la pensée du philosophe Gilbert Simondon qui deviendra un penseur central de mon travail de thèse. Ces deux masters, en plus de me faire découvrir plusieurs penseurs pertinents pour mon analyse, ils m'ont conduit à chercher un agencement théorique pour penser la relation étroite entre technique, images et architecture. La question qui a guidé ma thèse a été : Quelle serait l'invention propre du numérique en architecture ?

En le formulant simplement : qu'est-ce que les technologies numériques ont changé sur l'architecture elle-même, sur l'édifice construit ? Ce questionnement contenait cependant certains pièges, comme celui de tomber dans un déterminisme technologique ou de se limiter à chercher uniquement les transformations et mutations dans les formes des bâtiments. Avant même d'aborder la répercussion du numérique dans l'édifice construit, il a été important de bien comprendre le milieu dans lequel ces architectures ont été conçues. Cette étude du milieu a permis de mettre en lumière que la réalité technologique des pratiques a été radicalement modifiée, les architectes ne concevaient plus avec les mêmes instruments, avec les mêmes gestes, les mêmes logiques, et surtout, que les pratiques elles-mêmes n'étaient pas homogènes. Il m'est dès lors appar

clair qu'il ne pouvait y avoir qu'un seul et unique tournant numérique, mais seulement de multiples approches qui tentaient, à chaque fois, de répondre à des problématiques précises, insérées dans des milieux avec leurs propres préoccupations, héritées de contextes différents.

INTRODUCTION

«On débroussaille en telle direction, et le chemin s'ouvre
ailleurs, si loin parfois, qu'on a du mal à le découvrir.» Charles
Juliet, *Traversée de nuit (Journal, II: 1965-1968)*

La réalité des pratiques architecturales a subi d'importantes modifications sur le plan technique depuis l'arrivée des technologies de l'information et de la communication (TIC), dont les premiers systèmes sont apparus en architecture il y a déjà plus d'une cinquantaine d'années. Les changements induits sont multiples, fragmentés, et leurs effets affectent presque la totalité des domaines. Il est difficile de considérer la révolution numérique comme un tout homogène et cohérent, car chacune des pratiques a été modifiée de manière singulière, selon différents rythmes de mutation et avec des répercussions localisées. Cette intuition selon laquelle il convient d'aborder le numérique comme une pluralité de mutations, chacune comprise au travers d'expérimentations singulières, se rapproche du constat émis par le philosophe épistémologue Jean-Michel Salanskis sur la révolution computationnelle et à ses nombreuses implications.

Les mutations de la révolution informationnelle, en conséquence, ne seraient pas tant une grande et unique rupture, confirmée par ses innombrables illustrations, qu'une pluralité hétérogène de mutations, chacune substantielle mais chacune locale, et relative à un contexte qui reste directeur, et n'est en ce sens pas véritablement « révolutionné »¹.

L'architecture n'échappe pas à ce constat et se trouve par conséquent engagée elle-aussi dans un processus de transformation avec plusieurs points de flexion, chacun configuré différemment. Il apparaît par conséquent primordial de chercher à établir des coupures, des distinctions et des différenciations, plutôt que de tenter à rassembler sous l'enseigne d'un grand tournant numérique une série de pratiques expérimentant les TIC de manière singulière. Ces différenciations sont perceptibles dans les sensibilités technologiques qui se sont construites au travers des pratiques numériques et des explorations architecturales. Ces sensibilités ont évolué au fur et à mesure des expérimentations successives laissant ainsi percevoir différents sens dans l'appropriation du numérique en architecture.

¹ Jean-Michel Salanskis, *Le monde du computationnel*. Paris : Les belles lettres, 2011, p. 42.

Considérer l'architecture numérique au travers des sensibilités technologiques indique d'emblée qu'il y a une distinction à établir entre numérique et technologique. S'il existe évidemment de nombreux recoupements et que dans le langage courant, l'un peut être remplacé par l'autre, il s'agit ici de prendre ses distances par rapport à l'usage actuel de la notion de « numérique », qui est à la fois trop restrictive et trop générale. Le numérique est effectivement trop restrictif du point de vue strictement technique, car il se limite à son calcul informatique, « c'est-à-dire le calcul automatique sur des informations encodées numériquement² ». Il est également trop général par rapport à la tendance actuelle qui donne au numérique une valeur sociale, culturelle et politique, sans accorder néanmoins de valeur aux considérations technologiques. Dans de nombreux exemples, les manières de considérer la condition humaine du XXI^e siècle minimisent les spécificités technologiques que comprend cette arrivée du numérique. Cette position se retrouve en filigrane dans certains textes, comme par exemple *Qu'est-ce que le numérique ?* de Milad Doueïhi. Pour ce philosophe, la compréhension du numérique repose sur un humanisme numérique qui semble maintenir la distinction entre humain et technique, faisant ainsi que le numérique se trouve n'être qu'un « produit » du social.

Notre position va dans le sens inverse et cherche justement à concevoir la relation entre les éléments techniques et les phénomènes humains de manière co-constitutive. Il ne s'agit pas d'envisager le numérique à partir de ces effets sur la société, mais d'observer comment la société des architectes a exploré l'espace et les formes au travers des TIC. Il s'agit ni plus ni moins de comprendre la phrase célèbre de Gilles Deleuze : « La technologie est donc sociale avant d'être technique³ » à la manière de Simondon, c'est-à-dire que les technologies numériques ne sont pas des objets extérieurs, étrangers, qui contamineraient les architectes, mais plutôt, cherchant à s'établir sur des bases communes, chacun des programmes informatiques, ou des

² Gérard Berry, *Penser, modéliser et maîtriser le calcul informatique*. Paris : Collège de France/Fayard, 2009, p. 15.

³ Gilles Deleuze, *Foucault*. Paris : Minuit, 2004 [1986], p. 47.

quelques lignes de script ont nécessité un niveau très élevé d'individuation psychique et collective afin de se réaliser et de former un agencement concret. En d'autres termes, le développement des TIC nécessite une certaine énergie humaine importante. En effet, comme l'expliquait le scientifique Gérard Berry dans sa conférence inaugurale du collège de France, le numérique, surtout le logiciel [*software*], demande une forte implication humaine : « Contrairement aux apparences, l'industrie du logiciel est une industrie lourde : écrire, relire, modifier et gérer des millions de lignes de code prend un temps humain considérable⁴. »

Le numérique est dans ce travail abordé du point de vue de sa nature technologique, dont la genèse repose sur de l'énergie humaine investie pour rendre opératoires certains processus techniques. Si le développement de la plupart des TIC répond à des objectifs extérieurs à l'architecture, les sensibilités technologiques des architectes ont permis principalement de faire entrer en résonance deux processus : les rythmes de la conception architecturale et la cadence de l'algorithme. Il y a une distinction à faire entre ceux qui ont cherché à adapter leur conception aux rythmes de la machine, et ceux qui au contraire ont tenté de dicter à la machine des processus à exécuter selon une logique traditionnelle, pré-numérique, sans transformation. Les sensibilités technologiques ont plutôt émergé de la tentative de synchroniser un rythme sur un autre, en introduisant des phases de désynchronisation. Dans ces conditions, les processus de conception ne proviennent plus uniquement de l'architecte lui-même, mais se trouvent combinés dans un dialogue avec la cadence de la machine. Ces énergies mises en œuvre pour synchroniser deux processus ont introduit des perturbations qui sont venues surtout dans un premier temps désadapter autant les processus de conception que l'architecture elle-même. Ce sont ces énergies, chargées de désirs, d'attentes et d'intentions qui sont venues se confronter avec les potentialités offertes par les TIC.

⁴ Gérard Berry, *Pourquoi et comment le monde devient numérique*. Paris : Collège de France/Fayard, 2008, p. 43.

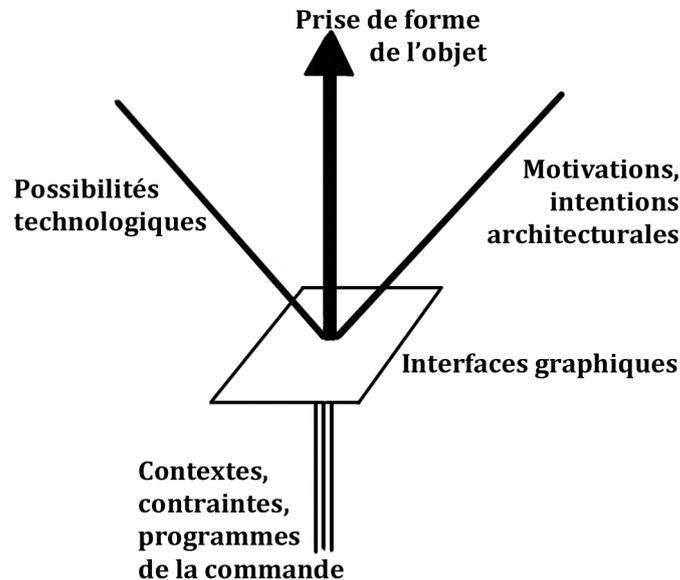


Schéma 1. Les tensions entre les désirs de l'architecte et les potentialités du numérique qui, prenant place sur l'interface, propulsent la forme (Je réalise ce schéma).

Ces sensibilités technologiques se sont déployées dans des milieux singuliers dont les préoccupations et intérêts architecturaux étaient différents, voire divergents. Pour cette raison, l'appropriation du numérique s'est faite à des rythmes presque aléatoires, et surtout, elle a retenu les tensions internes et propres au milieu dans lesquelles ces différentes pratiques ont émergé. Dans ce sens, et comme le relevent très bien le théoricien Georges Teyssot et Samuel Bernier-Lavigne dans leur chronique sur l'architecture numérique, les rapports entre l'évolution des techniques, des pratiques et des préoccupations architecturales sont difficilement saisissables de manière globale.

Dans certains cas, la généalogie des techniques se fait en ligne directe [avec différents concepts qui ont gouverné l'émergence d'une architecture « numérique »]; plus souvent, l'évolution est dictée par une croissance rhizomatique, où la mutation est constante, la rétroaction permanente⁵.

⁵ Georges Teyssot et Samuel Bernier-Lavigne, « Forme et information. Chronique de l'architecture numérique », in Alain Guiheux (éd.), *Action Architecture*, Paris : Éditions de la Villette, 2011, p. 49.

Cette généalogie est d'autant plus difficile à cerner que le lien entre architecture et numérique résulte principalement d'une tension générée de manière exploratoire et dans des conditions expérimentales. Il est important ici de préciser qu'une distinction de principe a été établie entre exploration et expérimentation : la première est à entendre comme exploration formelle et spatiale, tandis que la seconde tente de souligner l'aspect expérimental des pratiques et opérations techniques. En simplifiant les choses, l'exploration se produit derrière l'écran, par la simulation d'un projet-objet, et l'expérimentation se produit devant ou avec l'écran. La particularité des projets-objets observés et analysés dans cette recherche est que leur exploration s'est faite de manière expérimentale et que l'expérimentation des technologies numériques s'y est faite au travers de l'exploration de la forme.

L'exploration de la forme constitue la résultante en même temps que le véhicule avec lequel s'exprime l'expérimentation, à l'intersection entre les désirs, attentes et motivations d'un groupe d'architectes et les potentialités des technologies. L'architecte entretient une relation médiante avec la forme qu'il conçoit, et une relation immédiate avec l'instrument qui la manipule et la stimule. Les pouvoirs offerts par l'ordinateur, établis selon des langages spécifiques et programmés selon des logiques automatisées, sont eux aussi, à leur tour, médiatisés par les explorations de l'architecte. En d'autres termes, il n'y aurait pas de potentialités numériques abstraites et absolues, mais seulement des potentiels qui s'exprimeraient au travers d'explorations et d'intentions. C'est alors bien la technique, ici l'interface comprenant à la fois le *soft* et le *hard*, qui permet d'établir une relation symétrique entre la forme simulée du projet et l'architecte. En s'interposant entre les deux, l'interface combine à la fois la relation technologique entre les logiciels et les machines, qui opposent des procédés divergents d'interaction et d'automatisme, et la relation entre architecte et projet-objet simulé. Cette interface s'est par ailleurs multipliée et déplacée au fil des années, obligeant d'assurer la communication entre machines, principalement avec les expériences CAD-CAM⁶.

⁶ CAD-CAM : Computer-aided-Design and Computer-aided-Manufacturing.

Si la plupart des positions idéologiques radicales, pour ou contre le numérique, semblent avoir été remplacées par ce que le philosophe Bernard Stiegler appelle le *pharmakon*, c'est-à-dire à la fois remède et poison, les pensées actuelles ont cependant du mal à évaluer la place à accorder au technologique par rapport à ses implications et à ses acceptions culturelles, esthétiques ou même politiques. Regarder de trop près l'aspect technique des choses suggère souvent un déterminisme latent, qui donne un statut privilégié à la technique, comprise comme milieu structurant et ordonnant la culture. Cette relation compliquée entre technique, culture et nature est dans ce travail grandement influencée par la pensée technologique du philosophe Gilbert Simondon (1924-1989). Dans son ouvrage célèbre *Du mode d'existence des objets techniques*⁷, et aussi dans son recueil *Sur la technique*⁸, le philosophe développe une pensée large et complexe sur la technique qui est venue nourrir plusieurs pistes de réflexion pour aborder les problématiques que soulève le numérique.

Sa pensée sur la technique a permis d'approcher les expérimentations architecturales numériques en se concentrant sur leur réalité technologique, tout en évitant de s'engager dans les prises de positions idéologiques exprimées par certains architectes, historiens ou théoriciens. La richesse de ses analyses a permis de différencier les nombreuses sensibilités qui se trouvent recouvrir l'acte de conception numérique, autant que de redonner de la valeur à l'acte technique lui-même. Cette place accordée à la technique, comme médiation entre l'individu et le monde, a fourni les outils conceptuels nécessaires pour cerner l'évolution des sensibilités des différents architectes par rapport aux technologies, en même temps qu'elle a permis de saisir avec justesse l'articulation des logiciels de conception entre eux et avec les machines de fabrication (CAD-CAM). L'intérêt de la conception simondonienne de la technique réside sans aucun doute dans le renouvellement de la pensée qu'elle a

⁷ Cf. Gilbert Simondon, *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier, 2001 [1958].

⁸ Cf. Gilbert Simondon, *Sur la technique (1953-1983)*. Paris : PUF, 2014.

entraîné, à partir du concept d'individuation développé dans sa thèse principale, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*⁹.

Si la voie de la facilité amène à penser l'objet architectural comme un objet technique, réduit à ses simples technicité et fonctionnalité, mettant de côté tout son caractère esthétique, social et culturel, la pensée de la technique de Simondon a été principalement réservée à l'analyse des expérimentations numériques par les architectes. Les modes d'exploration, quant à eux, ont trouvé beaucoup plus d'affinités avec sa pensée de l'individuation. Recourir à l'opération d'individuation chez Simondon signifie placer le processus en avant, donc le considérer comme premier, et le penser selon le schème de la transduction avec comme paradigme la cristallisation¹⁰.

Cette pensée plaçant le processus au centre, comme origine en perpétuel déplacement, a permis d'approfondir deux « lieux communs » de l'architecture, formulés dans le but de rendre compte des pratiques récentes du projet. Pour l'architecte contemporain, il ne s'agit plus de concevoir un objet figé, idéal, mais de réfléchir en termes de processus et de penser les relations qui s'établissent avec les différents milieux. Ces processus englobent autant les dimensions temporelles que spatiales, et sont devenus la norme pour les pratiques numériques exploratoires. Les différentes transformations de l'objet simulé par ordinateur ont déplacé le centre d'intérêt sur son évolution dans le temps, entraînant une succession d'images qui cherchent à capter et à représenter cette dimension temporelle. De plus, il s'est produit une mutation spatiale, c'est-à-dire que l'objet n'est plus clairement délimité, mais procède d'une hybridation avec son environnement, faisant que les limites entre artificiel et naturel deviennent floues et poreuses. L'objet architectural entre en interaction avec son milieu, qui lui aussi interagit à son tour, configurant ainsi différentes ambiances. Ces deux considérations – temporelle et spatiale – font que l'objet architectural est devenu une sorte d'*objet-environnement* qui évolue presque

⁹ Cf. Gilbert Simondon, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. Grenoble : Jérôme Million, 2005.

¹⁰ Cf. Jean-Hugues Barthélémy, *Simondon ou l'encyclopédisme génétique*. Paris : PUF, 2008.

continuellement. Cette priorité du processus, toujours à la limite du milieu et de l'objet, s'explique par l'opération de transduction telle que développée par Simondon.

Nous entendons par transduction une opération physique, biologique, mentale, sociale, par laquelle une activité se propage de proche en proche à l'intérieur d'un domaine, en fondant cette propagation sur une structuration du domaine opérée de place en place : chaque région de structure constituée sert à la région suivante de principe de constitution, si bien qu'une modification s'étend ainsi progressivement en même temps que cette opération structurante¹¹.

Cette opération de transduction a servi de modèle et de méthode pour structurer l'ensemble des analyses menées dans ce travail de recherche. Les sensibilités technologiques témoignent en quelque sorte elles aussi d'un processus transductif, c'est-à-dire que c'est par les désirs des architectes que se déploient les potentialités des logiciels, qui, à leur tour, viennent transformer les désirs initiaux, dans une sorte de va-et-vient permanent, qui se propage à l'image d'une cristallisation. Ces oscillations ont eu pour conséquence d'obliger à certains réajustements, répondant à des phases de désadaptation et de reconfiguration du milieu. Cette propagation des technologies numériques au sein de l'architecture s'est faite selon différents degrés d'appropriation-adoption, à pas constamment variables, impliquant différentes vitesses de transformation des milieux et des individus. Ces diverses formes d'appropriation-adoption ont émergé dans des milieux pour lesquels existaient déjà des préoccupations propres, qui ont été maintenues au travers elles.

Les problèmes que recouvre l'architecture numérique sont imbriqués avec les obsessions de plusieurs personnalités qui se sont déplacées, sont entrées en résonance et ont fait évoluer le sens de ces problématiques. L'arrivée de l'ordinateur n'a pas créé un nouveau milieu technologique distinct, autonome, abstrait, mais l'ordinateur s'est introduit au mi-lieu de différentes tensions psychosociales, culturelles, techniques, liées à l'architecture et en même temps extérieures à elle. C'est au travers de ces relations tendues et réciproques que les structurations même de ces pratiques se sont transformées et singularisées.

¹¹ Gilbert Simondon, *ILFI, op. cit.*, p. 32.

Ces individualisations de groupe, psychosociales et techniques, réalisées selon différentes tendances, ont mis en exergue, comme le révèle Stiegler, « des processus d'intériorisation des automatismes technologiques (issus de l'extériorisation)¹² ». En d'autres termes, il est question de montrer comment les milieux architecturaux ont intégré et intériorisé les nouveaux rythmes introduits par les automatismes technologiques, pour finalement parvenir à projeter autrement, c'est-à-dire à inventer une nouvelle pratique de la conception architecturale.

La pensée de Simondon semble alors faite sur mesure pour réfléchir sur les problématiques de la technique, du processus et de l'invention que soulève le numérique. En effet, dans la pensée simondonienne, il est possible de considérer l'invention comme nœud de tensions entre l'individuation et la technique. Si ses ouvrages comportent plusieurs passages sur l'invention technique, le philosophe aborde et définit l'invention en profondeur dans sa théorie du devenir de l'image, développée dans son cours *Imagination et invention*¹³. Cette théorie de l'image nous a permis, en plus de comprendre l'évolution des images simulées numériquement jusqu'à son *saut* dans l'objet, de suivre l'une des intuitions initiales de ce projet de thèse, celle d'établir une articulation entre les processus de prise de forme et leur genèse technique dans les images.

À la lumière des différentes problématiques examinées par le philosophe, il est alors apparu nécessaire de ne pas se concentrer uniquement sur son analyse des objets techniques, mais de tirer avantage de la logique interne de sa pensée, ainsi que des tensions et des paradoxes qu'elle contient et retient. La pensée de Simondon a permis de saisir avec plus de justesse la réalité technologique au travers de laquelle les architectes ont participé au processus de prise de forme du projet jusqu'à sa réalisation dans l'objet.

¹² Bernard Stiegler, « La société automatique », in Francis Jutand (éd.), *La métamorphose numérique. Vers une société de la connaissance et de la coopération*, Paris : Alternatives, 2013, p. 93.

¹³ Cf. Gilbert Simondon, *Imagination et Invention*, (1965-1966). Chatou : La transparence, 2008.

Position des architectes par rapport à l'informatique

La culture architecturale s'est avec les années peu à peu transformée pour intégrer les considérations numériques et technologiques. Jusqu'à récemment, le numérique était considéré à partir d'une division fondée sur une opposition idéologique, focalisée sur la place et les pouvoirs à accorder à la technique. Très tôt, dès 1971, le directeur de la revue *Techniques et Architecture*, Max Blumenthal, écrivait dans l'introduction de l'un des premiers numéros spéciaux entièrement consacrés à l'informatique en architecture :

Actuellement, on assiste trop souvent à deux attitudes extrêmes : les architectes se méfient de l'informatique craignant d'y voir la fin de la création architecturale, ou en attendent des miracles¹⁴.

La distance entre ces deux positions s'est accentuée de telle manière à opposer frontalement deux clans. D'un côté, les pro-techniques, technophiles, voyant dans la technique une remarquable amélioration des modes traditionnels de conception, où, en plus de permettre à l'architecte d'éviter l'exécution des tâches ennuyeuses et répétitives, le numérique deviendrait l'unique façon de penser. Le Studio sans papier [*Paperless studio*] à l'université de Columbia, New York, autour de 1993, a constitué l'un de ces pôles où il était envisagé que ce nouveau média vienne remplacer progressivement, mais en totalité, les moyens traditionnels de conception. Des commentaires comme ceux de l'architecte anglais John Frazer, qui s'est intéressé très tôt aux systèmes intelligents de conception, ont également participé à cet enthousiasme pour les TIC.

Je perçois les ordinateurs non pas comme une armée d'employés qui bloqueraient toute créativité par leurs demandes de précision, mais comme des esclaves d'une patience et d'une puissance infinie¹⁵.

D'un autre côté, il a ceux qui se sont radicalement opposés à ce tout numérique et font l'éloge du dessin, de l'atelier traditionnel, non numérisé, avec ses grandes tables inclinées et l'odeur de l'encre. Pour ces défenseurs des modes de conception

¹⁴ Max Blumenthal, « Introduction », *Techniques et Architecture*, n° spécial *Informatique et architecture*, n° 4, 33^e série, 1971, p. 33.

¹⁵ John Frazer, *An Evolutionary Architecture*. London : AA publications, 1995, p. 18.

traditionnels, comme l'historien italien Marco Frascari, les technologies numériques handicapent l'imagination des architectes :

L'imagerie nouvelle de synthèse empêche d'imaginer, et le résultat de la représentation promeut une logique simple de « penser *avec* l'architecture » plutôt qu'amener les architectes, les entrepreneurs, les clients et les critiques à penser « à l'intérieur » [*within*] de l'architecture¹⁶.

Pour eux, il y aurait une sorte d'intérieur inviolable réservé tout entier à l'imagination et dénué de toute technique. Avec l'informatique, l'architecte se sent dépossédé de son savoir-faire parce qu'il ne maîtriserait plus en totalité les gestes de conception. Cette position radicale pointe en même temps que les différents modes de représentation – perspectives, axonométries ou projections orthogonales – relèvent bien eux aussi de la technique. Il s'établit alors une discrimination de principe selon laquelle les techniques analogiques deviennent acceptables, tandis que les techniques numériques sont à bannir parce qu'elles ne permettent pas de saisir « l'essence » de la conception, qui se trouve dans le dessin, et plus particulièrement dans la correspondance de la main (du trait) et de la pensée. Le numérique contre l'analogique, et vice versa. Aujourd'hui, il paraît évident que les pratiques de conception ne peuvent se limiter à l'usage exclusif de l'une ou de l'autre ; la réalité de la conception possède un caractère hybride, mêlant techniques analogiques et technologies numériques. Il reste intéressant néanmoins de chercher à prendre la mesure de ce que cache cette opposition idéologique afin de comprendre certaines des orientations privilégiées par les architectes.

Ces positions adverses ressemblent en plusieurs points aux « deux attitudes contradictoires envers les objets techniques » que Simondon relève dans son travail sur la technique. Pour lui, technophobe et technophile sont le résultat d'une compréhension erronée et simplifiée de l'objet technique, compris uniquement à partir de son usage, ou à partir de fonctionnements techniques limités, comme l'automatisation. Dans les deux cas extrêmes qui nous occupent, l'ordinateur est utilisé de manière à *remplacer* l'architecte, comme son double. Il est important de

¹⁶ Marco Frascari, *From models to drawings*. London : Routledge, 2007, p. 2.

rappeler que ces querelles ont porté presque exclusivement sur les techniques de projection, de figuration et de conception, et qu'elles semblent avoir presque disparues au sujet des techniques de fabrication.

Les réflexions du *Théâtre de la figuration* de l'historien Jacques Guillaume, soulèvent deux « utilités » de la figuration qui permettent de clarifier le point qui se cache derrière ces attitudes opposées par rapport à l'usage de l'ordinateur.

[I]l est clair que toujours la figuration d'architecture comporte virtuellement deux utilités : l'une détermine morphologiquement l'ouvrage projeté, elle lui donne forme ; l'autre informe et transforme les opérateurs humains ; notamment, elle « forme » les architectes qui, pris dans la succession de leurs regards diversement inquiets, déforment les images et par là, s'en font, en quelque manière, l'auteur collectif¹⁷.

C'est bien le caractère heuristique de la figuration qui est absent de la discussion. Malgré que l'on puisse remarquer des processus d'auto-apprentissage en ce qui concerne les algorithmes, comme le proposaient certains des projets-objets évolutifs de John Frazer, l'ordinateur n'a néanmoins pas véritablement la capacité de « former » l'architecte. Il n'est pas possible, tant pour le technophobe que pour le technophile, que l'ordinateur participe de manière collective à leur travail, car il est principalement pensé comme un outil, une « aide » à la conception, comme un objet extérieur. Cette mise à l'écart de l'ordinateur des processus de conception repose sur une distinction largement répandue, suggérant deux temps de la conception : la conceptualisation et l'instrumentalisation. Le premier temps est inexplicable, flou et caché dans l'inconscient du concepteur, la boîte noire, tandis que le deuxième est logique, rationnel, et par conséquent exécutable par une machine. Les pionniers de l'informatique en architecture, comme le Grec Chris Yessios, l'inventeur du logiciel *Form*Z*, ou le Français Paul Quintrand, ont maintenu cette distinction jusqu'à la fin des années 1980. En 1985, Quintrand explique qu'avec les technologies de l'époque, seul le deuxième temps de la conception peut véritablement accueillir l'ordinateur.

La première phase portant généralement sur des problèmes « mal définis », est rarement justiciable de traitement pouvant se résoudre par des voies

¹⁷ Jacques Guillaume, *Le théâtre de la figuration. Fascicule 2*. Paris : AREA & DGRST, 1976, p. 122-123 (souligné par l'auteur).

algorithmiques et par conséquent rend difficile, dans l'état actuel des méthodes et techniques, un usage pertinent et efficace des outils d'aide à la conception. L'instrumentation en revanche offre un vaste champ d'application d'outils maintenant opérationnels¹⁸.

En 1987, lors de la rencontre entre l'architecte reconnu Peter Eisenman et Chris Yessios à l'université de l'Ohio, à l'occasion d'un studio atypique nommé Fractal Studio, Yessios réaffirme, dans le compte-rendu qui en résulte, cette distinction « première et élémentaire » entre « la conceptualisation et l'exécution »¹⁹. Il est néanmoins possible de voir dans cette rencontre un basculement qui sera constitutif de l'histoire de l'architecture numérique et qui constitue l'un des moments charnières de cette recherche.

Période d'étude

Si l'ordinateur est introduit dès le début des années 1960 dans l'architecture, le moment de bascule qui nous occupe ici correspond à l'étroite corrélation qui s'est établie entre les explorations formelles et les expérimentations technologiques. En d'autres termes, c'est le moment où l'ordinateur devient un générateur de forme. Comme on vient de le voir, le Fractal Studio constitue certainement l'un des premiers milieux où s'institue cette relation entre deux personnalités, qui chacune, Eisenman et Yessios, sont associées à des milieux différents. Il se produit pourtant durant la même année 1987 une expérience où la fusion entre conception et exécution se réalise au sein d'un même individu.

Pour le concours du West Coast Gateway (1987), l'architecte-artiste multimédia Marcos Novak emploie un logiciel de modélisation d'ingénieur de façon détournée pour générer les formes de son projet-objet. C'est à partir de ce moment qu'il devient possible d'observer les premières conduites primitives à l'origine des sensibilités technologiques ; le moment où l'architecte conçoit et génère des formes au travers de

¹⁸ Paul Quintrand, *La conception assistée par ordinateur en architecture*. Paris : Hermes, 1985, p. 24.

¹⁹ Chris Yessios, « The computability of void architectural modeling », in Yehuda E. Kalay (éd.), *Principles of Computer-Aided Design: Computability of Design*. New York : John Wiley & Sons, 1987, p. 142.

l'exécution technique. Comme on le verra, ce basculement a beaucoup à voir avec les avancées technologiques qui se sont produites à cette époque, principalement celles touchant à la résolution graphique des interfaces, et dans une autre mesure, à leur convivialité.

Cette mise à l'épreuve a pour conséquence de déplacer l'architecte du centre de la conception, le plaçant plutôt en situation de « lâcher prise » dans les opérations de génération de formes, pour un temps. Cette confiance dans la capacité des logiciels à produire des formes et des transformations jusqu'alors inaccessibles par les moyens traditionnels conduit ces architectes à explorer ces modes alternatifs de conception selon des conduites intuitives et instinctives, avec une attention accrue sur l'indétermination que parvient à générer la machine. Les nouvelles possibilités offertes par les technologies pour générer des formes suscitent en effet une fascination presque naïve. L'aléatoire, l'accidentel et le hasard sont générateurs et cherchent plus à déstabiliser qu'à réconforter, comme le suggère l'architecte Lars Spuybroek.

Par conséquent, ce que nous envisageons ici doit être un autre sens de la technologie, non pas tellement une de satisfaction, mais une de stimulation. Le désir des technologies semble beaucoup plus grand et d'une force plus déstabilisante [qu'une technologie du désir]. Et cela est possible depuis que notre nécessité pour l'accidentel est beaucoup plus profonde que notre besoin de confort²⁰.

Cette fascination excessive pour le pouvoir déstabilisant du numérique, partagée par plusieurs architectes, a connu son moment de gloire, véritable chant du cygne, lorsque ceux-ci se sont rassemblés lors de l'exposition *Architecture non standard* au centre Pompidou. L'événement a été critiqué par l'historien Mario Carpo, qui a révélé la contradiction de l'exposition par rapport à la définition technique du non-standard.

La raison de cette apparente contradiction est que, parallèlement à la définition technique donnée au « non standard » mentionnée ci-dessus,

²⁰ Lars Spuybroek, « Motor Geometry », in *The Architecture of continuity*. Rotterdam: V2_Publishing, 2008, p.39. Texte publié originalement in *Technomorphica* (V2_Publishing, 1997); et ensuite, in *Architectural Design*, n° spécial, *Hypersurface Architecture*, vol. 68, n° 5-6, 1998, p. 48-55.

l'exposition de Paris a offert une alternative, fondée non pas sur la technologie mais sur la forme²¹.

Si Carpo privilégie les arguments autour du pli, présentant la réédition du numéro spécial d'*Architectural design* intitulé *Folding in Architecture*²², il n'en reste pas moins qu'à cette période, les débats autour du numérique sature une partie de la scène architecturale. Ces débats montrent également qu'il s'agit d'un moment de transition et que les architectes eux-mêmes l'ont remarqué. Selon l'architecte Greg Lynn, éditeur du numéro spécial d'*Architectural Design*, « l'exposition *Architectures non standard* annonce la fin de la première étape et le début de la seconde²³ ».

Après la fascination pour la nouveauté, les conduites pré-adaptées se sont transformées progressivement en attitudes technologiques plus maîtrisées, dont l'intérêt s'est déplacé du processus de forme vers un processus d'information. En d'autres termes, l'attention se déplace des variations de la modélisation vers le processus algorithmiques qui génèrent la simulation. Ce déplacement s'explique d'une part par le manque de contrôle qu'occasionnent des manipulations réalisées uniquement sur la forme, souvent obtenues par des méthodes d'essais et d'erreurs ou par hasard. D'autre part, cette transition répond aux déceptions qui ont suivi les premiers Blobs construits (*Blobmeister, First Built Projects*²⁴). Il se manifeste alors un engouement grandissant pour la fabrication, qui se concrétise par l'expérimentation avec différentes machines à commandes numériques – fraiseuse, découpeuse laser, bras mécanique assembleur, imprimante 3D, etc.

Cet intérêt pour la fabrication devient si important que la revue *Architectural Design*, qui a suivi avec attention le « tournant » numérique, réalise une rubrique exclusivement dédiée à cette problématique à partir du numéro de janvier 2003, intitulée « Blurring the lines : An Exploration of current CAD/CAM techniques »,

²¹ Mario Carpo, « Review of the exhibition *Architecture non standard* », *Journal of the Society of Architectural Historians* 64, n°2, 2005, p. 234.

²² Cf. Mario Carpo, « Ten years of Folding », *Architectural design*, n° spécial, *Folding in Architecture*, 2004.

²³ Greg Lynn, « Variations calculées », in Frédéric Migayrou et Zeynep Mennan (éds), *Architectures non standard*.. Paris : Centre Pompidou, 2003, p. 92.

²⁴ Cf. Peter Cachola Schmal, *Digital Real : Blobmeister, First Built Projects*. Basel : Birkhäuser, 2001.

avec comme principal intervenant le chercheur-ingénieur André Chaszar. À partir de 2005, Branko Kolarevic tient en Pennsylvanie l'un des premiers studios entièrement consacrés à la fabrication numérique (digital Fabrication) ; et au cours de la même année, l'ETH Zurich s'équipe de robots industriels et ouvre son laboratoire DfabArch (Digital Fabrication and Architecture).

Avec cet engouement pour la fabrication s'institue en même temps un nouveau rapport à la machine, du fait que les machines sont devenues plurielles. L'architecte n'est plus attaché à une machine unique, le logiciel, mais il doit assurer la traduction jusqu'aux machines de fabrication. De plus, les pratiques elles-mêmes de conception sont désormais réalisées à partir de plusieurs logiciels qui obligent l'architecte à tenir compte de la compatibilité d'un logiciel avec l'autre. Grâce à cette multiplication, l'architecte prend ses distances par rapport à l'emprise d'une seule machine, pour enfin voir se réaliser l'opération technologique hors de lui. Les préoccupations apparues avec ces techniques de fabrication ne chassent en rien celles des expérimentations faites avec les logiciels de conception ; elles sont imbriquées l'une dans l'autre, et surtout, l'une structure l'autre en même temps qu'elle se restructure elle-même. Il se dessine une chaîne technologique qui vient donner une « forme » au processus d'information qui articule la conception et la fabrication, et qui se détache peu à peu de la « forme » de l'objet architectural.

Cette modification dans les sensibilités va de pair avec un désintérêt presque généralisé pour la forme et pour l'image. En 2005, l'architecte Bernard Cache soutenait encore la forme contre plusieurs de ses détracteurs : « Commençons par la forme, puisque (pourquoi le nier) c'est là que réside la fascination²⁵. » En revanche, seulement quelques années plus tard, Cache préfère insister sur l'articulation plutôt que sur la forme elle-même : « La chose la plus importante qu'a permis le numérique n'est pas la conception de belles surfaces courbes, mais plutôt la construction d'une longue chaîne de relations entre les hypothèses initiales d'un projet et son résultat

²⁵ Bernard Cache, « Towards a non-standard mode of production », *Projectiles*. London : AA Publications, 2011, p. 60. Texte publié à l'origine dans Bernard Leupen, René Heijne et Jasper van Zwol (éds), *Time-based Architecture*. Rotterdam : 010 Publishers, 2005.

formel²⁶. » La question de la forme n'est plus la première à être posée, mais elle demeure et se retrouve à la fin du processus, comme « une sorte d'issue²⁷ », comme l'a dit l'écrivain Samuel Beckett dans un autre contexte.

Bernard Cache ne renie pas la forme, mais il la place en bout de chaîne, comme résultat. Il sait très bien que celle-ci se déforme, se reforme et s'informe tout au long de la chaîne de relations, à différents niveaux et sous différentes notations. La forme de l'objet architectural garde néanmoins une fonction de sélectivité, de régularité et de stabilité. C'est par ces résultats formels que l'architecture numérique est transmise et reçue. Cette attitude face aux technologies a franchi un dernier cap autour des années 2010, avec la constitution d'une véritable sensibilité technologique intégrée au sein même des mentalités des architectes.

Théories et pratiques numériques

L'arrivée à maturité des sensibilités technologiques coïncide plus ou moins avec le « tournant numérique²⁸ » que plusieurs auteurs ont tenté de définir du point de vue historique. En effet, ce travail de thèse s'insère au cœur d'une actualité de publications qui tentent, chacune à leur manière, de délimiter, de structurer et de définir la production architecturale numérique. *Culture numérique et architecture, une introduction*²⁹ est certainement l'une des premières tentatives à avoir réussi à couvrir une production architecturale relativement étendue et stable, capable de rendre compte des enjeux théoriques que sous-entend cette culture numérique.

²⁶ Bernard Cache, « Projectiles », *Projectiles, op. cit.*, p. 16.

²⁷ Phrase complète : « Paradoxalement, c'est par la forme que l'artiste peut trouver une sorte d'issue. En donnant forme à l'informe. » Cf. Samuel Beckett, in Charles Juliet, *Rencontre avec Samuel Beckett*. 1986, p. 28.

²⁸ Cf. Mario Carpo (éd.), *The Digital Turn in architecture, 1992-2012, AD Reader*. London : Wiley and Sons, 2013.

²⁹ Cf. Antoin Picon, *Culture numérique et architecture, une introduction*. Basel : Birkhäuser, 2010.

Un second texte important, sous forme de chronique³⁰, balaye également cette courte histoire, avec comme point de mire la relation entre technique et concept, qui est venue structurer l'évolution rhizomatique de l'architecture numérique. Ces tentatives de présenter une histoire de l'architecture numérique à une voix (ou deux), à partir de projets-objets pour lesquels le numérique a constitué un mode privilégié d'exploration, ne sont qu'à leurs débuts, et peut-être aussi à leur fin. Les tentatives théoriques et historiques actuelles favorisent davantage les points de vue multiples et croisent au sein d'un même ouvrage les voix de théoriciens, d'historiens et d'architectes expérimentaux, comme récemment dans l'ouvrage collectif *Architecture in Formation*.

Cette collection d'examens historiques, d'essais critiques, et de projets fournit une analyse transversale qui vise à re-conceptualiser l'état actuel de la discipline de l'architecture telle qu'elle est devenue, ces derniers temps, de plus en plus structurée autour des progrès obtenus par les computations³¹.

Cette ambition de croiser les regards et les formes de discours, que l'on retrouve également dans le récent *ArchiLab 2013, Naturaliser l'architecture*, s'éloigne cependant de l'ouvrage de Picon, de la chronique de Teyssot et Bernier-Lavigne, et du travail de recherche développé ici. La différence principale repose sur la valeur accordée aux projets-objets présentés. Dans la plupart des ouvrages collectifs, la machine conceptuelle mise en marche cherche surtout à saisir et maintenir l'actualité et la charge émotionnelle contenues dans les propositions architecturale qu'elle cautionne. Notre travail de recherche tente plutôt de saisir l'énergie mise en œuvre, non pas pour expliquer et justifier telles démarches plutôt que d'autres, mais de façon à les mettre à plat et en relation afin de saisir les différentes sensibilités qui ont guidé ces expérimentations.

Ces expérimentations numériques se sont exprimées autant par des pratiques que par des théorisations, explications et parfois justifications. Les architectes, les historiens et les théoriciens ont utilisé plusieurs modes de diffusion pour exprimer

³⁰ Cf. Georges Teyssot et Samuel Bernier-Lavigne, « Forme et information. Chronique de l'architecture numérique », *op. cit.*

³¹ Pablo Lorenzo-Eiroa et Aaron Sprecher, « Introduction », in *Architecture in Formation. On the Nature of Information in Digital Architecture*. New York : Routledge, 2013, p. 7.

leurs points de vue ou pour exposer leurs pratiques et productions. Plusieurs numéros spéciaux de revues ont été consacrés à des thématiques abordant un aspect spécifique de la production numérique. Par exemple, le *AD Reader Digital Turn in Architecture* montre l'évolution des thématiques abordées au cours de vingt ans de publications avec comme principal acteur l'architecte réfléchissant sur sa propre production. Dans un autre format, la collection dirigée par Antonino Saggio, *The IT Revolution in Architecture*, propose plus de trente analyses ciblées par des historiens et théoriciens sur des thématiques précises liées à cette révolution, parmi lesquelles plusieurs volumes sont consacrés et réservés à des figures emblématiques. En 2006-2007, Saggio tente de proposer une synthèse de ces différentes recherches dans un livre passé relativement inaperçu, *The IT Revolution in Architecture, Thoughts on a Paradigm Shift*³². Cette étude fait l'étalage d'une grande partie des concepts impliqués dans les TIC : interactivité, hypertexte, modèle dynamique, diagramme, en restant cependant avare d'exemples architecturaux. Le point culminant pour Saggio est le passage du plan au diagramme, qu'il définit comme le passage d'un mode inductif de conception à un mode déductif. Ces généralités, relativement abstraites, deviennent presque des banalités si elles ne se sont pas « concrétisées » dans des pratiques singulières.

Un troisième grand organe de diffusion s'est également constitué autour de Anyone Corporation, avec une série de conférences et d'articles de magazines qui, dans le sillage des préoccupations déconstructivistes, a fait du numérique l'une de leurs préoccupations centrales, avec la particularité d'axer les débats sur des considérations philosophiques. En 2003, ce milieu opte pour la forme de la revue avec *Log*, qui continue à s'engager relativement régulièrement sur les terrains des expérimentations numériques. À une autre échelle et sous un autre format, de nombreux efforts ont été faits par des institutions comme le Frac Centre à Orléans, ou le CCA à Montréal, pour constituer peu à peu une collection d'architectures numériques et ouvrir des débats sur certaines thématiques intrinsèquement liées aux

³² Cf. Antonino Saggio, *The IT Revolution in Architecture. Thoughts on a Paradigm Shift*. Ouvrage imprimé à la demande par les éditions Lulu.com, depuis 2007 en anglais, et 2006 pour la version italienne. En mars 2013, un tirage traditionnel a été réalisé chez Lulu.com (4^e édition, révisée).

TIC. Ces quelques revues et institutions ont été parmi les seules à couvrir l'événement de manière périodique et presque dans sa totalité. À cela s'ajoutent les colloques spécialement dédiés aux préoccupations techniques et surtout informatiques en architecture, comme ACADIA, CAADRIA, CAAD Futures, eCAADe, SIGraDi, SCAN³³, où les développements technologiques les plus avancés sont généralement présentés par des chercheurs, des ingénieurs et des architectes.

Ces différents types de publications et rencontres périodiques ont la particularité de révéler les positionnements archétypaux par rapport à la façon d'aborder la production numérique. S'il n'est pas possible de généraliser, ces différents organes de diffusion permettent néanmoins de discerner quelques postures, dont la plus prégnante a été celle révélée par l'architecte grec Kostas Terzidis, entre ceux qui savent fabriquer des logiciels et programmer [les *tool-makers*], et ceux qui savent seulement les utiliser [les *tool-users*]³⁴. Cette distinction liée au niveau de l'habileté technique a surtout eu pour conséquence d'introduire dans le débat une prise de position quant aux rapports entre pratique et théorie, pensée de manière soit déductive, soit inductive, et parfois même poétique. C'est d'ailleurs ce qui se trouve explicitement dans la catégorisation de Terzidis. Pour une partie des *tool-makers*, la théorie émerge de la pratique et ne tolère par conséquent pas la théorie qui viendrait couvrir une pratique, comme Terzidis en perçoit l'usage chez certains *tool-users*.

La seconde catégorie [les *tool-users*] tente de connecter la philosophie humaniste avec les phénomènes numériques. Ce faisant, elle a dû chercher des idées ou des principes humanistes qui peuvent expliquer ou résoudre ces phénomènes. Par exemple, Greg Lynn soutient que la plastique des formes générées par ordinateur peut-être associées à la description que donne Deleuze du lisse et de la continuité, comme si le logiciel était associé avec le souple. Même si cela peut détenir une certaine valeur au niveau des phénomènes, il n'est certainement pas vrai au niveau mathématique³⁵.

³³ Respectivement : The Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA) ; The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) ; Computer-Aided Architectural Design Futures (CAAD Futures) ; education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe (eCAADe) ; La Sociedad Iberoamericana de Grafica Digital (SIGraDi) ; Le séminaire de conception architecturale numérique (SCAN).

³⁴ Cf. Kostas Terzidis, *Algorithmic Architectures*. Oxford : Architectural Press, 2006.

³⁵ *Ibid.*, p. 56.

Ce reproche montre que Terzidis connaît la logique mathématique de l'ordinateur, mais montre en même temps une ambiguïté dans le lien entre le phénomène architectural qui se déploie dans la plastique de la forme et le phénomène technique et logique de l'ordinateur. Terzidis reproduit le même glissement que chez les pionniers, comme les architectes Nicholas Negroponte ou Cedric Price, en soutenant l'existence d'un rapport analogique entre les formes de l'objet et les technologies et le calcul qui a servi à les produire.

Cette distinction de Terzidis cherche à condamner les procédés déductifs et poétiques pour privilégier le mode inductif. Le plus ironique de l'affaire, c'est que le principal intérêt de ces architectes pour la philosophie de Deleuze a été justement la singularité de sa pensée, qui émane de l'expérience, mêlant affect et percept. C'est la place accordée à l'expérience, comme un « empirisme transcendantal », pour reprendre l'expression d'Anne Sauvagnargues³⁶, qui a conduit les architectes à recourir massivement à la pensée de Deleuze et Guattari (souvent oublié). Le numéro spécial d'*Architectural Design, Folding in Architecture*, en constitue certainement l'un des exemples phares. Comme le rappelle l'architecte Ben van Berkel de UN Studio, il y a bien eu un « moment » deleuzien qui est venu envelopper l'architecture numérique au milieu de la décennie 1990.

Pour beaucoup d'entre nous, les années 1990 ont été la décennie deleuzienne. Deleuze nous a donné tant de modèles et de concepts à réfléchir et à essayer pour donner du sens à l'espace, structurellement et dans son organisation : Le lisse et le strié, le devenir-animal, le diagramme, le pli, etc. Ainsi depuis plusieurs années, un grand nombre de questions et de défis posés par les architectes les plus exigeants ont été tirés de la philosophie de Deleuze, mais bien sûr, nous avons bien évidemment réfléchi à ses concepts d'une manière architecturale³⁷.

Ce dialogue entre architecture et philosophie durant la décennie 1990, ou encore celui qui s'institue progressivement avec les sciences du vivant, sont à comprendre comme des tendances qui décrivent un sentiment partagé par un milieu tout entier. Ces différents milieux sont entrés en résonance. Que ce soit la pensée de Deleuze ou

³⁶ Cf. Anne Sauvagnargues, *Deleuze. L'empirisme transcendantal*. Paris : PUF, 2010.

³⁷ Ben van Berkel et Caroline Bos, «Digital Conversation», in Ben van Berkel et Caroline Bos (éds.), *UN Studio Fold*. Rotterdam : Nai Publishers, 2002, p. 19.

les théories du chaos ou de l'émergence, ces différents modèles ou concepts sont venus accompagner les expérimentations et les explorations, de manière à leur donner une inflexion particulière. Par conséquent, il ne s'agit pas ici de vérifier la compréhension par les architectes de ces pensées parfois complexes, mais plutôt de saisir les énergies sous-entendues dans le recours à ces idées extérieures, ainsi que les orientations que ces pensées ont importées dans l'appréhension générale du phénomène.

Structure de la thèse

Les deux relations distinguées plus haut entre expérimentation et exploration correspondent à la division générale de la thèse. Ces deux parties ne sont pas articulées de manière chronologique, ni même thématique, mais cherchent à mettre en lumière deux relations, constitutives l'une de l'autre.

La première partie porte sur la relation que l'architecte entretient avec les technologies numériques dans leurs expérimentations. Avant de chercher à comprendre comment les architectes se sont appropriés les logiciels, il a été nécessaire de saisir les reconfigurations qu'impliquait le numérique pour les techniques de conception et de fabrication. L'interface graphique présente certaines configurations auxquelles les architectes ont dû d'abord s'adapter, pour ensuite trouver des moyens de participer directement ou de manière détournée à ses développements. Il est important de rappeler que ces processus d'adaptation et de désadaptation ont d'abord perturbé les temps de la conception. Si les processus d'adaptation court-circuitent les savoir-faire, les modes d'apprentissage et les schèmes culturels, nous avons été amené à les distinguer, par gradation, des processus d'appropriation et d'adoption, qui, eux, s'établissent sur des circuits longs d'apprentissage. L'appropriation-adoption entraîne plutôt une relation réciproque entre l'architecte et le logiciel, où les phases de désadaptation sont surmontées par différentes conduites inventives. La désadaptation des modes de conception, et dans

une autre mesure de l'architecture elle-même sont à considérer comme une phase constitutive et nécessaire à l'adoption du numérique par la culture architecturale. L'analyse porte principalement sur les expérimentations faites au moment de la conception, en raison du nombre important des avancées technologiques, dégageant ainsi un large éventail d'expériences et de sensibilités. Le dernier chapitre de cette première partie s'ouvre néanmoins sur les nouveaux rapports qu'a introduits entre autres l'arrivée des machines de fabrication. La présence de nouvelles machines, en plus de concorder avec la fin d'une première période, introduit de nouvelles attitudes par rapport aux TIC de manière générale. Il se constitue alors une articulation technologique qui, dégagée de l'objet architectural lui-même, rééquilibre la tension entre technique et architecture, ne les confondant plus l'une avec l'autre. Les différentes expérimentations exposées dans cette première partie ont débouché sur différentes inventions de nature technique, comme de nouveaux logiciels, environnements graphiques de programmation, et de nouvelles machines de fabrication, lesquelles, à leur tour, sont venues modifier les expérimentations suivantes. La réalité technologique du milieu architectural s'est donc vue réunir progressivement une « collection » de logiciels et de machines de toutes sortes, jusqu'à ce qu'elle retrouve, par phasage et déphasage, une sorte d'équilibre stabilisé.

La seconde partie se tourne vers les différents modes d'explorations formelles réalisées au travers des relations technologiques définies dans la première partie. L'intérêt porte presque exclusivement sur les processus de conception, en raison de la maturité qu'ont acquis ses explorations. Le pari a été de retourner aux images qui, malgré leurs relatives déconvenues au sein des milieux architecturaux, permettent de suivre l'évolution des différentes pratiques et permettent d'en remarquer différentes phases de développement. Il a été ainsi possible de découvrir une gradation dans ces explorations, débutant avec la fascination pour le mouvement, provenant principalement des techniques de *morphing* et de *mapping*, pour ensuite favoriser des explorations plus maîtrisées, en concentrant les modifications à des aspects précis de la simulation. Cette accumulation d'expériences, dans lesquelles des répétitions formelles ont été repérées, est venue structurer le milieu architectural, retenant

quelques-unes des intentions de départ, tout en voyant disparaître d'autres. Les images de cette architecture numérique sont venues construire un imaginaire dont il a été possible de suivre l'aspect dynamique et les différentes phases de développement. Cette progression peut se représentée par une courbe typique en « S ».

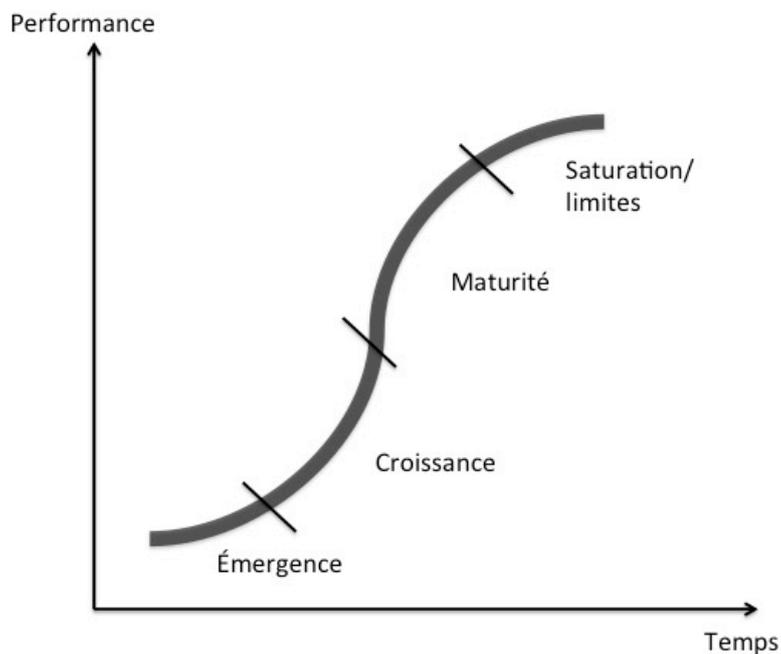


Schéma 2. Courbe en « S » expliquant les différentes phases de développement : émergence, croissance, maturité et saturation³⁸.

Cette évolution, avec la forme comme véhicule d'exploration, fait apparaître l'invention propre et concrète du numérique en architecture. L'étude de vingt-cinq ans d'explorations, d'essais et d'erreurs a permis de repérer dans l'objet construit certaines préoccupations, tensions et expressions provenant directement des expérimentations numériques. Grâce à l'impression esthétique éprouvée par l'expérience des architectures numériques, il a été possible d'observer les potentiels

³⁸ Schéma repris de Smaïl Aït-El-Hadj, « Les apports de la “théorie de l'objet technique” de Gilbert Simondon à une théorie opératoire unifiée des systèmes techniques », in Smaïl Aït-El-Hadj et Vincent Boly (éds.), *Les systèmes techniques, lois d'évolution et méthodologies de conception*. Paris : Lavoisier, 2009, p. 64.

technologiques qui sont maintenus dans l'objet construit. Ces potentialités ont d'abord été transposées de manière brutale, radicale et expéditive dans les bâtiments. Elles ont subi par la suite des évolutions qui ont permis aux architectes de recalibrer leurs attentes et intentions afin de les intégrer, couches par couches, de manière inventive dans les objets. Les potentialités numériques cristallisées dans le bâtiment tracent des lignes de force proposant ainsi différentes orientations capables de réorganiser le milieu pour les usagers. Les architectures numériques analysées ici permettent de suivre un cycle, où les réalisations des années 2010 se reconnectent de manière affirmée avec des préoccupations axées sur les qualités spatiales et matérielles de l'architecture.

PARTIE I. L'ARCHITECTE ET LES TECHNOLOGIES NUMERIQUES

« La médiation entre l'homme et le monde devient elle-même un monde, la structure du monde. » Gilbert Simondon, *Du mode d'existence des objets techniques*.

I.I

LA TECHNOLOGIE COMME MOYEN D'ENTREE

Cette première partie s'intéresse à la relation entre l'architecte et les technologies numériques, comprises comme la machine-ordinateur (*hardware*) avec ses logiciels (*software*). Cette articulation entre *hardware* et *software* s'avère complexe et paradoxale, car elle nécessite de la penser selon deux évolutions techniques différentes, l'une tendant vers la concrétisation et l'autre vers l'abstraction. Ce premier chapitre s'intéresse directement à cette articulation. Les technologies numériques reconfigurent à la fois les distinctions traditionnelles du projet d'architecture et aussi, les logiques internes de la technique par des agencements de plus en plus abstraits. Ces reconfigurations ont été abordées par le biais de considérations technologiques touchant aux différentes natures de l'interaction et aux différentes couches des milieux de la conception, de la fabrication et celui de l'architecture construite.

Dans un second chapitre, notre réflexion s'est principalement concentrée sur l'interface graphique, qui a permis de canaliser plusieurs tensions et de nombreux enjeux touchant les premières adaptations qu'a imposé l'arrivée de l'informatique dans les milieux de la conception. Ces derniers ont été parmi les plus perturbés par cette irruption nouvelle, entraînant de nombreuses questions sur la place traditionnellement accordée aux dessins, aux traits, et plus largement à la représentation de l'espace architectural. Ce chapitre se termine en montrant comment les logiciels et l'interface se sont chargés de potentialités, propices à se déployer dans les milieux de l'architecture.

I.I.I. Reconfiguration du numérique

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont une histoire riche, dont l'origine, ancrée dans la cybernétique et les recherches en thermodynamique, peut être située au moment du passage de la machine à calculer à la machine à information, c'est-à-dire avec l'invention de l'ordinateur. Comme l'écrivent plusieurs auteurs³⁹, l'ordinateur était à ses débuts réservé à quelques domaines précis, principalement celui des militaires et à quelques grands laboratoires d'université. Les machines sont alors énormes et nécessitent d'importants moyens, surtout financiers, pour les acquérir et dans une autre mesure pour les faire fonctionner. À ce moment, déjà, le fonctionnement de la plupart de ces machines est numérique et non plus analogique. Cette victoire technique du numérique (*digital*) sur l'analogique semble être l'une des raisons principales pour laquelle nous parlons de « technologies numériques », et par le fait même, d'architecture numérique. L'appellation « numérique », malgré ses approximations et imprécisions techniques, a été largement acceptée et incorporée par la culture, définissant ainsi une réalité et une condition identifiables par un très grand nombre. Cette acceptation s'est faite progressivement et repose en grande partie sur la distribution et la commercialisation à grande échelle de l'ordinateur, développée massivement avec l'invention des micro-processeurs. Cette invention technique, qui a comme principale caractéristique de permettre la miniaturisation du matériel informatique, est suffisamment importante pour que le sociologue Philippe Breton, dans son *Histoire de l'informatique*, la considère à la base de la « troisième informatique ». Historiquement, cette miniaturisation du matériel se produit en parallèle avec l'émergence de groupes radicaux, sur la côte Ouest américaine, passionnés d'informatique et « qui [ont] comme soucis la *démocratisation de l'accès à l'information*, plutôt qu'un désir d'innovation technique⁴⁰ ». Cette intention est considérée par Breton comme un des facteurs déterminants à l'origine de la micro-

³⁹ Cf. Charles Eames, Ray Eames, *A Computer Perspective : Background to the Computer Age*. Boston : Harvard University Press, 1990 [1973] ; Philippe Breton, *Une histoire de l'informatique*. Paris : Seuil, 1987 ; Jérôme Ramunni, *La physique du calcul. Histoire de l'ordinateur*. Paris : Hachette, 1989 ; Mathieu Tricot, *Le moment cybernétique. La constitution de l'information*. Vessel : Champs, 2008.

⁴⁰ Philippe Breton, *Une histoire de l'informatique*, op. cit, p. 230.

informatique, dont l'objectif était de rompre avec la production d'immenses ordinateurs centralisés, et de rendre l'ordinateur le plus petit possible afin qu'il soit accessible au plus grand nombre. Ce sera l'Apple II, arrivé sur le marché à la fin des années 1970. IBM lui emboîte rapidement le pas et sort les premiers *Personal Computer* (PC) au début de l'année 1982, afin de se lancer « à [son] tour à l'assaut du marché de l'«information conviviale»⁴¹ ». Cette convivialité d'utilisation et d'accès à l'information, malgré sa contingence technique, a joué un rôle déterminant dans l'évolution des logiciels et plus largement des TIC. À suivre l'étude récente de la philologue et linguiste Clarisse Herrenschmidt sur le code, et plus précisément la partie consacrée à l'écriture informatique, on remarque que cette convivialité constitue l'un des éléments centraux de l'évolution du numérique, aux côtés évidemment des perfectionnements purement techniques et de la mise en réseau.

Dans l'ensemble [...] toutes ces transformations sont allées vers un triple résultat global. La puissance d'abord, de calcul, de mémoire, de nombre d'application ; la maniabilité, appelée en informatique « convivialité » qui veut que les ordinateurs s'approchent de l'utilisateur *lambda*, s'adaptent à ses compétences, voire à ses moyens financiers ; afin, l'échange généralisé, puisque tout utilisateur peut communiquer avec tout autre⁴²...

Ce choix de miniaturiser l'informatique a grandement participé au déséquilibre entre *software* et *hardware*. À vrai dire, chacun d'eux progresse avec des visées opposées. S'il est toujours possible de considérer l'évolution du *hardware* comme une concrétisation technique, dans le sens simondonien « de la convergence des fonctions dans une unité structurale » et « d ['un] système entièrement cohérent avec lui-même, entièrement unifié⁴³ », le *software* s'organise quant à lui au travers de différents schèmes d'interaction de plus en plus abstraits. Ce décalage, qui fait qu'on a parfois tendance à dissocier le *software* de l'*hardware*, ou à l'inverse, à les considérer comme un tout unitaire, pose des problèmes si l'on souhaite comprendre les distinctions qui existent entre les principales phases techniques du projet d'architecture : conception, fabrication et jusqu'à l'objet architectural lui-même. Les différentes machines utilisées et surtout leurs différents rythmes d'évolution technique ont entraîné des coupures franches entre les différentes phases du projet. Les logiciels de simulation employés

⁴¹ *Ibid.*, p. 233.

⁴² Clarisse Herrenschmidt, *Les trois écritures. Langue, nombre, code*. Paris : Gallimard, 2007, p. 461.

⁴³ Gilbert Simondon, *MEOT, op. cit.*, p. 22-23.

1.1.1. Reconfiguration du numérique

pour la conception ont connu une progression considérable pendant la décennie 1990 et le début des années 2000, qui les a largement distancé des machines de fabrication comme les découpeuses, les fraiseuses, ou robots assembleurs, etc. Cet écart entre la programmation et la robotique ou domotique est certainement l'une des causes qui a produit cette fracture nette entre conception et fabrication, jusqu'à très récemment.

Pour chacune de ces phases du projet, sont apparus de nouvelles appréhensions, de nouvelles actions et de nouveaux gestes pour l'utilisateur de l'ordinateur, par rapport à la machine, ou même vis-à-vis de l'architecture elle-même, qui devient de plus en plus réactive [*responsive*]. Il s'est institué une multitude d'interactions de différentes natures et regroupant des milieux technologiques hétérogènes. Ces interactions, dans leur variété, empêchent tout rapprochement analogique entre elles et même, fait obstacle à percevoir l'ensemble du projet (conception, fabrication et utilisation) de manière continue. Il s'agit plutôt d'une articulation complexe entre les phases du projet, dans lesquels différents milieux techniques, sociaux et esthétiques interagissent ensemble. Il est donc important de distinguer certains de ces milieux et surtout de chercher à différencier la nature de ces interactions, afin de saisir la complexité et la disparité qui entourent l'arrivée de ces technologies au sein de la pratique architecturale.

Examiner les différentes mutations de l'interaction permet de suivre le basculement opéré au début des années 1990, avec d'importants développements liés aux interfaces graphiques. L'interaction en temps réel que permettent désormais les logiciels, dont l'invention des jeux vidéo a certainement contribué à affiner les sensibilités, a creusé un écart significatif avec les pionniers de l'informatique en architecture, qui, dans plusieurs cas, ont tenté d'appliquer directement l'interaction à l'objet construit, transformant ainsi le bâtiment en « machine à architecture » [*Architecture Machine*]. L'interaction avec l'image, avec l'objet et avec des schèmes [*patterns*] de plus en plus abstraits présente déjà des différenciations élémentaires qu'il ne faut plus amalgamer.

Le couple numérique-analogique correspond, en deçà de la rivalité fondée sur l'opposition idéologique quant à la place à accorder aux techniques, à une véritable distinction du fonctionnement technique pour les ordinateurs, et cela, dès leur origine dans les machines à calculer. En s'appuyant sur les éclaircissements donnés par l'épistémologue Franck Varenne sur la définition et l'origine de l'informatique, il est possible d'établir une distinction principale, qui fait que l'on trouve aujourd'hui des machines numériques et non plus analogiques. Varenne l'explique à partir d'une problématique propre à la théorie de la communication, celle du rapport entre signal et bruit, dont le questionnement débute comme suit :

C'est le rapport bruit sur signal qui permet de mesurer la précision d'un calcul. Le signal est ici le résultat désiré. Le bruit est la valeur absolue de la soustraction entre ce signal désiré et le résultat affiché par le calculateur. Pourquoi ne doit-on plus employer les calculateurs analogiques lorsqu'on désire un grand nombre de signes significatifs pour la précision du calcul⁴⁴ ?

Varenne développe cette question sur plusieurs pages, tout en rappelant que ce n'est pas que le calculateur numérique soit plus précis que l'analogique, dans certains cas même c'est le contraire, mais qu'« on doit conclure que la capacité de réduction du niveau de bruit dans les machines digitales est bien supérieure à celle qui existe dans les machines analogiques. Le niveau de bruit y est au moins cent mille fois moindre⁴⁵. »

La distinction repose sur une question se rapportant à la quantité de bruit, de sons parasites qui empêchent de percevoir le signal, à une échelle très grande. Ce changement d'échelle n'est pas sans rappeler l'un des points essentiels que soulevait déjà le penseur des médias Marshall McLuhan. « En effet, le "message" d'un médium ou d'une technologie, c'est le changement d'échelle, de rythme ou de modèle qu'il provoque dans les affaires humaines⁴⁶. » Malgré les critiques et réserves qu'a pu susciter la réduction du message au média, il n'en reste pas moins que McLuhan a su pointer ici comment les technologies numériques ont pris le dessus sur l'analogique, en

⁴⁴ Franck Varenne, *Qu'est-ce que l'informatique ?* Paris : Vrin, 2009, p. 81.

⁴⁵ *Ibid.*, p. 88.

⁴⁶ Marshall McLuhan, *Pour comprendre les médias. Les prolongements technologiques de l'homme.* Montréal : HMH, 1968 [1964], p. 24.

1.1.1. Reconfiguration du numérique

même temps que le basculement qu'elles ont introduit par rapport aux messages, compris comme information.

En d'autres termes, le numérique se différencie de l'analogique par rapport à une question de quantité et de calcul, mais à des échelles si grandes que ceux-là peuvent à la limite être considérés comme détachés des réalités concrètes. À cette échelle, le numérique n'est pas tellement une affaire de nombre, ni de calcul à portée humaine. Pour cette raison, les précisions de l'historien français Jean Brangé semblent rater leur cible lorsqu'il tente d'apporter quelques précisions. Par exemple,

L'architecture numérique est conçue avec des méthodes numériques, mathématiques ou algorithmiques. [...] Mais l'architecture n'a pas attendu l'ordinateur pour devenir numérique : son histoire est jalonnée d'œuvres dont la conception mathématique ou géométrique préside à la définition de la forme et de l'espace⁴⁷.

Il se glisse ici un aplatissement conceptuel et technique qui empêche de percevoir ce qu'introduit ce changement d'échelle. Le numérique n'est pas ce qui permet d'introduire le calcul et les mathématiques en architecture, mais ce qui leur donne une nouvelle dimension. Les calculs ne s'effectuent plus directement sur la forme, mais sur l'information réduite à une composition binaire. Du reste, ces calculs ne s'effectuent plus à partir de nombres, mais par des agencements de codage, décodage, et de recodage. En raison de la quantité et de l'automatisation des calculs, il s'institue un nouveau rapport entre forme et information, rendant caduques ces « quelques précisions ». C'est la possibilité de gérer, de calculer et de démultiplier des quantités importantes d'information qui déstabilise la forme architecturale. C'est le changement d'échelle obligeant de nouvelles articulations avec l'information qui finit par donner une profondeur à cette relation. Dans son travail sur le virtuel, le philosophe Pierre Lévy explicite cet emboîtement.

Concernant l'informatique, on pourrait parler d'une articulation à n termes : codes électroniques de base, langages-machines, langages de programmation, langages de haut niveau, interfaces et opérateurs de traductions multiples pour

⁴⁷ Jean Brangé, «Quelques précisions terminologiques. Architectures virtuelles, numériques, liquides, etc.», in *Les cahiers de la recherche urbaine et architecturale*, n° spécial, *Réel-Virtuel*, n° 7, 2001, p.15-16.

finalement parvenir à l'écriture classique, au langage, à toutes les formes visuelles et sonores, à de nouveaux systèmes de signes interactifs⁴⁸.

Ces différentes couches de langage, où l'information interagit différemment sur chacune d'elles et entre elles, font que les sciences de l'ordinateur disposent d'un statut particulier par rapport aux sciences en général. Comme l'expliquent les ingénieurs Colburn et Shute, pour les sciences de l'ordinateur, comparativement aux sciences empiriques traditionnelles, il n'existe plus tellement de distinction entre les modèles concrets (appareils, instruments) et les modèles abstraits (théoriques, mathématiques).

Les sciences de l'ordinateur, dans la mesure où elles concernent les logiciels, se distinguent des sciences empiriques car aucun de ses modèles n'est physiquement concret – ils sont réalisés dans le logiciel et dans ce sens non-physique. Les sciences de l'ordinateur sont abstraites⁴⁹.

Elles se différencient également des sciences pures, comme les mathématiques, malgré leurs nombreuses implications. Et c'est précisément ici que s'opère la différenciation entre nombre et code. La distinction entre mathématique et science de l'ordinateur se joue au niveau de leur utilisation respective de l'abstraction. C'est d'ailleurs sur ce point que repose la singularité des ordinateurs, comme le montre l'explication développée dans *Abstraction in Computer Science* : « Les sciences de l'ordinateur, étant principalement développées avec des schémas d'interaction [*interactive patterns*], ont pour objectif d'abstraction le *masquage* de l'information », comparativement aux mathématiques où celles-ci, développant des structures d'inférence [*inference structures*], «ont pour objectif d'abstraction la *négligence* d'information. »⁵⁰

Cette distinction, relevée également par Varenne, entre information *négligée* et information *masquée* est essentielle, car elle permet de singulariser les processus d'abstraction pour l'ordinateur de telle manière à réenvisager sa relation avec la concrétisation ; c'est-à-dire penser l'articulation entre hardware et software. Les modélisations numériques restent bien une abstraction comme celle retrouvée en philosophie ou en mathématique, comme « un processus d'élimination obtenu en

⁴⁸ Pierre Lévy, *Qu'est-ce que le virtuel ?* Paris : La Découverte, 1995, p.86-87.

⁴⁹ Timothy Colburn et Gary Shute, «Abstraction in Computer Science», in *Minds & Machines*, n° 17, 2007, p. 170.

⁵⁰ *Ibid.*, p. 169.

1.1.1. Reconfiguration du numérique

ignorant certaines caractéristiques⁵¹ ». Par contre, l'abstraction obtenue par les schémas d'interaction du calcul informatique n'est pas la même et déplace les modes de relation sous de nouveaux terrains d'observations technologiques.

Les agencements abstraits du logiciel

La complexité du fonctionnement interne de l'ordinateur dans son ensemble technologique, compartimenté en plusieurs couches, peut être pensée à partir de l'activité du développement logiciel telle que décrite par Colburn et Shute :

L'activité des développements de logiciels est caractérisée par la modélisation de schémas d'interaction dans les conceptions à la fois formelles et informelles, et dans les différents langages de programmation, principalement de haut niveau. Ces modèles traitent les différentes interactions entre les éléments de logiciels, entre ces éléments et ses utilisateurs, et entre ces éléments et une base technologique qui inclut le hardware, les langages de programmation, les systèmes d'exploitation et les réseaux⁵².

Il s'établit différents enchaînements de schémas d'interaction [*interactive pattern*] qui semblent, à s'en tenir à Colburn et Shute, de plus en plus abstraits, jusqu'à retrouver les *bits* [*binary digits*], le zéro et le un, emblèmes de l'informatique. C'est avec le bit, compris comme la modélisation d'interaction la plus abstraite, qu'il se produit un saut, tout au bout du processus d'abstraction, pour passer dans le concret, pièce de machine, qui réagit à ses ordres de manière électromécanique. C'est d'ailleurs dans ces langages-machines que les scientifiques de l'ordinateur exposent ce qui est masqué.

Du point de vue logiciel, un *bit*, ou un chiffre binaire, est une interprétation donnée à une pièce de *hardware*, appelé flip-flop, qui se trouve toujours dans l'un et seulement un des deux états possibles. C'est une abstraction qui *masque* les détails de la manière dont le flip-flop est construit⁵³.

C'est en quelque sorte l'agencement abstrait du logiciel qui contrôle et active la machinerie concrète, dont la marge d'indétermination se trouve principalement dans la gestion de flux énergiques. Ces énergies sont perceptibles et peuvent être représentées, mais le sens en est caché à l'utilisateur en raison des nombreuses couches de

⁵¹ *Ibid.*, p.172.

⁵² *Ibid.*, p. 183.

⁵³ *Ibid.*, p. 178.

modélisations abstraites d'interaction. C'est cette série de traductions, de transductions et de transcodages qui masque le raccordement entre le fonctionnement du *hardware* et celui du *software*. Le couplage entre une machine concrète (le *hardware*) et des agencements abstraits permettrait donc de saisir le passage de l'événement électrique, traduit en bits, aux pixels sur l'écran ; il s'agit de la mise en relation d'une série d'interactions d'ordres physique, électrique, technique avec des schémas d'interaction d'ordres programmatique et logique, jusqu'à produire une représentation graphique capable de soutenir une proposition architecturale.

Les développements apportés aux agencements abstraits ont surtout été orientés vers l'amélioration des qualités visuelles de l'interface graphique et la performance des calculs. Ces améliorations ont cependant laissé de côté les préoccupations sur la machine elle-même. Cette stabilisation du *hardware* a certainement eu des répercussions sur la lente progression des machines de fabrication. Malgré que celles-ci restent dépendantes des programmes qui les mettent en marche, il semble que leur configuration mécanique plus complexe engage des rythmes d'évolution gouvernés par d'autres milieux techniques. Elles sont certainement plus machines qu'ordinateurs, si l'on suit l'explication que donne Jean-Gabriel Ganascia dans son dictionnaire de l'informatique : « Cette dualité fondamentale [*software* et *hardware*] distingue l'ordinateur, machine générale, apte à tous les calculs, et donc universelle, des autres machines dont le comportement est spécialisé dans une tâche particulière⁵⁴. » Dans ce sens, les machines de fabrication se différencient de l'ordinateur, même si elles restent contrôlées par lui, car elles possèdent un mode particulier et restrictif d'actions. C'est en raison de leur spécialisation que les machines de fabrication offrent toujours moins de potentialités que l'ordinateur, qui, au contraire, a la capacité de générer à peu près n'importe quoi, tant que son résultat peut être perçu sur un écran bidimensionnel ou par émetteur auditif.

Cette inégalité entre les possibilités de modulation de la forme que permet l'interface par rapport aux champs d'action limités des autres machines a entraîné des problèmes pour réaliser ces formes générées librement par simulation informatique.

⁵⁴ Jean-Gabriel Ganascia, *Le petit trésor. Dictionnaire de l'informatique et des sciences de l'information*. Paris : Flammarion, 1998, p. 166.

1.1.1. Reconfiguration du numérique

Même les machines à contrôles numériques les plus développées supposent une conduite spécifique qui réduit considérablement le champ des possibles induit par les logiciels. Concevoir la fabrication en organisant la relation entre les machines, par la médiation d'autres logiciels, comme l'a proposé le groupe Objectile avec son projet d'architecture associative (voir *infra*), semble l'une des voies à suivre afin de concilier ce contraste entre ordinateurs et machines.

Conception, fabrication, architecture

La réalité de l'objet architectural se conçoit et se construit au travers d'une série de phases et de déphasages qui se trouvent rattachées à différentes techniques, où chacune à sa manière et à son rythme est transformée par le numérique. Il faut d'abord préciser ce que nous entendons par phase :

Par phase, nous entendons non pas moment temporel remplacé par un autre, mais aspect résultant d'un dédoublement d'être et s'opposant à un autre aspect ; [...] on ne conçoit une phase que par rapport à une autre ou à plusieurs autres phases ; il y a dans un système de phases un rapport d'équilibre et de tensions réciproques ; c'est le système actuel de toutes les phases prises ensemble qui est la réalité complète, non chaque phase en elle-même, une phase n'est phase que par rapport aux autres⁵⁵.

Cette manière de saisir la réalité de l'objet, par son mode d'existence complet, incite à penser une série d'articulations entre différents milieux techniques dans lesquels les TIC sont venues imposer des modifications localisées. Il s'ajoute à cette séparation une inégalité provenant de la profession libérale de l'architecte où son pouvoir d'action se limite généralement à la phase de conception. La phase de fabrication sur le chantier n'est plus tellement de son ressort, sinon qu'à surveiller le respect des instructions décrites sur plans et devis. Cette phase, à l'exception des expérimentations, ne permet généralement que quelques réajustements, souvent mineurs. Nonobstant cette délimitation franche entre les corps de métier qui, chacun à leur manière, s'approprient et adoptent à long terme certaines fonctionnalités ou opérabilités des TIC, la situation des dernières années a surtout montré des déphasages, où chacune des trois réalités techniques s'est trouvée, jusqu'à très récemment, dissociée.

⁵⁵ Gilbert Simondon, *MEOT, op. cit.*, p. 159.

Les déphasages qu'a introduit le numérique ont incité à s'attaquer d'abord à l'une des phases du projet et non à les envisager d'emblée comme un ensemble désarticulé. Le choix s'est arrêté sur les techniques de conception, pour plusieurs raisons. Premièrement, c'est pendant ce moment de conception qu'historiquement, du moins depuis la Renaissance, avec le *paradigme albertien*⁵⁶, l'architecte possède le plus grand pouvoir d'action. Deuxièmement, l'ordinateur personnel, dans sa forme, son agencement et ses modes d'interaction avec l'utilisateur, semble avoir atteint une stabilité technique qui assure une certaine cohérence dans ses modes d'existence. Il semble avoir atteint la limite de ses potentialités, ou du moins un palier. Il a en quelque sorte effectué les différents cycles de perfectionnement (émergence, croissance, maturité, saturation/limite), permettant ainsi d'avoir une image relativement claire de l'ensemble du phénomène. Troisièmement, plusieurs des rapprochements initiaux entre informatique et architecture ont porté sur la conception, comme par exemple, lors de la première réunion en 1971 de l'IRIA (Institut de recherche d'informatique et d'automatique).

Il nous a, en effet, semblé que pour cette première réunion sur l'informatique en architecture, il était important de nous pencher d'abord sur la conception et de montrer que le problème n'était pas simplement d'automatiser un processus existant mais la définition plus précise et plus objective de ce processus et par là même, parfois, sa mise en cause⁵⁷.

Quatrièmement, en raison du repli qui s'est malgré tout opéré de la conception sur elle-même, à cause du décalage entre les possibilités d'expression formelle alors envisageables et leurs difficiles matérialisations. Ces problèmes au niveau de la fabrication ont par ailleurs influencé le cours de l'évolution des modes d'expression en recadrant les préoccupations justement sur les questions de la construction et de la matérialité.

Cette évolution a aussi engendré plusieurs inventions et innovations techniques, qui se sont concrétisées dans toutes sortes de machines à commandes numériques (machines CNC⁵⁸) : fraiseuses à « n axes » (2 à 6), découpeuses laser, imprimantes 3D,

⁵⁶ Cf. Mario Carpo, *The Alphabet and The Algorithm*. Cambridge, Mass. : MIT Press, 2001, p. 117.

⁵⁷ J.-P. Maroy, « Introduction », in *Journées informatique et conception en architecture*. Rocquencourt : Iria, 1972, p. 5.

⁵⁸ *Control Numerical Computer*.

1.1.1. Reconfiguration du numérique

ou encore robots assembleurs, etc. Malgré l'intérêt relativement récent par les architectes pour la CAD-CAM, appelée pendant un certain temps CFAO (conception et fabrication assistées par ordinateur), les premières expérimentations de ces machines ont eu lieu il y a relativement longtemps, avec une histoire qui débute plus ou moins au même moment que la CAO. Les premières tentatives remontent au milieu des années 1950 au MIT, avec le PRONTO du Dr. Patrick J. Hanratty. Il semble néanmoins que le problème de la fabrication n'intéressait pas réellement les architectes des années 1960-1970, plutôt préoccupés par les questions d'interaction, implicites à l'arrivée des ordinateurs.

En observant les projets-objets des années 1970, il est surprenant de remarquer l'absence de préoccupation autour des considérations de fabrication ou de mise en œuvre. Il est toujours étonnant de voir apparaître dans les projets de l'Anglais Cedric Price ou ceux d'Archigram de vulgaires grues assemblant, déplaçant ou régénérant leurs objets. Notre hypothèse est de dire qu'ils ne voyaient pas ce problème, car leurs intérêts se trouvaient ailleurs. En effet, l'un de leurs principaux intérêts portait sur l'interaction homme-machine, qui s'éprouve entre l'homme et la machine-ordinateur, mais également entre l'homme et la machine-architecture. Pour Nicholas Negroponte de l'Architecture Machine Group (AMG), ou encore Cedric Price, surtout avec le *Generator* (1976-78), mais déjà d'une certaine manière avec le *Fun Palace* (1961), la fabrication a disparu, ou plutôt, la question de la technique ne se pose plus directement au moment de la fabrication, ni même de la conception, mais porte sur l'objet lui-même : l'objet architectural devient objet technique, et interagit «directement» avec l'utilisateur.

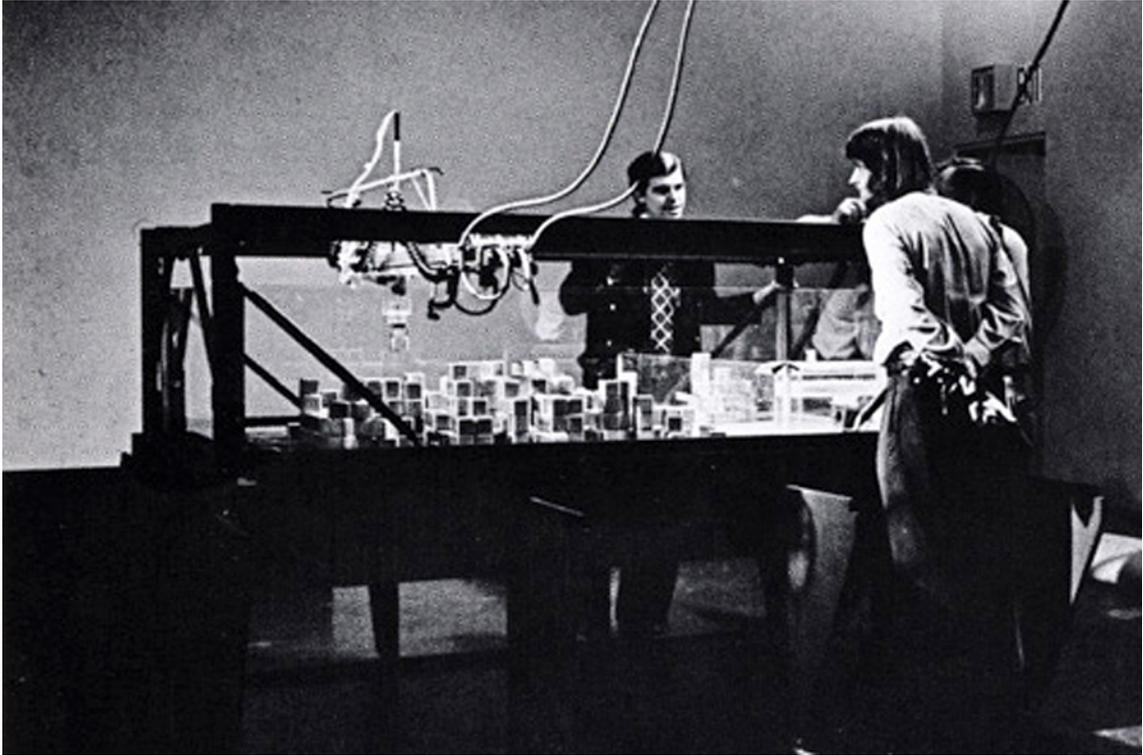


Figure 1. Le projet *SEEK*, Architecture Machine Group, MIT, 1969-1970.

Dans le cas extrême du projet *SEEK* (1969-1970), la fabrication de la machine-architecture n'est jamais expliquée, car c'est son fonctionnement *in situ* qui prend toute la place. Ce fonctionnement ne demande plus à proprement parler une conception au sens architectural du terme, mais une sorte de méta-conception des règles du jeu, d'où tout arrive sur place, condensant ainsi les différentes phases du projet en une seule, unique, qui se déroule en continu dans une boîte de verre. « Les machines architecturales, selon Negroponte, ne nous aident pas pour la conception, mais plutôt, nous allons vivre à l'intérieur d'elle⁵⁹. » Il ne s'agit donc plus d'objet, mais d'un ensemble technique qui interagit directement avec les usagers. Cet ensemble technique s'autonomise en même temps qu'il s'automatise.

Cette tendance à faire du bâtiment une machine interactive était à cette époque, mais encore aujourd'hui, une aspiration relativement partagée, comme l'indique le colloque tenu en 1973 sur les *responsive house*⁶⁰, ou les ouvrages récents de

⁵⁹ Nicholas Negroponte, *Soft Machine Architecture*. Cambridge, Mass : MIT Press, 1976, p. 5.

⁶⁰ Cf. Edward Allen (éd.), *Responsive house*. Cambridge, Mass. : MIT Press, 1974.

1.1.1. Reconfiguration du numérique

Lucy Bullivant⁶¹. Cette problématique de l'architecture ou de l'environnement interactif contient en son sein ce qu'avait exprimé Negroponte lors du colloque de 1973, c'est-à-dire la question de l'intelligence artificielle : « Si j'avais un environnement qui pourrait comprendre toutes mes intentions aussi bien que ma femme le peut, qu'est-ce qu'il ferait⁶² ? »

Si, comme nous le verrons plus loin, il se produit un glissement, voire un dérapage au niveau de l'interaction, il est important ici de préciser que cette approche anthropologisante de la technique s'inscrit dans une histoire très bien documentée par Dominique Lecourt dans son livre sur la technique et la vie, *Humain posthumain*⁶³. Il y relève les extravagances et soulève les limites de ses « technoprophètes » qui voient dans la technique le salut de l'homme.

Les mutations et multiplications de l'interaction

Au milieu des années 1980 survient un changement radical dans les interfaces et dans le sens des automatisations, entraînant de véritables mutations de l'interaction. Il est primordial de prendre la mesure de ce basculement, sinon la compréhension du phénomène passera à côté de l'essentiel, comme on a pu le voir dans une thèse sur *La révolution informationnelle en architecture*⁶⁴ soutenue en 2002 par l'architecte Frédéric Nantois. L'année n'est pas anodine, car elle se situe, en France du moins, avant l'engouement pour la fabrication, et montre une sorte d'essoufflement au sujet duquel Nantois concluait : « La course est finie. » Le parti pris de Nantois a été de suivre l'interface homme-machine de la cybernétique au cyberspace, sans pourtant porter réellement attention au changement d'interaction opéré. En regardant de près les travaux de Cedric Price et de Nicholas Negroponte, l'auteur s'intéresse à leur fascination pour l'interaction avec ces « machines à architecture », dotées

⁶¹ Cf. Lucy Bullivant (éd.), *Responsive environments*. London : V&A Publication, 2006; et n° spécial *Architectural Design, 4d social. Interactive Design Environments* 77, n° 4, 2007 ; *4d Space. Interactive Architecture* 75, n° 1, 2005.

⁶² Edward Allen (éd.), *Responsive house*, op. cit., p. 305.

⁶³ Cf. Dominique Lecourt, *Humain, posthumain. La technique et la vie*. Paris : PUF, 2011 [2003].

⁶⁴ Cf. Frédéric Nantois, *La révolution informationnelle en architecture (de 1947 à nos jours) : De la cybernétique au cyberspace*. Thèse, Université Paris 8, 2002.

d'intelligence. Il s'installerait une sorte de dialogue entre tous les acteurs engagés dans le projet, machines comprises, comme expliqué dans une chronique récente de l'architecture numérique :

Présentée par l'Architecture Machine Group comme un dispositif doté d'intelligence, cette « machine » aurait dû pouvoir interagir tant avec le concepteur qu'avec le contexte, en autorisant une forme de dialogue. Munie de multiples senseurs, elle aurait garanti une démarche évolutive lors des différentes phases de la conception, tout en présentant un apprentissage mutuel⁶⁵.

L'objectif de l'AMG était de chercher à faire communiquer les hommes avec les machines selon un langage formalisé, une sémantique commune. Ces systèmes intelligents, réactifs [*responsive*], dont l'interaction repose principalement sur des automatismes techniques, évolutifs ou non, interrogent le lien entre automatismes et architecture. Les automatismes prennent des directions opposées selon qu'ils se réalisent suivant un mode de fonctionnement relevant de la concrétisation ou de l'abstraction. L'automate donne une fausse image de concrétisation, alors que son fonctionnement technique reste encore très abstrait. Par contre, cette critique de l'automate perd de sa pertinence lorsqu'il vient le temps de penser les automates développés par le mathématicien John von Neumann, et les automatismes présents dans le calcul informatique. En d'autres termes, il existe deux régimes d'automatismes : les automatismes technologiques qu'actualisent les ordinateurs au travers de schèmes interactifs de plus en plus abstraits et les automatismes techniques qui peuvent exister dans un bâtiment réactif. C'est cette distinction que n'analyse pas Nantois et qui le conduit à sa proposition centrale, exposée dans un article intitulé *De Cedric Price à Bill Gates. Les technologies de l'ordinaire*⁶⁶. Pour Nantois, le devenir technologique se perd dans l'ordinaire, dans l'invisible, dans le quotidien. La maison hyper-technologique de Bill Gates, ou encore les surfaces animées de Time Square, sont des exemples de cette révolution informationnelle et de ses limites. Ils présentent cependant une ligne cohérente basée sur l'interaction, qui a pour interface le rapport homme-machine. Le basculement entre les différents types d'interaction ne s'est pas fait avec évidence,

⁶⁵ Georges Teyssot et Samuel Bernier-Lavigne, « Forme et information. Chronique de l'architecture numérique » *op. cit.*, p. 52.

⁶⁶ Frédéric Nantois, « De Cedric Price à Bill Gates : Les technologies de l'ordinaire », *Les cahiers de la recherche architecturale et urbaine*, n° spécial, *Virtual/Réel*, n° 7, 2001.

1.1.1. Reconfiguration du numérique

comme le souligne la question posée à l'architecte Greg Lynn par le critique Jeffrey Kipnis : « Pourquoi l'architecture elle-même n'est pas animée⁶⁷ ? » L'animation de la forme qu'a défendue Lynn est une animation au travers de l'image, et non pas de l'objet.

Ce changement timide dans l'interaction s'est instauré grâce aux améliorations de l'interface graphique de l'ordinateur, et principalement celle de l'affichage 3D, grâce au vectoriel. Il n'est pas anodin de souligner que ce changement dans le rapport à l'image a lieu historiquement en parallèle avec l'invention du jeu vidéo, et plus particulièrement à sa sortie hors des murs de l'université sous la forme du jeu d'arcades, comme le décrit le philosophe spécialiste de la cybernétique Mathieu Triclot. L'intérêt de rapprocher ces deux histoires réside dans le fait qu'à partir d'un moment, l'espace projectif de l'architecture permet, à l'instar des jeux vidéo, « d'expérimenter un univers actionnable et qui appelle l'action⁶⁸ ». L'interaction ne se fait plus tellement avec la machine, mais directement avec l'image, selon un mode immersif. C'est dans cet état d'esprit que des architectes comme Marcos Novak ou Manfred Wolff-Plottegg ont abordé la pratique de la conception architecturale autour de 1987. Wolff-Plottegg a d'ailleurs placé l'interaction au centre de sa *Théorie pour l'architecture de l'ordinateur*, développée à partir de 1988⁶⁹. Le changement majeur réside dans les objets et sujets en action : ce n'est plus l'interaction avec la machine-ordinateur qui intéresse l'architecte autrichien, mais celle avec les pixels, avec les traits lumineux sur l'écran, qui réagissent aux différentes manipulations possibles que permet le programme. Ces nouvelles interactions avec l'image, en temps réel, ouvrent un nouvel espace de conception de la forme. Il s'en suit une fascination pour différentes explorations formelles générées par l'ordinateur, une libération de la forme, qui durera au moins une quinzaine d'années.

Ces mutations et multiplications de l'interaction souhaitent défendre la thèse qu'il n'est désormais plus envisageable de faire correspondre, même de manière analogique, ces différents types d'interaction, mais qu'il est obligatoire d'y introduire une

⁶⁷ Michael Speaks reproduit la question posée lors de la conférence *Anywise* de 1995, dans « It's Out There... formal Limits of the American Avant-garde », *AD Hypersurface Architecture* 68, n° 5/6, (1998), p. 29.

⁶⁸ Mathieu Triclot, *Philosophie des jeux vidéo*. Paris : La Découverte, 2011, p. 86.

⁶⁹ Manfred Wolff-Plottegg, *Théorie pour l'architecture de l'ordinateur*, [en ligne], disponible sur : <http://plottegg.tuwien.ac.at> (page consultée le 5 septembre 2013)

indétermination technologique permettant ainsi de suivre les transformations qui s'articulent d'une machine à l'autre, afin de les saisir dans leur réalité complète.

1.1.2. L'interface graphique par défaut

Les interfaces graphiques (GUI)⁷⁰ par défaut sont ce qui est donné à voir sur l'écran à l'ouverture d'un programme, avant toute intervention de la part de l'utilisateur. Défaut des interfaces donc, parce que l'utilisateur se trouve devant des informations déjà là, déjà écrites, hors de sa portée. Ces interfaces sont la plupart du temps conçues et programmées par quelqu'un d'autre que l'architecte-concepteur, en général par une équipe de développeurs de logiciels [*software developers*]. C'est la GUI actualisée sur l'écran qui agit comme intermédiaire et qui permet à l'architecte d'accéder à la logique interne du programme. L'interface condense, isole, transforme ; elle actualise des virtualités ; elle génère continuellement de l'actualisation, par des calculs automatiques et des transferts électroniques.

Par le caractère général de l'ordinateur, la GUI a la capacité de reproduire un très large éventail de pratiques qui peuvent être très proches des pratiques traditionnelles du dessin ; en même temps, la GUI offre la possibilité d'inventer de nouvelles pratiques dictées par des logiques algorithmiques. En effet, l'ordinateur a bénéficié du succès qu'on lui connaît car il permet toujours aux architectes de produire des projections orthogonales ou de réaliser des perspectives. Dans ces pratiques, l'ordinateur agit pareil à un outil, capable d'améliorer la vitesse d'exécution et sa précision : il affine un geste. Ce type d'utilisation de l'ordinateur a pu être repéré très tôt chez des grandes firmes d'architecture, dès le début des années 1960⁷¹. Celles-ci se servaient des ordinateurs principalement comme d'immenses banques de données qui permettaient d'optimiser le rendement de la production de dessins comprenant de nombreux éléments répétitifs : « La connexion entre catalogues de produits (DB) et fichiers de type CAD-CAO eut comme conséquence une rapidité accrue dans la productions des dessins

⁷⁰ *Graphical user interface.*

⁷¹ Cf. Reinhold Martin, *The Organizational Complex : Architecture, Media and Corporate Space.* Cambridge : MIT Press, 2004 ; Antoine Picon, *Culture numérique et architecture, op. cit.* ; Georges Teyssot et Samuel Bernier-Lavigne, « Forme et information », *op. cit.* (p. 57-59 principalement).

d'exécution⁷². » Cette efficacité du geste n'est certainement pas mineure dans l'appropriation à grande échelle de la micro-informatique dans le milieu professionnel de l'architecture.

Notre attention s'est cependant portée sur le passage de l'ordinateur comme simple outil vers un instrument capable de faire percevoir autre chose. La distinction entre outil et instrument s'appuie sur celle établie par Simondon :

[S]i l'on entend par *outil* l'objet technique qui permet de prolonger et d'armer le corps pour accomplir un geste, et par *instrument* l'objet technique qui permet de prolonger et d'adapter le corps pour obtenir une meilleure perception ; l'instrument est outil de perception⁷³.

L'une des pistes choisies par certains créateurs de logiciel de CAO a été de proposer une alternative au dessin, motivation première du logiciel Form*Z, autour des années 1990. Cette prise de position – contre le dessin – est lourde de conséquences pour l'activité de figuration et de projection, car elle vient attaquer, l'un de ces modes principaux d'action, et ce au moins depuis la Renaissance. Ce mode alternatif passe inévitablement par un questionnement du trait et de la ligne, signes distinctifs et reconnus du dessin, qui sont réajustés selon différentes énergies d'inscription, avec en plus un questionnement de leur contenu.

L'interface est passée d'outil à instrument, puis, dans certaines pratiques, elle est devenue un instrument transductif. La qualité transductive de l'instrument se manifeste dans un type particulier de relation, qui, de proche en proche, permet de créer des failles dans lesquelles les architectes peuvent fuir la logique restrictive des programmes. Ils peuvent ainsi tracer des lignes de fuite leur permettant d'éprouver le *plus* que les programmeurs n'avaient pas directement prévu dans sa programmation, c'est-à-dire tirer profit de l'improgrammable, concevoir dans l'inprogrammable. C'est seulement dans ces pratiques inventives que l'instrument devient transductif. L'instrument transductif traduit des intentions en formes et il module celles-ci en relation permanente avec les désirs de l'architecte. Cette interaction intense déstabilise l'architecte et elle le place dans une position décentrée par rapport à l'évolution de son projet. C'est la relation de conception qui se trouve désormais au centre, et prend sens dans une réalité

⁷² Georges Teyssot et Samuel Bernier-Lavigne, « Forme et information », *op. cit.*, p. 57.

⁷³ Gilbert Simondon, *MEOT*, *op. cit.*, p. 114.

1.1.2. L'interface graphique par défaut

technologique dont l'interface graphique constitue le fond commun, qui n'est plus une simple surface d'inscription. La GUI est ce nouveau mi-lieu de rencontre entre l'individuation psycho-collective de l'architecte et les potentiels qu'offre l'agencement ordinateur-logiciels. Ces intensités technologiques et énergies humaines se cristallisent pour actualiser la forme de la modélisation sur le fond d'écran. Pour que ce couple ne reproduise plus la simple projection obtenue par les techniques du dessin, ou de la perspective, il est nécessaire que cette interface parvienne à un équilibre métastable.

La métastabilité de l'interface n'est pas donnée par défaut, au contraire, il s'agit d'une réalité surajoutée et sensible que les architectes ont dû construire et générer. Les GUI se chargent, acquérant ainsi un certain régime de potentialité, de manière à assurer leur pouvoir transgressif pour les différentes pratiques expérimentales.

Ce qui fait défaut

L'interface suppose évidemment une relation, mais qui, en raison de son caractère indirect dans la situation de la pratique, ne paraît pas évidente à saisir dans sa complexité. L'architecte interagit avec une machine, mais au fond ce n'est pas ce qui l'intéresse, mais c'est plutôt la logique du programme qu'il sollicite. Cette programmation, à part quelques exceptions, n'est jamais faite par l'architecte-concepteur lui-même, et dans tous les cas, elle repose toujours sur un niveau de langage plus bas, qui doit être médiatisé par des *keyframes* produits par d'autres. C'est dans ce sens qu'il y a toujours par défaut un langage informatique déjà là, préexistant à la pratique.

Dans les pratiques d'ordre adaptatif, le défaut doit être scindé en deux « ce qu'il faut », qui correspondent respectivement aux architectes et aux équipes de programmation. D'un côté, avec les meilleures intentions, les concepteurs de logiciel cherchent à proposer le logiciel « qu'il faut », et dont les logiques d'exécution sont calquées sur les attentes liées aux exigences d'un projet architectural. Cette adaptation s'est faite par des échanges entre concepteurs et utilisateurs, comme avec *FormZ*in* : ce magazine, en plus de faire la publicité de ses produits, avait comme principales

missions de recueillir les exigences, recommandations et intérêts de ses utilisateurs afin de les intégrer dans les développements ultérieurs de son logiciel. De l'autre côté, les architectes ont généralement cherché ce « qu'il *leur* faut » pour traduire ou pour mener à bien leurs intentions architecturales. L'article de Pierluigi Serraino, *Form Follows Software*⁷⁴, malgré ce que semble suggérer le titre, montre justement le contraire, où les architectes observés (6 agences et 3 logiciels) ne se plient pas à la logique du software, mais utilisent tel ou tel logiciel selon la tâche précise à accomplir.

Ces défauts ont le mérite de montrer que les architectes comme les programmeurs se trouvent dans une situation d'adaptation par rapport aux attentes de l'autre. L'adaptation, contrairement à l'appropriation-adoption, implique des conditionnements qui réduisent le champ des possibles à des applications formatées, c'est-à-dire sous la forme d'instructions et de normes données à l'avance qui induisent des *a priori* avant même que la rencontre sur l'interface ait lieu.

Une série de logiciels de DAO et CAO⁷⁵ comme SketchPad (1963, Sutherland), URBAN 5 (Negroponte, 1970), ou encore des langages ou métalangages comme ARLANG ou FOSPLAN, conçus spécialement pour l'architecture, ont tenté de s'adapter au mieux à la production graphique établie traditionnellement pour la conception architecturale. Ces médiations instrumentales ont obligé ces architectes-programmeurs à réinventer en quelque sorte les opérations de conception, car celles-ci n'étaient pas reconnues, donc programmées, par la machine. Elle ne met pas à l'épreuve la conception, ni le concepteur, au contraire, celui-ci forme la technique à sa main, comme dans les prouesses techniques de Chris Yessios modélisant le vide au milieu des années 1980. Comme on le verra plus loin, Yessios considérait l'architecture comme une discipline qui conçoit l'espace à partir du vide, contrairement à l'ingénierie, qui conçoit ses objets à partir du plein. Pour cette raison, Yessios n'invente rien à proprement parler, il ne fait que rendre computationnel un savoir généralement partagé, presque instinctif, de l'architecte ; il répare une faute. On peut voir cette attitude de l'architecte grec comme une réponse aux défauts des logiciels produits par l'industrie, surtout vis-à-vis des modeleurs de solide de l'ingénierie, qui ne prennent pas en compte

⁷⁴ Cf. Pierluigi Serraino, «Form Follows Software». In actes de colloque ACADIA, Indianapolis, 2003.

⁷⁵ DAO : dessin assisté par ordinateur ; CAO : conception assistée par ordinateur.

1.1.2. L'interface graphique par défaut

les opérations cognitives particulières au travail de l'architecte. Dans ce sens, il s'agit bien ici des fondements de l'appropriation du numérique, mais sans pourtant qu'ils déstabilisent suffisamment les modes de conception pour marquer une véritable rupture. Ils ne réparent que des discontinuités techniques sur un fond architectural continu. Ce que nous entendons par sensibilités technologiques est le fait que certains architectes, en créant des discontinuités architecturales, sont parvenus à redonner un fond technique continu à la culture architecturale.

Retournant à la réalité des progrès survenus en informatique, à l'exception de ces quelques inventeurs marginaux, on s'aperçoit que la majorité d'entre eux ont été accomplis à l'extérieur de l'architecture. Les principaux développements des performances graphiques, de simulation ou de calcul des logiciels proviennent essentiellement des domaines de l'ingénierie (conception automobile, architecture navale), de l'industrie militaire ou du film hollywoodien, et plus largement des domaines scientifiques. Plusieurs architectes ont d'ailleurs été attentifs à ces recherches et avancées issues d'autres disciplines, et dont certaines potentialités sont opératoires pour l'architecture. La relation étroite entre l'architecte américain Greg Lynn et l'industrie du film hollywoodien au début des années 90 montre cet engouement pour les milieux fortement impliqués dans ces avancées technologiques. L'évolution des logiciels de conception architecturale s'est donc faite en grande partie en l'absence des principaux intéressés, obligeant ainsi les architectes à se confronter aux matériel et logiciels développés sans eux. La question n'est pas tellement de chercher à savoir *pourquoi* les architectes n'ont pas été tentés de créer leurs propres logiciels que de savoir *comment* ils se sont appropriés ceux développés par d'autres.

Les travaux menés par l'anthropologue André Leroi-Gourhan, principalement dans *Milieu et techniques*⁷⁶, sont très utiles pour observer les migrations des techniques d'un milieu à l'autre. Le souci principal de Leroi-Gourhan n'est pas de valoriser un peuple qui invente lui-même son outil par rapport à un autre qu'il adopte d'une autre tribu, mais plutôt de chercher à suivre la propagation et diffusion d'une invention technique d'un groupe à un autre. L'anthropologue propose une échelle de grandeur qui permet d'établir des distances maximales et des dispositions minimales dans lesquelles un

⁷⁶ André Leroi-Gourhan, *Évolution et technique. Milieu et techniques*. Paris : Albin Michel, 1973 [1945].

milieu technique récepteur a la capacité d'intégrer un nouvel objet technique provenant d'un milieu extérieur. Cette étude montre que le milieu d'accueil possède nécessairement déjà des prédispositions et qu'une invention technique n'apparaît pas ni ne se déplace pas dans n'importe quel milieu. Pour que le transfert s'opère, il faut soit que le milieu technique d'accueil soit *légèrement moins* évolué : dans ce cas, l'objet sert aux individus à régler un problème déjà formulé, mais pour lequel il n'existe pas de solution technique ; soit *légèrement plus* évolué, et dans ce cas, l'objet est facilement intégré à leurs modes d'action. Si l'écart est trop élevé, l'objet ne leur sert à rien, ou ils n'en perçoivent pas l'utilité, retenus par d'autres problèmes. Il est possible d'établir des schémas similaires pour les milieux dans lesquels les pratiques numériques ont émergé. D'un côté, comme on pourra l'observer plus loin, ces technologies permettent d'explorer sous d'autres conditions des problèmes engagés dans certains courants de pensée postmoderne, comme celui de la complexité ; de l'autre côté, les TIC permettent d'approfondir une méthode de conception déjà mise en place et qui se veut une alternative au dessin.

Expression écrite

Dans l'un des premiers textes en langue française sur la CAO, *La conception assistée par ordinateur en architecture*⁷⁷, paru en 1985, Paul Quintrand, parle de « dessin étranglé par l'expression écrite ». Il est intéressant de noter que pour Quintrand, qui avait déjà évoqué cette question en 1967, le sens évolue durant cette période d'un peu moins de vingt ans. En 1967, l'expression écrite semble correspondre à ce qu'on pourrait appeler aujourd'hui les BIM [*building information modeling*], une modélisation de données qui permet de rendre plus compréhensible « l'information du dessin » pour les différents corps de métiers. Dans cette acception, l'expression écrite vient compléter le dessin.

Au dessin qui n'est que l'expression des formes doit s'ajouter l'écriture, expression de la pensée. Le dessin n'est plus un moyen de recherche suffisant au stade de l'étude, plus un moyen d'expression suffisant pour *transmettre* la pensée de l'architecture. Enfin il ne constitue pas un élément permettant une

⁷⁷ Cf. Paul Quintrand, *La conception assistée par ordinateur*, op. cit.

1.1.2. L'interface graphique par défaut

consultation valable des entreprises ni une aide à la direction de chantier. Les investigations que l'architecte va amener au cours de l'élaboration du projet vont se traduire par une Expression Écrite de l'œuvre, véritable support de l'expression graphique⁷⁸...

Si en 1967 l'expression écrite sert de support au dessin pour transmettre de l'information, les propos tenus autour de cette même expression – dessin étranglé – sont radicalement modifiés dans son livre de 1985 : l'expression écrite est alors principalement comprise comme « mathématisation », puis « informatisation » du projet, et devient une nouvelle tâche pour l'architecte. L'expression écrite ne vient plus compléter le dessin, ni complètement le supprimer, mais elle en constitue le moteur, l'élément génératif. Elle fournirait une alternative aux dessins, en concevant non plus à partir du trait, mais par l'énonciation et la résolution de problèmes : « Le travail principal de l'architecte va donc résider dans l'énoncé de problème. » Il se produit alors une fragmentation du projet en plusieurs problèmes, qu'il s'agit par la suite de combiner et d'assembler pour générer des motifs susceptibles d'être concrétisés en formes. Dans cette logique, l'apport du numérique est considérable, car « l'outil mathématique et l'ordinateur apparaissent alors comme le moyen efficace pour explorer les “dix milliards de jonctions” que l'on peut trouver dans un projet d'architecture⁷⁹ ». Penser le projet sous forme écrite, par l'énonciation des problèmes, trouve avec l'ordinateur un déploiement qui permet d'envisager une résolution presque complète de l'ensemble des impératifs architecturaux.

En plus de faire référence aux analyses de Christopher Alexander dans un court passage sur le dessin étranglé, Quintrand rappelle rapidement les critiques adressées aux rendus des « beaux-arts » : la virtuosité de l'exécution du dessin « cache » l'essence du projet. Ce passage, non développé, fait écho à l'étude attentive de Jacques Guillerme, qui approfondit cette opposition, que l'on retrouve aussi dans les débats passionnés autour du rendu académique à la fin du XVIII^e siècle.

[P]our l'un, tout le dessin de la composition est dans le feu de l'esquisse et l'imagination ne peut s'embarrasser de l'appareil des minuties graphiques ;

⁷⁸ Paul Quintrand, *Le livre d'or...*, 1967 (introuvable), cité par Jacques Guillerme, *Le théâtre de la figuration*, *op. cit.*, p. LXXII et LXXIII.

⁷⁹ Paul Quintrand, *La CAO en architecture*, *op. cit.*, p. 34

pour l'autre, il s'agit de réduire méthodiquement la conception du projet à des algorithmes de composition⁸⁰.

Cette confrontation, reposant à quelques détails près sur la même dichotomie entre conceptualisation et exécution, montre encore une fois la présupposition de l'ordinateur à assumer qu'une seule des deux fonctions. Par ce rapprochement, Quintrand suggère que cette exécution méthodique parviendrait à remplacer le feu de l'esquisse, car elle serait en mesure de répondre à la totalité des exigences du projet. Le seul frein, pour Quintrand, réside dans la culture architecturale confrontée à cette logique algorithmique : « Ce qui rend la logique algorithmique si problématique pour les architectes, c'est qu'ils ont maintenu dans leur pratique une éthique de la sensibilité artistique et de l'intuition ludique⁸¹. »

Ce commentaire contient un pressentiment largement répandu, dans lequel s'opposent encore, comme au XVIII^e siècle, deux visions de la conception architecturale. Au lieu d'accentuer l'opposition ou de prendre parti, il s'agit ici pour nous de définir une voie moyenne, capable de les réconcilier.

Alternatives au dessin

Les activités du dessin, de l'esquisse et du croquis, sont centrales pour bien comprendre le dessein de plusieurs acteurs des TIC. En effet, le dessin a constitué l'une de leurs cibles de prédilection, sur laquelle ils se sont orientés pour proposer différentes alternatives. Comme le précise l'architecte et ingénieur Daniel Estevez dans sa réflexion ouverte sur les pratiques graphiques contemporaines en architecture, « le dessin est, dans l'usage traditionnel, l'instrument de travail essentiel de l'architecte⁸² ». Il n'est par ailleurs pas inutile de dire en passant qu'une large partie de la pratique quotidienne de l'ordinateur continue à reproduire les techniques du dessin, en simulant l'action de dessiner. Bien que les gestes ne soient plus tout à fait les mêmes, les rythmes cognitifs et perceptifs possèdent de grandes similarités. C'est pour cette raison que certains

⁸⁰ Jacques Guillaume, *Le théâtre de la figuration*, op. cit., p. 153

⁸¹ Paul Quintrand, *La CAO en architecture*, op. cit., p. 65.

⁸² Daniel Estevez, *Dessin d'architecture et infographie. L'évolution contemporaine des pratiques graphiques*. Paris : CNRS éditions, 2001, p. 21.

1.1.2. L'interface graphique par défaut

logiciels ont connu subitement un large engouement, comme l'application *SketchUp*, qui, rachetée par Google (en 2006), s'inspire largement des techniques du dessin, et dont la tâche principale consiste à dessiner des formes en deux dimensions pour ensuite les rendre tridimensionnelles. Cette utilisation de l'ordinateur comme un outil de dessin amène inévitablement une dégradation, produite par la traduction en commandes et la réduction en codes, que les programmeurs sont obligés de reproduire afin de s'approcher jusqu'à ressembler aux pratiques traditionnelles. Sur ce point, on peut s'accorder avec les défenseurs du dessin et observer une perte de la vitalité du trait et de prédire la coexistence de dessin à main levée avec les simulations faites avec l'ordinateur. L'un ne remplacera pas l'autre. Mais tout l'intérêt se trouve ailleurs, dans les pratiques expérimentales, celles qui donnent à voir ce qu'il n'a pas encore été vu.

S'attaquer au dessin, c'est d'emblée refuser la tradition, se placer en marge par rapport à celle-ci, cherché par la négation. Concevoir avec l'ordinateur suppose évidemment des gestes différents, dont celui de tracer des lignes, mais surtout des rythmes nouveaux. C'est pour cette raison que l'étude d'Estevez, qui n'aborde pas les images en mouvement, passe à côté de l'un des principaux intérêts des TIC. Avant de se pencher sur cette question du mouvement, prenons d'abord la mesure de cette opposition au dessin, en sachant que la négation ou l'opposition dans le monde technique « n'est pas le moteur de progrès, d'après Simondon, ou plutôt, elle est moteur de changement, elle incite l'homme à rechercher des solutions nouvelles plus satisfaisantes que celles qu'il possède⁸³ ». Dans cette logique, il est important de remarquer que ces alternatives pointent plus le désir de changement qu'elles ne le produisent véritablement.

Une alternative au dessin est proposée par le logiciel Form*Z, premier logiciel conçu *par* un architecte, Chris Yessios, et commercialisé *pour* les architectes. D'entrée de jeu, Yessios affirme que « Form*Z est un instrument [argument] contre le dessin brouillon [*drafting*]⁸⁴ ». Le pari de Yessios est de transfigurer le croquis par un dispositif permettant d'éviter les propriétés du dessin géométral comme défini par

⁸³ Gilbert Simondon, *MEOT, op. cit.*, p. 70

⁸⁴ Pierluigi Serraino, *History of Form*Z*. Basel : Birkhäuser, 2002, p. 6.

Estevez : « Le dessin géométral est caractérisé non seulement par sa bidimensionnalité mais aussi par sa fragmentation (de composition en plan/coupe/élévation)⁸⁵. »

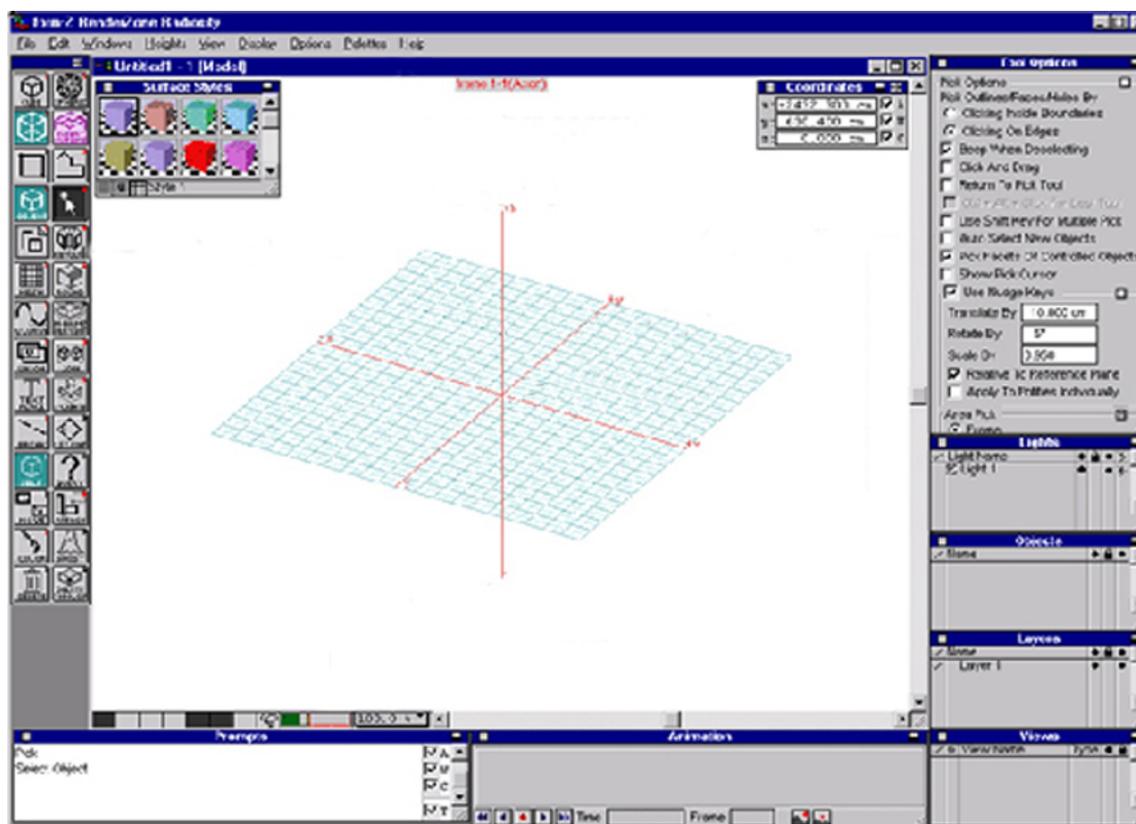


Figure 2. Interface par défaut du logiciel Form*Z, 2001.

De façon révélatrice, l'interface graphique par défaut de Form*Z est un espace tridimensionnel, représenté avec les trois axes (coordonnées X, Y, Z). Il s'agit, de préférence, de concevoir à partir de volumes. Cette configuration visuelle initiale, en plus d'être tridimensionnelle et unificatrice, entraîne une difficulté qui s'oppose à la base du dessin, c'est-à-dire tracer des lignes. Sur Form*Z, mais aussi sur la plupart des logiciels de modélisation, l'architecte ne *trace* plus des lignes, au mieux il en définit les points limites, pour ensuite les manipuler : l'architecte *interagit* avec des lignes. Sur l'interface par défaut de Form*Z tout particulièrement, il est en effet difficile de tracer un simple trait, et encore plus de le manipuler avec ce point de vue. Avec ce mode de visualisation tridimensionnelle, il est plus simple de concevoir directement à partir de

⁸⁵ Daniel Estevez, *Dessin d'architecture et infographie*, op. cit., p. 132.

1.1.2. L'interface graphique par défaut

volumes, de surfaces ou de lignes dédoublées pour ensuite les extruder (type mur, cloison, etc.).

L'attaque de Form*Z contre le dessin, l'esquisse et le croquis n'est cependant pas aussi radicale que la voie empruntée par l'expression écrite, comme celle de la programmation. Ce modelleur reste toujours pourtant dans le registre du visuel et de la forme ; il ne change pas véritablement d'expression, mais seulement de propriétés ou de fonctions. Il a surtout permis de rendre opératoire et calculable les lignes et les surfaces courbes de types Splines ou Nurbs (*Non-Uniform Rational Basis Splines*).

Dans ce registre de la projection, Estevez établit trois distinctions concernant le dessin traditionnel, soit trois grandes catégories de dessin : le prescriptif (pour la construction), le descriptif (représentation formelle) et le spéculatif (conceptuel, le croquis). On s'aperçoit que Yessios ne s'attaque qu'à la propriété spéculative du dessin, en fait, il l'incorpore au descriptif, c'est-à-dire que la conception à partir de la modélisation tridimensionnelle est d'emblée descriptive ; elle montre sans interruption « ce que ça donne ». Le croquis n'est plus dissocié de sa représentation formelle et descriptive.

Le contenu du trait

Le trait se trouve en deçà de la ligne. Il a une connotation brute, liée à la trace matérielle (matière), tandis que la ligne serait plutôt du domaine de la signification (forme). Un trait est une ligne sans contenu, ou plutôt, en attente de significations extérieures ; il l'acquiert au fur et à mesure que le dessin prend sens.

Cette différence de degré n'est pas sans rappeler les constatations d'Alain dans son *Système des beaux-arts* : « La ligne est l'invention propre du dessin⁸⁶. » La ligne apparaît simultanément avec le dessin. Au moment où les logiciels ou autres moyens d'expression se définissent comme une alternative au dessin, il est normal que le trait lumineux sur l'écran vienne déstabiliser le sens même de la ligne, comme le montrent

⁸⁶ Alain, *Le système des beaux-arts*. Paris : Gallimard, 1983 [1926], p. 278.

les premiers projets de l'architecte autrichien Manfred Wolff-Plottegg : *Housing Development* (1987) et la *Binary House* (1988).

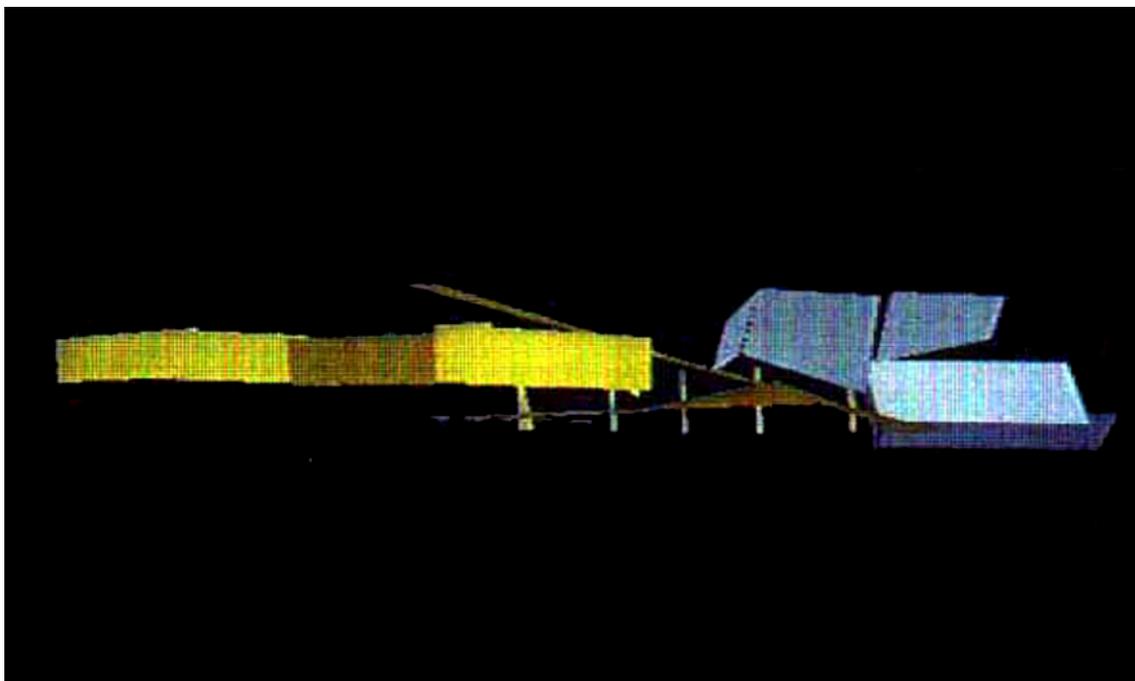


Figure 3. *Binary House*, Manfred Wolff-Plottegg, 1988.

Parlant de la *Binary House*, Wolff-Plottegg explique qu'un trait peut acquérir des significations différentes d'un instant à l'autre, sous prétexte qu'il est vide de contenu.

Les traits ne sont tout d'abord que des traits, ne sont qu'une image visuelle, ne veulent rien dire. Ce sont des voyageurs sur l'écran [...] et dans la mesure où les traits sont vides de contenu, ils peuvent être lus dans n'importe quelle combinaison⁸⁷.

Cette absence de contenu a constitué par ailleurs un véritable problème technique pour le programmeur, qui a dû assigner et prédéfinir un sens pour chacune de ses lignes. C'est tout un système qui a fallu inventer pour reproduire cette reconnaissance innée que recouvrent naturellement les traits d'un dessin architectural⁸⁸. Cette perte de contenu des traits de la *Binary House* a le mérite de soulever la distinction entre information et signification, et d'insister sur la requalification de l'émetteur-récepteur, en accordant la priorité au second, celui qui donne des significations aux informations reçues, plutôt qu'au premier, qui émet de l'information. Dans cette reconfiguration,

⁸⁷ Manfred Wolff-Plottegg, « La maison binaire & l'interaction (version intégrale) », in *Théorie pour l'architecture de l'ordinateur*, op. cit.

⁸⁸ Voir *infra*. Chapitre 1.2.1 *Les intersections du vide*.

1.1.2. L'interface graphique par défaut

l'interaction avec les pixels animés par les logiciels donne l'impression d'une redécouverte possible du sens de la ligne, de la représentation et même de toutes attributions architecturales. Le trait lumineux déstabilise, car il ne sert plus à capter le réel, ni à suivre le fil de la pensée ; il exprime une existence « allographique », pour reprendre le terme qu'utilise Carpo pour caractériser le système de notation chez Alberti, principalement. Dans ce retour historique que défend Carpo pour saisir la réalité de la pratique contemporaine, l'historien insiste sur la paternité [*authorship*] qu'obtient l'architecte par rapport à l'objet, même s'il n'en est pas le bâtisseur. Cette autorité repose principalement sur le système de notation qui contient toute l'information nécessaire pour être *transposée* à l'identique dans le bâtiment. Le trait numérique, comme le révèle Wolff-Plottegg, ne se rapporte plus à une réalité extérieure, mais existe à l'intérieur de l'espace de projection simulé par le programme, entraînant ainsi un désajustement par rapport au référentiel notationnel.

Le fait que la *maison binaire* existe là [dans l'unité central], entièrement, est une caractéristique essentielle. [...] La *maison binaire* même, bien qu'elle existe, n'a pas de dimensions. Le fait de l'absence de dimensions est en relation directe avec le fait que les traits sont dépourvus de noms⁸⁹.

La rhétorique de Wolff-Plottegg montre que la dimension ne constitue plus un critère essentiel de la définition de l'objet, parce que le trait ne se réfère plus à un extérieur, mais est en interrelation avec les autres traits de la réalité simulée. Le dessin est aspiré par l'espace interactif immersif et trouve une certaine autonomie, complète pour Wolff-Plottegg. Cette position a été largement partagée par plusieurs architectes voyant dans cette réalité virtuelle un espace de création nouveau et autonome, comme le précisait le premier axiome de la maison binaire : « 1. La maison binaire n'existe que dans l'unité centrale de traitement (CPU)⁹⁰. »

Cette posture radicale a perdu peu à peu de sa vigueur, mais a retrouvé un second souffle grâce à Internet. L'intérêt ne réside plus à proprement parler dans l'exploration de la forme mais dans les collaborations possibles par l'intermédiaire de plateformes de

⁸⁹ Manfred Wolff-Plottegg, « La maison binaire & l'interaction (version intégrale) », *op. cit.*

⁹⁰ *Ibid.*

design sur le réseau. Wolff-Plottegg, comme d'autres, sera d'ailleurs conduit à utiliser Second Life pour des cours à distance de conception architecturale⁹¹.

Les intersections du vide

Lors d'un colloque sur la computabilité de la conception à l'université de Buffalo, à la fin de 1986, Chris Yessios présente un article sur la modélisation du vide architectural [*void architectural modeling*]. L'objectif principal est de proposer une alternative aux modélisations réalisées à partir de solides géométriques [*solid geometric modeling*], comme celles qu'offraient les modeleurs utilisés dans le domaine de l'ingénierie. Yessios soulève alors les limites de ce type de modeleur, notamment pour répondre aux besoins de la conception architecturale.

Ironiquement, comme nous sommes tombés amoureux des modeleurs de solides et de leurs nombreuses opérations théoriques d'union, d'intersection et de différence, nous nous sommes néanmoins aperçu de son échec et de son inefficacité à prendre en compte la modélisation architecturale. [...] Au milieu des années 80, nous avons conclu que la modélisation par solide était incapable d'exprimer et d'accommoder l'architecture⁹².

Cette inefficacité repose justement sur ces opérations d'union, d'intersection et de différence, qui entraînent des incompréhensions au niveau de la modélisation, principalement dans le rapport entre les pleins et les vides. La conviction de Yessios est que la résolution de ce problème peut se trouver dans une modélisation à partir du vide plutôt qu'à partir du plein.

⁹¹ Manfred Wolff-Plottegg et Jochen Hoog, « Real Virtualities. Architecture 2.0. Using Second Life for an Architectural Design Course », in *eCAADe 26, Collaborative Design 3*, 2007, p. 817-822.

⁹² Chris Yessios, « The Computability of Void Architectural Modeling ». *op. cit*, p. 143.

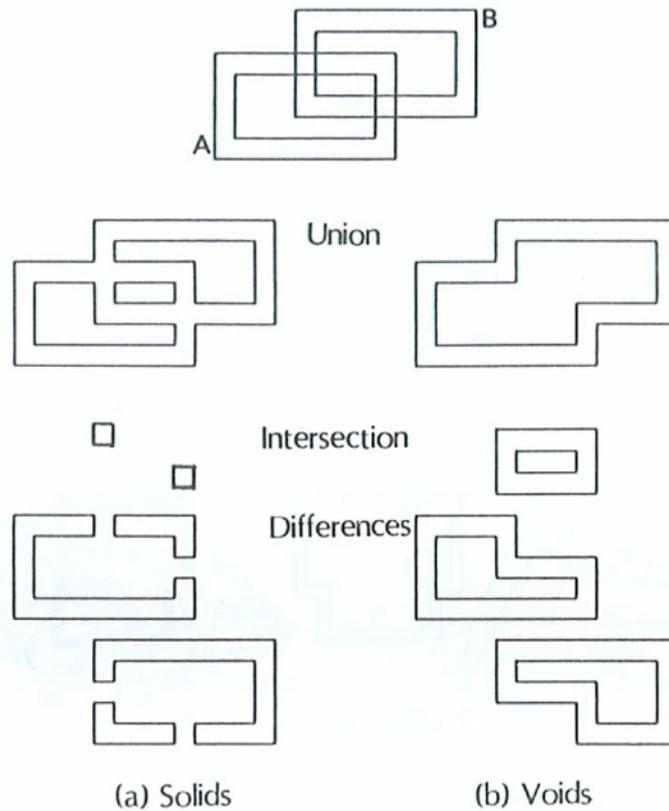


Figure 4. Comparaison faite entre différentes opérations sur des modélisations conçues à partir de solide et à partir du vide, Chris Yessios, 1987.

La modélisation à partir du vide donne, pour ces opérations comme pour celles d'agrandissement et de mise à l'échelle, des résultats proches de ceux que réalise intuitivement l'architecte. En d'autres termes, un même agencement de lignes abstraites peut être interprété selon différentes *espèces* de perception (architecte vs ingénieur), suscitant dans certains cas de figure des ambiguïtés quant à l'interprétation du dessin, principalement lorsqu'il s'agit de distinguer les parties vides des parties pleines après une série de manipulations.

La proposition de Yessios est d'inventer une « peau du vide », qu'il applique à une ligne, pour laquelle il a été dérivé un squelette axial [*axial skeletons*]. Cette peau est

chargée négativement ou positivement, selon qu'elle enclot un espace fini et intérieur (-) ou qu'elle ouvre sur l'espace infini extérieur (+). Cette polarisation sert à distinguer le dedans du dehors, et vice versa, mais surtout, propose un ensemble de lignes cohérent tout au long des modifications.

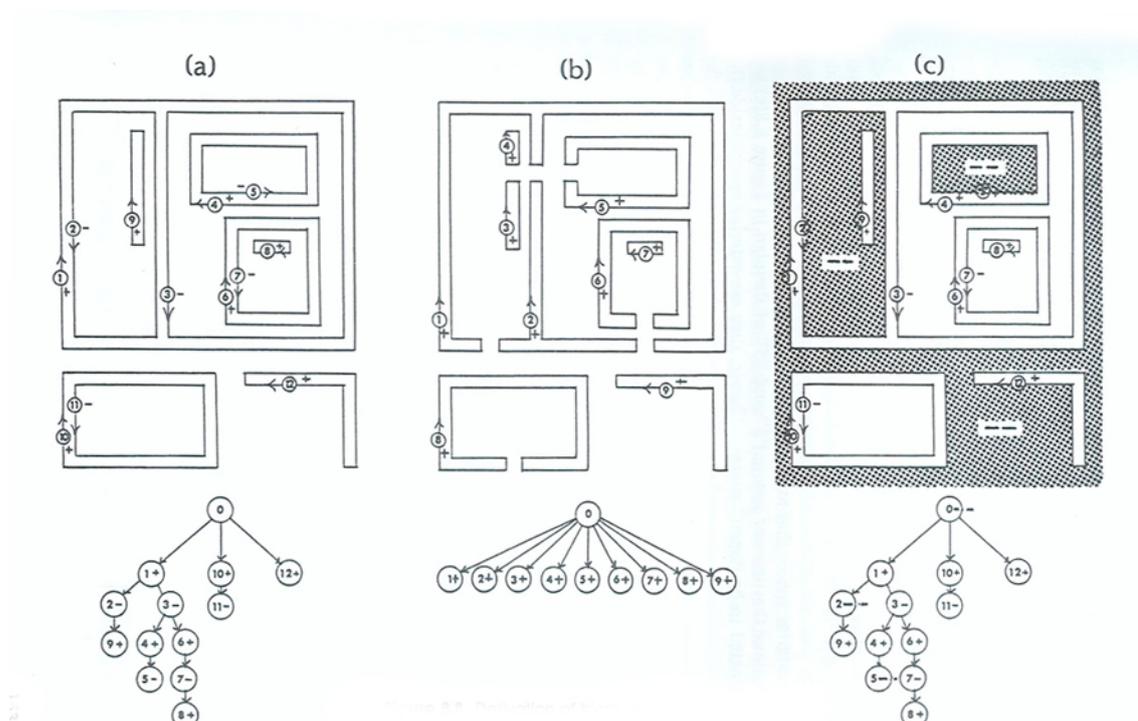


Figure 5. Exemple de polarisation des lignes d'une configuration spatiale en plan, Chris Yessios, 1987.

Cette polarisation de la ligne peut être interprétée comme une sorte d'interaction, simple, mais suffisamment complexe pour donner la possibilité à une ligne de changer de signe (+, -) après quelques opérations : un dehors peut devenir un dedans, lorsque celui-là se trouve enveloppé. Pour y arriver, il a été nécessaire de rendre compatibles « les relations spatiales » entre les vides et de les hiérarchiser. Yessios ajoute à son programme la possibilité d'opérer sur l'axe des « Z », avec l'opportunité de fermer (toit) ou de laisser ouverte cette dimension. Cette modélisation du vide, pour Yessios, reste tout de même un outil qui assiste le concepteur et qui intervient uniquement dans la phase d'exécution, sans affecter celle de conceptualisation.

Le modeleur architectural, peu importe qu'il soit basé sur une technique de modélisation par solide ou par vide, n'est pas un producteur de concept de design, ni de solution. [...] Ce n'est pas un moyen qui mène à la conception

1.1.2. L'interface graphique par défaut

automatisée, mais à la conception assistée par ordinateur, où le concepteur humain conserve le contrôle de la conceptualisation, des décisions de conception, et des jugements de valeur. Pour améliorer ces processus créatifs, la modélisation est nécessaire afin de soulager le concepteur de tâches fastidieuses d'exécution en entreprenant ces tâches et en les achevant d'une manière qui prenne en compte les propriétés de l'objet modélisé. C'est dans ce sens que la modélisation du vide s'est avérée supérieure pour la conception architecturale⁹³.

L'enjeu repose sur les propriétés architecturales de la modélisation, qui sont différentes de celle de l'objet industriel, et principalement dans son rapport avec le vide. Yessios voit d'ailleurs dans le vide, dans l'espace [space enclosure] et par conséquent dans la relation entre intérieur et extérieur, un élément essentiel et constitutif de la composition architecturale. C'est principalement cette propriété qu'il intègre à la logique des modeleurs de cette époque.

Le décentrement du concepteur

Le décentrement est double. Si dans les pratiques inventives, le concepteur est décentré par rapport à son objet de conception, on observe un décentrement similaire de la machine par rapport à sa logique propre, programmée par quelqu'un d'autre. En effet, il ne s'agit pas de déplacer le concepteur pour mettre la machine à sa place, ce qui suggérerait toujours la même configuration ; au contraire, il est important de discerner la symétrie entre ces deux décentrement, ce qui permet d'évaluer le degré avec lequel le concepteur est affecté dans sa pratique. Les intentions de l'architecte rencontrent les possibilités technologiques ouvertes par le programme.

Les expérimentations qui nous intéressent peuvent être définies par deux attitudes opposées, mais qui tirent et expriment chacune à leur façon les véritables potentiels des TIC. D'un côté les architectes, qui font preuve d'un engouement excessif pour ces technologies, parce qu'elles leur permettent de s'inscrire dans les débats architecturaux de l'époque, en leur donnant une alternative radicalement différente, capable de déstabiliser les dogmes en place ; de l'autre, ceux pour qui les générations de formes obtenues par détournement de certains modeleurs ouvrent un nouvel espace de

⁹³ *Ibid.*, p. 143-144.

conception, mais aussi de vie, qui déplace les débats à l'extérieur, sur des territoires complètement nouveaux. Dans ces deux approches, la machine s'efface et l'architecte se trouve en immersion avec l'objet de sa projection. Ces attitudes rejoignent l'observation éclairante que propose Simondon pour les machines utilisées dans le cadre de la recherche scientifique.

Dans ces conditions [de la recherche scientifique], la machine est intégrée à la chaîne causale de l'effort humain ; la fin de cet effort dépasse la machine que l'on actionne. La machine réalise alors la médiation par rapport à l'objet de la recherche et non par rapport à la communauté. Elle s'efface du champ de perception de l'individu ; il n'actionne pas la machine ; il agit sur l'objet et observe l'objet à travers la machine. [...] elle [la machine] véhicule, amplifie, transforme, traduit et conduit dans un sens une action et en un sens inverse une information; elle est outil et moteur à la fois ⁹⁴.

Ce passage montre que « ce sont l'objet et l'homme qui sont symétriques par rapport à la machine. L'homme crée la machine pour qu'elle institue et développe la relation⁹⁵ ». C'est la machine qui entretient une relation immédiate avec l'objet simulé.

Cette configuration se retrouve dans un grand nombre de pratiques où, après un apprentissage technologique minimal, la machine s'efface, parce qu'elle prolonge les gestes et pensées du concepteur de telle manière que celui-ci les intègre dans une nouvelle gestuelle. L'un des enjeux réside justement dans cette articulation entre architecte, instrument et objet simulé. Instituer, développer et maîtriser cette nouvelle gestuelle permet peut-être d'entretenir une relation adéquate avec la machine, mais n'assure en rien que le résultat répondra aux exigences du projet, ni qu'il comportera plus de qualités qu'un autre.

Il y aurait donc une ambiguïté quant à la place de l'ordinateur pour la conception architecturale, dans la mesure où il n'existe pas de corrélation directe entre des processus techniques et des qualités architecturales. En d'autres termes, résoudre des problèmes techniques ou seulement même les considérer n'entraîne pas nécessairement des résultats spatiaux remarquables pour autant. Résoudre plusieurs problèmes architecturaux séparément n'assure pas non plus la qualité de l'ensemble. L'architecture n'est évidemment pas qu'une résolution de problèmes architecturaux, et encore moins

⁹⁴ Simondon, « Les conséquences de la notion d'individuation », complément, *ILFI, op. cit.*, p. 523.

⁹⁵ *Ibid.*

1.1.2. L'interface graphique par défaut

techniques. Certains architectes fortement impliqués dans l'exploration numérique s'en ont aperçu : « L'architecture n'est pas une question d'habitation ou de résolution de problèmes ; elle est l'imposition volontaire de motif significatif (culturellement déchiffré) sur des éléments formels (savoir architectural)⁹⁶. » En fait, ces problèmes doivent être résolus de manière inventive, c'est-à-dire que la proposition architecturale entraîne un surplus de cohérence qui organise le reste : ce qui n'avait pas été pensé et inclus dans les problèmes de départ. C'est pour cette raison qu'il est impossible d'obtenir une formule qui gagne à tous les coups, même si l'ordinateur prend en compte une multitude de paramètres, car la réussite de l'objet est remise en jeu à chaque fois. Il ne s'agit pas de répondre à des problèmes, mais d'inventer à travers eux. Il se produit continuellement de nouvelles tensions avec des intensités différentes. Ces intensités sont variables et difficilement quantifiables et par conséquent difficiles à déterminer au départ. Cette dichotomie entre le processus et le résultat est exprimée dans les propos de l'architecte hollandais Kas Oosterhuis : « Des programmes informatiques simples peuvent être extrêmement efficaces pour atteindre des buts relativement complexes⁹⁷. » La simplicité ou la complexité des programmes n'interviennent donc pas directement dans le résultat. Par conséquent, l'assise technique ne répond pas tellement à la maîtrise du processus, mais plutôt à la capacité de faire entrer en résonance les désirs avec les potentialités de l'interface de manière à permettre le développement de l'opération transductive. Les désirs sont ici à voir comme un agencement complexe et singulier à chaque architecte ; ils ne sont pas à proprement parlé représentables dans un objet précis, mais recourent différentes intensités provenant de différents milieux. Ces intensités se développent de milieu en milieu, jusqu'à obtenir un certain équilibre, ici, métastable.

Chercher la métastabilité du fond

Pour que les relations entre l'architecte et l'interface graphique se développent de proche en proche, non pas de manière adaptative, mais qu'elles deviennent

⁹⁶ Marcos Novak, « Computational Composition in Architecture », in *ACADIA Proceeding*, 1988, p. 13.

⁹⁷ Kas Oosterhuis, *ScuptureCity*. Italie : Atila foundation, 1995, p. 21.

véritablement transductives, il est important de retourner à l'hypothèse de Simondon.

Pour que l'opération transductive se propage :

... cela suppose que le champ soit en équilibre métastable ; c'est-à-dire recèle une énergie potentielle ne pouvant être libérée que par le surgissement d'une nouvelle structure, qui est comme une résolution du problème ; dès lors, l'information n'est pas réversible : elle est la direction organisatrice émanant à courte distance du germe structural et gagnant le champ : le germe est émetteur, le champ est récepteur, et la limite entre émetteur et récepteur se déplace de façon continue quand l'opération de prise de forme se produit en progressant⁹⁸.

L'équilibre métastabilité permet de dépasser l'opposition stabilité et instabilité, et surtout fait comprendre que le potentiel technologique dans une démarche transductive n'est pas donné initialement, par défaut, mais se charge et se libère au fur et à mesure des explorations. C'est bien à partir de volontés architecturales, comme germe structural, ancrée dans des problématiques précises, que les potentiels technologiques se trouvent progressivement structurés. Cette structuration du champ n'arrive pas d'un coup, mais se charge progressivement avec des expériences contradictoires et des explorations tentant de répondre à des contraintes particulières et des désirs singuliers. C'est le couple forme et fond qui à la limite module l'interface. Pour cet espace de simulation numérique, c'est l'interface qui a dû être *inventée*, avant même de permettre aux architectes de projeter. Les conceptions numériques transductives sont celles qui ont permis de charger la forme et le fond de potentialités technologiques capables d'explorer des processus inattendus quitte à déstabiliser le sens commun de la culture architecturale.

Les expérimentations numériques transductives ont donc, dans un premier temps introduit des conduites désadaptées à la conception architecturale traditionnelle. Par ces pratiques exploratoires, leurs tentatives ont échoué sur plusieurs points, dont celui des qualités spatiales du bâtiment. Par contre, c'est dans ce genre de conduites que Simondon voyait celles qui parvenait à atteindre un état de métastabilité : « Une conduite qui se désadapte, puis se différencie, c'est un domaine en lequel il y a *incompatibilité et tension* : c'est un domaine dont l'état devient métastable⁹⁹. »

⁹⁸ Gilbert Simondon, « Forme, information, potentiels », in *ILFI, op. cit.*, p. 532.

⁹⁹ *Ibid.*, p. 547 (Les italiques sont de l'auteur).

1.1.2. L'interface graphique par défaut

Cette métastabilité de l'interface est apparue lorsque par l'action et la perception, l'architecte est parvenu à charger ses formes des potentiels que l'interface contenait, même si celles-ci paraissent décalées par rapport aux anciennes formes, problématiques et intensités. À chaque nouvel essai, de l'énergie nouvelle se trouvait réinjectée dans le couple figure-fond qui modifiait à nouveau la structure interne de l'interface. Cette façon de concevoir l'utilisation expérimentale des logiciels permet de saisir les tensions qui se sont instituées entre des avancées purement techniques et des préoccupations d'architectes confrontées à des problématiques architecturales diverses. Elle permet également de comprendre les prolongements qui se sont établis d'une génération à l'autre, comme si toutes les expérimentations de la décennie 1990 n'avaient permis qu'à préparer le terrain, le milieu d'accueil, pour les expérimentations qui allaient suivre.

I.2

L'APPROPRIATION-ADOPTION DES LOGICIELS

Après une première période qui voit les technologies de l'information investir le monde de l'architecture, il se produit une rupture décisive autour des années 1990, remarquée par la plupart des acteurs, et qui vient modifier radicalement le rapport avec les outils informatiques. Il s'agit dans ce chapitre de s'y attarder et de chercher à soulever ce qui en fait la singularité. Le changement s'opère plus précisément autour de 1987, quand certains architectes, peu nombreux, s'inscrivent dans un rapport d'adoption plutôt que d'adaptation avec ces technologies. Il existe différentes voies d'adoption, mais il est cependant possible de définir deux positions, comme cas limites, qui ont institué un rapport singulier – syncrétique et analytique – avec la machine. Grâce à de nombreuses expérimentations, les architectes se sont progressivement appropriés certaines opérabilités des logiciels pour la conception de leur projet-objet. Ce processus d'appropriation révèle différentes sensibilités, à chaque fois singulière, dont l'une a été repérée comme paradigme, nommée sensibilité du « lâcher prise ». L'engagement vis-à-vis de la machine a donné la capacité à certains concepteurs de laisser momentanément un algorithme prédéfini générer des déformations au projet-objet architectural, pour ensuite, dans un second temps, reprendre en main ces modifications produites en dehors de leur imagination. Ce décalage extrême et exploratoire permet de montrer les tentatives de synchroniser deux rythmes de développement formel, mais surtout la désynchronisation effective de ces processus numériques de conception.

En d'autres termes, ces processus d'extériorisation, diachroniques, établis sur la cadence de l'algorithme ont entraîné des tentatives d'intériorisation ; c'est-à-dire de re-synchronisation.

1.2.1 L'origine de l'appropriation

L'apparition de l'ordinateur dans le domaine de l'architecture est une histoire plus ou moins connue, qui débute entre quelques spécialistes engagés par des institutions à la fine pointe de l'innovation, comme le MIT, et avec comme principal objectif de réfléchir à l'interface homme-machine. L'une de leurs préoccupations principales consiste à réaliser des outils efficaces pour les pratiques du dessin, comme par exemple le travail de thèse d'Ivan Sutherland, *SketchPad: a man-machine graphical communications system* (1963), considéré comme l'un des premiers environnements graphiques pour l'architecture.

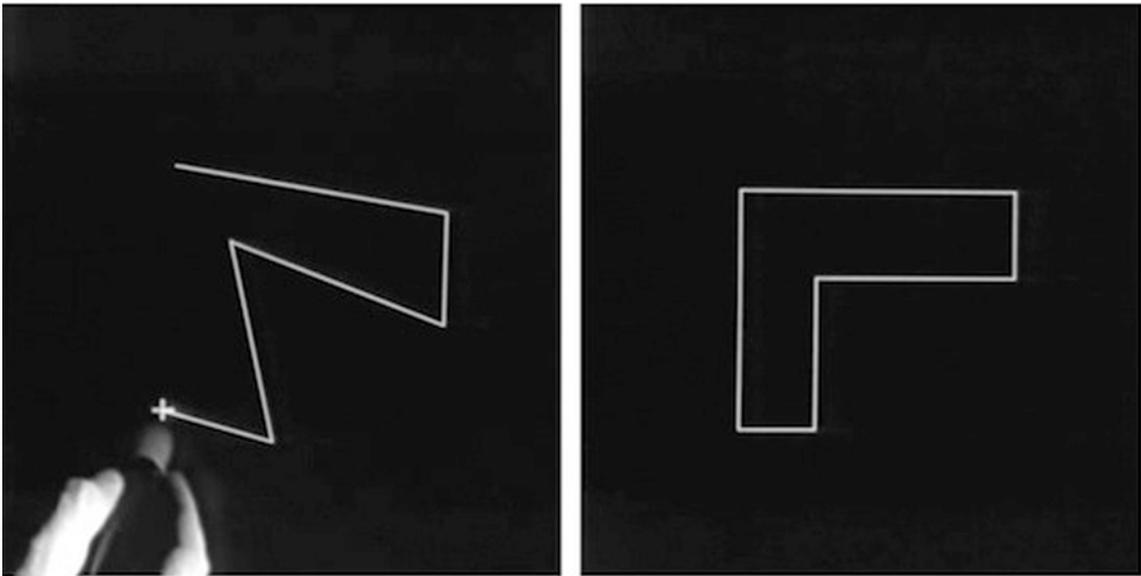


Figure 6. Exemple de correction possible sur un dessin par *SketchPad* d'Ivan Sutherland, MIT, 1963.

Ce logiciel est ni plus ni moins un *correcteur* de dessin. *SketchPad*, grâce à son crayon lumineux [*light pen*], « utilise le dessin comme un nouveau medium de

communication pour l'ordinateur¹⁰⁰ ». Pour Sutherland, il s'agit principalement de perfectionner la communication qui s'établit entre l'utilisateur et l'ordinateur, sans remettre en question le rôle de chacun. Le programme URBAN 5 de Nicholas Negroponte, Léon Grossier et l'Architectural machine group [AMG], constitue une étape supplémentaire dans les possibilités d'interagir avec différents types de données pour la composition volumétrique, et surtout quant à sa représentation graphique. À la fin des années 1960, ces expérimentations sont néanmoins marginales, et concentrées sur trois pôles : États-Unis (MIT et Utah University), Angleterre (CAD Center Cambridge), France (LIMSI), et restent en marge par rapport à une utilisation plus répandue qui a cours au sein des grandes firmes d'architectes, principalement américaines, en prise avec la nécessité de gérer un nombre important de données. Ces méthodes d'utilisation performatives, reliant des catalogues de produits aux dessins d'exécution, ne sont pas sans intérêt en raison de leurs incidences sur la production même de l'architecture.

Une telle méthode, reliant catalogues de produits et dessins d'exécution, avait pour origine les systèmes complexes de gestion des documents (plans, fichiers, catalogues, devis, plannings), introduits lors de la construction de gratte-ciel à New York dans les années 1930, comme l'Empire State Building, ou les quatorze tours du Rockefeller center. En même temps fut développée la possibilité de connecter les fichiers de dessin (CAD) avec les listes de produits contenus dans les banques de données (DB)¹⁰¹.

Il se produit néanmoins des modifications repérables dans le rapport qu'entretiennent les architectes avec l'ordinateur, et plus précisément les logiciels. Les années 1990 marquent un saut par rapport à ces premières utilisations de l'ordinateur, où la tâche qui lui était assignée consistait surtout à remplacer l'architecte dans des tâches répétitives et fastidieuses d'organisation. Ce saut se réalise d'abord grâce aux développements des techniques de miniaturisation, c'est-à-dire l'introduction des ordinateurs dans les nombreuses sphères de la société. Cette diffusion à grande échelle qui entraîne avec elle un nouvel imaginaire, permet à la culture architecturale de s'intéresser à des préoccupations d'ordre principalement technologique et de les intégrer dans des réflexions plus larges, sortant du cadre institutionnel de recherche. Cette

¹⁰⁰ Ivan Sutherland, *SketchPad, A Man-Machine Graphical Communication system*. MIT, PhD Thesis, 1963, p. 9.

¹⁰¹ Georges Teyssot et Samuel Bernier-Lavigne, «Forme et information», *op. cit.* p.57.

1.2.1 L'origine de l'appropriation

incursion de l'informatique dans la pratique architecturale se manifeste lors de la rencontre qui s'est tenue en 1987, au cours du Fractal studio, où se croisent l'architecte confirmé Peter Eisenman et Chris Yessios. Cette rencontre ne représente cependant qu'une amorce, car le numérique reste toujours confiné à la partie exécutable de la conception. À l'instar de la collaboration de John et Julia Frazer avec Cedric Price qui a lieu dix ans plus tôt, la tâche de Yessios est principalement d'assister Eisenman dans l'exécution de son projet. Pour le projet *Generator*, dont la partie informatique a été dirigée par les Frazer, les potentiels de l'ordinateur sont principalement utilisés pour gérer la variation des blocs de trois mètres par trois mètres, à la suite des réponses des visiteurs.



Figure 7. Le projet *Generator*, Cedric Price avec John et Julia Frazer, Floride, 1976-1978.

Le nombre de variations est important mais reste limité et contraignant. Conçu comme un système fermé, il s'agit d'envisager toutes les variations possibles. Ces

architectes informaticiens cherchent à rendre stable un programme aux actions attendues, parce que limitées et prédéfinies, que « peut » le visiteur.

En 1987, la rencontre de Yessios et d'Eisenman constitue, par son ouverture, une étape décisive dans l'usage de la programmation pour générer des formes. Avec Yessios, l'utilisation de l'information, où les variations sont obtenues grâce à la géométrie fractale, les arabesques et les codes d'ADN, servent surtout à ouvrir le système, c'est-à-dire cherchent à donner de nouvelles potentialités et non plus de stabiliser le système. Cette rencontre, comme premier moment d'appropriation, permet également d'indiquer deux voies à partir desquelles se mettent ensuite en place deux postures archétypales par rapport aux TIC. D'un côté, un groupe de jeunes architectes sont engagés dans les problématiques soulevées par certains architectes proches de la déconstruction, comme Eisenman, poursuivant en quelque sorte ces interrogations avec de nouvelles approches (l'ordinateur constitue l'une d'elles), que l'on a pu retrouver réunie autour du concept de « pli ». De l'autre côté, quelques architectes passionnés d'informatique qui s'approprient ces technologies dans leur propre pratique architecturale par voie de détournement ; ils sont fascinés par la capacité du programme à générer des itérations qui leur permettent d'explorer des variations formelles hors de leur portée. Ces deux groupes, qui se sont opposés assez rapidement, ont permis de définir les deux principales voies d'adoption des logiciels, qui seront présentées plus loin (1.2.2).

Les premiers architectes numériques sont des explorateurs, certains l'ont même revendiqué. L'une des tâches premières de l'explorateur est de donner du sens à l'exploration en cours, afin de trouver l'énergie pour continuer et pour tenir sur la distance à couvrir. Les discours sont sources de motivations autant qu'ils ont valeur de tableau de bord, tout comme les images. Ces explorations ont plus à nous dire sur « l'expédition » que sur l'objet architectural lui-même, sinon qu'il n'est plus le principal objectif. L'objet est tenu à distance, même s'ils ont le nez collé dessus, en permanence, parce qu'ils n'en ont plus une perception complète. Ils doivent, chacun à leur manière, prendre conscience de ce qu'il leur est arrivé, et cela pendant que l'expérimentation a lieu. La conception n'est plus naturelle, elle exige une attention accrue qui a pour conséquence de filtrer l'information qui leur parvient. Il faut avancer sans toujours

1.2.1 L'origine de l'appropriation

connaître ce qu'il y a plus loin. Ces appropriations des TIC par explorations se sont faites sur une période relativement longue pendant laquelle ont été montrés des motivations intenses et des astuces techniques, mais en même temps, elles ont fait apparaître quelques dysfonctionnements et désadaptations, que les architectes tenteront eux-mêmes de diagnostiquer afin d'en chercher le remède. Ceux-ci expérimentent et explorent des situations dans lesquelles ils ne peuvent plus s'appuyer sur des repères perceptifs, historiques ou culturels. Ces conditions expérimentales des pratiques se trouvent à l'origine des différentes voies d'adoption du numérique en architecture.

La rencontre du Fractal Studio

La rencontre réalisée à l'Université de l'état de l'Ohio entre Chris I. Yessios et Peter Eisenman, constitue l'un des premiers moments clés où les TIC ont servi à l'exploration de la forme au moment de la conception. Il s'agit d'un studio atypique, nommé le Fractal Studio, qui doit explorer des pistes de réflexions formelles à l'aide de différents algorithmes pour concevoir les installations d'un centre de recherche en biologie pour l'Université de Frankfurt, concours gagné par Eisenman. Fait ayant son importance car dans cette situation, Yessios et ses étudiants, dont certains participeront par la suite aux événements autour de la déconstruction ou du pli, interviennent seulement après. En d'autres termes, leur champ d'action se limite à assurer l'expertise informatique du projet. Malgré les réticences d'Eisenman pour l'ordinateur au début de la collaboration, Yessios est parvenu à le convaincre de se joindre à eux et de leur *confier* son projet, pour la raison que « ce qu'il voyait, bien sur, n'avait rien à voir avec l'usage courant de l'ordinateur faite par les firmes d'architecture. Il voyait l'ordinateur comme un générateur de forme architecturale¹⁰² ». La possibilité d'explorer et de générer des formes grâce à de nouveaux moyens a été sans aucun doute le point d'accord entre eux, et ce qui a permis de surmonter leurs différends. La répartition des tâches, calquée sur la distinction entre conceptualisation et exécution, a certainement aidé à maintenir cet accord. La partie conceptualisation est, pour Yessios, ce qui « intègre une large étendue d'activités et où, il est attendu que celles-ci doivent être

¹⁰² Chris Yessios, «A Fractal Studio», in *ACADIA*, Proceeding, 1987, p. 170.

différentes d'un concepteur à l'autre¹⁰³ ». Il s'agit ni plus ni moins de la boîte noire de la création, ici réservée à Eisenman. Ce premier moment de la conception relevant de la subjectivité, de la sensibilité et du talent, demeure pour Yessios, jusqu'au bout, «réservé au domaine humain des concepteurs et des utilisateurs¹⁰⁴ ». Cette conceptualisation ne peut être assurée par la machine elle-même.

À dire vrai, Yessios s'attribue le rôle de « traduire des notions intuitives de conception dans des instruments utilisables¹⁰⁵ ». Yessios « assiste » Eisenman. Pour Eisenman, son intérêt se situe surtout dans les algorithmes génératifs qui lui sont proposés pour explorer des formes.

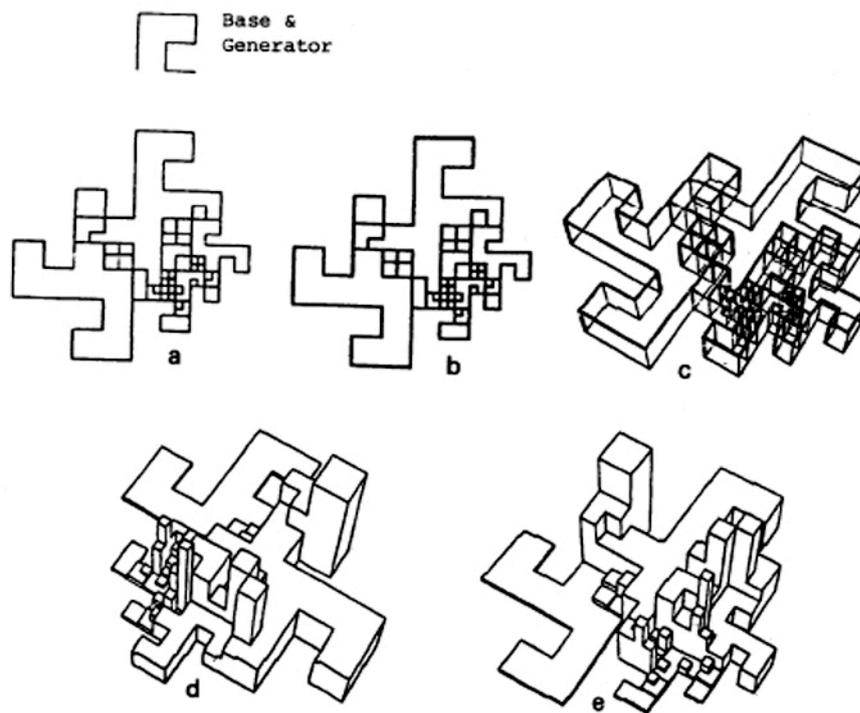


Figure 3: Fractal designs in two and three dimensions.

Figure 8. Le processus de fractal tel que présenté par Chris Yessios, *Fractal Studio*, 1987.

¹⁰³ *Ibid.*

¹⁰⁴ *Ibid.*, p. 172.

¹⁰⁵ *Ibid.*, p. 170.

1.2.1 L'origine de l'appropriation

Sous le principe de la géométrie fractale, Yessios entend l'opération d'un ou de plusieurs générateurs à une base choisie au préalable, comme forme initiale. La spécificité réside dans le fait que ces générations peuvent se prolonger jusqu'à l'infini, entraînant des résultats surprenants qui apportent parfois des alternatives ingénieuses à un problème posé. Sans être véritablement aléatoire, car répondant à des règles simples et clairement établies, ces processus créés néanmoins un sentiment d'incertitude devant ces transformations qui donnent des résultats souvent inutilisables, incompréhensibles et chaotiques. Devant ces résultats, Eisenman a soulevé cette question : « [est-ce] que cela signifie que nous sommes allés trop loin¹⁰⁶? » Déjà en 1987, les formes générées par des processus relationnels simples avaient le pouvoir de fournir un instrument capable d'explorer des territoires inconnus pour l'imagination.

Le Fractal Studio est également l'occasion pour Yessios d'expliquer un procédé de « translation » [*translation*], qui permet de suivre graduellement, le passage d'une image à une autre ; comme par exemple le passage de la lettre A à la lettre B à la lettre D. Une fois les règles de transformation établies, il devient également possible de poursuivre au-delà des images définies au départ, toujours avec cette idée de perpétuer ces transformations un nombre illimité de fois.

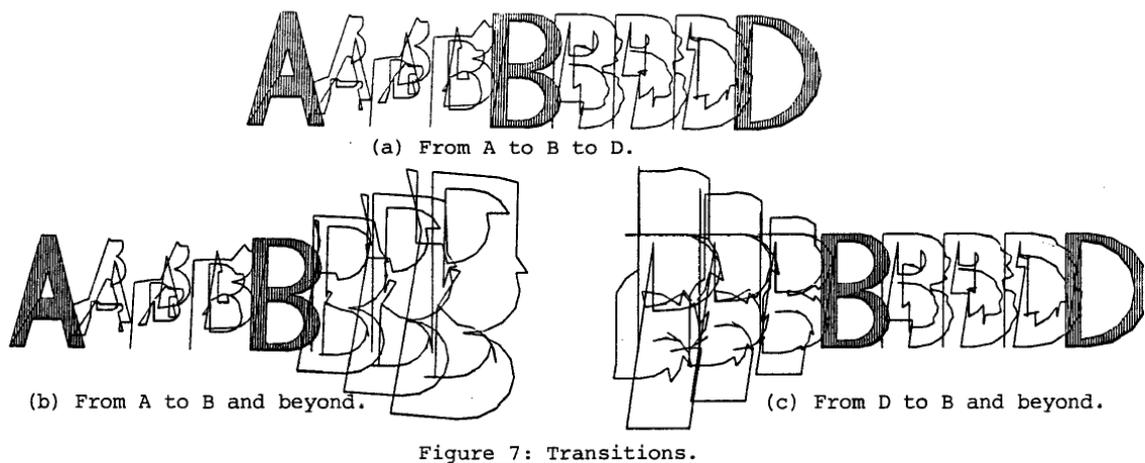


Figure 7: Transitions.

Figure 9. Passage de la lettre A à B à D par morphing, Chris Yessios, *Fractal Studio*, 1987.

C'est son étudiant, Kostas Terzidis, qui fût en quelque sorte mandaté pour explorer cette idée de transformation. Dans un article sur les transformations de la conception,

¹⁰⁶ *Ibid.*, p. 176.

Terzidis insiste sur le caractère dynamique des modifications formelles et surtout sur la possibilité d'interagir en temps réel sur elles. « La transformation et la *reformation* des éléments architecturaux sont exécutés en temps réel sous la direction d'un utilisateur qui, en contrôlant le rythme et la vitesse, orchestre l'évolution de la composition d'un parti architectural¹⁰⁷. » Le résultat de ces transformations-reformations est une « image en mouvement » [*moving image*]. Ces simulations temporelles du mouvement obtenues par ces techniques de morphing sont entrées en résonance avec les préoccupations de cette époque autour du caractère dynamique, temporel et événementiel de l'architecture.

Les écartements du pli

À peu près à la même période où sont apparues les premières explorations et avant même que l'ordinateur se soit massivement introduit dans les pratiques architecturales, à la fin des années 1970, il existe un engouement largement partagé pour les penseurs de l'événement et de l'altérité. Cet intérêt pour le devenir-autre de l'architecture trouve plusieurs repères dans la pensée de la déconstruction du philosophe français Jacques Derrida. Cette pensée marque les esprits de plusieurs architectes américains de la côte Est, au point de donner à l'architecture un épisode fécond avec la philosophie. L'exposition réalisée par Philip Johnson et Mark Wigley au Musée d'art moderne (MoMa), en 1988, intitulée *Deconstruction en architecture*, représente certainement le dénouement logique de cette association. Sans entrer dans le détail de cette exposition, ni dans l'approfondissement de la philosophie de la déconstruction, il n'en reste pas moins que Derrida se trouvera en relation lui-même avec quelques-uns de ces architectes. Sans surprise, il se déclenche une polémique quant à la possibilité de déplacer des notions ou des concept-métaphores d'une discipline à une autre. Afin d'éviter les malentendus, Derrida corrige l'emploi de certains termes mal à propos, tout en cherchant à capter leurs desseins et aspirations. « Ceci n'est pas une déconstruction, mais l'appel à répéter le fondement même de l'architecture que nous habitons, que nous

¹⁰⁷ Costas Terzidis, «Transforming design», In *ACADIA Proceedings, Knowledge Aided Architectural Problem Solving and design*, 1989, p. 89.

1.2.1 L'origine de l'appropriation

devrions réapprendre à habiter, l'origine de son sens¹⁰⁸. » Cette introspection de la discipline, en attaquant les prémisses architecturales fondamentales de l'habiter et de ses significations, rassemble un groupe relativement large d'architectes dans lequel le numérique s'introduit et se propage.

Les préoccupations partagées autour de la déconstruction ont tenu jusqu'au numéro spécial d'*Architectural Design* de 1993, *Folding in architecture*. Le «pliage» constitue un moment privilégié où est exprimé simultanément le sentiment de reconnaissance par rapport aux idées soulevées avec la déconstruction, et le différend qui entrainera un écart vis-à-vis des desseins initiaux. Les avancées technologiques permettent d'accentuer l'écart jusqu'à créer un regroupement autonome, qui gardera cependant un intérêt pour la recherche sur les fondements de l'architecture.

Le pli, notion empruntée au livre éponyme de Gilles Deleuze, *Le pli. Leibniz et le baroque*¹⁰⁹, devient un concept associé et revendiqué pour la définition d'une nouvelle architecture. L'écart entre l'acceptation commune du « pli », comme simple métaphore formelle et celle que développe Deleuze avec sa charge conceptuelle, contient toute l'ambiguïté de cette période. À relire le numéro, on s'aperçoit qu'il n'est que très peu question de l'ordinateur et que le pli, tel que défini par Deleuze, répond surtout à la curiosité d'Eisenman pour voir dans les concepts deleuziens des pistes de réponses à ses préoccupations. Pour les architectes présents dans le numéro d'*AD*, le pli sera surtout l'affaire d'Eisenman, et pas tellement de la nouvelle génération, seulement plus tard. L'architecte Greg Lynn, éditeur invité pour le numéro, ne fait que très peu de références directes au pli de Deleuze, et développe son article plutôt à partir de la lecture qu'a fait John Rajchman dans *Unfolding Frankfurt*. Dans le numéro d'*Architectural Design* de 1993, c'est Eisenman qui est le plus proche de la pensée de Deleuze, comme le révèle une analyse récente sur le philosophe et ses contemporains, avec un chapitre complet dédié au projet Rebstockpark d'Eisenman¹¹⁰.

¹⁰⁸ Jacques Derrida, «Point de folie – maintenant l'architecture», in *Psyché. Invention de l'autre II*. Paris : Galilée, 1987, p. 95.

¹⁰⁹ Gilles Deleuze, *Le pli. Leibniz et le baroque*. Paris : Minuit, 1988. *The fold. Leibniz and the Baroque*, traduit en anglais par Tom Conley, Minneapolis : University of Minnesota Press, 1993.

¹¹⁰ Cf. Alain Beaulieu, *Gilles Deleuze et ses contemporains*. Paris : L'Harmattan, 2011.

C'est dans ce contexte que le critique Jeffrey Kipnis suggère la possibilité d'une *nouvelle architecture*¹¹¹. Cette dernière n'est plus postmoderne, mais prend racine dans l'exposition de 1988. Kipnis, pour séparer et distinguer les membres de cette exposition, propose deux modes d'action : la *Déformation* et l'*Information*. La déformation, représentée par l'architecte Frank O. Gehry et Eisenman qui sont présents dans le numéro *Folding architecture*, cherche une nouvelle esthétique de la forme, par la forme ; tandis que l'information, représentée par les architectes Rem Koolhaas et Bernard Tschumi, montre un désintérêt pour la recherche esthétique en cherchant plutôt une nouvelle forme institutionnalisée. Il s'agirait pour Kipnis de différencier les néobaroques (déformation) des néo-modernes (information).

La déformation réside dans les virtualités du pli, toujours près à se déplier et replier autrement, s'ouvrant sans relâche sur de nouvelles potentialités. Selon l'acceptation deleuzienne, le pli est du virtuel emmagasiné, entraînant des processus de déterritorialisation et de reterritorialisation. Par contre, le pli reste aussi une forme que l'on plie, à l'allure des architectures qui se trouvaient au MoMa en 1988. Les premières formes *pliées* ont d'ailleurs un goût de déjà vues. Greg Lynn remarquait d'ailleurs la possibilité de confondre les deux. « Avec un groupe de jeunes architectes, les projets qui représentent le mieux le pli, sans coïncidence, sont ceux produits par plusieurs des mêmes architectes qui, vus précédemment, sont impliqués dans la variation de la contradiction¹¹². » Cette précision rejoint la distinction établie par Kipnis et renforce l'idée selon laquelle la différenciation ne s'établit pas sur l'aspect formel, mais sur les forces qui génèrent les déformations.

Une différenciation s'installe cependant autour de la constitution et de la gestion de cette variation. Lynn favorise un mélange souple, lisse et visqueux, position contraire à la recherche autour de la contradiction qu'encourageaient Eisenman et Tschumi. Malgré ce différend qui lui fera prendre un chemin opposé à son aîné, Lynn dira plus tard, qu'il partageait « le désir, commun avec Eisenman, de produire de nouvelles expressions

¹¹¹ Jeffrey Kipnis, «Towards a new Architecture» in *Architectural Design*, n° spécial, *Folding in architecture*, vol. 63, no.3-4, 1993, p. 40-49.

¹¹² Greg Lynn, «Architectural Curvilinearity: The Folded, the Pliant and the Supple», in *Architectural Design*, n° spécial, *Folding in architecture*, vol. 63, no.3-4, 1993, p. 9.

1.2.1 L'origine de l'appropriation

formelles grâce aux nouveaux moyens et outils de conception¹¹³». Ce désir commun joue un rôle non négligeable dans le sens où il explique l'origine de plusieurs des questionnements auxquels Lynn et quelques autres se sont trouvés confrontés ainsi que des problématiques déjà définies avec lesquelles ils ont abordé les terrains inexplorés qu'ouvraient les TIC.

Il ne faut pas oublier qu'au début des années 1990, les possibilités formelles qu'offrent les ordinateurs sont encore limitées et pas si largement répandues. C'est pour cette raison que les technologies de l'ordinateur ne sont qu'une source, parmi d'autres, afin de se confronter aux architectures fragmentées, conflictuelles ; celles qui prennent appui sur la contradiction.

L'élément commun aux sources de ce travail post-contradictoire – géométrie topologique, morphologie, morphogénèse, théorie des catastrophes ou *des technologies de l'ordinateur* inspirées de la défense ou de l'industrie du film hollywoodien – est qu'elles sont caractéristiques de *transformations lisses* impliquant des intégrations intensives de différences avec la continuité et des systèmes encore hétérogènes¹¹⁴.

Pour Lynn, le lisse ne se rapporte pas uniquement à des surfaces polies et unies, mais surtout au caractère continu des transformations. Il s'agit d'abord de penser la forme comme un mélange fluide qui se déforme, transforme et reforme par rapport à des systèmes de différentes natures et où les sources de transformation peuvent être internes comme externes. Cette variation continue trouve une véritable expression grâce aux techniques de *morphing*, telle qu'elle a déjà été explorée et intégrée par les architectes proches de l'informatique, comme Chris Yessios.

Maximiser les opérations

La conceptualisation par l'exécution est l'une des particularités premières du travail de Marcos Novak qui, sans trop de surprise, a été l'élève de Yessios, mais également de Chuck Eastman qui lui-même avait étudié avec Christopher Alexander. Dans son autobiographie, Novak dit : « Je me régalais dans les cours de Yessios et j'en voulais

¹¹³ Greg Lynn, «Technique, Language and Form», in *Architecture and Beauty: Conversations with Architects about a Troubled Relationship*, Yael Reisner (éd.). London: Wiley, 2010, p. 221.

¹¹⁴ Greg Lynn, «Architectural Curvilinearity: The Folded, the Pliant and the Supple», *op. cit.*, p. 8.

plus¹¹⁵. » Il ne voulait plus s'intéresser seulement au *comment* de l'exécution, mais également au *quoi* de la conception.

À la fin des années 1980, son objectif est de réaliser des projets d'architecture par l'ordinateur de façon à « laisser le programme déterminer les propriétés formelles de [sa] conception¹¹⁶». Il participe en 1987, comme une nouvelle génération d'architectes (Hani Rashid et Lise-Anne Couture, Neil Denari), au concours du West Coast Gateway. Dans le cadre du concours, Novak expérimente le PADL-2 (Production Automation Description Language) à partir de son Macintosh 128K et d'un modem 1200, servant à la connexion. Selon Novak, PADL-2 était :

... un modeleur de solide [solid modeler] développé principalement pour des applications mécaniques et d'ingénierie. Il était basé sur des définitions mathématiques de demi-espaces, et donc, donnait des intersections précises entre les formes en évitant les mauvaises intersections trouvées dans les modeleurs de solide qui eux, étaient basés sur la représentation des limites¹¹⁷.

La force du PADL-2 réside pour Novak dans la capacité du modeleur à gérer les intersections à la suite de plusieurs manipulations variées. Malgré la lenteur des échanges et la capacité très limitée de stockages et de mémoires vives, l'architecte s'obstine à proposer un projet à partir de l'ordinateur. Comme on l'a dit, l'ordinateur ne sert plus à Novak seulement à *exécuter* une idée en tête, mais il en permet de nouvelles, en les *générant* grâce aux algorithmes qui permettent de maintenir opératoire une modélisation même après plusieurs transformations. Ce qui fascine Novak à cette période, juste avant qu'il soit plongé dans l'aventure du cyberspace vers 1990, c'est que les opérations booléennes d'union, d'intersection, de différence, assurent la cohérence entre les lignes, donnant ainsi une aisance dans la manipulation de celles-ci. Novak met en lumière ce qu'avait finalement bien vu Daniel Estevez dans l'utilisation efficace du traitement de l'image par l'ordinateur. « L'utilisation efficace d'un logiciel infographique consiste à minimiser les opérations de tracé proprement dit et à maximiser les traitements (commandes : duplication, rotation, association, etc.)¹¹⁸. »

¹¹⁵ Marcos Novak, «Liquid~, Trans~, Invisible~ : The Ascent and Speciation of the Digital in Architecture. A Story. », in *DigitalReal: Blobmeister: First Build Projects*, *op. cit.*, p. 216.

¹¹⁶ *Ibid.*

¹¹⁷ Marcos Novak, «Computational Composition in Architecture», *op. cit.* Pour sa part, Novak désigne le PADL-2 comme «Part and Assembly Description Language».

¹¹⁸ Daniel Estevez, *Le dessin d'architecture et infographie*, *op. cit.*, p. 99.

1.2.1 L'origine de l'appropriation

Novak emploie le terme de composition. Si ce terme a une forte connotation dans l'histoire de la représentation architecturale, Novak s'en défend indirectement en se référant continuellement à la composition musicale. Penser à partir de la musique, par le flux continu de sons plutôt que par images est l'une des nombreuses façons que l'architecte trouve afin d'échapper aux logiques traditionnelles, voire culturelle, de la composition architecturale établie sur la reproduction de modèle ou déterminée par un travail sur l'harmonie des proportions. Il devient possible de composer de manière computationnelle à partir de nouvelles énergies, celles provenant des calculs générés par la machine. Novak cherche sans relâche des systèmes génératifs capables de proposer des alternatives. «Une approche différente est possible, lorsque le système génératif n'est pas initialement contraint par les intentions de l'architecte à produire des alternatives "raisonnables"¹¹⁹. » Il illustre son propos par l'approche de l'architecte Bernard Tschumi pour le parc de la Villette.

Tschumi liste les opérations qui peuvent être utilisées dans une approche combinatoire de la conception : «translation (transformation quantitative) réduction (suppression, excision, amputation, miniaturisation), augmentation (addition, extension, rhétorique, amplification, collage, mise à l'échelle), substitution, distinction, contamination, permutation, disjonction, dissociation, rupture, dislocation, coupure... L'architecte est donc considéré comme un *formulateur* ou inventeur de relation¹²⁰.

La fascination de Novak n'est pas, comme on le verra dans l'épisode du cyberspace, dans l'exhaustivité des opérations que permet l'ordinateur, mais dans la possibilité de les rendre continues. L'architecture est alors comprise comme en relation perpétuelle, se transformant au fil des combinaisons.

La figure de l'explorateur

La métaphore des « terrains inexplorés » est relativement présente parmi les écrits de plusieurs architectes. S'ils ne sont pas tous en mesure de révéler ce qui a de nouveau dans leurs explorations, il n'en reste pas moins que cette métaphore est venue accompagner quelques-uns de ces architectes dans ces territoires inconnus. L'architecte

¹¹⁹ Marcos Novak, «Computational Composition in Architecture», *op. cit.*, p. 16.

¹²⁰ *Ibid.*, p. 17.

anglais Mark Goulthorpe de l'agence dECOi, recourt d'ailleurs directement à la figure de l'explorateur du pôle sud, l'anglais Robert Falcon Scott, dans un article qu'il intitule « les points de Scott¹²¹ ». Cet article, publié en 2003, retrace plus d'une dizaine d'années d'exploration avec, pour Goulthorpe, le sentiment d'avoir réussi à ériger une série de drapeaux (algorithmique, programmatique, paramétrique) dans ce paysage numérique quasiment vierge et aride. Cette comparaison d'abord anecdotique devient étonnante pour ceux qui connaissent les mésaventures ainsi que la fin tragique qu'a connu l'équipage du capitaine Scott. Le facteur soulevé par l'architecte est que c'est cette «figure romantique qui aura finalement mieux compris que son rival (Amundsen) l'essence de ce nouvel environnement : son vide impitoyable et son indifférence¹²² ».

Ce qu'a mieux compris Scott par rapport à Amundsen, ne se trouve évidemment pas dans la réussite de l'expédition, ni dans l'efficacité de l'exploration. En portant attention au journal retrouvé de Scott¹²³, ainsi qu'aux commentaires de l'écrivain et navigateur Edgar Peisson, on comprend qu'au-delà de la malchance et des intempéries, l'échec de l'équipage de Scott a été causé principalement par de mauvaises intuitions et un mauvais plan d'action. Tout laisse à penser que c'est plutôt Amundsen, qui a le mieux compris cet environnement aride, lui permettant ainsi d'atteindre le Pôle Sud en premier, avec un mois d'avance.

Que cherche alors véritablement Goulthorpe dans cette figure romantique, au-delà de l'acte héroïque en soit ? Une réponse semble possible dans une lettre que Scott adresse aux autorités britanniques avant son départ : « Vraiment, j'ai peu de souci que nous atteignons le pôle ou non, pourvu que nous fassions tout ce qu'il faut pour cela. Je sens que je suis ici avec un plus grand but que d'arriver seulement au pôle¹²⁴. » Ce que Goulthorpe trouve dans l'expédition de Scott peut se résumer à la motivation primaire et presque vitale d'explorer, sans véritablement savoir ce que l'on cherche. L'architecte avait d'ailleurs insinué que : « la fascination actuelle pour l'animation de la forme doit

¹²¹ Cf. Mark Goulthorpe, «Scott points: Exploring principles of digital creativity», in B. Kolarovic (éd.), *Architecture in digital age : Design and Manufacturing*. London : Routledge, 2003, p. 165-172.

¹²² *Ibid.*, p. 165.

¹²³ Cf. Robert Falcon Scott, *Le pôle meurtrier, 1910-1912. La tragédie de l'expédition britannique au Pôle Sud*. Paris: Pygmalion, 1997.

¹²⁴ Cité par Edouard Peisson, *La route du pôle sud*. Paris: Grasset, 1967, p. 250.

1.2.1 L'origine de l'appropriation

également être exprimée en termes de son désir¹²⁵ ». Pour lui, il existe un désir assez simple de mettre la forme en mouvement, avant même d'en percevoir toutes les significations, tel qu'on pouvait le retrouver chez ces explorateurs pour qui, l'envie d'explorer était plus grand que le but à atteindre.

La figure de l'explorateur rend manifeste le caractère anticipatif, exalté et attentif d'une partie des acteurs de cette période bouillonnante de l'architecture numérique. Il est possible de faire un petit détour par la mythologie grecque, et de recourir au terme de l'*Elpis*, tel que défini par le spécialiste de la Grèce antique, Jean-Pierre Vernant : « *Elpis*, c'est cette attitude d'attente en face d'un événement qu'on prévoit mais qui n'est pas sûr. Si cet événement est heureux et qu'on l'attend, c'est l'espoir. Si cet événement au contraire est mauvais, dangereux, alors c'est la crainte¹²⁶. »

C'est sous cette coupole que le rapprochement avec Scott est finalement le plus pertinent. C'est l'espoir constant, malgré les événements qui suggère le pire ; une motivation à toute épreuve qui est maintenu et régénérer tout au long de l'exploration. Cette motivation intense ne peut être reléguée en second plan, car c'est elle qui perturbe et déforme la perception des concepteurs, en même temps qu'elle aiguise leur attention. C'est de cette façon qu'ils ont «prise» sur les événements.

Les traumatismes de la perception

Recourir à des discours provenant de milieux variés ne fait que confirmer la difficulté à trouver au sein même de l'architecture les explications pour rendre compte des changements qui se produisent avec l'arrivée des TIC. Il a eu de bonnes raisons d'être déstabilisé, car le numérique s'introduit un peu partout, et de manières singulières à chaque fois. Le numérique affecte autant l'objet de la conception que le sujet concepteur, montrant en outre que la distinction objet-sujet est limitée et contraignante pour penser cette réalité, surtout en période d'intenses changements.

¹²⁵ Mark Goulthorpe, «Misericord to a Grotesque Reification», in *The Possibility of (an) Architecture*. London : Routledge, 2008, p.73; publié originairement dans *Architeturial Design*, n° spécial *Architecture+Animation*, vol. 71, no.2, Avril 2001.

¹²⁶ Jean-Pierre Vernant, *Pandora, la première femme*. Paris : Bayard, 2006.

Quelques-uns de ces architectes ont d'ailleurs tenté d'analyser les effets immédiats de leurs propres expérimentations sur leur pratique, sorte d'autoanalyse, comme l'avait suggéré Mark Goulthorpe de dECOi. Cet architecte, attentif aux pensées du choc développées par Walter Benjamin et du traumatisme provenant de la psychanalyse, considère les pensées du traumatisme plus à même de prendre la mesure de l'arrivée des TIC.

Le traumatisme est développé, non pas comme une réponse directe à un choc, mais par *l'incapacité à être compris et inscrits conceptuellement* – par l'absence de son assimilation et par la lutte de l'esprit pour rendre compte de cette incapacité cognitive¹²⁷.

Le traumatisme empêche l'architecte de conceptualiser ce qu'il voit ou ce qui lui arrive; comme si sa conscience n'était pas suffisamment adaptée, comme si l'expérience sensorielle n'était pas réellement (encore) éprouvée. Contrairement au choc, le traumatisme n'est pas seulement une désorientation, où il serait possible, après coup, de se réorientée, mais plus radicalement : « il agit de la suspension [même] de la possibilité de s'orienter¹²⁸. » La désorientation n'est plus un inconfort de la perception, de la mémoire et de la situation qu'il faut à tout prix rétablir, mais une perte complète des repères où il vaut mieux s'en accommoder. C'est pour cette raison que Goulthorpe condamne autant la forme que l'idée. Il est important pour l'architecte de ne pas transposer des idées avec forces ou même de concevoir à partir des formes préconçues. Le traumatisme peut-être générateur lorsque celui-ci se trouve impliqué dans des processus créatifs. Il ne faut pas oublier que plusieurs de ces explorations de la fin des années 1990 sont pratiquement faites *à l'aveugle*, dans le sens où l'architecte ne contrôle pas les déformations dans leurs déroulements. Ils travaillent par essais et erreurs ; tel procédé est retenu plutôt que tel autre, mais cette décision ne peut qu'être prise à la fin, lorsque le résultat répondait aux attentes.

« Nous travaillons sans idées » disait le chorégraphe William Forsythe avec lequel Goulthorpe a collaboré pour quelques projets et avec qui, il partageait plusieurs réflexions communes. « Sans idée » doit être compris sans conceptualisation ; ils ne

¹²⁷ Mark Goulthorpe, «From Autoplastic to Alloplastic», in *The Possibility of (an) architecture, op. cit.*, p. 92. Texte originalement publié sous la forme d'un livre, *dECOi Architects: From Autoplastic to Alloplastic*. Orléans: Hyx, 2007.

¹²⁸ *Ibid.*

1.2.1 L'origine de l'appropriation

travaillent que dans l'affect et dans la sensation, sans orientation consciente. Pour plusieurs expérimentations, l'architecte et le chorégraphe s'en remettent au corps : « comme mode chimique de pensée (et non plus optique) ». Ces réflexions débouchent sur des implications de plus grandes importances, car Goulthorpe y voyait une façon de faire qui, en plus d'incorporer les technologies, affectait autant la création que la réception culturelle. Pour expliquer son idée, l'architecte a une fois de plus recours à un terme de la psychiatrie, celui de latence. « Le processus de création, qui est fortement impliqué dans l'affect – et qui embrasse la désorientation dans son processus même – constitue l'un des aspects essentiel pour ces stratégies de latence culturelle¹²⁹. »

Cette position rejoint deux points pour lesquels nous avons été attentifs. D'une part, placer le processus numérique de création au niveau de l'affect permet à l'architecte d'entretenir une relation particulière avec les technologies, proche d'un rapport *collectif* avec les logiciels. En d'autres termes, l'architecte entretient une liaison avec la machine non pas en tant qu'architecte complètement formé, mais en concepteur poursuivant son processus d'apprentissage, capable de se « former » à des logiques extérieures ; capable d'acquérir de nouveaux rythmes de conception. D'autre part, ces processus de création s'inscrivent de manière inconsciente dans la culture et participent au devenir numérique de la culture architecturale. L'acceptation culturelle du numérique ne se fait pas uniquement par des objets architecturaux ou des considérations spatiales ou esthétiques, mais incorpore également les pratiques avec leurs processus expérimentaux de conception. L'objectif de Goulthorpe est d'intervenir au niveau de la culture non pas en produisant des objets architecturaux qui modifieront la perception des visiteurs ou des habitants, mais de proposer un rapport singulier avec les TIC qui engageront de nouveaux types de relations, capables d'accueillir et de surmonter ces phases de désorientation et de traumatisme.

L'enjeu se trouve dans la « négociation réciproque entre soi et l'environnement – une “alloplasticité” interactive¹³⁰ ». Encore une fois, Goulthorpe fait référence à la psychanalyse, cette fois-ci, à la distinction entre *autoplastique* et *alloplastique* développée par le psychanalyste hongrois Ferenczi. Cette distinction sert à expliquer

¹²⁹ *Ibid.*, p. 91.

¹³⁰ *Ibid.*, p. 95.

l'adaptation d'un patient vis-à-vis d'un traumatisme. D'un côté, le sujet essaie de se changer lui-même, son milieu interne face à une situation difficile (autoplastique) ; de l'autre, il essaie de changer la situation dans lequel il se trouve (alloplastique). « L'alloplasticité interactive » serait en définitive la réaction en chaîne de l'un sur l'autre. Ce constat rappelle celui connu de McLuhan affirmant que l'homme crée un outil et l'outil change l'homme. Il change « l'homme » parce qu'il institue une nouvelle relation entre lui et le monde. Ces traumatismes produisent le choc nécessaire pour redonner aux technologies une place co-constitutive dans les pratiques architecturales, mais également dans notre relation au monde.

Les amputations de l'action

Considérer les technologies comme le prolongement de l'individu, y voir une prothèse du corps et puis de l'esprit, introduit un rapport médiatisé avec l'action et avec la perception, et même plus, il laisse présupposer que celles-ci – l'action et la perception – se trouvent construites par ces prothèses et technologies du corps. Si les répercussions visuelles sont vite perçues pour les processus de conception, les modifications sur les actions et les gestes le sont aussi rapidement. Les pensées sur les prothèses sont d'ailleurs reprises pour montrer certains des enjeux liés à l'arrivée de ce nouvel instrument. La prothèse sert généralement à retrouver une action perdue, mais elle permet aussi d'ouvrir à de nouvelles actions comme le suggérait l'architecte néerlandais Lars Spuybroek, de NOX. Pour démontrer son propos, Spuybroek utilise l'un des témoignages d'un patient amputé d'un membre du docteur Olivier Sacks, reconnu pour ses pratiques expérimentales. « Chacune de ses prothèses sont des véhicules qui ajoutent du mouvement au corps, ajoutent un nouveau répertoire d'action pour lui¹³¹. » L'amputation, dans les pratiques expérimentales, au lieu de s'en tenir à répéter une action, elle en permet de nouvelles.

Faire référence à l'amputation, à l'accident, est à l'époque une voie relativement fréquentée par les architectes. Cet accident, est-il besoin de le rappeler n'est pas mortel,

¹³¹ Lars Spuybroek, «Motor Geometry», *op. cit.*, p. 35.

1.2.1 L'origine de l'appropriation

mais s'inscrit dans le mécanisme imperturbable de la machine. C'est dans l'accident que la machine, ou la prothèse, acquiert des qualités insoupçonnées et des conduites improbables. « Notre programme, disait Spuybroek, devrait permettre de court-circuiter l'action, la perception et la construction - ce qui représente précisément une architecture de continuité¹³². » Par ce programme, Spuybroek s'attaque directement à ce qu'il considère être l'architecture : le plan (action), le mur (perception) et l'angle (construction). C'est dans ces circonstances que l'accident acquiert une nature génératrice. L'accident et l'amputation obligent de repenser les actions, les constructions et les perceptions qui s'offrent *naturellement* à soi. Les courts-circuits souhaitent principalement replacer l'individu humain dans un mode actif par rapport à ses expérimentations. Les TIC offrent l'occasion de produire un choc qui redonne conscience aux individus, contrairement à la tendance largement répandue, où ces technologies cherchent plutôt à offrir de plus en plus de confort, et par conséquent, entraînent un engourdissement des individus, en diminuant leur capacité d'attention.

Ce rapport particulier à la technologie ne peut se mettre en place que dans un contexte libéré de plusieurs préoccupations, économiques, constructives, sociologiques, structurelles, etc. Les TIC ne sont plus employées pour résoudre des problèmes, mais pour en apporter de nouveaux.

Les problèmes auxquels Spuybroek et NOX se sont confrontés au travers de leurs pratiques peuvent être concentrés sur le rapport entre la perception et l'action ; la distinction entre haptique et optique. Pour introduire à cette problématique précise, Spuybroek présente sur plusieurs pages l'expérience faite sur deux chatons par les chercheurs Richard Held et Alan Hein en 1963. L'expérience consiste principalement en la comparaison entre deux chatons installés dans un carrousel, où l'un, installé dans une sorte de récipient qui le porte, est transporté par le second qui le tire par l'autre bout de l'attelage. L'expérience tend surtout à montrer qu'amputé artificiellement de ses membres externes et par conséquent de sa motricité, ce chaton souffre d'une véritable désadaptation par rapport à ses déplacements et à son orientation dans l'espace ; comparativement au deuxième chaton, où son apprentissage sensitivomoteur s'est fait

¹³² Lars Spuybroek, «The Structure of Vagueness», in *The Architecture of Continuity*, op. cit., p. 145. Texte originalement publié in *TransUrbanism*, V2_Publishing, 2002.

normalement. L'appréhension de l'espace faite uniquement à partir du sens de la vue entraîne pour le chaton des troubles de coordination ; celui-ci a de la difficulté à évaluer les distances et se frappe régulièrement contre les murs. Cet exemple lui sert surtout à repenser l'action (le plan, le plancher) par rapport à la perception (le mur) ; et à développer une articulation fondatrice entre les deux. Plusieurs projets de cette époque exploreront d'ailleurs ce rapport. Que ce soit le pavillon freshwater (1997) à Neetle Jans ou le WetGrid (1999-2000) à Nantes, dans les deux cas, l'utilisateur doit « agir » pour percevoir correctement. L'architecture devient un dispositif perceptif et se donne à voir par le déplacement dans le plan.

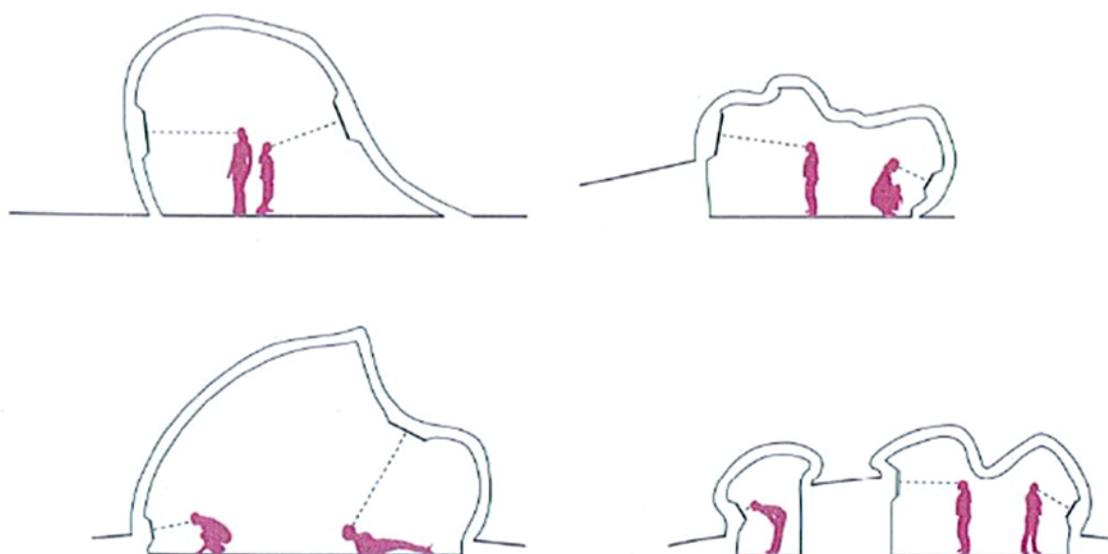


Figure 10. Différentes postures pour observer les œuvres dans le *Wet Grid*, Nantes, NOX, 1999-2000.

Les conditions expérimentales des pratiques

L'expérimentation est la condition élémentaire pour que les potentialités des TIC se manifestent clairement dans les pratiques. L'expérimentation implique que le concepteur considère ses instruments « plus qu'outil et moins qu'esclave. » L'architecte-concepteur cherche alors à entrer en relation avec l'énergie humaine

1.2.1 L'origine de l'appropriation

emmagasinée dans un logiciel afin de répondre à un problème qu'il s'est posé, avec l'espoir de le dépasser. Dans ce cas de figure, les logiciels ont une autonomie relative, c'est-à-dire qu'ils ne possèdent pas d'autonomie à l'extérieur de sa relation complémentaire avec l'architecte, mais en possède suffisamment pour ne pas être asservi à l'architecte qui l'utilise. La véritable relation complémentaire, comme le soulignait Simondon, implique de penser l'individu et la machine au travers de leur relation.

Dans la véritable relation complémentaire, il faut que l'homme soit un être inachevé que la machine complète, et la machine un être qui trouve en l'homme son unité, sa finalité, et sa liaison à l'ensemble du monde technique ; homme et machine sont mutuellement médiateurs, parce que la machine possède dans ses caractères l'intégration à la spatialité et la capacité de sauvegarder de l'information à travers le temps, tandis que l'homme, par ses facultés de connaissance et son pouvoir d'action, sait intégrer la machine à un univers de symboles qui n'est pas spatio-temporel, et dans lequel la machine ne pourrait jamais être intégrée par elle-même¹³³.

Le logiciel permet à l'architecte de voir au travers lui ce qu'il ne pouvait imaginer auparavant. Ce savoir n'est pas extérieur à lui, mais il se complète par les potentiels de la machine. On retrouve bien le sens de l'expérimentation, tel que pouvait le définir il y a longtemps le médecin Claude Bernard : « On fait des expériences pour voir, et ensuite on se guide d'après ce qu'on a vu¹³⁴. » Pour ce faire, à l'origine, il n'y a pas de normes ou de protocoles déjà préétablis qu'il s'agit de suivre, mais une pratique par essais et erreurs, obligeant une attention particulière du concepteur à ce qui est en court et qui arrive devant lui. C'est uniquement dans ces conditions et avec cette haute attention que le logiciel devient véritablement transductif. Il s'établit ainsi une corrélation étroite entre deux modes d'existences distincts. S'il existe bien quelques distinctions avec l'étude de Bernard, il est néanmoins possible de retrouver des conduites similaires, ici exposé avec les mots du philosophe Henri Bergson.

Le fait, plus ou moins clairement aperçu, suggère l'idée d'une explication ; cette idée, le savant demande à l'expérience de la confirmer ; mais, tout le

¹³³ Simondon, «Les conséquences de la notion d'individuation», *op. cit.*, p. 521.

¹³⁴ Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris : Flammarion, 2010 [1865], p. 206.

temps que son expérience dure, il doit se tenir prêt à abandonner son hypothèse ou à la remodeler sur les faits¹³⁵.

Les potentialités formelles se concrétisent ou s'épuisent au fur et à mesure de l'expérimentation. Pour cette raison, elles ne sont pas à proprement parlées déjà là et n'attendent qu'à être découvertes, mais elles sont créées par l'architecte qui parvient de mettre en dialogue la forme générée par la machine avec les objectifs et motivations qu'il s'était fixé au départ et qui sont modifiés en cours de route. Le logiciel s'engage seulement à ouvrir des possibilités d'interaction avec des modélisations simulées. C'est grâce à ces dernières que l'architecte parvient à dégager du sens et à percevoir enfin certaines cohérences spatiales.

C'est sous cette logique de l'expérimentation, que l'architecte peut instituer une distance par rapport aux contraintes et conjonctures que sous-tend un programme architectural donné. Cette liberté conduit cependant les pratiques expérimentales vers une production en marges des commandes traditionnelles et à l'écart des projets de grandes envergures. Parce que l'expérimentation comporte toujours sa part de risque, cette production se retrouve rapidement isolée, et presque complètement dissociée des réalités de la construction. En revanche, c'est grâce à ce côté marginal que ces expérimentations se trouvent à l'origine des sensibilités technologiques, car elles s'intègrent au niveau des désirs et des affects, et par conséquent, s'introduisent plus intensément dans l'imaginaire architectural. Libéré des contraintes contingentes aux réalités du projet, l'architecte voit les possibilités du projet s'élargir, en même temps qu'il se sent de plus en plus investi avec l'instrument qui permet ses explorations. Ce vouloir est d'autant plus grand qu'il se trouve entrelacé avec le pouvoir qui le complète.

Définir l'origine de l'appropriation des technologies par ces conditions expérimentales indique que l'enjeu ne porte pas directement sur le résultat formel obtenu à la fin, même si c'est grâce à lui que la généalogie technique peut être saisie et analysée, mais sur la tension qui se résout dans les conduites inventives et créatrices. Dans les expérimentations réalisées en collaboration avec des logiciels, les architectes s'approchent d'un savoir technologique, car l'algorithme choisi ou créé permet aux

¹³⁵ Henri Bergson, «La philosophie de Claude Bernard», in *La pensée et le mouvant*. Paris : PUF, 2009 [1938], p. 230.

1.2.1 L'origine de l'appropriation

concepteurs de prolonger la conception technique du logiciel utilisé. En définitive, ces architectes ne font pas qu'utiliser le logiciel mais, ils prolongent son fonctionnement. Ces conduites techniques relativement primitives, connaissent différents stades allant de la récupération d'un simple algorithme jusqu'à l'invention d'un nouvel environnement de travail, en passant par l'écriture de lignes de code.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

La division présente lors de la rencontre du Fractal Studio donne un aperçu sommaire des deux principales tendances qui sont constitutives des modes d'adoption des TIC. Cette scission s'est par ailleurs agrandie au fur et à mesure que les logiciels se sont développés et que ceux-ci ont investi le milieu de l'architecture. En fait, l'usage de l'informatique reste jusqu'à la fin des années 1980, même au début des années 1990, surtout réservé à quelques initiés, ou comme on l'a vu est limité à des tâches de gestions de l'information. Dans tous les cas, les logiciels ne sont que très peu utilisés pour l'exploration formelle. L'accessibilité au matériel informatique permise par la micro-informatique, la convivialité des interfaces et surtout l'amélioration des performances graphiques contribuent à domestiquer l'informatique et à s'introduire dans de nombreux milieux, même chez les moins initiés. Dans le milieu de l'architecture, il y aura une distinction relativement nette entre les *tool-makers*, ceux qui savent *construire* des logiciels et les *tool-users*, ceux qui savent *seulement* les utiliser. Dans les années 1980, cette distinction semble être chose assez courante comme le laisse entrevoir le rapport de Chris Yessios sur les façons d'intégrer l'ordinateur dans la formation architecturale¹³⁶. Pour Yessios, cette distinction reste problématique, car elle cache la question de la place appropriée à accorder à l'informatique dans la discipline architecturale. Quelques années plus tard, cette distinction permet, comme on l'a vu, à Terzidis de porter des jugements sur les pratiques amateurs des logiciels et surtout, de formuler certaines critiques à l'égard des malentendus engendrés par le numérique. Dans *Algorithmic Architecture*, cette distinction lui sert à porter des attaques virulentes contre les *tool-users*, dont Greg Lynn est pour lui l'archétype, et pour exprimer une injustice ou une maldonne, par rapport à l'usage approximatif, amateur et mineur, des TIC.

¹³⁶ Cf. Chris Yessios, «Fractal Studio», *op. cit.*, p. 181.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

L'objectif ici n'est pas de donner raison à l'un ou l'autre, mais de montrer que ces deux statuts ont introduit des rapports différenciés aux logiciels, présentant ainsi des statuts divergeants d'adoption : un statut de minorité (syncrétique) et un statut de majorité (analytique). Simondon parle aussi d'un rapport *enfant* et d'un rapport *adulte* avec la technique ; l'artisan et l'ingénieur. L'enfant, comme l'artisan, entretient un rapport particulier avec l'objet que l'on peut penser en termes d'attention. L'enfant écoute un conte et il reste attentif, même s'il n'en comprend pas tous les détails et même s'il en perd des bouts, il en saisit pourtant l'ensemble ; il fonctionne de manière syncrétique. En comparaison, l'adulte, avec un rapport à l'objet semblable à celui de l'ingénieur, mesure et analyse ; il comprend la logique de l'objet et il connaît la logique de l'ensemble. Il s'agit de deux positions limites, archétypales, mais qui offrent deux voies d'analyses afin de saisir comment sont intégrées, absorbées et incorporées les TIC dans les pratiques, tout en suggérant par le fait même des modes d'attention singuliers.

Ces deux modes de relation, malgré leurs positions excessives et limitées, sont néanmoins observables dans les milieux de l'architecture, parfois même revendiqués, et soulèvent des contradictions au sein même des utilisateurs des TIC en architecture. De manière à intégrer ces sensibilités technologiques dans la culture architecturale, il est primordial de trouver l'unité de cette réalité technologique, c'est-à-dire parvenir à englober les différences de ces statuts. Ce pari repose sur le constat de Simondon suivant :

Pour que la culture puisse incorporer les objets techniques, il faudrait découvrir une voie moyenne entre le statut de majorité et le statut de minorité des objets techniques. La disjonction entre la culture et la technique a sa condition dans la disjonction qui existe à l'intérieur du monde des techniques lui-même. Pour découvrir un rapport adéquat de l'homme à l'objet technique, il faudrait pouvoir découvrir une unité du monde technique, par une représentation qui incorporerait à la fois celle de l'artisan et celle de l'ingénieur¹³⁷.

Avant de chercher cette voie moyenne, il est possible d'observer des positions d'appropriation-adoption intermédiaires comme celles retrouvées dans les glissements analogiques ; c'est-à-dire dans les pratiques où un geste est transposé d'une technique à l'autre, reconfigurant ainsi le milieu de conception selon d'anciens schémas d'action.

¹³⁷ Gilbert Simondon, *MEOT, op. cit.*, p. 87.

Peu importe la voie adoptée, il est important que la relation technologique se réalise à la genèse même de la prise de forme, c'est-à-dire avant que les premières intentions ne soient véritablement formalisées. C'est la relation avec les technologies qui se trouve première, en ce qu'elle permet un échange d'égal à égal, selon les biais et faiblesses de chacun. Les architectes se placent à *hauteur* de machine. C'est dans ce sens qu'il est possible d'y établir un rapprochement avec les conduites perçues dans une relation sociale.

La condition première d'incorporation des objets techniques à la culture serait que l'homme ne soit ni inférieur ni supérieur aux objets techniques, qu'il puisse les aborder et apprendre à les connaître en entretenant avec eux une relation d'égalité, de réciprocité d'échanges : *une relation sociale* en quelque manière¹³⁸.

Cette relation d'égalité a justement trouvé sa meilleure illustration dans la voie moyenne, déjouant ainsi les rapports de minorité et de majorité. Cette voie moyenne se découvre avec l'ajout d'une seconde machine, principalement de fabrication, qui introduit un échange d'énergie et d'information détachés du sujet, renforçant encore plus cette relation d'égalité.

La concordance des conceptions

La spécificité des expérimentations, peu importe le mode d'attention avec lequel elles sont réalisées, réside dans le fait que le début de la conception du projet correspond plus ou moins avec la mise en action des logiciels ; qu'il n'existe pas de véritables distinctions entre la conception numérique et la conception architecturale. En d'autres termes, ces conceptions architecturales sont d'emblée numériques. Le geste initial de la conception passe par la médiation numérique.

Là où, disait l'architecte Goulthorpe, nous aurons classiquement commencé par un croquis, exprimant une idée, nous sommes maintenant en mesure de lancer plusieurs processus génératifs ; nous entrons des échantillons [*samplings*] parmi lesquels nous opérons une sélection¹³⁹.

¹³⁸ *Ibid.*, p. 88. (Je souligne)

¹³⁹ Mark Goulthorpe. *dECOi architects. From Autoplastic to Alloplastic, op. cit.*, p. 7.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

Ce commentaire radical quant à son opposition aux techniques traditionnelles de conception, suggère un vouloir architectural qui intègre en lui-même l'exercice technologique, comme motivations première. On assiste à une sorte de « vouloir acharné », pour reprendre les mots qu'utilise Benjamin pour définir le drame baroque¹⁴⁰. Toute l'attention porte sur les échantillons générés par l'instrument de conception et, par conséquent empêche inévitablement d'obtenir une vision complète et englobante de la réalité du projet. C'est dans cette optique que s'installe un désintérêt pour l'édifice construit.

Ce type de conception numérique, parfois forcé, formalise et concrétise une intention architecturale dans une expérience technologique dès les premiers moments. Pour ces architectes, il est question de s'associer à un milieu de conception jusqu'alors inexistant ou inaccessible. Par l'expérimentation, les architectes assurent les conditions d'existence de ce nouveau milieu. C'est le processus qui conditionne la naissance du nouveau milieu avec les différentes anticipations provenant des vouloirs initiaux. Il s'opère ce que Simondon appelle une adaptation-concrétisation.

L'adaptation-concrétisation est un processus qui conditionne la naissance d'un milieu au lieu d'être conditionné par un milieu déjà donné; il est conditionné par un milieu qui n'existe que virtuellement avant l'invention; il y a invention parce qu'il y a un saut qui s'effectue et se justifie par la relation qu'il institue à l'intérieur du milieu créé¹⁴¹.

Pour le milieu de la conception numérique, le saut ne se fait pas instantanément et d'un seul coup, il est inventé après un certain temps et de manière aléatoire, mais selon des étapes distinctes et repérables après-coup. Les différentes inventions technologiques se succèdent jusqu'à devenir simultanées. Ce remaniement des structures et des fonctions du milieu de conception s'effectue par les expérimentations numériques qui introduisent avec elles les problèmes architecturaux abordés, investis et résolus.

Quelques-unes des pratiques les plus expérimentales ont introduit une sorte de *vouloir numérique* primaire et essentiel qui s'installe dès la genèse de tout projet. Dans ces conditions, la prise de risque devient double. En plus de s'aventurer sur des territoires inexplorés, introduire le numérique comme conditions de base a pour

¹⁴⁰ Cf. Walter Benjamin, *L'origine du drame baroque allemand*. Paris : Flammarion, 1985 [1925], p. 54.

¹⁴¹ Gilbert Simondon, *MEOT, op. cit.*, p. 55.

conséquence de déstabiliser l'ensemble du cycle de la conception, sans ancrage solide afin d'assurer stabilité et continuité. Pour cette raison, le court-circuit est d'autant plus intense qu'il se réalise avant même les premières formes produites. Il est tellement intense qu'il entraîne surtout des désadaptations que l'on peut comprendre comme une désindividuation, plutôt qu'une véritable individuation. Comme l'a très bien décrit Muriel Combes dans son travail sur la transduction simondonienne, « la désindividuation peut contenir sous certaines configurations (transindividuelles) une nouvelle individuation. La désindividuation transindividuelle est la condition d'une nouvelle individuation¹⁴² ».

C'est le processus de désindividuation qui constitue le point d'union entre ces expérimentations extrêmes. Bien évidemment, ils ne se désindividuent pas tous de la même manière, mais chacun d'eux installe leur pratique au niveau de l'émotion, du vouloir et cela, dès le début. C'est seulement dans ces conditions, d'égal à égal, où l'architecte est prêt à se désindividuer provisoirement pour atteindre un but plus élevé, qu'il devient possible de retrouver cette « désindividuation transindividuelle ». Cette désadaptation entraîne des discontinuités qui se manifestent dans des pertes d'orientation dans les processus de prise de forme de l'objet et évidemment, dans l'objet à construire, parce qu'ils ne parviennent plus à en saisir la totalité. Cette correspondance des conceptions a surtout concentré l'attention sur la capacité de génération que permettent les TIC, en plaçant souvent en second plan les considérations liées à la construction de l'objet. Par conséquent, plusieurs de ces premiers objets architecturaux se retrouvent dépourvus de repères spatiaux, rendant alors compliqué de formuler des jugements esthétiques sur ces pratiques expérimentales. Ces dernières sont néanmoins nécessaires afin de voir émerger un nouveau milieu numérique de conception qui, après plusieurs expérimentations, a réussi à se stabiliser.

¹⁴² Muriel Combes, *Simondon, individu et collectivité. Pour une philosophie du transindividuel*. Paris : PUF, 1999, p. 66.

Le mode syncrétique d'attention est défini par une compréhension globale du phénomène, sans pour autant en connaître la logique dans le détail. Cette logique n'a pas besoin d'être pensée dans sa totalité, ni en aval, car elle est sentie et éprouvée par le concepteur devant l'écran, dans la relation qui s'institue entre lui et l'image simulée. L'appréhension de la forme ne se fait pas de l'interne, par le code, mais par l'extérieur avec l'image interactive, de manière intuitive. La connaissance du phénomène s'accroît au fur et à mesure que la forme se développe et s'approche de sa configuration finale. C'est à partir des modifications de la forme que l'architecte prend justement conscience de l'objet : par la succession et l'accumulation des changements qui se passe devant ses yeux. Comme l'avait dit l'architecte Greg Lynn par rapport aux déplacements simulés de particules sur un site pour le projet du House prototype (1994) : « Nous avons arrêté l'animation au moment où les particules ont commencé à se répéter, entrer en phase ou qu'elles étaient parvenu à imprimer un rythme¹⁴³. »

¹⁴³ Greg Lynn, *Animate Form*. New York : Princeton Architectural Press, 1999, p. 144.

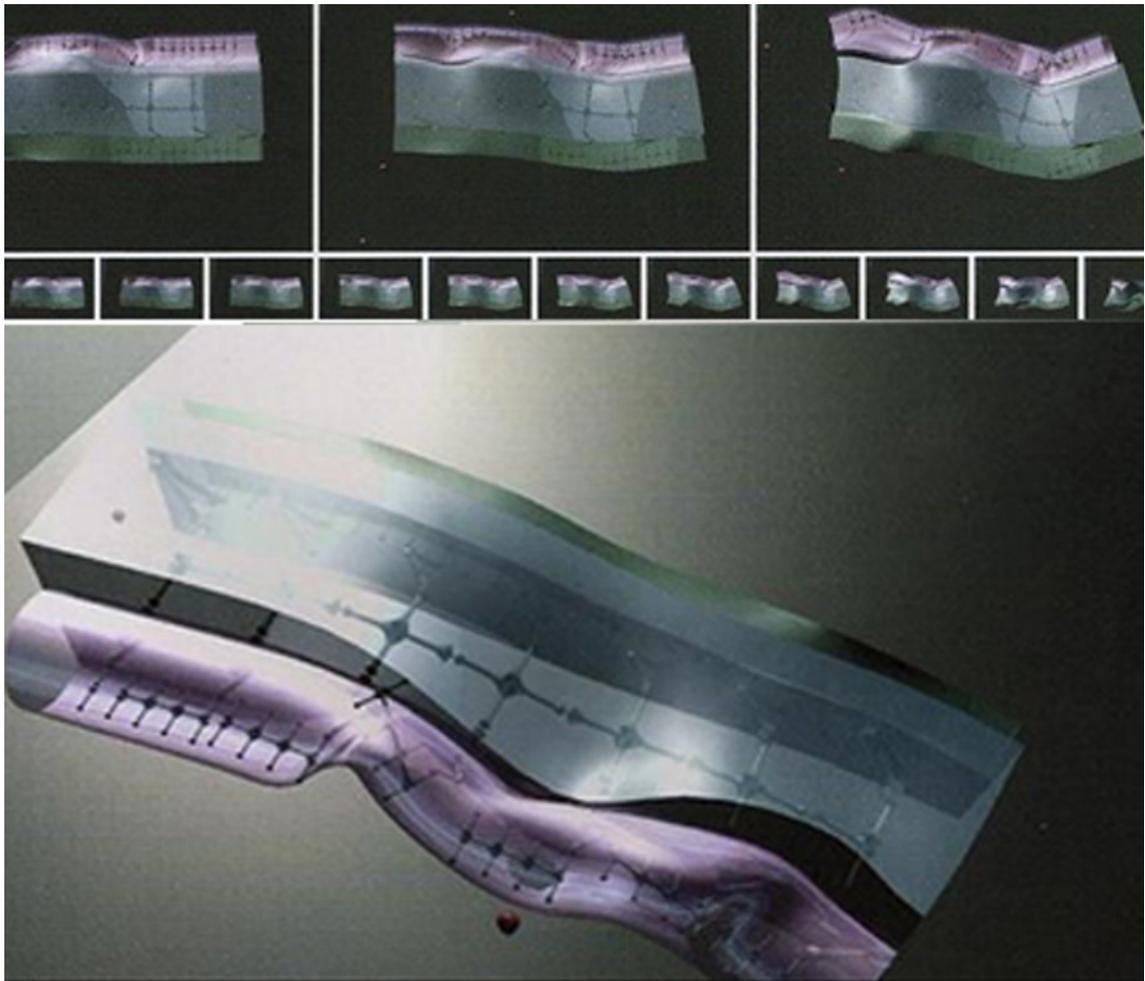


Figure 11. L'approche du *House prototype*, Long Island, Lynn Form, 1994.

Le mode mineur engage un rapport direct avec l'objet. Les architectes utilisent bien les capacités de calcul des ordinateurs sans pour autant en saisir toute la complexité logique interne et mathématique. Dans un texte qui cherche à prendre la mesure des TIC à partir de ces phénomènes concentrés autour de l'animation, Lynn insiste sur les possibilités inouïes que rendent possible les logiciels par leur capacité de calcul. Lynn explique même que c'est : « peut-être la première occasion pour les architectes de dessiner et d'esquisser en utilisant le calcul¹⁴⁴ ». Ce calcul n'exige pas d'être maîtrisé, mais seulement d'être saisi de manière intuitive. L'architecte illustre son propos avec l'exemple du chien qui parvient instinctivement à attraper un *frisbee* en plein vol. Si cet exemple développé sur quelques pages rappelle les machines à calculer servant à la

¹⁴⁴ *Ibid.*, p. 17.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

balistique sur lesquelles Norbert Wiener travaillait dans les années 1940, Lynn utilise cet exemple pour insister sur le caractère intuitif de cette opération.

Par analogie, il n'est pas nécessaire pour les architectes d'être capables d'effectuer les équations différentielles qui génèrent des formes topologiques ; en fait, même l'équation la plus simple d'une *spline* est trop complexe à calculer pour la plupart des architectes¹⁴⁵.

Cet aveu d'incompétence, qui lui sera reproché, mais qui semble décrire néanmoins la réalité des compétences de plusieurs architectes utilisant le numérique, sera condamné par Lynn lui-même. « Chaque jour, je regrette le discours introduit dans *l'Animate Form* et les projets présentés, ils avaient un ton trop prétendument scientifique d'un amateur à la recherche d'une justification pour ses décisions de conception¹⁴⁶. » Cette confession suggère que ses justifications cherchaient à combler les vides laissés par l'incompréhension et le traumatisme subi par certaines logiques constitutives de ce qu'il observait sur l'écran. Les modélisations se déforment, reforment et se transforment selon un rythme qui exige d'être synchronisé avec les pensées des architectes. Cette synchronisation agit comme mode syncrétique de compréhension. La grande force de cette attitude est que l'on assiste à la synchronisation de deux processus étrangers l'un de l'autre. Cette relation avec l'étrangeté de la machine et du calcul amène cependant une perception incomplète de l'objet en raison de la surexcitation que l'architecte éprouve face à ses incompréhensions. Au lieu d'être fermés, craintifs et insensibles à cette étrangeté, certains architectes cherchent au contraire à tirer avantage de cette situation déstabilisante. Il se met alors en place une série de tactiques pour comprendre ce qui se passe. L'objet est dans ces conditions moins qu'une chose. L'objet ne devient chose perceptible que lorsque l'architecte parvient à contenir son excitation en lui donnant une signification. Cette signification n'est pas comme dans le mode majeur formalisée et pensée dès le départ, par un code (ou pseudo-code), mais n'apparaît qu'à la fin, de manière intense, sensible et instinctive.

Cette sensibilité ressemble à ce qu'explique Simondon dans son analyse sur la perception en situation critique, où les conduites sont par dessus tout guidées par

¹⁴⁵ *Ibid.*, p. 25.

¹⁴⁶ Greg Lynn, courriel à Yael Reisner, juillet 2008, publié dans «Technique, Language and Form», *op. cit.*, note : 22.

l'émotion, par l'intuition et par l'instinct. L'exemple que cite Simondon est celui tiré du conte d'Hoffman, *La mine*, où le mineur dans la mine sent, par instinct, le danger. Le conte met en scène un marin qui, avec les meilleures intentions du monde (parce qu'il aime une jeune fille), se voit obligé de travailler à la mine. Sorti de son milieu, le marin sera victime de la mine, car : « il est marin, et non mineur ; il n'a pas l'intuition de la mine¹⁴⁷ ». Ce mode intuitif permet à un groupe d'architectes de s'orienter dans leurs processus numériques d'exploration. Cette orientation est cruciale, car elle assure la compréhension des éléments de repères élaborés puis suivis, et qui sont devenus constituants de cette production numérique. Cette approche n'est pas sans rappeler le commentaire émis par Yessios, concernant la perception qu'ont eue les étudiants et les concepteurs « traditionnels » dans leur travail avec l'informatique. Face à leurs déclarations d'être des analphabètes de l'informatique, Yessios leur répond : « Pourtant, j'ai trouvé que la plupart d'entre eux, Peter Eisenman en particulier, ont une sensibilité élevée des processus algorithmiques, ce qui devrait être le sujet principal de la programmation informatique pour les architectes¹⁴⁸. »

Glissements analogiques

Une seconde voie mineure peut être soulevée, comparable à un détournement, celle du glissement analogique. En termes simples, il s'agit de répéter un même geste technique sur une surface différente. L'architecture a connu de nombreux glissements de ce genre, spécialement pendant les périodes de transition où un nouveau matériau est employé selon les techniques anciennes comme le montrent certaines planches célèbres de l'historien Auguste Choisy. Ce glissement s'applique en revanche aux techniques de construction. A-t-on pu retrouver de pareils glissements pour les techniques de conception numérique ? Oui, en plaçant la technique du dessin au centre des gestes de conception, il devient possible de rendre compte de deux glissements : le croquis numérique et le croquis numérisé.

¹⁴⁷ Gilbert Simondon, *MEOT*, *op. cit.*, p. 90.

¹⁴⁸ Chris Yessios, «A Fractal Studio», *op. cit.*, p. 181.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

L'un des exemples les plus éclairants du croquis numérique se trouve dans la pratique de l'artiste Ilona Lénárd, associée au groupe ONL, qui se préoccupe très tôt des TIC, en réalisant entre autres l'un des deux pavillons du freshwater à Neetlje Jans en 1997. Utilisant le croquis comme principal mode d'expression, Lénárd suit le passage numérique en changeant d'instrument, sans pour autant changer la nature intuitive du geste.

Les croquis sont rapides et intuitifs. La vitesse est essentielle lorsque je réalise des croquis impulsifs. Grâce à cette vitesse, il n'y a pas de temps pour une pensée délibérée. La pensée n'a pas la chance de contrôler le mouvement de la main. C'est à ce moment que les surprises commencent¹⁴⁹.

Ce besoin d'être surpris trouve dans les croquis intuitifs un intermédiaire qui suggère un mouvement *purement* moteur, sans altercation avec leurs significations, et permet d'explorer sans *a priori*, ni dessein fixé d'avance. En 1988, avec *Line hidden* et *Artificial Intuition*, le groupe ONL intègre les technologies numériques dans leur pratique et Lénárd, remplace le crayon pour la souris. Toujours de façon intuitive et désinvolte, l'artiste tente à l'aide de la souris de reproduire la vitalité comprise dans le geste du dessin à main levée, tout en faisant part de ses craintes par rapport au nouvel instrument et à la nouvelle surface d'inscription.

Rien ne paraît plus contradictoire que faire des croquis à l'ordinateur. Un croquis est intuitif par définition. [...] Les croquis intuitifs à l'ordinateur exploitent la puissance mutante du programme. [...] Le concepteur accumule son énergie et il le décharge dans une série de mouvements de la souris, devenant visibles dans l'espace numérique¹⁵⁰.

¹⁴⁹ Ilona Lénárd, «Sketches in concrete», in *Kas Oosterhuis, architect; Ilona Lénárd, visual Artist*. Rotterdam : 010 publisher, 1998, p. 2.

¹⁵⁰ Ilona Lénárd, «Artificial intuition», in *Kas Oosterhuis, architect; Ilona Lénárd, visual Artist, op. cit.*, p. 4-5.

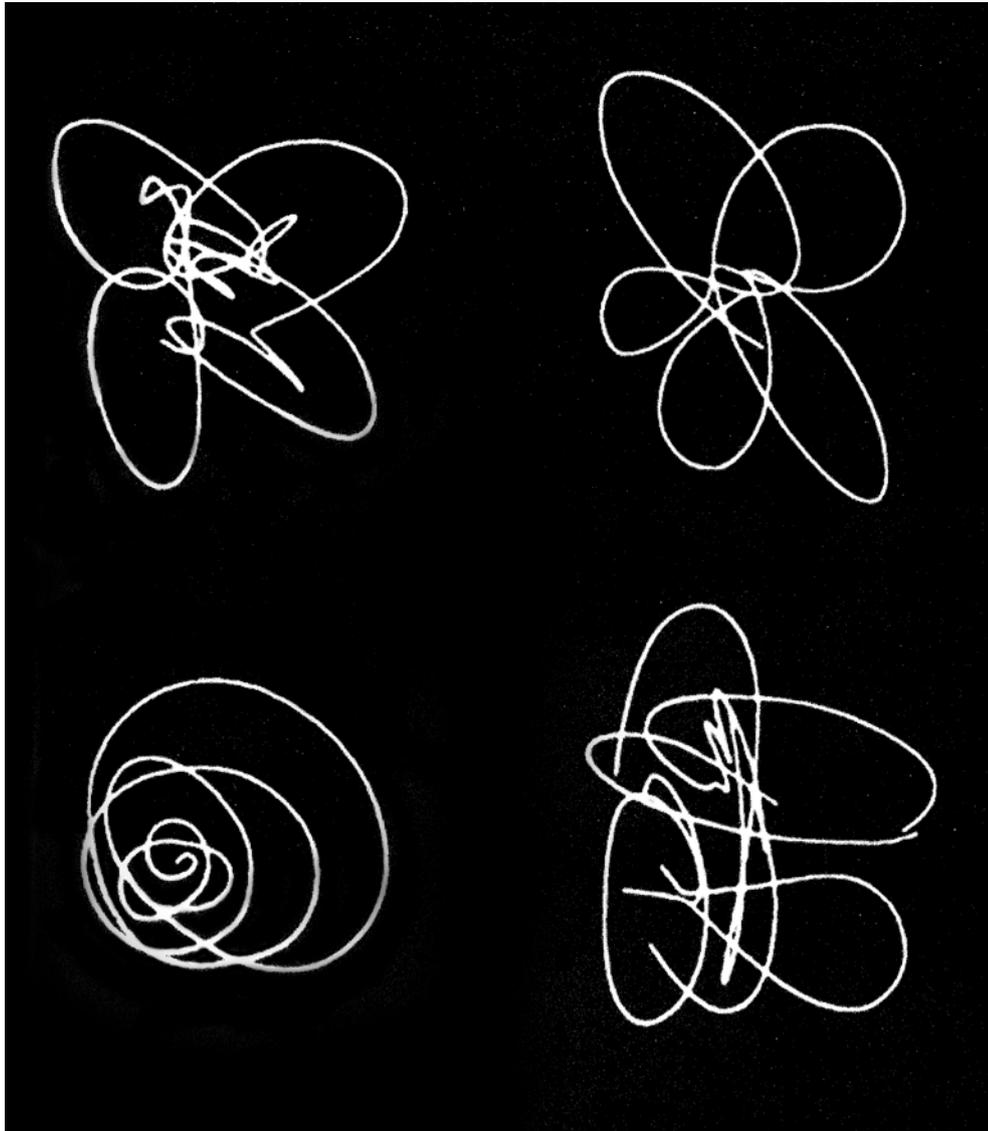


Figure 12. Croquis numériques d'Ilona Lénárd, *Sculpture City*, ONL, 1995.

Ces croquis numériques sont par la suite intégrés dans leur pratique architecturale, constituant « les gènes » initiateurs des formes de bâtiments, ces derniers considérés comme des bâtiments-sculptures.

Les gènes d'un bâtiment-sculpture [...] sont représentés par douze croquis rapides et intuitifs. Ces croquis peuvent être vus comme les instructions qu'un cerveau humain transcrit rapidement sur une feuille de papier par les mouvements brutaux de la main¹⁵¹.

Sans véritablement exploiter les potentiels d'interaction des logiciels, mais plutôt ceux physiques avec la machine, par la souris, ces croquis numériques parviennent

¹⁵¹ Kas Oosterhuis, Ilona Lénárd et Menno Rubbens (éds), *Sculpture City, the electronic fusion of art and architecture*. Rotterdam : Attila foundation, 1995, p.7.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

néanmoins à introduire un décentrement par rapport à la distinction entre intuition et intellect ; entre mouvement et forme. Le décentrement ne s'effectue pas grâce à la machine, mais en aval, dans une performance rythmique et gestuelle, analogue aux techniques du croquis intuitif.

Le croquis numérisé quant à lui peut trouver son illustration la plus probante dans les pratiques pilotes de l'architecte Frank O. Gehry. Il n'est pas la peine ici d'insister sur les modes traditionnels qu'a conservés Gehry dans son travail de conception. La conception numérique n'est pas première. Elle consiste principalement en une instrumentalisation réalisée par des technologies sophistiquées, et conduite par une équipe de scientifiques rendant possible le passage des croquis produits à main levée de Gehry à une modélisation mesurable, calculable et constructible. Le projet de *Lewis Residence* (1989-1995) est encore plus révélateur, car il a été question de numériser (scanner) non pas des croquis mais les formes des maquettes réalisées à la main.

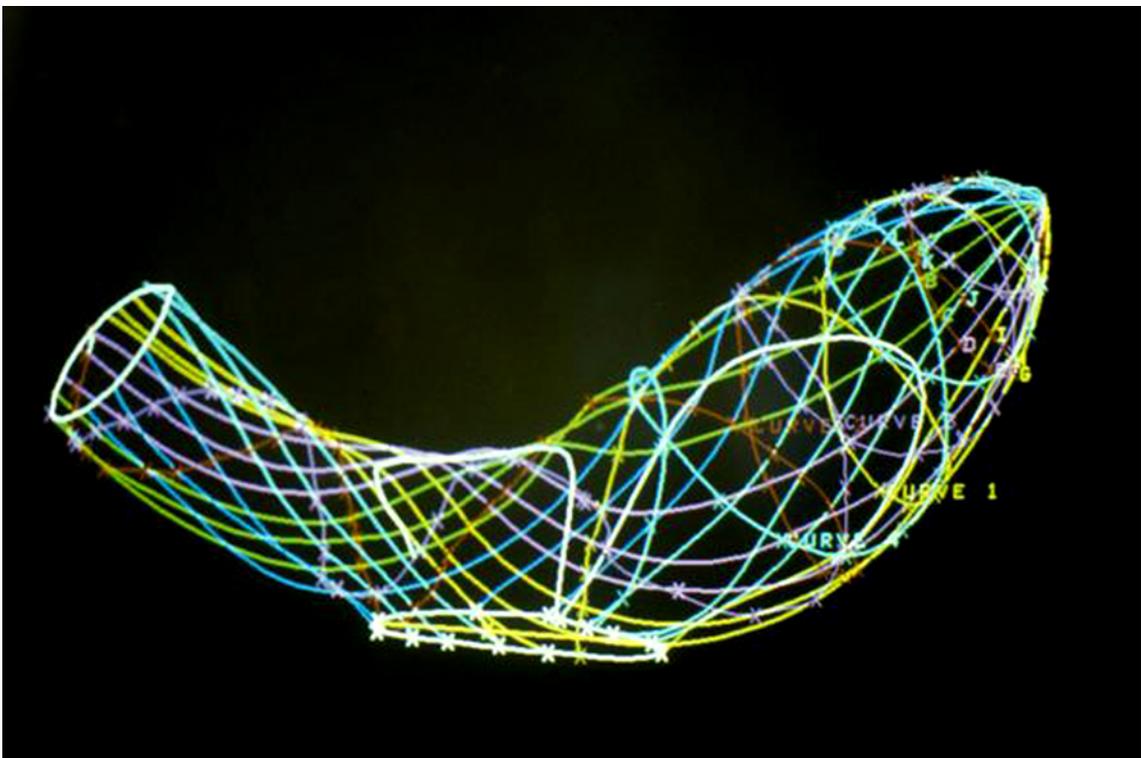


Figure 13. Maquette 3D catia de la *Lewis Residence*, Ohio, Frank O. Gehry, 1989-1995.

Le logiciel traduit la maquette physique en maquette 3d virtuelle, et sur laquelle il devient possible d'opérer une série de calculs d'ingénierie. Dans les évolutions d'un type de maquette à l'autre, cette expérience montre les rétroactions produites dans le passage même de la numérisation. Les obligations inscrites dans le milieu numérique ont par la suite contaminées la façon de faire dans le milieu analogique de conception. Les processus de conception, ceux de Gehry en particulier, se sont modifiés sur une période relativement longue de telle manière que l'on puisse percevoir des logiques numériques dans son travail traditionnel à la main. Comme l'a soulevé le critique Joseph Rosa, il est possible de repérer plusieurs changements dans les pratiques numériques de Gehry, comme celui repérable dans *l'Experience Music Project* (EMP), réalisé en 2000.

Le EMP marque également un changement dans l'esthétique de Gehry qui, s'éloignant des articulations formelles collées les unes aux autres vues dans le musée Guggenheim de Bilbao (1997), en Espagne, parvient à des surfaces plus souples [morphed surfaces] rendues possibles par la modélisation informatique sophistiquée en trois dimensions¹⁵².

Ces glissements entraînent inévitablement des mutations, moins radicales, dans le sens où l'architecte garde toujours l'impression de maîtriser un geste qu'il a appris, avant le changement d'instrument. Ces glissements apportent une certaine stabilité qui assure une continuité dans les modes d'existence de la conception. Il existe néanmoins une distinction importante entre ces deux types de glissement, qui réside dans les opérations faites avec l'ordinateur. Pour le croquis numérique, les gestes accomplis avec la souris servent à explorer la forme de manière instinctive, sans que ces proto-formes contiennent leurs qualités et leurs déterminations architecturales. Les qualités n'apparaissent qu'avec ces croquis faits à tâtons, au fur et à mesure que le projet-objet trouve des significations, sur le fond de l'écran numérique. Pour le croquis numérisé, il s'agit plutôt de fixer des quantités à un projet-objet déjà conçu dans ses grandes lignes. Les différents logiciels ne servent qu'à attribuer les mesures optimales pour les courbures de l'objet, sans donner véritablement la possibilité d'incorporer directement des modifications majeures dans l'édifice. L'exemple de Gehry montre cependant que l'incorporation reste possible, sur de longue période, lorsque le geste est répété

¹⁵² Joseph Rosa, *Folds, Blobs + Boxes*. Pennsylvania : Carnegie Museum of Art, 2001, p. 15.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

plusieurs fois. Pour l'un, l'ordinateur sert à ouvrir, à explorer et à libérer une forme à venir, tandis que pour l'autre, les opérations computationnelles agissent plutôt afin de fixer, de stabiliser et de dimensionner une forme existante.

Mode analytique

Le mode analytique d'attention possède un rapport étroit avec l'invention de l'ordinateur et en même temps ambigu, comme l'explique le prologue de *Algorithmic Architecture* : « le calcul informatique [*computation*] est un terme qui diffère, mais est souvent confondu avec celui d'informatisation [*computerization*]¹⁵³. » La distinction que soulève Terzidis insiste sur le fait « qu'utiliser une application informatique n'est pas un acte de conception numérique [*Digital Design*]¹⁵⁴ ». La conception numérique, comme on l'a vu, tient principalement de l'exploration de l'indéterminé, du vague et de l'incertain que parvient à générer un usage particulier du calcul qu'offrent les logiciels. La difficulté ne vient pas tant de différencier le calcul de l'informatisation que de savoir comment les articuler. Cette articulation force à se pencher sur la relation difficile entre continu et discret, et de leur possible traduction.

En mode majeur, analytique, on retrouve l'une des aspirations de l'ordinateur binaire qui, dès ses ambitions initiales, cherche à établir un rapprochement entre automate artificiel et système nerveux. Ce rapprochement est présenté dans l'un des articles fondateurs de l'informatique, celui du mathématicien John von Neumann, pour qui, ce rapprochement repose sur l'analogie entre les automates et certains aspects fonctionnels de l'organisation dans la nature ; entre l'informatique et la biologie ; entre le discret et le continu. Dans ce rapprochement, von Neumann soulève deux questions. La première est d'ordre principalement pratique et concerne les dimensions de stockage et la puissance de calcul. « La seconde question, pour von Neumann, est de savoir si effectivement tous les comportements peuvent être décrits complètement et sans

¹⁵³ Kostas Terzidis, *Algorithmic Architecture*, op. cit., p. 1.

¹⁵⁴ *Ibid.*, p. 39.

ambiguïté par des mots¹⁵⁵. » Le mathématicien prend énormément de précaution et se retient bien de répondre directement à ces deux questions. L'ensemble du raisonnement rhétorique, composé d'omissions volontaires, laisse penser que von Neumann souhaite sinon espère confirmer son hypothèse, sans pourtant jamais le faire réellement. Si plusieurs des développements technologiques permettent de confirmer certaines des intuitions de von Neumann, l'enthousiasme du philosophe des sciences Gérard Chazal tend, dans sa préface à la traduction française de 1996, à voir son hypothèse sur le point de se réaliser entièrement. Cette victoire du discret, à la lumière des technologies récentes, repose cependant sur une sorte de profession de foi. « Les réussites tant de la physique, de l'électronique et au bout du compte de l'informatique plaident en faveur du pouvoir de décrire le continu à l'aide de grandeurs discrètes¹⁵⁶. » Chazal donne comme preuve à l'appui, l'horloge de l'ordinateur et les pixels, qui sont deux entités « décomposable et recomposable indéfiniment en unités discrètes ». Ces exemples sont pourtant loin de convaincre le lecteur. L'ambiguïté n'est pas complètement levée car, comme le souligne Chazal lui-même, cette question entre le continu et le discret reprend une question philosophique ancienne, qui consiste à reconnaître la possibilité ou non, de décrire à l'aide de quantités discrètes le continu retrouvé dans l'existence.

Vouloir rendre compte de phénomènes continus à l'aide de mesures discrètes, c'est penser pouvoir le résoudre par l'analyse. Toute une philosophie s'y oppose : le bergsonisme qui a mis l'intelligence du côté de l'analyse doit confier à l'intuition la saisie du continu¹⁵⁷.

Il est intéressant de retrouver la distinction bergsonienne dans ce débat car, en plus de souligner la difficulté de penser la relation entre intuition et intellect, elle permet de comprendre un point sensible et central. Simondon participe lui-aussi à ce débat en émettant quelques précisions dans son cours sur la perception¹⁵⁸, mais avec une position complètement opposée à Chazal. Pour Simondon, il ne s'agit plus de penser les termes en opposition, mais de les penser en relation constitutive. Pour lui : « la réflexion est

¹⁵⁵ John von Neumann, *Théorie générale et logique des automates*. Seyssel : Champ vallon, 1996 [1951], p. 92.

¹⁵⁶ Gérard Chazal, «La pensée et les machines : Le mécanisme algorithmique de John von Neumann», préface à John von Neumann, *Théorie générale et logique des automates*, *op. cit.*, p. 40.

¹⁵⁷ *Ibid.*, p. 39.

¹⁵⁸ Cf. Gilbert Simondon, *Cours sur la perception (1964-1965)*. Chatou : de la Transparence, 2006, p. 201.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

déclarée intuitive¹⁵⁹. » Elle progresse par tâtonnements. Sa théorie de l'être pensée au travers de l'individuation ne sert pas à *comprendre* sa réalité, mais à la *saisir*, par l'individuation de sa propre connaissance. En d'autres termes, le discret ne s'oppose par au continu, car celui-ci se stabilise dans celui-là. Pour Chazal, en prolongement de Von Neumann, suggère l'inverse : le continu, fondamentalement, est recouvert d'unité discrète ; il s'agit d'en faire la découverte, par l'analyse attentive et minutieuse.

Ce court développement effleurant à peine les enjeux de ce vieux questionnement, a comme objectif d'éclairer les tensions qui sont comprises dans l'expression « d'architecture algorithmique », sachant que Terzidis reste ambigu sur « l'analogie secrète [...] entre le statut hybride [de l'ordinateur] et la nature intime de notre processus créatif¹⁶⁰ ». Ce rapport « secret » présuppose une logique fondamentale, abstraite, transcendantale, qui soit enfin révélée par la logique des automates. Il s'agit d'accepter la corrélation entre la logique et le topo-logique, qui se trouve dans l'analogie de von Neumann et qui, selon Chazal, se trouve comprise dans le rapprochement entre machine et réseau neuronal. C'est sur un pareil déplacement que Terzidis rend compte du rapport de l'architecte à l'algorithme. «Plusieurs algorithmes simulent la façon dont les processus naturels fonctionnent, et à ce titre, ils ne doivent pas être considérés comme des inventions humaines, mais plutôt comme des découvertes¹⁶¹. »

L'architecte, sous ce mode analytique, s'approche alors du scientifique et du mathématicien. Les processus algorithmiques deviennent un objet abstrait détachés du monde naturel, car ceux-ci cherchent à appréhender la réalité dans son ensemble, comme une abstraction. Il n'est d'ailleurs pas étonnant de remarquer chez les architectes qui se sont revendiqués tool-maker, comme Terzidis lui-même, ou son acolyte Marcos Novak, des publications ne proposant aucun projet architectural concret. *L'algorithmic Architecture* est principalement un ouvrage qui présente des processus généraux et abstraits de déformations. L'enjeu de ce livre n'est pas tellement de participer à l'architecture en proposant des objets construits, ou constructibles, mais de rendre

¹⁵⁹ Jean-Yves Château, *Le vocabulaire de Simondon*. Paris : Ellipses, 2008, p. 99.

¹⁶⁰ Antoine Picon, «Foreword», in *Algorithmic Architecture*, *op. cit.*, p. ix.

¹⁶¹ Kostas Terzidis, *Algorithmic Architecture*, *op. cit.*, p. 19.

accessibles et partageables des processus algorithmiques, en présentant leur logique technique et leurs façons de faire. Ces processus se trouvent détachés d'une problématique particulière, les rendant ainsi utilisables pour des projets futurs singuliers.

Rapport collectif aux logiciels

Afin d'approfondir la définition des modes d'appropriation et d'adoption de la machine, il est pertinent de retourner à la question de l'interaction. Le degré le plus primitif de l'interaction est la réaction unidirectionnelle où l'objet répond *machinalement* aux ordres programmés. Sous cette logique, l'objet modélisé ou construit est en quelque sorte esclave de celui qui le commande. Pour l'architecte Néerlandais Kas Oosterhuis, défenseur de l'architecture interactive et qui définit celle-ci comme un hyper-corps é-motifs [*hyperbodies e-motive*]¹⁶², distingue l'interaction de la réaction. L'interaction est bidirectionnelle ; c'est-à-dire qu'elle possède la capacité d'établir un échange. Jusqu'à présent, peu de réalisations architecturales concrètes parviennent à entretenir une relation de ce type avec des utilisateurs vivants. Dans le meilleur des cas, il est possible de percevoir une relation interindividuelle entre réalités fermées, déjà individuées, sans possibles évolutions pour l'objet, ni pour le sujet. Le projet *SEEK* de Negroponte est, grâce à ses processus d'apprentissage, une des expérimentations qui a été le plus loin dans le régime de l'interindividualité. Les limitations ne résident pas, d'abord, dans la fermeture du système où la machine déplace les boîtes, mais dans l'incapacité pour les observateurs de saisir l'individuation psycho-social des gerbilles (petits rongeurs) impliquées dans l'expérience.

¹⁶² L'expression e-motive en anglais contient le jeu de mots avec les notions émotif, motif, et motricité ; donnant des motifs électroniques ou l'électronique comme moteur, sous la tutelle de l'émotion.

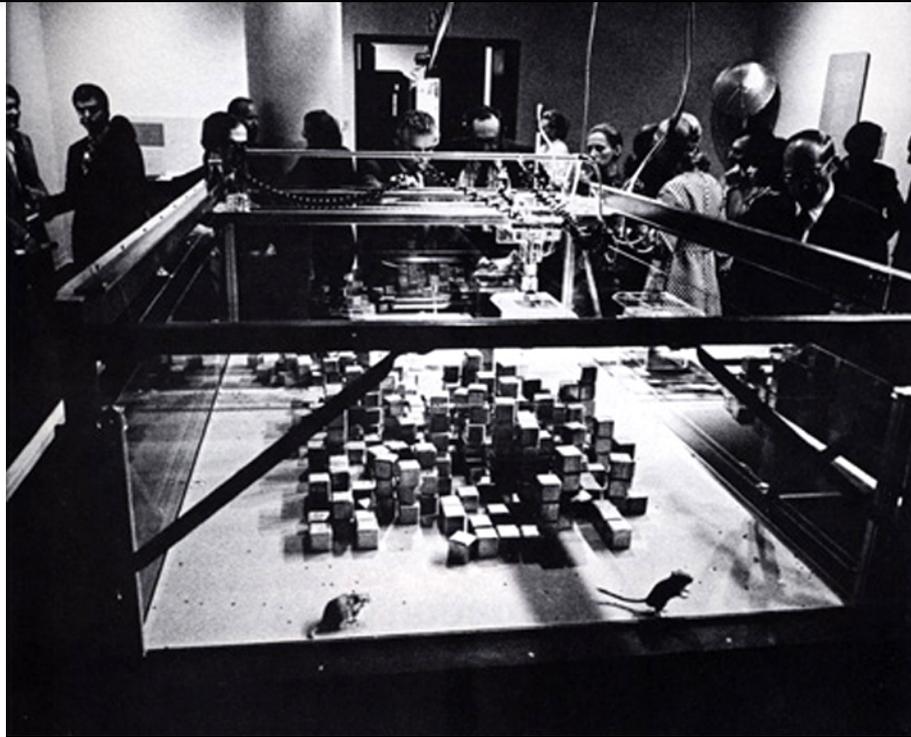


Figure 14. Le projet *SEEK*, Architecture Machine Group, MIT, 1969-1970.

Les déplacements de boîtes produits par les gerbilles n'ont d'autre finalité que de provoquer la machine, et ses programmes heuristiques. Il est alors impossible d'évaluer si les gerbilles s'adaptent *bêtement* à la nouvelle configuration, ou si elles parviennent à entretenir une relation individuante avec leur prothèse, tel que le définit Bernard Stiegler.

Ce qui lie le *qui* [l'être-là] et le *quoi* [l'objet devant le qui] est une relation tendue, mais en aucun cas une opposition, cette relation est la pro-théticité. Pro-thèse veut dire ici à la fois posé devant et posé d'avance. Une telle relation, Simondon la nomme aussi transductive. Cela veut dire que la relation constitue ses termes¹⁶³.

Dans ce sens, les boîtes restent toujours extérieures aux gerbilles. Leurs interactions ne dépassent pas le stade d'inter-individuel. Il est néanmoins possible de repérer des relations transductives dans certaines pratiques plus récentes. Pour ces pratiques, l'adaptation est remplacée par un processus d'adoption. Le processus adaptatif est selon Stiegler formé par des courts-circuits, contrairement à l'adoption qui s'établit sur des circuits longs. Parlant des courts-circuits : « ils sont incapables de produire de la

¹⁶³ Bernard Stiegler, « Ce qui fait défaut », in *Césure, revue de la convention psychanalytique*, no. 8, 1995, p. 242.

nécessité avec le défaut : ils sont incapables de produire le sentiment et la conviction que le défaut peut et doit devenir ce qu'il faut¹⁶⁴. » Cette incapacité « rend impossible l'adoption, court-circuite et obère tout aussi bien la possibilité de poser des questions¹⁶⁵ ». C'est dans cette logique que Stiegler prône une nouvelle politique de l'adoption.

Dans un souci de clarté et surtout, afin de percevoir dans les court-circuit une voie possible, mais risquée, de parvenir à un mode d'adoption singulier, car transindividuelle, il est nécessaire de retourner à la distinction qu'établit Simondon entre collectif et interindividuel.

Le collectif se distingue de l'interindividuel en tant que l'interindividuel ne nécessite pas de nouvelle individuation dans les individus entre lesquels il s'institue, mais seulement un certain régime de réciprocité et d'échanges [...] et non une mise en question des problématiques individuelles. La naissance de l'interindividuel est progressive et ne supporte pas la mise en jeu de l'émotion, capacité de l'être individué de se désindividuer provisoirement pour participer à une individuation plus vaste. L'interindividualité est un échange entre des réalités individuées qui restent à leur même niveau d'individuation, et qui cherchent dans les autres individus une image de leur propre existence parallèle à cette existence¹⁶⁶.

Dans l'interindividualité, les actions se produisent en parallèle, sans véritablement affecter ni l'un ni l'autre des individus en relation. Le collectif, au contraire, permet certains croisements, car les actions se placent au niveau de l'émotion des individus et leur offrent ainsi la capacité de se désindividuer provisoirement, pour chercher à établir de nouvelles relations constitutives. Cette idée trouve des illustrations avec quelques-unes des expérimentations architecturales qui se distinguent des pratiques adaptatives. Cette idée de désindividuation n'est cependant pas conceptualisée en profondeur chez Simondon, mais fait l'objet de certains développements que propose Muriel Combes sur le rapport entre individu et collectivité, en lui accordant une place privilégiée dans sa capacité à engendrer de nouvelles individuations. La relation au sein d'un collectif doit se développer entre des individus ouverts, « car l'opération d'individuation ne saurait admettre d'observateur déjà constitué¹⁶⁷ ». L'observateur, pour Combes, est celui qui,

¹⁶⁴ Bernard Stiegler, *Ce qui fait que la vie vaut la peine d'être vécue*. Paris: Flammarion, 2010, p. 210.

¹⁶⁵ *Ibid.*, p. 215.

¹⁶⁶ Gilbert Simondon, *ILFI, op. cit.*, p. 167.

¹⁶⁷ Muriel Combes, *Simondon. Individu et collectivité, op. cit.*, p. 16.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

en cherchant à comprendre l'opération d'individuation met d'abord en marche son propre processus de pensée, quitte à remettre en question des idées préconçues.

Dans ce cas précis, il ne s'agit nullement de perdre son individualité, mais il s'agit pour ces individus d'entrer en relation provisoirement avec « le potentiel non individué contenu en chacun d'eux » afin de participer à « une individuation ultérieure¹⁶⁸ ». En d'autres termes, une relation établie dans un collectif implique nécessairement une déstabilisation capable de faire émerger de nouvelles sensibilités, parce que la relation s'installe sur le potentiel non individué de chacun. Par contre, la limite entre une désindividuation transindividuelle, telle que présentée par Combes et une perte d'individuation technique et esthétique comme celle que provoquent les différents systèmes aliénants, tels que nous prévient Stiegler¹⁶⁹, est relativement mince. Cela tient à la mise en jeu de l'émotion, dans la capacité à régénérer du désir à partir de ce qui se trouve déjà là, par défaut.

Être dans un rapport collectif avec un logiciel ou des machines signifie que la relation s'établit au travers des tensions que soulève un problème architectural singulier et que celui-ci peut, en présence de la machine, se reformuler. Il ne s'agit surtout pas de résoudre des problèmes, mais d'en reformuler d'anciens selon de nouvelles configurations. C'est seulement par cette disponibilité à se désadapter, provisoirement, c'est-à-dire avoir la capacité de remettre en cause les procédures cognitives habituelles des processus de conception, que cet acte désindividuant permet aux architectes d'entrer en relation avec les potentialités non individuées, ou non formalisées, de l'interface graphique par défaut. C'est grâce à cet acte désindividuant que l'interface acquiert un équilibre métastable.

Voie médiane

Ces deux modes principaux d'attention – analytique et synchrétique – sont évidemment à prendre comme les extrémités d'un balancier où chaque pratique

¹⁶⁸ *Ibid.*, p. 66.

¹⁶⁹ Cf. Bernard Stiegler, *De la misère symbolique 2. La catastrophe du sensible*. Paris : Galilée, 2005, p. 50.

collective dessine un agencement spécifique et singulier s'approchant plus ou moins de ces figures extrêmes, et variant tout au long du processus. Il n'est d'ailleurs pas rare de voir des permutations radicales dans ces modes de relation avec les TIC, provenant en grande partie de la complexité même du projet-objet architectural, de ses contraintes et de ses différents points d'insertion. Cette réalité contraignante du programme architectural, du contexte, des attentes des uns et des autres, fait que l'expérience n'est jamais abstraite, mais possède toujours une certaine direction initiale, un mouvement premier générateur avec ses propres lignes de forces.

Afin de réconcilier ces deux voies de telle manière à retrouver une unité au sein des pratiques exploratoires, permettant ainsi d'intégrer les technologies aux sensibilités architecturales, la pensée de Simondon donne à nouveau des pistes pour y arriver. D'abord, il ne s'agit pas de rattraper ou de forcer l'unité, mais de renverser le problème et de concevoir une unité à l'origine, de manière primitive, d'où sont produites par la suite des distinctions et des singularisations. L'information devient cette caractéristique commune où a pu s'instituer la relation à un niveau pas encore stabilisé. Ce pressentiment se trouve d'ailleurs chez Simondon, percevant que l'accumulation de connaissance technique (encyclopédisme) n'est qu'une étape provisoire, et que celle-ci appelle un savoir technologique, possible grâce à la théorie de l'information.

Nous pouvons donc dire que, si les techniques jusqu'à ce jour n'ont pu donner deux dynamismes difficilement conciliables, dont l'un s'adressait à l'adulte et l'autre à l'enfant, cet antagonisme fait place, dans la théorie de l'information, à une discipline médiatrice, qui institue la continuité entre la spécialisation et l'encyclopédisme, entre l'éducation de l'enfant et celle de l'adulte¹⁷⁰.

Ce rapport spécialiste et généraliste à l'information se retrouve dans la personne de l'architecte Bernard Cache qui est à la fois concepteur d'un logiciel associatif, expert en mathématique et qui tente à partir des philosophies de Platon, de Leibniz et de Deleuze de saisir les tensions à l'œuvre dans sa réflexion sur l'architecture paramétrique, et plus largement, dans son ambition de poursuivre la philosophie par d'autres voies. Cette voie se réalise par une expérimentation au travers des outils eux-mêmes, et non plus à partir d'une histoire architecturale fermée sur elle-même, comme l'a remarqué Greg Lynn, voyant dans le travail *Terre-meuble* « une approche rare et précieuse traitant de manière

¹⁷⁰ Gilbert Simondon, *MEOT, op. cit.*, p. 110.

1.2.2 Les différentes voies d'adoption

à la fois philosophique, technique et historique de la topologie et du calcul pour la conception architecturale¹⁷¹ ».

Au-delà de sa personnalité embrassant à la fois une érudition encyclopédique et un savoir-faire technologiques, la pertinence du travail de Cache pour définir une voie médiane se trouve dans un sentiment, presque anodin, exprimé dans les remerciements adressés à Patrick Beucé, co-fondateur d'Objectile, au début de *Terre-meuble*. « Ensemble, nous mesurons chaque jour quelle distance demeure entre l'utopie électronique et la réalité mécanique¹⁷². » C'est dans cette prise de conscience, acquise par l'expérimentation à la *menuiserie* avec les machines CNC, que ces architectes sont parvenus à objectiver leur relation avec les technologies. Cette distance a été acquise grâce à la transposition de la forme d'une machine à l'autre, par l'information. Leur production est à la fois artisanale et hyperindustrialisée. Dans leur pratique, il leur faut à la fois *penser* l'ensemble et *sentir* la machine vibrer, pour la calibrer et l'ajuster.

À cette époque, à la fin des années 1990, ils ne sont pas les seuls architectes à utiliser les machines à commandes numériques. Par contre, nombreux d'entre eux travaillent cette nouvelle médiation (les machines CNC) en transposant la distinction entre conceptualisation et exécution. En effet, pour une majorité des architectes, ces machines ne servent qu'à *reproduire* l'objet généré sur l'écran. Ces machines ne sont qu'exécutives. La conception est stoppée derrière l'écran, c'est-à-dire qu'il n'y a plus de remaniement possible, sinon quelques ajustements compliqués. Les architectes ne sont pas en mesure d'ajuster la machine de production et surtout d'y intégrer son fonctionnement déjà au moment de la conception. C'est dans ce sens que le groupe Objectile se démarque des autres au tournant des années 2000, parce qu'il expérimente les technologies numériques à la fois pour la conception que pour la fabrication. Leur pratique devient une sorte de conception-fabrication, obtenue de manière expérimentale, concevant l'objet en même temps qu'il se fabrique, de proche en proche, geste après geste, de manière associative. La conception se maintient dans la fabrication.

¹⁷¹ Greg Lynn, *Animate Form*, op. cit., p. 42.

¹⁷² Bernard Cache, *Terre-meuble*. Orléans : HYX, 1997, p. 7.

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

Ni laisser-aller, ni inattention, mais plutôt l'inverse : la sensibilité du « lâcher prise » peut être présentée comme la capacité pour le concepteur de laisser, momentanément, le programme se charger de transformer, modifier et faire varier la forme grâce à un algorithme particulier. Contrairement au « laisser aller », le « lâcher prise » oblige une reprise en main de la forme par l'architecte, qui doit par la suite l'insérer dans son *monde* à lui, chargé de considérations personnelles. Cette insertion ne se fait pas automatiquement, l'architecte est doublement attentif, parce qu'il ne sait pas réellement à quoi s'attendre. Ce mode particulier d'action suppose une attente de l'inattendu d'un type particulier. Les architectes regardent en effet la forme varier selon des programmatiques précises, de façon à être surpris par l'évènement qui a lieu, tout en étant capables de le percevoir et plus encore, aptes à intervenir dans son développement. Ils restent concentrés pour recadrer, rediriger, réorienter la prise de forme, de manière intuitive ou analytique, jusqu'à ce qu'ils en découvrent, perçoivent et inventent un sens. Les architectes aux aguets doivent s'assurer que tout fonctionne selon une procédure inédite et qui se construit au fur et à mesure que la forme se développe et que certains schémas se répètent. Il se produit une sorte de dépossession momentanée : l'architecte ne contrôle plus directement les mutations de la forme, mais seuls les critères de variations sont à sa portée ; il assure le relai entre forme et information. Dans cette configuration, le logiciel, compris comme une réalité extérieure fermée, ne prend pas pour autant possession de la forme ; il faut imaginer un hybride, un mixte des deux.

C'est la forme qui en évoluant et en se modifiant occupe toute l'attention du concepteur et en même temps requiert l'énergie de la machine. C'est également au travers de la forme que se synchronisent ces deux processus, qui suivent des rythmes différents. Cette différence de rythmes engendre une dépossession momentanée de la conception pour l'architecte, sous forme de tension, comparativement aux techniques de dessin qui, apprises individuellement et culturellement, ne présentent plus ce décalage. Pour l'exploration algorithmique, l'attention se relâche au moment de la reprise en

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

main, c'est-à-dire lorsque l'architecte sélectionne certaines formes plutôt que telles autres, lorsqu'il stoppe le mouvement généré par la machine. C'est seulement à ce deuxième moment que le logiciel perd son caractère fermé et que l'architecte peut s'engager dans des processus réflexifs d'apprentissage.

Cette conduite de lâcher prise se retrouve, à l'état de métaphore active, dans les premières lignes de *Les médias sont des traducteurs*, sous la plume de McLuhan. « On a fait remarquer que le pouvoir de la technologie qui élargit les champs d'action par l'action alternative de saisir et de lâcher prise, ressemble à celui des grands singes arboricoles, plutôt que ceux qui vivent au sol¹⁷³. » En fait, McLuhan reprend cette comparaison de l'écrivain et essayiste Elias Canetti qui développe cette idée dans un texte sur la *main*¹⁷⁴, principalement sur la séparation du pouce et sur l'action de saisir, qui représente, après celle de l'approche, le symbole de la puissance. « La capacité de lâcher rapidement est donc une nouvelle aptitude qui s'ajoute à la main ; la proie, elle, n'était jamais lâchée¹⁷⁵. » L'analyse d'Elias se construit par une évolution des modes de saisie. Quelques lignes plus loin, il insiste sur la succession des phases, de saisir et de lâcher, jusqu'à reconnaître une « réciprocité synchrone » dans le commerce des hommes. Ces capacités techniques de la main rappellent que ces différents degrés de saisie permettent à chaque fois des reconfigurations du milieu. Cela semble d'ailleurs l'un des points essentiels des technologies pour McLuhan, comme il l'explique dans un autre passage, évoquant cette fois-ci une technologie humaine, la parole : « La parole a été la première technologie qui a permis à l'homme de lâcher son milieu pour le saisir d'une autre façon¹⁷⁶. » Ce procédé de « lâcher prise » soulève la question de l'extériorisation, en termes de mémoire et de supports et, à la suite des explications de Leroi-Gourhan et de Stiegler, celle de l'intériorisation qu'elle implique, penser selon divers processus de re-synchronisation.

Le projet d'utérus artificiel tel que l'a présenté le médecin-philosophe Henri Atlan est éclairant pour analyser les processus créatifs, expérimentaux et complètement extériorisés, repérables dans quelques-unes des expérimentations architecturales

¹⁷³ Marshall McLuhan, « Les médias sont les traducteurs », in *Pour comprendre les médias*, op. cit., p. 76.

¹⁷⁴ Elias Canetti, « La main », in *Masse et puissance*. Paris : Gallimard, 1966 [1960], p. 224-232.

¹⁷⁵ *Ibid.*, p.224

¹⁷⁶ Marshall McLuhan, *Pour comprendre les médias*, op. cit., p. 77.

numériques. En soulevant les enjeux sociaux, éthiques ainsi que les limites et problèmes techniques qu'introduit l'utérus artificiel, Atlan montre que la conception-gestation ne peut pas se faire toute seule : elle ne peut pas pour l'instant être prise complètement en charge par les machines. À l'instar de ses réflexions, il est possible de faire correspondre certaines expérimentations numériques avec un stade de conception *in vitro*, prélude à l'utérus artificiel. La conception s'appuie ainsi sur différentes amplifications que permet l'instrumentalisation mise en place. En plus d'être attentif à ce qui se passe dans l'intérieur complètement extériorisé et artificiel, ces pratiques font apparaître des points sensibles qui, pour arriver à un résultat concluant, résident justement dans les moments de lâcher prise et de reprise en main.

Comme dans toute exploration, le nouveau territoire trouve ses limites et perd de sa nouveauté, par vagues successives, et par conséquent attire moins l'attention. Cette perte ou limite de l'attention est certainement l'un des problèmes majeurs qui guette la sensibilité du « lâcher prise » et qui en a marqué la fin. Il n'est d'ailleurs pas anodin de découvrir que ce problème du manque d'attention s'est généralisé et constitue l'une des principales pathologies « d'une existence numérique¹⁷⁷ ». On remarque alors que cette attention intense constitue l'un des éléments fondateurs des sensibilités technologiques. Cet effort de concentration diminue au fur et à mesure que les pratiques numériques perdent leur caractère de nouveauté, jusqu'à devoir être remplacé par une maîtrise plus grande de ces processus.

Conception in vitro

La sensibilité du « lâcher prise » trouve des similarités de rapports dans le raisonnement proposé par Henri Atlan pour répondre aux questions que soulève un potentiel utérus artificiel. Celui-ci n'existe pas, encore. Atlan nous apprend que le principal problème auquel la science actuelle se trouve confrontée avant de parvenir à un utérus artificiel réside dans le passage obligé de l'embryon dans un utérus naturel, pour une période minimale critique comprise entre le cinquième jour et la

¹⁷⁷ Cf. Présentation du catalogue des pathologies révélatrices des cibles d'une existence numérique : dans Jean-François Fogel et Bruno Patino, *La condition numérique*. Paris : Grasset, 2013, p. 31-32.

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

vingt-quatrième semaine. En d'autres termes, l'utérus artificiel prévoit s'insérer à la suite de la fécondation *in vitro* et avant les incubateurs.

Avant d'aborder les questionnements qui serviront de pistes de réflexion pour la conception numérique, il est important de rappeler que les rapports établis avec la machine dans la conception architecturale sont différents des techniques actuelles de fécondation. La distinction que l'on souhaite souligner réside dans la place des interventions humaines par rapport aux « programmes » qui génèrent artificiellement les formations et en assurent l'évolution. L'architecte a besoin au minimum de fournir des données de base (*inputs*), mêmes imprécises, c'est-à-dire d'introduire une motivation initiale capable d'engendrer le processus, et ensuite, il doit finalement faire un acte de sélection, afin d'insérer la forme choisie dans un monde topo-géographique fictif, hypothétique ou réel. Pour la conception numérique, la simulation numérique extériorisée se trouve au centre, toujours délimitée par des interventions humaines minimales aux extrémités du processus de création – commencement et fin. La position des logiciels de conception occupe la place d'un éventuel utérus artificiel laissant les techniques actuelles de la fécondation *in vitro* et des incubateurs hors de portée du numériques : situations inverse, donc.

Retournant à l'analyse d'Atlan, celui-ci précise que les raisons principales pour lesquelles certains couples ont recours à la fécondation *in vitro* relèvent de la nécessité « de pallier [les] stérilités masculines et féminines de toutes sortes¹⁷⁸ ». En suivant ce raisonnement, il est possible de se demander si l'imagination des architectes numériques n'aurait pas elle aussi été stérile. Cette question est provocatrice car dans plusieurs commentaires de ces architectes, il semble au contraire que cette expérimentation *in vitro* soit avant tout un remède à la stérilisation qu'opère la pensée architecturale elle-même. Pour la décennie 1990, les logiciels de conception servent à explorer des zones inaccessibles à l'esprit humain, en projetant autre chose, et autrement.

Cette question de la stérilisation, de puissance-impuissance, qui semble de prime abord une simple digression, apparaît d'une pertinence surprenante lorsqu'elle est directement interrogée par le biais de sa technicité. Si la fécondation *in vitro* permet de

¹⁷⁸ Henri Atlan, *L'utérus artificiel*. Paris : Seuil, 2005, p. 25.

contrecarrer les troubles de l'impuissance, la principale crainte à long terme de l'utérus artificiel est la possibilité de remplacer le couple homme-femme, spermatozoïde-ovule, par un ensemble technique complexe, qui correspond ni plus ni moins aux fantasmes de puissance technologique, comprenant en même temps la crainte que cette force se retourne contre son créateur l'individu humain. Dans son texte sur la technique et la vie, le philosophe Dominique Lecourt, grand lecteur de Canguilhem, montre que cette fin proclamée de l'humain grâce à la technique constitue une « maldonne ». Malgré la brièveté de son explication, Lecourt insiste sur le fondement religieux de cette mauvaise compréhension de la technique. Dans un registre semblable, mais avec des illustrations différentes, Simondon y voit une fausse sacralité attribuée à l'objet technique, qui vient *remplacer* l'opérateur, comme par « magie ».

En beaucoup de cas, cette magie implique automatisme, non parce qu'il s'agit d'un objet mécanique, mais afin de réaliser cette condition de mise en œuvre d'un *double* de l'opérateur. Dans cette fonction d'automatisme de spontanéité qui *double* l'effort humain et assure le succès, délivre de l'anxiété, le caractère mécanique ou l'existence comme objet technique ne sont pas indispensables¹⁷⁹.

Dans ce passage, le philosophe parle des machines à laver qui viendraient remplacer, comme par magie, les ménagères dans leurs tâches domestiques. Dans un cas comme dans l'autre, la machine ou l'ensemble technique acquiert une fausse sacralité et n'est plus considérée comme machine, mais comme un simple objet qui deviendrait un double, et serait en mesure de remplacer l'humain ; c'est l'imaginaire que contenait le robot des années 1950. Simondon s'oppose radicalement à cette conception de la machine, car elle repose principalement sur des automatismes. L'automatisation, comme il le précise à plusieurs endroits, ne correspond qu'à un niveau technologique très faible, car pour fonctionner, elle doit réduire le pouvoir technique à quelques actions, en sacrifiant plusieurs autres. En plus, les automatismes entraînent généralement une fermeture de l'objet et ne répondent qu'à des tâches préétablies, sans possibilité de prolongement.

L'objet technique magique, destiné à doubler l'individu dans une situation déterminée, est *objet*, c'est-à-dire réalité détachée du producteur. C'est en cet

¹⁷⁹ Gilbert Simondon, « Psycho-sociologie de la technicité », *Bulletin de l'École pratique de psychologie et de pédagogie*, n° 3, 1961, p. 321.

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

objet que se manifeste le plus complètement le processus d'aliénation après la production¹⁸⁰.

Afin de contrer cette aliénation qu'entraînerait un objet fermé, il devient d'autant plus important pour les architectes de parvenir à ouvrir les logiciels, c'est-à-dire d'assurer aux concepteurs la possibilité de prolonger leur programmation par de nombreux ajustements et reprises en main, déployés tout au long du processus de conception, et comme on le verra, de l'ensemble du projet d'architecture.

Sans entrer dans le détail des analyses d'Atlan, de Lecourt et de Simondon, il est néanmoins possible de retrouver chez ces trois auteurs un enseignement commun, qui passe par la formulation de recommandations d'ordre éthique. Atlan appelle à une reconstruction sociale et culturelle de nouveaux rôles qu'impose l'utérus artificiel. Lecourt insiste pour dire que « la technique n'est pas extérieure à la vie humaine. Issue de la vie, elle y trouve sa place, s'y insère et y compose ses normes. Et cette place est celle d'un inducteur d'individuation qui touche corrélativement objets et sujets¹⁸¹. » Simondon quant à lui appelle à *construire* de nouvelles normes dans le *no man's land* laissé entre sacralité et technicité : « L'orientation de cette normativité qui semble devoir naître dans la zone actuellement neutre qui sépare la sacralité de la technicité vise la façon de comprendre et d'éprouver l'unité et la cohérence de chaque réalité humaine ou naturelle¹⁸². »

À la lumière de ces trois raisonnements technico-éthiques, la conception *in vitro* de certaines expérimentations numériques indique une articulation fine, mais en même temps large, à établir afin d'englober cette relation intense qui s'institue justement dans l'indétermination entre objectivation et subjectivation.

Programme : support et mémoire

Qu'appelle-t-on programme en informatique ? Il s'agit d'une suite ordonnée d'instructions, suite structurée de telle sorte que l'exécution successive de ces instructions conduise à la réalisation par la machine d'une tâche clairement

¹⁸⁰ *Ibid.*, p. 322.

¹⁸¹ Dominique Lecourt, *Humain, posthumain. La technique et la vie*. Paris : PUF, 2011 [2003], p. 93-94.

¹⁸² Gilbert Simondon, « Psycho-sociologie de la technicité », *op. cit.*, p. 349.

définie. [...] En résumé, le programme suppose une mémoire, son support matériel et un code¹⁸³.

C'est la définition donnée par Gérard Chazal dans son introduction au texte de Von Neumann. Le programme est une mémoire extériorisée qui a joué un rôle essentiel dans l'invention de l'ordinateur. Comme l'explique Chazal, le point déterminant apparaît lorsque cette mémoire est divisée en deux, avec FORTRAN (*FORmula TRANslator*) : « Une mémoire interne, limitée mais d'accès rapide, et une mémoire de masse, externe, théoriquement infinie, mais d'accès plus lent¹⁸⁴. » Cette question de la mémoire est intéressante, car il s'agit bien entendu d'attribuer une mémoire à la machine, comprise comme extérieure à l'individu. Ce problème a d'ailleurs été traité en profondeur par Leroi-Gourhan dans son travail sur la mémoire et les rythmes, et plus précisément dans son analyse sur les fiches perforées. Même si l'ordinateur n'était alors qu'à un stade embryonnaire, il soulève l'argument suivant, pertinent dans le cadre de nos analyses : « Si un fichier est une mémoire au sens strict, c'est une mémoire sans propre de remémoration et l'animation requiert son introduction dans le champ opératoire, visuel et manuel, du chercheur¹⁸⁵. » C'est bien le problème de l'apprentissage et de la remémoration que l'anthropologue soulève, c'est-à-dire le processus de ré-intériorisation.

Toute la question de la mémoire et plus largement de la communication consiste à faire de l'*a posteriori* un *a priori*, c'est-à-dire faire d'une information reçue une connaissance capable d'accueillir et de structurer les nouvelles informations, de la transformer en une information première. Pour la mémoire extériorisée, comme le dit le philosophe Bernard Stiegler en prolongeant les analyses de Leroi-Gourhan sur le programme, les objets mémorisant de l'information *court-circuitent* l'apprentissage, parce qu'ils rendent difficile la remémoration. Ceci n'est pas nouveau. Le philosophe propose d'ailleurs l'exemple de la réception musicale à la fin du XIX^e siècle¹⁸⁶. En suivant son explication, on peut comprendre le disque comme un programme primitif,

¹⁸³ Gérard Chazal, « La pensée et les machines », *op. cit.*, p. 27-28.

¹⁸⁴ *Ibid.*, p. 28.

¹⁸⁵ André Leroi-Gourhan, *Le geste et la parole II. La mémoire et les rythmes*. Paris : Albin Michel, 1964, p. 73

¹⁸⁶ Cf. Bernard Stiegler et Nicolas Donn, « Révolutions industrielles de la musique », *Cahiers de Médiologie* 18, n° 10, 2004, p. 7-17.

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

avec un seul niveau de mémoire et un niveau très bas d'interaction. Dans son article, Stiegler insiste sur le fait qu'à partir de l'invention du disque, il est possible d'écouter de la musique sans savoir en jouer, et même sans savoir lire une partition. C'est le disque qui emmagasine, voire condamne, non seulement des sons et des mélodies, mais aussi leurs processus de production. Ces savoir-faire extériorisés sont réintériorisés d'une manière déjà différée.

Celui qui écoute n'est plus en mesure de reproduire ce qu'il entend. Par contre, avec les processus de numérisation, comparativement à ceux analogiques, il s'est développé une culture du *sampling*, qui rend possible une reconfiguration des sons, impliquant des processus de recomposition. Pour le *sampling*, la réception se trouve engagée dans la production. Cette coproduction résulte des interactions que permettent certains logiciels, par le code principalement, mais également par différentes formalisations facilitant les manipulations de l'information, ici des sons. L'important réside dorénavant dans l'exécution d'une suite d'instructions, qui n'est plus jamais première, mais vient se superposer sur plusieurs autres, mises en mémoire. Comme on l'a dit, cette mémoire est extérieure, dédoublée et surtout implique de nouveau moyen de ré-intériorisation. Les formes sont stockées en même temps que leurs instructions d'exécution et logiques d'orientation. Pour s'y retrouver, l'architecte doit expérimenter ces organisations par l'exploration. Les expérimentations tablent alors sur des logiques extériorisées qui, de prime abord, ne lui sont pas spécialement destinées et ne sont pas compréhensibles dans leur totalité. Dans la plupart des cas, les architectes ont même cherché à profiter de cette indétermination pour explorer de nouveaux modes de configurations spatiales. Par contre, comme le souligne le philosophe Guyau pour comprendre l'idée du temps, « là où règnent l'illogique et l'imprévu, la mémoire perd beaucoup de prise¹⁸⁷. » Cette perte d'emprise de la mémoire sur les processus de transformation est contrebalancée par une attention élevée qui, comme on le verra, a cependant ses limites. C'est par cette attention soutenue qu'une réorientation et une ré-intériorisation sont envisageables.

¹⁸⁷ Jean-Marie Guyau, *La genèse de l'idée de temps*. Paris : L'Harmattan, 1998 [1902], p. 36.

Les différents rythmes de l'algorithme

La différence cruciale qui s'installe entre des formes générées, transformées et modifiées grâce à des logiciels (écrits ou non par l'architecte), et le dessin tracé à la main réside d'abord dans la transformation des gestes. Il faut insister sur le fait qu'à l'exception des croquis numériques ou numérisés présentés plus haut, les gestes ne sont plus les mêmes. La correspondance senso-motrice s'efface au détriment d'une perception décentrée et analytique. Le déplacement s'opère dans l'action même de projeter. La configuration *algorithme-trait-œil* s'ajoute à celle traditionnellement établie entre *main-trait-œil*. Ce n'est plus seulement la main qui peut dessiner le trait, mais l'algorithme peut lui aussi engendrer une interaction proposant une variété de formes. Ce sont les nombreuses opérations d'action et de rétroaction (*feedbacks*) qui sont extériorisées dans les logiciels, obligeant ainsi une sensibilité elle aussi extériorisée dans la médiation. L'architecte voit par conséquent son champ d'action s'agrandir pour la projection, car une technique ne chasse pas l'autre, mais vient s'ajouter tout en modifiant chacune d'elle.

Il est important de préciser que ce n'est pas l'algorithme lui-même qui modifie le plus radicalement les possibilités de conception architecturale, mais l'arrivée du programme comme mémoire et force de calcul, qui est venue bouleverser le champ d'action de l'algorithme. Ce sont les logiciels qui sont venus modifier le rythme de l'image ; ils en ont ordonné les cadences. Tout l'enjeu réside dans cette synchronisation entre deux rythmes possibles grâce à l'attention du concepteur. La difficulté principale de l'algorithme, en deçà de telle ou telle programmation particulière, n'est pas tellement d'être une nouvelle extériorisation de l'imagination, c'est-à-dire une virtualisation, mais que celle-là soit inscrite sur un autre rythme : un rythme cadencé par un programme. C'est pour cette raison que les processus numériques ont d'abord été perçus comme des désynchronisations pour la conception.

Faire cesser le synchronisme implique l'existence préalable d'un rythme considéré comme synchronisé. On peut même dire qu'une rythmique canonique s'est instituée pour la conception architecturale avec le dessin, sous ses différentes déclinaisons, ce qui explique pourquoi le dessin a constitué l'un des principaux rivaux du numérique. Par

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

contre, de manière absolue, aucune de ces deux techniques ne prévaut sur l'autre, sinon que les rythmes du dessin ont été appris et gravés dans la mémoire propre à chaque individu, et surtout, dans la mémoire collective de la culture architecturale. Dans cette logique, l'étudiant qui apprend le dessin n'apprend pas seulement à faire correspondre le geste de sa main avec le mouvement de son esprit, et vice versa, de manière transductive, mais se synchronise avec une manière de concevoir l'architecture élaborée au fil des siècles. L'apprentissage par l'imitation des modèles canoniques en est certainement l'illustration la plus flamboyante, et aussi son aboutissement.

Ce processus n'est pourtant pas irréversible, bien au contraire, et voilà tout l'intérêt des explorations formelles, car les plus téméraires ont tenté une désynchronisation puis une resynchronisation. Ces expérimentations se différencient de la pratique courante, et ne cherchent pas à reproduire par l'intermédiaire du logiciel les rythmes antérieurement et culturellement appris. Il n'est d'ailleurs pas exagéré de filer la métaphore autour du terme *rythme*, avec ses implications, comme l'a suggéré le psychologue Paul Fraisse, spécialiste de la perception du temps.

Le rythme engendre une induction motrice qui est certes synchronisation avec un donné extérieur au sujet, mais cette synchronisation entraîne une *participation* où la distinction entre le monde extérieur et le sujet s'abolit en quelque sorte, tandis que l'activité perceptive implique un effort de compréhension et d'assimilation¹⁸⁸.

La participation représente donc bien le cœur de l'affaire, c'est-à-dire que les possibilités offertes par le numérique pour la conception ne peuvent plus être saisies que par leur mise à l'épreuve, impliquant des efforts de compréhension et d'assimilation. La confrontation des architectes avec les images gouvernées par des processus algorithmiques a été l'une des manières de percevoir ces différents rythmes et surtout a permis de discerner ces tentatives de resynchronisation. C'est principalement pour cette raison que les animations, simulations et mises en mouvement sont si représentatives de cette désynchronisation. Elles ont introduit dans la conception un rythme extérieur, qui, pour être resynchronisé, demande à l'architecte des efforts d'assimilation et de compréhension. Ces efforts, comme on l'a vu, ont été multiples et surtout ont été menés par rapport à des objets différents. Les uns ont porté leur attention sur les variations de

¹⁸⁸ Paul Fraisse, *Les structures rythmiques : étude psychologique*. Louvain : Publications universitaires de Louvain, 1956, p. 118 (souligné par l'auteur).

formes simulées, et les autres sur l'information configurant les processus de variations. Ces différents modes de participation reposent toujours sur la volonté de faire communiquer deux processus, l'un extérieur à l'architecte et l'autre intérieur.

Communication entre deux processus

Le passage d'une inscription aléatoire, initiale, à une signification architecturale reconnaissable par le concepteur, mais également par son milieu, n'est pas repérable en tant que tel, ni scientifiquement mesurable, et encore moins reproductible. Il apparaît à chaque fois au moment même de sa *disparition*, c'est-à-dire lorsqu'il s'établit une communication entre deux processus, laquelle en produit un troisième, absorbant les deux premiers, par invention. Il se produit un saut, dont la résolution n'existe pas telle quelle dans l'un des premiers processus, mais se réalise dans le troisième processus. Cette disparition permet de saisir la réalité de l'objet architectural dans son processus même. En termes simondonniens, c'est au travers de l'individuation de l'architecte, de sa connaissance qui se développe par rapport à l'objet en transformation, qui lui est possible d'en saisir le processus.

L'individuation du réel extérieur au sujet est saisie par le sujet grâce à l'individuation analogique de la connaissance dans le sujet ; mais c'est *par l'individuation de la connaissance* et non par la connaissance seule que l'individuation des êtres non sujets est saisie. Les êtres peuvent être connus par la connaissance du sujet, mais l'individuation des êtres ne peut être saisie que par l'individuation de la connaissance du sujet¹⁸⁹.

C'est certainement ici le point central qui a été négligé par le milieu de l'architecture dans le changement de paradigme de l'objet vers le processus : son mode de saisie. Pour saisir le processus, Simondon est par ailleurs clair là-dessus, il faut passer par un second processus, qui, par analogie, en permet la connaissance : « Nous ne pouvons, au sens habituel du terme, connaître l'individuation ; nous pouvons seulement individuer, nous individuer, et individuer en nous¹⁹⁰. » À suivre Simondon, les processus, ici de prise de forme architecturale, ne peuvent être saisis que par le

¹⁸⁹ Gilbert Simondon, *ILFI*, op. cit., p. 36 (souligné par l'auteur).

¹⁹⁰ *Ibid.*

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

rapport analogique qu'ils entretiennent avec le processus d'individuation du sujet connaissant (l'architecte). Ils doivent se synchroniser l'un avec l'autre.

Le problème qu'ont rencontré ces architectes se trouve dans le manque de connaissances sur lesquelles prendre appui pour saisir immédiatement et dans leur totalité les processus engendrés. Il existe bien une interface par défaut qui cristallise une série de connaissances techniques, mais dans la majorité des cas, cette connaissance est relativement inconnue, sinon méconnue des utilisateurs-architectes. Il existe un écart à combler, dans lequel s'est glissée une indistinction relative tentant de faire basculer des potentialités formelles vers des devenirs-formes signifiants. C'est dans ce sens que les sensibilités du lâcher et de la prise sont nécessaires, pour synchroniser la connaissance de chacun des architectes avec des processus algorithmiques de toutes sortes. Ce lâcher prise, qui permet de faire entrer en résonance deux individuations, est du reste une opération de transduction, comme on la retrouve énoncée chez Simondon.

[La transduction] est un procédé mental, et plus encore qu'un procédé une démarche de l'esprit qui découvre. Cette démarche consiste à *suivre l'être dans sa genèse*, à accomplir la genèse de la pensée en même temps que s'accomplit la genèse de l'objet¹⁹¹.

C'est grâce à cette démarche « de l'esprit qui découvre » que la forme acquiert un sens architectural et que le concepteur parvient à le saisir. Dans cette logique, il n'y a pas à proprement parler d'adaptation, ni de la part de l'architecte, ni de celle de l'ordinateur. Pour que la communication s'établisse entre les deux processus, des zones d'ouverture sont nécessaires afin de mettre en relation l'architecte et le logiciel à un niveau qui leur permette de se transformer à nouveau, chacun de leur côté, et de se placer en position d'appréhender le projet-objet de manière co-constituante. On peut dire que c'est par l'évolution formelle du projet qu'il devient possible d'accorder ces deux processus.

C'est d'ailleurs pour cette raison que l'inscription de départ, ou encore l'algorithme choisi, ne requièrent pas une complexité excessive : ils dépendent plutôt de la résonance qu'ils permettront de créer avec les demandes de l'architecte. C'est dans la capacité des logiciels à amplifier certaines considérations architecturales que la

¹⁹¹ *Ibid.*, p. 34 (souligné par l'auteur).

rencontre se singularise et qu'elle cristallise les potentiels du programme. Dans ce sens, il n'y a pas d'algorithme miracle applicable à toutes les situations, et surtout efficace pour tous les architectes. Il y a plutôt des affinités qui s'ébauchent au fur et à mesure des tentatives. Il n'est donc pas étonnant de retrouver des formations récurrentes chez certains de ces architectes, dans la mesure où ils ont adopté des rythmiques algorithmiques particulières, touchant principalement à des modes singuliers de déformation, et entraînant par conséquent une répétition dans les formes retenues. Ces formes font sens, parce que celui-ci est apparu en cours de route.

Dépossession momentanée

Il existe plusieurs types de possession, et avec différents sens. Il ne s'agit pas ici de passer en revue l'ensemble de ces significations, mais de se concentrer sur un exemple précis présenté par Bruno Latour, interprétant les écrits du sociologue Gabriel Tarde. Il utilise l'exemple du musicien d'orchestre qui, en plus d'être possédé par la musique qu'il joue, l'est également par la musique qui est jouée par les autres, de manières différentes, lorsqu'il ne joue pas. Pour rendre compte de cette double possession, Tarde, expliqué par Latour, définit deux types d'attention : une attention *engagée* et une autre *flottante*¹⁹². Pendant que le musicien joue sa partie, il se trouve pleinement engagé avec la partition, il synchronise son rythme avec la mélodie de l'ensemble ; alors que, pendant qu'il ne joue pas, il reste toujours attentif à la partition, et peut-être d'autant plus, mais son attention reste flottante : il est attentif pendant l'attente. Pour Latour, il s'agit de caractériser différents archétypes de possession pour ensuite les appliquer à la réalité des phénomènes sociaux ou à celle des engagements politiques. Ces deux types d'attention renvoient à des types de possession ou d'engagement dans l'action. En fait, ils délimitent un champ d'action du possible et répondent à la question : quel est le pouvoir d'action de chacun ? Pour compléter son analyse, le sociologue expose un troisième type d'attention, situé entre les deux premières, qu'il définit par celle qu'adopte le chef d'orchestre.

¹⁹² Cf. Bruno Latour, « Gabriel Tarde. La société comme possession. La “preuve par l'orchestre” » in Didier Debaise (éd.), *Philosophie des possessions*. Paris : Presses du réel, 2010, p. 12.

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

Notons d'ailleurs que le chef d'orchestre ne possède en rien la totalité puisqu'il serait incapable de jouer bien et à temps du violon ou de souffler au bon moment et de la bonne façon dans un hautbois. [...] Sa propriété à lui, ce qu'il possède en propre, c'est de porter son attention sur les passages, les transitions et de n'être jamais ni tout à fait dedans, ni tout à fait dehors¹⁹³.

À partir de ces trois modes de possession exposés rapidement, il est possible de déplacer ces questionnements pour les appliquer aux pratiques exploratoires numériques, en se demandant quel rapport l'architecte entretient avec ses objets simulés, et plus spécifiquement, avec la modulation de la forme, tout en sachant qu'il existe différentes maîtrises de l'instrument. Que possède-t-il en propre ? Quel est son champ d'action ?

En filant la métaphore, le programme *s'exécute* – une sorte d'interprétation sans subjectivité –, et l'architecte *dirige* ce qui se produit en guidant l'action. Pour les cas qui nous intéressent, l'architecte arrête le processus, apporte des modifications, des réajustements, et remet le processus en marche. C'est comme si le chef d'orchestre, en plus de diriger, était également compositeur, composant et dirigeant simultanément : composant *en* dirigeant. La production expérimentale numérique s'éloigne alors du schéma conventionnel développé par Latour pour l'orchestre, en ce que les rapports à la finalité de l'objet, la reproductibilité des processus de conception et le contrôle exigé sont beaucoup plus souples et variables.

La spécificité et l'intérêt des premières expérimentations numériques résident dans le fait qu'il n'y a pas de partitions préétablies, ou déjà écrites, et que par conséquent, l'architecte se trouve dans l'incapacité de relever les nuances, de détecter les fausses notes, ou même de maintenir le rythme. L'architecte se trouve alors momentanément à la place de l'interprète, voyant ainsi son champ d'action limité à une partie du projet et non plus à l'ensemble. C'est d'ailleurs ce que plusieurs architectes cherchent dans leurs pratiques les plus extrêmes, car leurs attentes ne sont pas clairement définies. Ils espèrent au fond d'eux-mêmes découvrir de toutes nouvelles marche à suivre: ils croient qu'en se fixant des objectifs architecturaux, ils retomberont dans des présupposés dépassés. Ils se servent des logiciels afin de se libérer des contraintes habituelles et pour repenser de fond en comble les modes de conception hérités de la culture architecturale.

¹⁹³ *Ibid.*, p. 13.

À dire vrai, ils cherchent délibérément à être débordés par la machine afin de reconfigurer leurs attentes initiales. Ces dernières sont transformées sans qu'ils puissent véritablement les comprendre, sauf à la fin, lorsqu'ils sont parvenus à accorder ce nouvel instrument à leur conception, c'est-à-dire au moment où ils en acquièrent le « tour de main ». On revient une nouvelle fois au questionnement sur le rapport problématique de la prise de l'outil par la main. En se référant cette fois-ci à l'analyse de l'historien de l'art Henri Focillon, il est possible de reprendre en des termes similaires la question de la possession et d'éclairer la situation selon une configuration plus proche de nos réflexions.

Les rebellions de la main n'ont pas pour but d'annuler l'instrument, mais d'établir sur de nouvelles bases une « possession réciproque ». Ce qui agit est agi à son tour. Pour comprendre ces actions et ces réactions, cessons de considérer isolément forme, matière, outil et main et plaçons nous au point de rencontre, au lieu géométrique de leur activité¹⁹⁴.

Ce déplacement du point de vue est ce qui permet de saisir cette dépossession momentanée comme constitutive des nouvelles bases où s'établiront des « possessions réciproques » futures.

Cette dépossession momentanée a par-dessus tout été possible grâce à l'interaction en temps réel avec l'image. Il s'établit une sorte de jeu [*play*] avec la machine, qui n'est pas éloigné de ce que Mathieu Triclot, spécialiste de la cybernétique, dit des jeux vidéo. Les répercussions des jeux vidéo quant à la « domestication » des consoles et plus largement de l'interaction avec un programme ne sont pas négligeables. Dans cette histoire (ou philosophie) des jeux vidéo, Triclot indique que l'un des changements majeurs s'opère avec le jeu Pong en 1977 : « Le jeu vidéo était jusqu'ici le paradigme d'un univers contrôlable, dénombrable. Pong y fait surgir la puissance inverse, de la perte de contrôle et de la perte de soi dans le jeu¹⁹⁵. » L'architecte est dépossédé parce qu'il est débordé et parce qu'il espère perdre le contrôle. Il parvient à ce qu'en disait Triclot pour l'arcade, « un état de concentration intense au bord du précipice¹⁹⁶ ». Si, pour le jeu vidéo et surtout pour l'arcade, se débordement est possible grâce à l'accélération, pour l'architecture, le débordement se produit, pour une partie

¹⁹⁴ Henri Focillon, *Vie des formes*. Paris : PUF, 2013 [1943], p. 61.

¹⁹⁵ Mathieu Triclot, *Philosophie des jeux vidéo*, *op. cit.*, p. 141.

¹⁹⁶ *Ibid.*, p. 152.

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

substantielle, par les variations continues stimulées sur des formes et par la possibilité d'interaction avec son image ; parce que la modélisation est devenu un objet temporel, obligeant une attention soutenue dans son développement.

Les limites de l'attention

La capacité d'attention et de stimulation lors du « lâcher prise » constitue un problème, car elle possède une limite relativement facile à franchir. Si la perte de possession encourage une attention accrue pour ces formes en mouvement, on peut dire qu'elle introduit en même temps une perte d'individuation. « [I]ndividuation et perte d'individuation, disait Stiegler, sont indissociables. C'est-à-dire que pour que l'individuation se produise, il faut aussi que des pertes d'individuation se produisent¹⁹⁷. » Si la perte permet le gain, cette équation demeure risquée, surtout à long terme, quand l'attention diminue. Il est donc nécessaire d'aborder directement ces problèmes de l'attention. Tentons de les approcher dans un premier temps par des questionnements liés à l'attente.

Qu'est-ce que ces architectes attendent de ces variations formelles qui semblent bouger d'elles-mêmes ? Il n'est pas excessif de dire que pour la plupart d'entre eux, la réponse n'est pas évidente à formuler clairement, car leurs buts et moyens sont parfois confondus, au début du moins. C'est certainement pour cette raison que les architectes sont si attentifs : les attentes se clarifient et se construisent au moment même de la reprise en main, par couches successives de sens, récupérées ici et là.

Le paradoxe des technologies numériques quant à cette quête de l'inattendu réside dans le fait que celles-ci sont régies par des programmes, c'est-à-dire des logiques déjà écrites, mais sur lesquelles ils ont perdu beaucoup d'emprise. Ce n'est certainement pas la contrainte la plus limitative car, comme le rappelle Stiegler¹⁹⁸, ce n'est pas parce que c'est déjà écrit que tout est joué d'avance, il reste malgré tout toujours de la place pour l'inattendu. C'est sur cette mince ligne que les architectes ont porté leur attention,

¹⁹⁷ Bernard Stiegler, *De la misère symbolique 1. L'époque hyperindustrielle*. Paris : Galilée, 2004, p. 128.

¹⁹⁸ Cf. Bernard Stiegler, *L'attente de l'inattendu*. Genève : École supérieure des beaux-arts, 2005.

traçant ainsi un nouvel horizon d'attentes. Pour les architectes de la décennie 1990, cet horizon d'attentes est d'autant plus élevé qu'ils ne connaissent pas tellement la direction à prendre, ni ce qu'ils peuvent en espérer. Les attentes placées dans le numérique se sont déplacées à la limite de l'architecture, en désadaptant ses modes d'exploration en même temps que ses formes d'expression. Avec les années, cet horizon s'est peu à peu rétréci, et surtout il s'est précisé, en raison d'une part des améliorations techniques des interfaces graphiques, et d'autre part de l'enseignement de l'informatique de plus en plus présent dans la formation des architectes, permettant, dès le départ, une plus grande maîtrise et possession de l'instrument de conception.

L'architecte ne connaît peut-être jamais exactement la partition à jouer, mais il devient progressivement en mesure d'*accorder* son instrument par rapport à ses désirs de conception. Cet accord a mis un certain temps à se mettre en place, et parfois sans y arriver véritablement, révélant certaines dissonances ou maintenant plusieurs désaccords. C'est par l'accumulation d'expériences et aussi par les répétitions formelles que la prise de conscience a principalement opéré, contribuant également à préciser les attentes vis-à-vis des technologies numériques. L'intérêt pour les premières explorations porte donc sur le haut degré d'attention que ces architectes ont dû maintenir afin de palier cette dépossession technique. Cette attention, située au niveau de l'émotion, a cependant la fâcheuse conséquence d'être relativement éphémère, d'arriver rapidement à sa limite. Cette limite n'est pas tellement infranchissable, mais nécessite cependant certaines précautions : pour contrebalancer la perte d'attention, il est indispensable de faire intervenir le savoir-faire et la maîtrise ; en d'autres termes, l'attention est compensée par de la connaissance réflexive. S'il est possible de repérer une évolution de posture semblable pour presque toute une génération d'architectes, en réponse à une connaissance « générale » des différents milieux, il est important de préciser que ce passage se produit également à l'échelle de chaque architecte qui, à partir d'une utilisation tâtonnante des logiciels guidée par un enthousiasme primaire, suit des processus d'apprentissage jusqu'à ce qu'il acquiert un tour de main, l'engageant dans un nouveau rapport avec la machine.

L'attente soulève une seconde question qui, en nous référant à plusieurs écrits sur le sujet, fait apparaître une double attitude face à l'événement attendu : l'espoir et la

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

crainte. Il est alors étonnant de ne presque jamais retrouver dans les écrits de la plupart des architectes des années 1990 le moindre soupçon quant à la possibilité que cela tourne mal. L'une des seules craintes qu'ils manifestent réside dans la peur que leurs attentes soient réduites à une question uniquement liée à la forme. Cette adoption, presque sans réserve, permet cependant de réaffirmer l'hypothèse précédemment développée : que l'adhésion au numérique des expérimentations ne repose pas sur le caractère faussement magique de l'objet. Les expérimentations numériques n'ont pas été pratiquées avec un sentiment de crainte, mais avec une motivation intense qui s'est transformée au fil des ans en une meilleure maîtrise de l'instrument. Pour ces architectes, la machine ne sert pas à « assurer le succès », mais à explorer des champs nouveaux.

Les craintes vis-à-vis du numérique ont cependant été endossées par d'autres. D'abord, il y a ceux qui n'ont pas tenté de participer à ces modes de conception, préférant se rassurer avec les techniques de conception apprises et éprouvées par des générations d'architectes avant eux. Ensuite, il y a ceux pour qui le numérique servait principalement à répondre aux exigences techniques et physiques des matériaux ou des structures, voyant une force de calcul incroyable permettant d'obtenir des simulations capables de prendre en charge de nombreux paramètres et ainsi, le numérique devient un moyen d'optimiser le résultat. Les calculs automatiques utilisés afin de pallier aux problèmes d'ingénierie ne font que créer un *double* de l'ingénieur, c'est-à-dire que le programme s'engage à faire sa besogne, mieux et plus vite.

I.3

NOUVEAUX RAPPORTS A LA MACHINE

Les périodes charnières sont importantes et tendues parce qu'elles ont à évaluer ce qui sera gardé de la période en cours pour se maintenir dans la suivante. L'architecture numérique, au tournant des années 2002-2004, connaît un moment de bascule où d'une part, les architectes en place sentent que les explorations faites grâce aux logiciels ont atteint une limite, et d'autre part, de nouvelles inventions techniques en réponse à ces premières explorations ouvrent la porte à de nouvelles expérimentations. Les différentes machines de fabrication et d'assemblage (imprimante 3D, fraiseuse, découpeuse laser et robot) sont introduites peu à peu dans le domaine de l'architecture, avec pour principal objectif de combler les manques qu'ont révélés les explorations numériques. En même temps que ces nouvelles machines permettent de transposer des images à l'objet construit, une évolution technique apparaît au sein même des logiciels de conception. Différents environnements graphiques de programmations, *plugins*, scripts simplifiés et surtout quelques modeleurs paramétriques apportent aux architectes une maniabilité plus grande et plus précise des processus de conception.

L'arrivée de ces différentes machines et logiciels introduit de nouvelles attitudes par rapport aux technologies numériques. La fascination pour la nouveauté s'étant dissipée, il devient moins extravagant d'expérimenter les TIC. Celles-ci perdent leur aspect stéréotypé et s'intègrent à de nouveaux milieux architecturaux. Il survient ce que Simondon a observé dans le rapport à l'étranger, lorsque celui-ci n'est plus perçu directement, chargé de ses stéréotypes, mais se trouve lui-même en contact avec d'autres étrangers, lui permettant ainsi d'émettre un jugement non passionné.

L'étranger n'est plus étranger, mais autre, lorsqu'il existe des êtres étrangers non seulement par rapport au sujet qui juge, mais aussi par rapport à d'autres étrangers ; [...] De même, les stéréotypes relatifs à la machine ne peuvent se modifier que si la relation entre l'homme et la machine peut être vue

1.2.3 Sensibilité du « lâcher prise »

objectivement en train de s'exercer entre des termes indépendants du sujet, entre des objets techniques¹⁹⁹.

À partir de ce moment, le numérique n'est plus étranger à l'architecture, et par conséquent, les rivalités pour ou contre le numérique perdent de leur intensité. Il ne s'agit plus tellement d'explorer des territoires nouveaux que d'articuler les différentes machines et logiciels entre eux, aux travers d'attitudes technologiques.

¹⁹⁹ Gilbert Simondon, *MEOT*, *op. cit.*, p. 147.

1.3.1 Fin d'une période

« L'exposition *Architectures non standard* annonce la fin de la première étape et le début de la seconde » écrivait l'architecte Greg Lynn dans son texte pour l'exposition. « Travailler éternellement en misant sur quelques heureux accidents ne fonctionne pas ; car après avoir produit quelque chose par hasard, il faut pouvoir, la fois suivante, le reproduire intentionnellement ²⁰⁰ » ajoute-t-il quelques phrases plus loin. Ce commentaire, exprimé sous la forme d'un reproche, expose en creux les méthodes approximatives de conception employées par son équipe, et quelques autres équipes de cette époque. Pour Lynn, les expérimentations faites par les architectes de cette première étape ont été réalisées à tâtons, à l'aveugle, par accidents. L'accident a d'ailleurs été le thème d'un festival quelques années plus tôt, *The art of accident*²⁰¹, organisé autour d'architectes utilisant également les TIC de manière expérimentale pour la conception. L'accident est à comprendre ni plus ni moins comme l'événement non contrôlé, non maîtrisé et provoqué par des conditions hors de portée. À lire plusieurs des textes proposés pour le festival, l'accident était alors plus souhaité que craint ; il était devenu une aspiration proposant une alternative à celle du confort. Les technologies n'étaient plus utilisées pour répondre à des exigences de bien-être, mais au contraire, permettaient de produire des courts-circuits capables d'envisager l'architecture selon de nouvelles bases.

Revenant au commentaire de Lynn, celui-ci laisse entendre que ces explorations naïves, faites par hasard et par accidents seraient terminées, et que les architectes seraient entrés dans une nouvelle étape, appelant à une utilisation raisonnée et plus maîtrisée des TIC. Ce commentaire est d'autant plus risqué que Lynn, qui dénonce cette première étape, en est l'un des plus fiers représentants. L'exposition *Non standard* se veut un rappel à l'ordre, où il devient primordial de s'armer d'habiletés ou de compétences technologiques. C'est l'occasion de remplacer cet enthousiasme naïf et ces

²⁰⁰ Greg Lynn, « Variations calculées », *op. cit.*, p. 92.

²⁰¹ Bars Lootsma, *The art of the Accident: Festival/DEAF*. Rotterdam : NAI Publishers, 1998.

1.3.1 Fin d'une période

pratiques amateurs par une compréhension plus poussée des processus géométriques, mathématiques et algorithmiques qui génèrent et simulent des modifications sur les modélisations.

La perte d'enthousiasme pour la nouveauté des logiciels d'animation et de simulation s'explique par l'amélioration des interfaces, mais peut-être surtout par l'émergence d'une nouvelle génération, qui, en plus d'entretenir un autre rapport aux technologies, prend au sérieux leurs aspects géométrique, mathématique et algorithmique. Ce n'est pas tellement qu'il ne soit plus permis d'explorer les processus de manière aléatoire, les architectes peuvent toujours le faire, mais la magie n'opère plus, car on peut dire que les nombreuses explorations *non standard* ont épuisé la couche visible des potentialités numériques. Ils ont en quelque sorte saturé la phase de conception avec leurs objets en perpétuelle déformation. La notion de saturation est d'autant plus juste qu'à cette époque, il n'y a pas véritablement d'édifices construits à partir des processus d'explorations numériques capables d'évacuer la surabondance et les excès par leurs réussites ou leur acceptation générale. Le passage de l'écran au site de construction se fait avec difficulté. L'exposition *Non standard* aura été le dernier moment de gloire, le chant du cygne, de cette première étape où la réalisation matérielle n'était pas exigée. Le désir de forme *non standard* ne nécessite pas son accomplissement dans la réalité construite de l'objet : il se suffit à lui-même.

Cette exposition concorde avec la republication de *Folding in architecture*, augmenté de l'introduction de Mario Carpo « Ten years of folding ». Dans ce numéro, l'historien insiste pour dire que « le pliage n'est pas un produit, mais un processus », et que malgré l'intérêt de l'exposition, il demeure une ambiguïté sur l'homogénéité de ces architectes par rapport à leurs pratiques technologiques. Ces critiques indiquent la fin d'un mouvement qui s'essouffle, et montrent en même temps que la production est suffisamment riche pour accepter les divisions. L'épisode *non standard*, peut-être plus que celui du *pliage*, fait apparaître un problème qui deviendra central pour l'architecture numérique, celui de la sélection.

Quelle forme retenir ? Ou à quel moment arrêter le processus ? Les architectes doivent répondre à ces questions sans algorithmes, sans l'aide des machines, mais avec d'autres problèmes. Les préoccupations architecturales traditionnelles auraient dû venir

à la rescousse, mais, pour plusieurs d'entre eux, le numérique est justement l'occasion d'en découvrir de nouvelles. Les recherches formelles simulées dans ces *hyperréalités* ou ce *cyberespace* n'ont pourtant pas fait émerger des préoccupations relativement nouvelles ou étrangères, au contraire même, ces explorations ont fait réapparaître le problème originel de la construction²⁰² : dans sa matérialité, comme objet construit, mais surtout comme acte de construire, avec le renfort des machines CNC. Ce déplacement des sensibilités vers la construction de bâtiments a eu pour conséquence de proposer des attitudes technologiques complètement différentes de la tendance des années 1960-1970, comme celles d'AMG, entre homme et machine. Ce déplacement fait que l'architecture n'est plus comprise comme une machine, car les nouvelles machines apparaissent dans le milieu fraîchement ouvert la conception et l'objet construit.

Saturation de la conception

Les explorations numériques de la période 1987-2003, à quelques exceptions près, sont réduites à la conception seule, même si plusieurs architectes se confrontent au passage pénible à la réalité construite, avec des résultats décevants. Pour cette période, il n'est pas rare de lire des chapitres entiers consacrés à la fabrication, mais aucun d'entre eux n'apportent de véritables solutions techniques, ni ne montrent un réel enthousiasme pour ces questions. Il y a par contre un vouloir numérique bien tangible, concentré sur les transformations de l'objet modélisé par l'interaction possible avec les images générées par informatique. Dans cette frénésie, la conception assistée par ordinateur devient un objet clos, imperméable et autonome. Les déformations, animations et modulations se restreignent, pour la plupart, à la forme simulée derrière l'écran. Certaines de ces modélisations sont fabriquées, mais cela ne fait plus partie du plan initial. L'architecte Kas Oosterhuis du groupe ONL dénonce à sa façon cette fermeture radicale du moment de conception, en s'attaquant aux propositions de Greg Lynn sur l'animation de la forme.

²⁰² Cf. John Rajchman, *Construction*. Paris : Les cahiers de l'Unebévue, 2002 [1998].

Lynn utilise les logiciels d'animation pour générer des formes blobs et puis, il fige littéralement leur mouvement. Ma conclusion est que Lynn trouve amusant de tuer les extraterrestres, comme un *cowboy* texan dur à cuire dans un film de série B. Par contre, je préfère l'attitude de Marcos Novak à l'égard des extraterrestres. Elle est beaucoup mieux, il les accueille ; Novak crée délibérément des extraterrestres afin autant de se surprendre lui-même que son public. [...] ONL ne fabrique ou n'imagine pas du tout de blob²⁰³.

Ces considérations, en plus d'afficher un certain mépris à l'égard du blob et de choisir son clan, exposent deux attitudes opposées face à l'animation. À noter dans ce passage, l'auteur tient l'animation pour l'équivalent métaphorique de la vie. Le parti pris d'Oosterhuis avec ONL est de déplacer littéralement le mouvement dans un corps architectural animé, sans pourtant fournir d'articulations plus subtiles. Par ce glissement, ONL ne fait pas beaucoup plus que les expérimentations des années 1960-1970, interprétant l'architecture comme une machine, un mélange d'architecture interactive et gonflable, comme on peut le voir dans le projet TransPort.

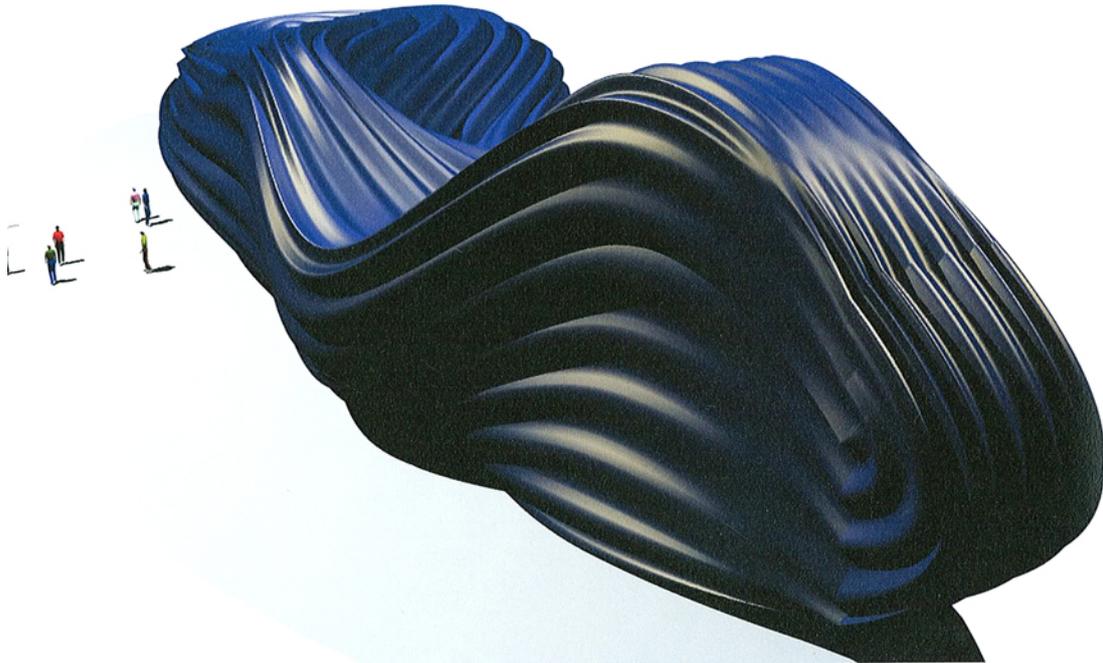


Figure 15. TransPORTs, Venise, ONL, 2001.

À retourner au commentaire d'Oosterhuis, il est possible de suivre son analyse sur la place restreinte qu'accordait Lynn à l'animation. On ne peut pas dire en revanche que l'architecte néerlandais donne des arguments convaincants pour maintenir le

²⁰³ Kas Oosterhuis, *Towards a new kind of building. A designer's guide for Nonstandard architecture*. Rotterdam : NAI Publishers, 2011, p. 89.

mouvement. Dans l'extrait cité, avec la référence à Novak, il approuve la volonté de conserver le mouvement et de ne pas figer la forme après la phase de conception, mais Novak réussit ce tour de force principalement en situant son projet-objet dans le cyberspace, au détriment de la réalité physique construite. Le mouvement ne s'arrête pas, mais reste toujours derrière l'écran. Le challenge, pour un groupe restreint, mais fortement impliqué dans le débat autour des TIC, est alors de renverser les processus d'insertion. En d'autres termes, il ne s'agit plus tellement d'insérer un projet dans le site que de parvenir à introduire l'individu dans cet espace de simulation. Ce petit groupe est si intensément lié à ce phénomène qu'il en a été absorbé, aspiré par ses premières promesses, souhaitant maintenir artificiellement en vie les horizons projetés. Ce milieu simulé est devenu autosuffisant, comme l'avait été les ambitions du cyberspace. Sans retourner à la description que fait William Gibson dans son roman célébré par la cyberculture, il est possible néanmoins de se référer aux explications que donne Novak à propos du cyberspace, compris comme un lieu de « visualisation complète de la spatialisation de l'information²⁰⁴ ». L'information vient à recouvrir tout le champ visuel, une architecture de purs écrans pour Novak, ou encore psychique et hallucinée pour Gibson. Cette spatialisation de l'information est venue annihiler la distinction cruciale entre forme et fond : « Le cyberspace est lui-même architecture, mais également ce qui contient l'architecture, sans toutefois les contraintes de nature phénoménologique²⁰⁵. » Le cyberspace trie les phénomènes, réduisant du même coup la réalité à sa dimension communicative et informationnelle augmentée. Dans cette logique, il n'est pas anodin de voir de plus en plus d'architectes se convertir en « concepteurs » de sites web, ou encore investir des plateformes numériques, comme cela a été évoqué pour l'utilisation de Second Life par les studios de conception, par exemple chez Wolff-Plottegg et Hoog.

Ces expérimentations les plus extrêmes ont mis en doute la finalité même de l'architecture. Ces architectes espéraient un autre résultat pour les configurations spatiales simulées et prévoyaient le dépassement de l'édifice figé. Cette finalité sans fin architecturale précise a enfermé le travail de conception sur lui-même. Cette fascination

²⁰⁴ Marcos Novak, « Liquid architecture in cyberspace », in Michael Benedikt (éd.), *Cyberspace: First Steps*. Massachusetts: MIT Press, 1991, p. 225.

²⁰⁵ *Ibid.*, p. 248.

1.3.1 Fin d'une période

pour le cyberspace et plus largement pour l'espace de simulation a certainement participé à plusieurs perfectionnements techniques et modifications internes des logiciels, ou encore à la création d'environnements visuels de programmation, tels Processing, ou d'éditeurs graphiques d'algorithmes, tels Grasshopper de chez McNeel. Ces nouveaux milieux de projection ont permis, chacun à leur manière, d'amplifier certaines logiques offertes par la computation et pertinentes pour la conception. Ces développements techniques ont surtout amené à concentrer les amplifications sur des paramètres ciblés ; soumettre la variation à des paramètres précis, comme l'ont fait plusieurs logiciels apparus dans les années 2000, a permis d'obtenir un meilleur contrôle des transformations et une meilleure maîtrise des processus. C'est l'espace entre la manipulation de l'information et les variations de la forme qui se réduit et se condense ; le contact se fait plus franchement, avec moins de pertes d'informations.

Toutes les positions présentées dans ce sous-chapitre montrent cependant qu'il existe bien un problème dans le passage de l'écran au site, et que l'articulation entre eux n'est pas réellement pensée avant 2004.

Transposition d'un milieu à l'autre

Parallèlement à ces explorations principalement concentrées sur la phase de conception, quelques-uns de ces exploits formels ont fait le saut et se sont retrouvés construits. Les projets du *Fresh* et du *Salt water pavilion*, en 1997 à Neetje Jans, de NOX et ONL représentent certainement l'une des premières mises en garde quant à ces excès formels non maîtrisés. Teyssot et Bernier-Lavigne ont parlé de « plomberie des composantes » afin de soulever le casse-tête technique qu'ont dû subir les architectes, ingénieurs et maîtres d'œuvre afin d'assembler sur le chantier ces pièces détachées qui, comble d'ironie, ont été par la suite recouvertes et masquées afin de retrouver la facture lisse et continue tant espérée.



Figure 16. Structure du *Salt Water Pavilion*, Neetje Jans, NOX, 1997.

Le parti pris architectural de ces deux pavillons de l'eau, est celui de l'immersion et de l'interaction. En plus d'être complètement hermétiques à l'extérieur, ces pavillons possèdent de nombreux dispositifs techniques interactifs qui permettent aux visiteurs d'être occupés par les actions qui s'accomplissent à l'intérieur, avec le bâtiment. Comme si, à l'instar de l'écran, il était envisageable d'être coupé de l'extérieur. Cette coupure franche entre en résonance avec l'espace immersif des jeux vidéo que permet l'interaction avec l'image simulée sur l'écran. Par quelques dispositifs techniques rudimentaires, les pavillons reproduisent en quelque sorte un univers clos et animé. Cette situation paradoxale, « celle où un espace clos nous restitue le dehors de son intériorité²⁰⁶ », amène une condition particulière d'engagement vis-à-vis de ces espaces hermétiques, sorte d'intérieur total. Cet aspect fermé et coupé de l'extérieur a d'ailleurs été repéré dans plusieurs des premières architectures numériques, comme observé au cours de l'événement *Blobmeister, first builds* : il s'est établi une tendance qui consiste à produire des réceptacles ; hangars hermétiques aux contours arrondis.

²⁰⁶ Georges Teyssot, *Walter Benjamin. Les maisons oniriques*. Paris : Hermann, 2013, p. 152.



Figure 17. *Fresh Water Pavilion*, Neetje Jans, ONL, 1997.

En deçà de leurs ressemblances formelles et spatiales de plusieurs projets, il est étonnant de remarquer de nombreuses similarités dans les modes d'assemblage. En effet, cet engouement pour le lisse (voir *supra*) a obligé à construire un dispositif capable de reproduire et de structurer ces surfaces courbes et continues. Si les formes courbes calculées avec l'ordinateur ont semblé révolutionner l'architecture, leur passage à la construction leur a fait perdre beaucoup de leur flexibilité et de leur dynamisme. Les formes courbes sont devenues statiques, fermées et difficilement malléables pour y insérer des percements. Il est alors surtout question de découper les objets en strates, chacune venant donner sa forme à l'enveloppe qui les recouvre. À l'instar du cinéma, une séquence de cadres fixes et rigides permet de donner l'illusion du mouvement. Ces coupes plus ou moins rapprochées trouvent leur expression la plus condensée dans des meubles, généralement de dimensions plus petites, comme ceux réalisés par le groupe Objectile, où la machine de fabrication vient imprimer son mode de fonctionnement sur l'objet. Cette segmentation pensée et réalisée sur l'objet permet de suivre la courbure des lignes dessinées, tout en imposant une rigidité structurelle.



Figure 18. *Tore*, Objectile, 1997.

Ce difficile passage rend les architectes, après quelques déceptions, plus attentifs à la fabrication. Après 2004, plusieurs d'entre eux cherchent à intégrer les facteurs de la fabrication directement dans leur travail de conception, tandis que d'autres s'essayent à concevoir directement les machines de fabrication, ou du moins, à organiser la relation entre les machines de conception et de fabrication.

À la fin de 2003, l'expression *non standard* permet de regrouper sous une même enseigne un nombre relativement important d'architectes expérimentant les TIC à des degrés divers, principalement pour la conception. Si le propre d'une exposition est de forcer le rassemblement, il est important aujourd'hui de rétablir les différences plutôt que de chercher à retrouver une cohérence d'ensemble, qui déjà à l'époque a rencontré certaines objections, comme la critique de Carpo. Comme l'histoire l'a montré, la plupart des architectes ont abandonné cette expression. Pour ceux qui la gardent, comme Bernard Cache, ils en précisent les implications afin d'éviter les critiques trop féroces. Le texte *Towards a non-standard mode of production*, publié moins de deux ans après l'exposition, et qui en reprend l'argument principal (l'associativité), commence par mettre en garde le lecteur contre les préjugés face à cette expression, en définissant ce qui n'est pas *non standard*, mais qui est souvent reconnu comme telle :

Une architecture qui a généré des surfaces plus ou moins fluides, qui ont été transférées au travers une batterie de logiciel CFAO afin d'être qualifiées « d'édifice » – ni un genre de sculpture très cher qui n'a plus aucune relation avec la construction sociale et historique de la ville, venant perpétuer le mythe romantique de l'architecte-artiste²⁰⁷.

Ce texte montre d'ailleurs la distance que prend Cache par rapport aux enjeux revendiqués par certains des commissaires de l'exposition, comme Frédéric Migayrou pour qui les architectures *non standard* sont intimement liées à un désir de singularisation. Ce désir ne repose plus sur des certitudes formelles, mais passe par des modes de production alternatifs d'éléments singuliers, originaux, qui ont été facilité par l'arrivée des technologies numériques. Cet accord de principe repose sur l'idée que grâce aux logiciels de CAO, il est désormais possible d'obtenir les coordonnées d'une forme, ses dimensions, peu importe les modifications que l'architecte lui fait subir. Les logiciels permettent de décomposer le projet-objet en une série d'éléments dimensionnés, qui peuvent par la suite être découpés dans une certaine matière et assemblés sur place. Toujours selon Migayrou, le *non standard* a surtout permis aux architectes de se différencier des modes standardisés de production industrielle. Le *non standard* correspond à « un refus de la standardisation entendue comme facteur

²⁰⁷ Bernard Cache, « Towards a non-standard mode of production », in *Projectile*, *op. cit.*, p. 60.

fondamental de l'industrialisation, comme principe déterminant du modernisme en ce qui s'attache au déploiement d'une production en série²⁰⁸ ».

Cette définition montre l'incompréhension de certains des organisateurs du *non standard* avec le projet d'architecture associative que suggère Cache. D'abord, la corrélation entre standardisation et industrie pose problème, car on ne peut pas affirmer que le *non standard* porte une véritable attaque contre l'industrialisation ; au contraire même, ces architectures tendent à utiliser des procédés s'appuyant sur une hyper-industrialisation. Il semble ici beaucoup plus juste de suivre le constat de Stiegler et d'y voir la marque d'une société occidentale hyperindustrialisée plutôt que postindustrielle. Le second point d'achoppement se trouve dans la question de la série, car celle-ci n'est pas complètement évacuée, mais seulement déplacée. Cache est d'ailleurs clair là-dessus : « Le point de vue alternatif est la série : l'objet comme un point dans un continuum²⁰⁹. » Pour l'architecte, la série ne se déploie plus dans l'espace, mais se déploie dans le temps. Chaque élément peut donc devenir unique, ou à production limitée, il reste que celui-ci se trouve intégré dans une série, dans « un spectre complet d'invariants obtenus par variation », selon Cache.

Pour ces architectures et selon cette logique industrielle, ou hyper-industrielle, les éléments produits ne sont plus standardisés, dans le sens où ils ne sont plus interchangeables, mais uniques, et où chacun d'eux occupe une place précise, millimétrée, dans l'ensemble. Cette compréhension de la standardisation, partagée à la fois par Cache et les participants de l'exposition, suppose qu'il existerait une subordination de la partie sur le tout, c'est-à-dire que l'originalité d'un bâtiment proviendrait de la non-standardisation de chaque élément architectural. Cette interprétation s'oppose à certains des grands projets emblèmes du numérique, car dans ceux-là, les formes irrégulières du bâtiment sont réalisées à partir d'éléments réguliers, standard, interchangeables. À titre d'exemple, les formes courbes du musée Guggenheim à Bilbao de Frank Gehry sont réalisées grâce à une astuce technique, qui produit un maillage triangulaire à partir de poutres standards de trois mètres de long, et recouvert par des plaques de titane.

²⁰⁸ Frédéric Migayrou, « L'ordre non standard », in *Architecture non standard*, *op. cit.*, p. 26.

²⁰⁹ Bernard Cache, « Towards a non-standard mode of production », *op. cit.*, p. 62.

1.3.1 Fin d'une période

Cette solidarité du tout avec les parties, au lieu de faciliter la tâche, la complique, car elle oblige la mesure parfaite de chaque élément. Cette difficulté permet cependant de souligner que pour les architectes non standard, les considérations techniques de construction, n'étaient pas véritablement pris en compte, du moins dès le départ, mais n'apparaissent qu'ensuite. Les problèmes techniques arrivent néanmoins avant même la phase d'usinage. Chaque modification sur une modélisation non standard oblige à reconfigurer chacune des parties calculées par un recalcul de l'ensemble. En effet, comme l'expliquait Cache, « rien ne se construit, à moins qu'il puisse être transposé sur AutoCAD²¹⁰. » Les formes fluides simulées doivent être traduites, « réécrites » dans des logiciels précis, capables d'effectuer le passage d'une machine à l'autre. Dans ce sens, le véritable intérêt du *non standard* ne provient pas de l'extravagance des formes générées, mais dans la prise de conscience technique que soulève cette transposition de la conception vers la fabrication.

Le problème de la sélection

Afin d'aborder la sélection comme un problème pertinent, il est important d'emblée de préciser à nouveau que la sensibilité du lâcher prise n'est pas un simple laisser aller, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas de faire croire que la machine génère des formes de manière complètement autonome et que l'architecte n'intervient qu'à la fin, en sélectionnant l'une d'elles, dans une logique de sélection à choix multiples. Si un tel rapport de force existait, l'objet serait impliqué dans un processus fermé, comme on peut le trouver dans l'industrie, comparativement à un processus ouvert qui, lui, permettrait d'intervenir à plusieurs moments le long du processus. Dans les processus ouverts, le concepteur est maintes fois sollicité, devant reprendre en main le processus décisionnel, non pas une fois pour toute à la fin, mais au fur et à mesure du développement. À l'opposé, les processus d'optimisation reposent sur des processus de fermeture. Ils viennent stabiliser et sceller la forme dans une configuration optimale, qui l'empêche de se transformer à nouveau. Dans le cas de l'optimisation, la sélection intervient en amont du processus, dans le choix même du critère d'optimisation ainsi

²¹⁰ *Ibid.*, p. 61.

que de l'élément optimisé. Ces choix sont définitifs, c'est-à-dire que l'architecte ne peut plus rediriger le processus, sinon à relancer le processus avec de nouvelles variables.

En mettant de côté les procédés d'optimisation technique d'ingénierie, cherchons à définir d'abord les moments dans le processus où il est possible pour l'architecte d'opérer des modifications. En d'autres termes, et pour reprendre une notion que développe Simondon en lien avec les normes techniques, il s'agit d'envisager les moments où l'architecte est en mesure d'exercer différents degrés de « tolérance » par rapport à l'information qui lui est transmise par l'objet simulé. L'intérêt de ce développement se trouve dans la distinction que soulève le philosophe entre le régime artisanal (objet ouvert) et industriel (objet fermé) de production.

La normativité s'exerce au cours de la genèse pour la diriger et l'adapter à elle-même, en régime artisanal, alors qu'en régime industriel global et extensif, elle s'exerce essentiellement en fin de fabrication. La production industrielle procède par essais et erreurs, non par retouches progressives²¹¹.

Cette distinction laisse à penser qu'il existerait différents degrés d'ouverture techniques accessibles, selon le régime dans lequel se réalise l'expérimentation. Le régime de ces expérimentations se trouve donc être un intermédiaire, entremêlant mode artisanal et industriel. Cela n'assure évidemment pas la qualité architecturale du processus résultant, mais cela met en exergue, par les « retouches » permises, des moments où il est possible pour l'architecte de porter un jugement sur le processus en cours. Les processus technologiques ouverts permettent donc des jugements esthétiques, répartis sur l'ensemble du processus, tandis que certains processus fermés limitent ces reprises uniquement à la toute fin.

²¹¹ Gilbert Simondon, « Psycho-sociologie de la technicité, 2^e partie », *Bulletin de l'école pratique de psychologie et de pédagogie de Lyon*, janvier-février 1961, p. 233.

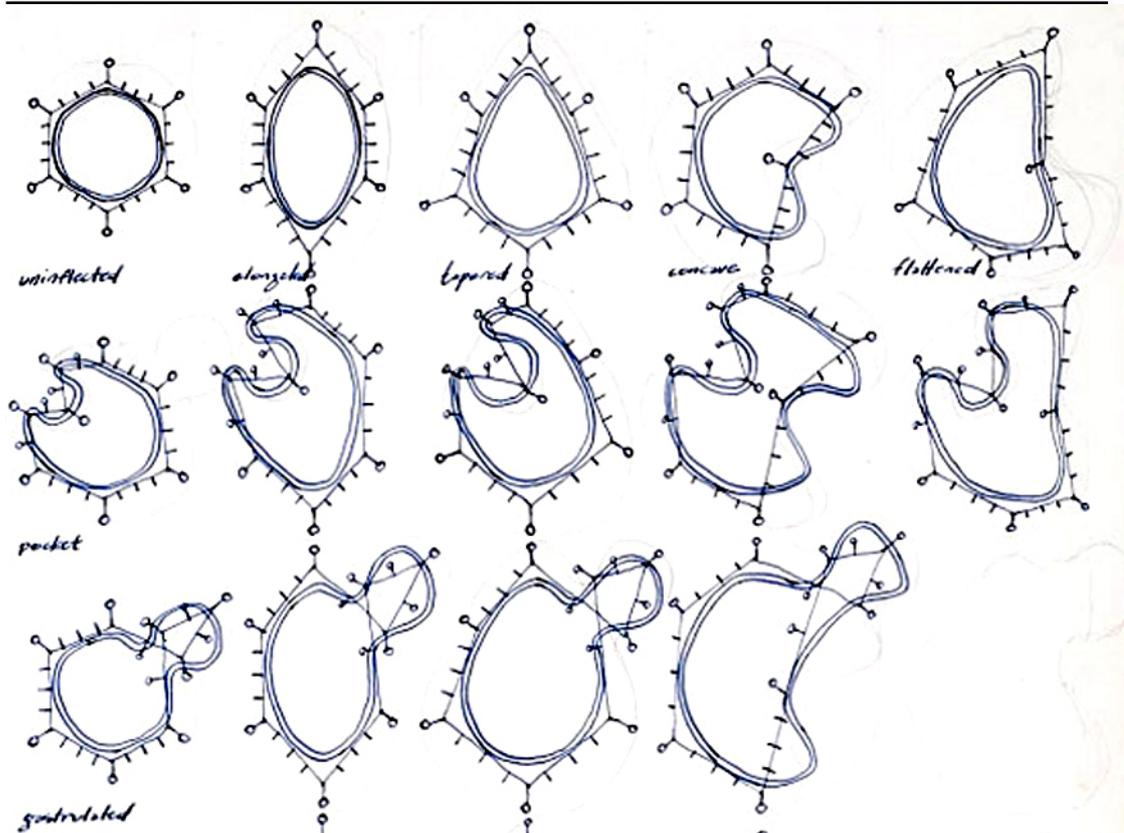


Figure 19. *Embryological Houses*, Lynn Form, 1998-2001.

Le projet *Embryological House* (1998-2001) de Greg Lynn, présenté à l'exposition *Non standard*, est éclairant par rapport à ce questionnement. D'abord, il est important de rappeler que la série de formes présentées n'est pas pensée comme tendant vers un *optimum*. Le processus évolutif sert à générer une infinité de formes qui, toutes, « appartiennent au même "morpho-espace" ». Pour l'*Embryological house*, il ne s'agit donc pas de suivre l'évolution d'une forme ovoïde qui se déforme de plus en plus, mais bien au contraire, de comprendre que cette famille de morpho-espaces se compose autant de la forme parfaite de l'œuf que celle du blob aux contours complexes ; elles sont *au même titre* des maisons embryologiques. Les arrêts sur images dans le *continuum* n'agissent plus comme mode de sélection mais permettent plutôt d'instancier : chaque sélection devient un objet. Lynn a déplacé l'idée de bâtiment unique à une série de bâtiments provenant de la même famille de formes. L'évaluation ne porte plus sur un bâtiment, unique *et/ou non standard*, mais sur une population entière de formes. Il ne s'agit pas tant ici pour nous de chercher à comprendre pourquoi Lynn choisit la forme de l'œuf, ni pourquoi il emploie des critères de variation

« inspirés par le système d'évolution biologique confronté aux théories de la turbulence²¹² », mais plutôt de chercher à comprendre comment il établit ses critères de tolérance, et à quels moments.

D'abord, il faut dire que Lynn reprend une astuce architecturale afin de palier les difficultés que tend à soulever la production de bâtiments en série : chaque maison est accompagnée d'un socle afin de répondre aux problèmes d'insertion dans un contexte géographique particulier. Les tolérances par rapport au site deviennent ainsi presque négligeables.

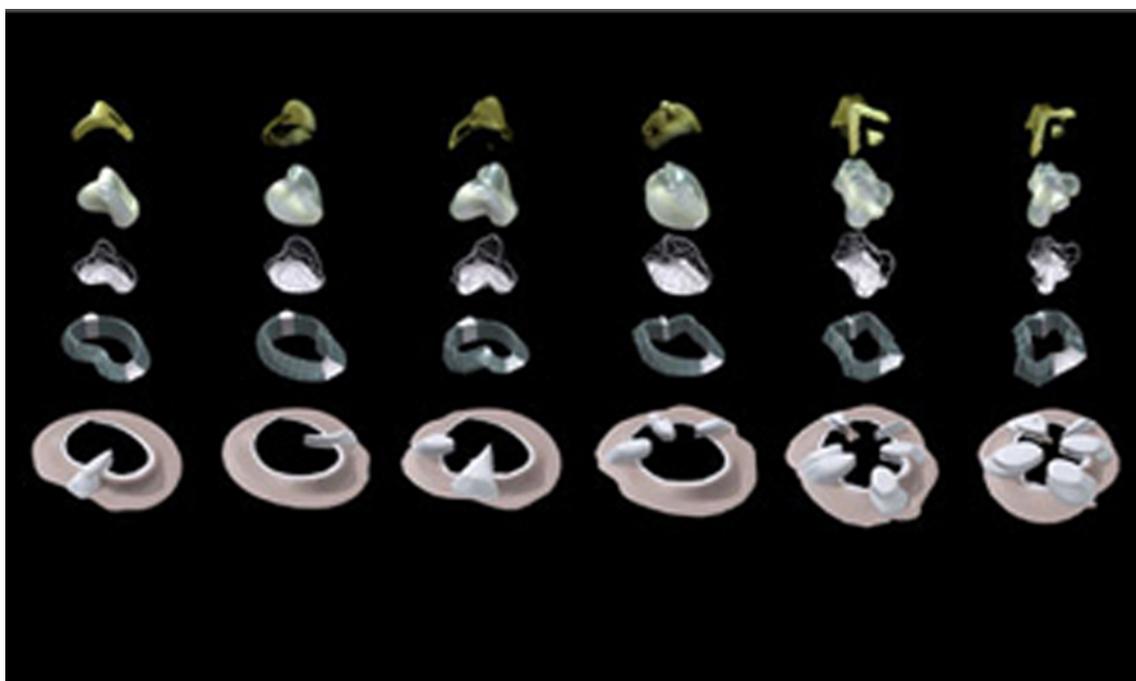


Figure 20. *Embryological Houses* et socles, Lynn Form, 1998-2001.

Ce problème mis de côté, il en apparaît un autre, plus grand : comment être sûr que chacune de ces morphologies répond invariablement aux goûts d'un client potentiel singulier ? En deçà du questionnaire qu'était proposé aux visiteurs leur permettant de choisir une forme parmi l'ensemble des variantes formelles possibles, comment être certain que cette famille de forme répond, en général, à la majorité des besoins et envies des futurs usagers, sachant que les formes courbes et complexes ne répondent pas aux modes d'habitations traditionnels ? Ces formes courbes montrent bien que l'intérêt de Lynn se trouve ailleurs. *L'Embryological House* est surtout une réflexion sur la

²¹² Greg Lynn, « Variations calculées », *op. cit.*, p. 98.

1.3.1 Fin d'une période

cohérence des formes, la reconnaissance d'appartenir à une même série élaborée dans le temps. Ces maisons correspondent à une spatialisation de la série temporelle, sans véritablement se préoccuper des considérations spatiales. La sélection est plutôt guidée par des critères temporels que spatiaux, d'où son intérêt, mais aussi sa limite.

Le « tournant » numérique

La relation qu'entretient Mario Carpo avec la production architecturale numérique est relativement énigmatique. L'historien italien n'hésite pas à questionner les répercussions des TIC sur un terrain d'investigation très large. Son mérite est de tenter à chaque fois d'analyser les pratiques contemporaines avec un point de vue distancié, de manière à établir des correspondances avec des faits historiques déjà anciens. Il ne s'agit pas ici d'insister sur l'analyse qu'il développe à partir du dispositif numérique qu'a élaboré Leon Battista Alberti, mais plus largement de s'intéresser à son constat sur la perte d'autorité de l'architecte comme auteur.

Dans ses analyses des travaux d'Alberti, et plus précisément sur l'importance accordée à la notation, Carpo montre que l'architecte, depuis la Renaissance, est considéré comme l'auteur d'un bâtiment même si ce n'est pas lui qui le construit. Cette autorité repose sur le principe que le dessin réalisé par l'architecte est reproduit à l'identique, sans modification possible. La crainte de Carpo réside dans le fait qu'avec le numérique, et peut-être plus encore avec les logiciels BIM (Building Information Modeling), l'architecte ne possède plus le plein contrôle du dessin, devenu processus collaboratif. Les intervenants extérieurs peuvent modifier une couche du modèle, leur donnant ainsi une légitimité dans la construction. Effectivement, les BIM entraînent une perte d'autorité pour l'architecte, comme auteur suprême, l'obligeant ainsi à devenir un « *leader* », c'est-à-dire un individu qui doit convaincre. L'analyse de Carpo est relativement juste, mais elle maintient toujours cette primauté du dessin. Le modèle BIM reste allographique, comme à l'époque d'Alberti, mais il peut désormais être manipulé par plusieurs mains.

Cette dépossession coïncide pour Carpo avec une désillusion quant aux capacités du numérique : « Ceux-là et d'autres, symptôme de désillusion, dépossession, ou encore malaises, sont repérables chez les architectes aujourd'hui du numérique, cela suggère que ce tournant numérique en architecture ait perdu sa capacité à inspirer²¹³. » Les propos de l'historien ne sont pas plus optimistes dans l'introduction qu'il donne dans le *AD Reader* publié en 2012, sur le tournant numérique. Ce recueil a cependant la qualité de nous faire comprendre qu'un premier tournant a certainement été franchi et qu'il se trouve derrière nous. Carpo laisse également transparaître l'ambiguïté qu'il existe entre auteur et collectif. Il définit l'un de ses nombreux thèmes de « Collective Intelligence » [Intelligence collective], mais l'ensemble montre plutôt que chacun de ces acteurs opère ce tournant de manière singulière et sur un aspect précis de la pratique. L'historien montre bien que le tournant numérique n'est pas uniquement lié à la question technique, mais recouvre un champ beaucoup plus vaste et affecte les pratiques en une multitude de points d'influence. Les répercussions de ce travail sont multiples et fragmentés.

Un point étonnant peut-être également soulevé sur la période couverte et indiqué dans le titre, 1992-2012, qui ne correspond pas à la date du dernier texte (2009). Il semble que cet écart de trois ans soit révélateur, il constitue le point de basculement où l'architecture sort peu à peu du « tournant » numérique, et où il devient possible d'établir les premiers recensements, de manière à comprendre dans le détail ce qui a été contourné.

« *Sortir la machine de l'architecture* »

Lors d'une conférence relativement récente de François Roche²¹⁴, l'architecte de R&Sie affirme comme une évidence que tous les participants à l'exposition *Non standard* en 2003 avaient compris qu'ils devaient sortir la machine de l'architecture. « Sortir la machine » suggère que l'objet architectural était alors considéré comme une machine, comme on a pu le voir avec les pionniers de l'informatique en architecture. « Sortir la machine » veut surtout dire ne plus penser le

²¹³ Mario Carpo, « Digital Style », *Log* 23, 2011, p. 52.

²¹⁴ Conférence donnée à l'ENSA Paris-Malaquais, le 3 novembre 2012.

1.3.1 Fin d'une période

bâtiment comme un objet interactif. Il y aurait donc une nouvelle machine qui se serait installée entre les logiciels de conception et le bâtiment. Cette machine intermédiaire, dont la tâche est principalement d'assurer la transposition d'un milieu à l'autre, est devenue l'objet de nombreuses réflexions et de conceptions aussi attrayantes que l'avaient été les logiciels réservés à la conception. Ce déplacement dépend, à notre avis, de la fragmentation et multiplication de l'interaction. L'interaction possible avec l'image, n'étant plus la même que celle relatives aux bâtiments concrets, a entraîné de nouveaux rapports avec les machines. C'est grâce à l'arrivée de cette machine intermédiaire que s'est constituée une articulation technologique capable de gérer les deux types d'interaction et d'en établir une connexion plus subtile.

En examinant la production du groupe R&Sie, on remarque combien cette prise de conscience est brusque et directe, puisque R&Sie a toujours porté une attention particulière au devenir-machine de l'architecture.

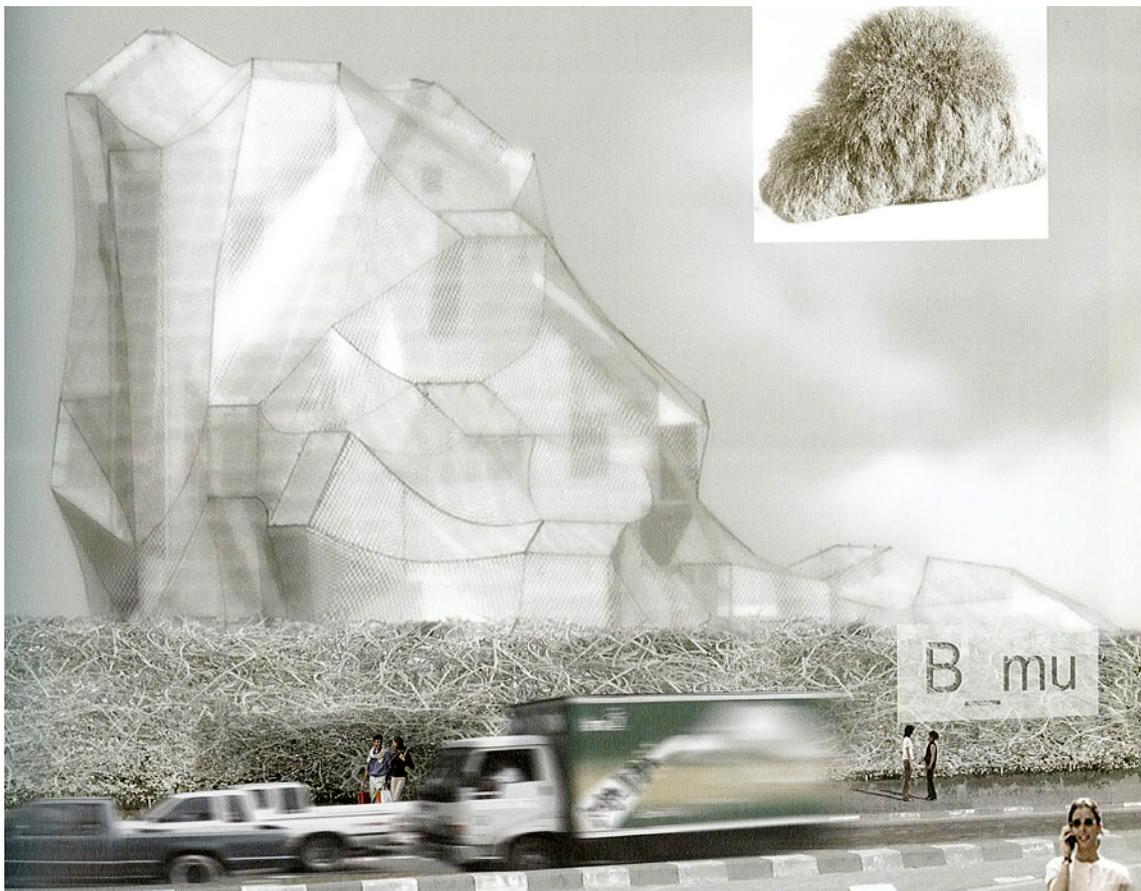


Figure 21. *DustyRelief*, Bangkok, R&Sie, 2002.

Si le *DustyRelief* de 2002 est considéré comme une machine à récupérer de la poussière, les projets ultérieurs, de *I've Heart about!* (2005) à l'*Architecture des humeurs* (2010), en passant par *Muscle* ou *Aloeg* (2006), montrent l'intérêt progressif de cette équipe pour les machines intermédiaires. Capteurs, dispositifs techniques ou machines de fabrication en tous genres accompagnent les projets récents de R&S. Roche a d'ailleurs fait un premier inventaire dans le numéro 22 de *Log*²¹⁵, présentant ces différentes machines qui définissaient une nouvelle interface entre l'image générée sur l'ordinateur et le bâtiment. À chaque fois, ces machines sont intégrées dans le processus, permettant ainsi une nouvelle articulation entre conception et construction.

²¹⁵ Cf. François Roche, « Alchimis (t/r/ick)-machines », *Log* 22, Summer 2011.

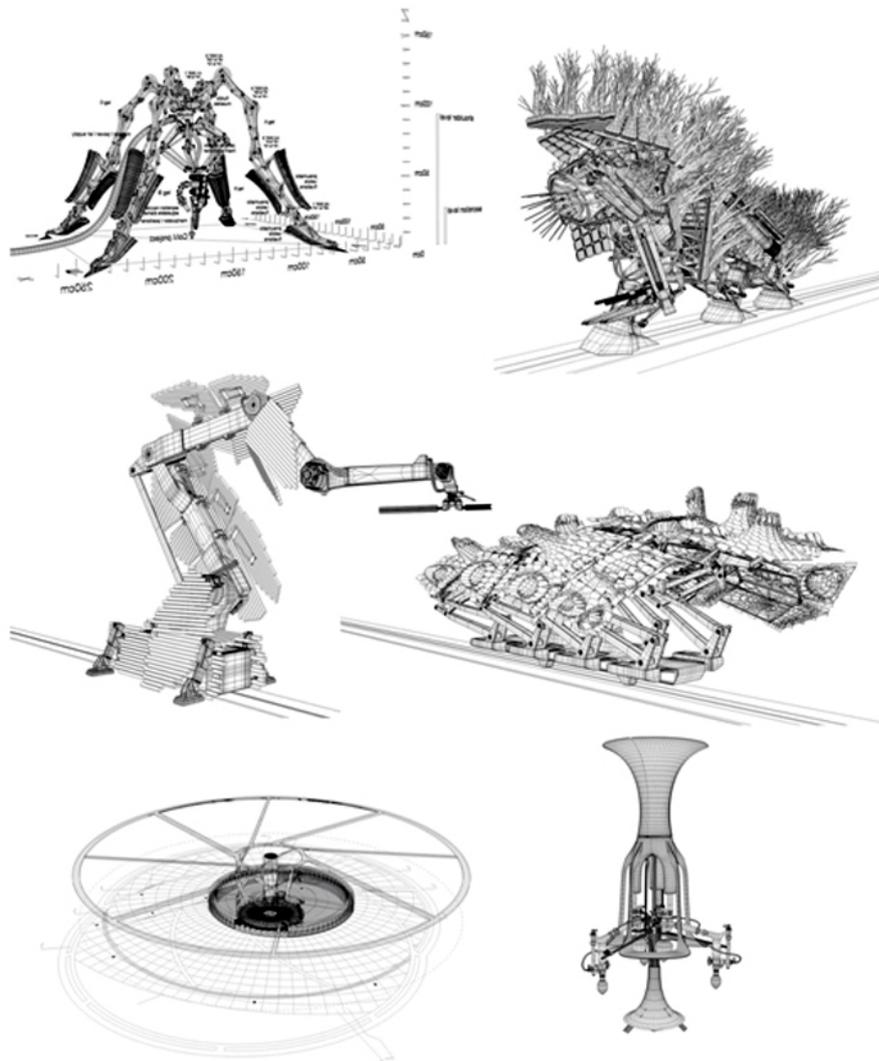


Figure 22. Différentes machines conçues par R&Sie : L'architecture des humeurs, Paris, 2010; he shot me down, Corée, 2006-07; Olzweg, Orleans, 2006; Broomwitch, Meudon, 2008; theBuildingWhichNeverDies, Autriche, 2009-11; The Garden so Earthly Delights, Croatie, 2008.

Bien que plusieurs de ces machines soient sources et objets de fantasmes, elles ont cependant le mérite d'ajouter une dimension à l'enchaînement du projet. Les capacités d'action de ces machines reconfigurent le champ des possibles de la conception. Ces machines permettent de capter les nouvelles attentes par rapport aux potentialités du numérique ; ces machines ouvrent pour les architectes une nouvelle dimension dans le projet, de nouveaux lieux où ils peuvent désormais intervenir, leur offrant ainsi une nouvelle prise sur le projet-objet architectural.

1.3.2 « L'attitude technologique »

La fin d'une période coïncide généralement avec le début d'une nouvelle ; en fait, c'est la nouvelle qui met fin à l'ancienne. S'il est possible de remarquer un moment de bascule autour des années 2003-2004, il ne s'agit pas ici à proprement parler de distinguer des faits historiques dans une chronologie, mais plutôt de saisir des différenciations par rapport aux expériences réalisées avec des technologies. En se référant toujours à Simondon, il est possible de voir émerger autour de ces années une attitude technologique.

On peut nommer attitude technologique celle qui fait qu'un homme ne se préoccupe pas seulement de l'usage d'un être technique, mais de la corrélation des êtres techniques les uns par rapport aux autres²¹⁶.

Cette attitude est ce par quoi il devient possible de ne plus considérer la technologie « comme un bloc fermé » ou « une unité absolue »²¹⁷, et à laquelle l'architecte doit se soumettre ou dont il doit tirer profit. Elle permet de voir la technologie comme une réalité relativement ouverte, multiple, où s'établissent différents rapports de forces au sein d'un même ensemble. L'engouement pour les machines intermédiaires de fabrication apparaît à la suite des explorations formelles intenses, et coïncide avec l'apparition d'environnements de programmation graphique plus accessibles ; ces nouvelles machines et environnements de programmation reconfigurent la suite logico-technique du projet-objet architectural. Leur arrivée introduit des rapports de force qui n'engagent plus directement l'architecte. Celui-ci ne s'y trouve plus impliqué de la même manière, il devient l'intermédiaire qui assure la transmission et la traduction d'information d'une machine à l'autre. C'est principalement dans cette opération de médiation, comme relais d'information, que les architectes ont cherché à ouvrir les logiciels entre eux, de telle sorte que les relations s'établissent plus facilement. L'invention de nouvelles machines permet par ailleurs de mieux comprendre les

²¹⁶ Gilbert Simondon, *MEOT*, *op. cit.*, p. 145.

²¹⁷ *Ibid.*, p. 146.

1.3.2 « L'attitude technologique »

logiciels de conception, d'abord considérés comme des machines isolées ; parce que ces machines introduisent un point de flexion supplémentaire entre l'image et son objet.

Cette nouvelle articulation propose un nouveau rapport entre le concepteur et son projet-objet, désormais compris au travers de différentes machines et non plus d'une seule. L'architecte se voit attribuer la tâche d'organiser la relation entre elles de manière technologique. Simondon ne cherche pas tant à trouver un langage commun entre l'humain et la machine, comme dans les recherches en sémantique réalisées durant les années 1970, mais plutôt à investir et localiser les marges d'indétermination des machines. C'est grâce à la capacité des architectes à localiser les indéterminations tout au long du processus qui leur a permis d'adopter ces attitudes technologiques. On peut considérer celles-ci comme le prolongement des conduites technologiques primitives de la décennie 1990. Cette évolution des sensibilités technologiques à un deuxième stade a permis au numérique de trouver des points d'ancrage dans le fond continu de la culture architecturale. Le numérique s'est trop élargi, a investi trop de domaines pour demeurer une figure isolée et reconnaissable sur un fond de préoccupations plus larges. La nouveauté, ou discontinuité, que ces technologies ont apportée s'est transformée en continuité, c'est-à-dire qu'elles se sont insérées dans des rythmes plus longs et touchent un plus grand nombre. Plusieurs auteurs parlent de culture numérique, il s'agit plutôt ici de formuler ce phénomène en termes de devenir, et de chercher à comprendre la prise de conscience faite par la culture architecturale.

Ouvrir les logiciels de conception

Le mode syncrétique (mineur) d'utilisation des logiciels qui a occupé majoritairement le devant de la scène architecturale pendant la décennie 90 a sans aucun doute contribué à la fermeture des logiciels, tirant profit de la convivialité des interfaces, tout en cherchant des façons de s'y engager plus en profondeur. Comme un retour de balancier, pendant la décennie suivante, la maîtrise de certains aspects de la programmation, surtout ceux dédiés aux mathématiques, est venue s'installer en première ligne, aux côtés des préoccupations concernant la fabrication. Ces objets d'attention sont intimement liés : concevoir la fabrication demande d'abord d'ouvrir les

logiciels de conception à ces nouvelles machines. Ces machines demandent elles aussi leur propre programme, compatibles avec les autres. La proposition d'architecture associative du groupe Objectile en constitue l'un des projets emblématiques.

L'associativité est la constitution, au moyen d'un logiciel, du projet architectural en une longue chaîne de relations, depuis les premières hypothèses de conception jusqu'au pilotage des machines qui préfabriquent les composants destinés à s'assembler sur le chantier²¹⁸.

Comme on vient de l'exposer, l'architecte Cache ne s'oppose pas tant au mode industriel qu'à une conception fermée de l'objet industriel standardisé. L'*Objectile*, néologisme de Cache, inventé pour définir ce « nouvel objet » par Deleuze²¹⁹, cherche à saisir la variation continue et « la fluctuation de la norme » qu'engendrent les machines à commandes numériques. En limitant la variation aux logiciels de conception, le *continuum* théorique perd de son enthousiasme dans la pratique. C'est à partir d'un constat similaire que Cache et Beaucé cherchent à établir une meilleure articulation entre les différentes phases des architectures produites selon des méthodes non standards. Contrairement à la production en série de pièces – poutres, poutrelles, attaches, etc. –, qui suppose une mesure à respecter, les éléments non standards, réalisés « sur mesure », permettent d'éviter cette contrainte. Comme on l'a vu précédemment, ces éléments uniques occupent une place précise dans le bâtiment, et au fur et à mesure que celui-ci arrive à la fin de son processus, chacun des éléments devient un morceau fini, qui prend sa place définitive dans l'ensemble. Les problèmes commencent lorsque des modifications sont demandées sur l'ensemble, car elles entraînent des modifications pour chacun des éléments. Cette opération qui fige les éléments dès le moment de la conception est d'autant plus problématique pour Cache qu'avec l'*objectile*, « nous passons du moule à la modulation. On n'applique plus une forme déterminée sur une matière inerte, mais on décline les paramètres d'une surface à courbure variable²²⁰ ». Cette explication s'appuie sur la modulation simondonienne, avec laquelle :

L'actualisation est presque instantanée, il n'y a jamais arrêt pour démoulage, parce que la circulation du support d'énergie équivaut à un *démoulage permanent* ; un modulateur est un *moule temporel continu* [...] Mouler est

²¹⁸ Bernard Cache, « Vers une architecture associative », in *Architecture non standard*, op. cit., p. 138.

²¹⁹ Cf. Gilles Deleuze, *Le pli. Leibniz et le baroque*. Paris : Minuit, 1988, p. 26.

²²⁰ Bernard Cache, *Terre-meuble*, op. cit., p. 67.

1.3.2 « L'attitude technologique »

moduler de manière définitive ; moduler est mouler de manière continue et perpétuellement variable²²¹.

Afin de produire cette modulation de manière technique, de nombreux efforts ont été nécessaires. La difficulté principale résidait dans la capacité d'assurer la continuité de la conception jusqu'à l'objet construit. L'architecture associative a justement tenté de résoudre ce problème de manière technologique, en ouvrant un passage capable de soutenir cette « longue chaîne de relation », par l'intermédiaire des logiciels eux-mêmes.

Cette liberté technique par l'ouverture des logiciels a fait l'objet de recherches sur le *Pavillon de l'Orme* (2001). Ce pavillon constitue une réponse aux difficultés techniques apparues avec le *Pavillon Semper* (1999) : « Dans le *Pavillon Semper*, l'ensemble des éléments reposait sur une base plane. [...] Les hypothèses du projet eussent-elles changé, le recalcul et la régénération de l'ensemble des éléments auraient probablement demandé bien plus d'une semaine²²². »

La difficulté réside dans la capacité limitée du logiciel à reconnaître et à calculer la dimension de chacun des éléments, ici principalement des supports et des attaches, surtout lorsque l'ensemble du projet-objet est modifié. L'astuce technique d'Objectile a été de modéliser les éléments non plus selon leur matérialité d'objet rigide, mais selon leur relation avec les autres éléments de l'ensemble. Ne plus penser des objets en relation, mais les relations mêmes entre éléments, assure en effet une plus grande liberté de fonctionnement.

²²¹ Gilbert Simondon, *ILFI*, *op. cit.*, p. 47 (souligné par l'auteur).

²²² Bernard Cache, «Vers une architecture associative», *op. cit.*, p. 142.

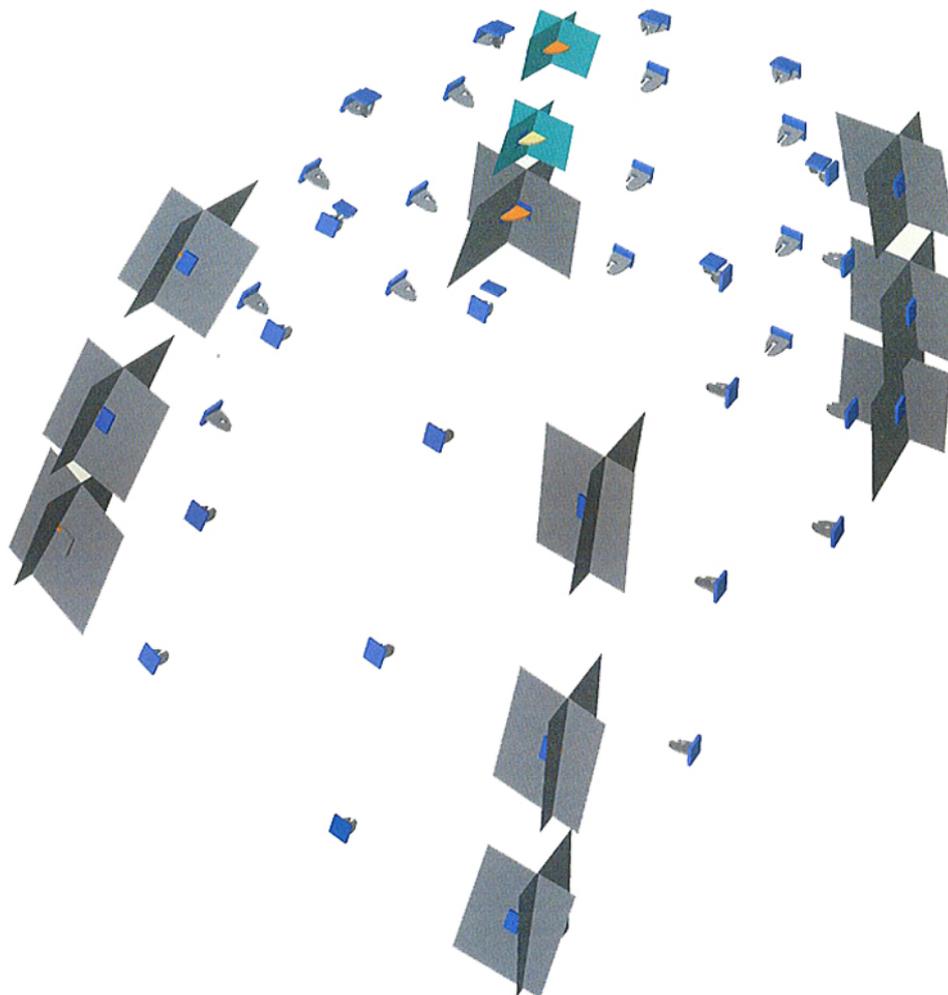


Figure 23. *Attaches, Pavillon de l'Orme, Objectile, 2001.*

Pour le deuxième pavillon, chaque modification réalisée sur l'ensemble, aussi petite soit-elle, entraîne automatiquement la reconfiguration de chacun des éléments. Penser au travers de la relation, comme l'a proposé l'architecture associative, a permis d'ouvrir les logiciels de conception vers l'extérieur, c'est-à-dire vers les machines de fabrication.

Concevoir la fabrication

Les machines à commandes numériques arrivent relativement tôt dans les milieux de l'ingénierie. En fait, les premières machines CAD-CAM datent de 1954. Il est

1.3.2 « L'attitude technologique »

important de préciser qu'à cette époque, les architectes, mêmes ceux engagés dans des considérations techniques comme Negroponte, Price ou des groupes comme Archigram et Superstudio, n'investissent pratiquement pas ce domaine de recherche, peut-être à l'exception du prototype *SEEK* (voir *infra.*). Plusieurs explications répondent à cette situation : d'abord, l'attention de ces architectes est dirigée principalement sur l'ordinateur, comme outil de dessin et de figuration ; ensuite, l'intérêt technique ne débute véritablement qu'une fois l'objet construit et en marche ; et finalement, la technique est toujours envisagée comme le moyen de retourner à l'état paradisiaque, avant la chute originelle.

Les questions autour de la fabrication à commande numérique, comme objet de questionnement souverain pour les architectes, arrivent avec un décalage considérable de presque cinquante ans. Il semble néanmoins possible de repérer un moment relativement précis où ces questions sont introduites dans le domaine architectural, avec l'apparition simultanée de quelques expérimentations d'envergure centrées sur une machine de fabrication, et des enseignements entièrement dédiés à ces considérations techniques. En quelques années, des expérimentations comme celles réalisées en partenariat avec l'ETH Zurich, par exemple le *Structural Oscillations* (2007-2008) réalisé à l'aide du robot R-O-B, sont propulsées sur le devant de la scène lors de la Biennale de Venise de 2008, projet déplacé au Etats-Unis en 2009.



Figure 24. Gramazio & Kohler, Architecture and Digital Fabrication, ETH Zurich, *Pike Loop*, Manhattan, New York, 2009.

Et, comme on l'a vu, des studios de *Digital Fabrication* apparaissent au printemps 2005, à l'université de Pennsylvanie, sous la direction de Branko Kolarevic, et un studio semblable à l'ETH de Zurich, la même année avec les architectes-ingénieurs Kohler + Gramazio.

Cet engouement soudain ne peut être attribué au seul perfectionnement technique, même si de nombreuses innovations ont été repérées en robotique au cours de ces dernières années. À l'exception du projet *Flying Architecture* présenté tout récemment au Frac Centre en 2013²²³, les machines utilisées ne fonctionnent que selon des mécanismes relativement anciens et déjà largement employés dans l'industrie. Que ce soit le bras de R-O-B, ou encore les fraiseuses à « n axes », l'inconvénient majeur de ces différentes machines ne repose pas directement sur les robots eux-mêmes, mais plutôt sur les programmes qui les contrôlent. Dans de nombreux cas, ceux-ci n'ont pas atteint un degré suffisant de sophistication pour reconnaître correctement les spécificités d'un site géographique et naturel et pour s'y orienter. Ces incapacités de la machine précisent néanmoins les raisons pourquoi les architectes s'y sont tout de même

²²³ Cf. Fabio Gramazio, Matthias Kohler et Raffaello d'Andrea, *Flight Assembled Architecture*. Orléans : Hyx, 2013.

1.3.2 « L'attitude technologique »

intéressés. La fascination pour un empilement automatique de briques, même posées selon des motifs complexes, demande quelques explications afin de bien saisir le contexte dans lequel ces expérimentations apparaissent.

Il s'établit une étrange correspondance avec les expérimentations faites au moment de la conception, bien qu'il ne s'agisse plus des mêmes architectes, que ceux-ci n'ont pas recours aux mêmes genres de discours et surtout qu'ils ne procèdent pas de la même manière. Malgré ces nombreuses divergences, il n'en reste pas moins que l'exploration repose toujours sur la modulation d'une forme, et où les déformations transparaissent dans certaines parties de l'édifice construit. La différence technique réside dans la restriction formelle qui n'est plus guidée par les potentialités qu'offrent les logiciels de conception, mais également par le champ d'action des machines de fabrication. Ces nouvelles tensions font que les envolées formelles sont désormais produites en fonction des capacités de la machine de fabrication, empêchant en quelque sorte d'obtenir des formes trop compliquées à mettre en place.

Contrairement à ce que nous avons vu avec les explorations de conception numérique, la fabrication ne cherche plus à s'isoler, mais plutôt à devenir une sorte d'artisanat sophistiqué, assumant dès le départ sa place de médiation, comme le soulève Kolarevic :

L'architecture, comprise comme une pratique matérielle, implique que sa fabrication, dans son engagement étroit avec la matérialité, soit intrinsèque au processus de conception. Fabriquer, par ailleurs, est de plus en plus médiatisé au travers les technologies numériques : aujourd'hui, c'est la machine CNC et non plus les mains de l'ouvrier qui façonne la matière et lui donne ses propriétés²²⁴.

Ces quelques mots soulignent encore l'ambiguïté introduite par les technologies de conception car, étonnamment, Kolarevic se sent obligé de préciser que l'architecture est une pratique matérielle. Par conséquent, concevoir la fabrication implique d'emblée aussi bien la matérialité du bâtiment que son processus technologique de conception. L'attitude technologique ne permet plus d'isoler le rapport de l'architecte avec une seule machine.

²²⁴ Branko Kolarevic, « The (Risky) Craft of Digital Making », in Branko Kolarevic et Kevin Klinger (éds), *Manufacturing Material Effects. Rethinking Design and Making in Architecture*. New York: Routledge, 2008, p. 120.

Le tout numérique que défendaient d'une certaine façon des organisations comme les studios *paperless* a laissé place à un partage plus subtil, où l'architecte a recours aux croquis dessinés à main levée en même temps qu'aux modélisations simulées par ordinateurs, sans les considérer comme des éléments opposés, mais dans une continuité instrumentale permettant de penser et de concevoir l'objet du projet. Si le dessin reste présent, il a presque complètement perdu sa fonction d'exécution, comme le relate le spécialiste des logiciels de conception Pierluigi Serraino : « En 2003, la vue d'une planche à dessin dans un bureau est souvent interprétée comme le reste tangible d'un mode obsolète de production ou une approche révolue et nostalgique pour faire de l'architecture²²⁵. »

S'il est possible de repérer plusieurs modes d'hybridation entre analogique et numérique, il n'est pas rare depuis quelques années d'observer des pratiques de conception menées à partir de plusieurs logiciels. Jusqu'au milieu des années 1990, une large part des producteurs de logiciels a suivi la tendance inverse, qui consiste à produire une plateforme capable de réaliser toutes les tâches elle-même. C'est l'intention affirmée de Form*Z, jusqu'à la version 4.0 en 2002, d'être à la fois logiciel de modélisation, d'animation et de rendu. L'éclatement se produit quelques années avant, avec des logiciels spécialisés et compatibles entre eux. Par exemple, la compagnie Autodesk, qui commercialise AutoCAD à partir de 1982, pilier des logiciels d'architecture, fusionne avec les créateurs de 3D Studio Max en 1999, rendant compatible le transfert des données de l'un à l'autre. En parallèle avec les extensions proposées par l'industrie, il est possible de repérer des compatibilités « forcées » par quelques traductions d'un logiciel à l'autre, une sorte de transport de la forme par le détournement de son information. Ces transferts d'information sont parfaitement intégrés pour une partie importante des pratiques contemporaines. Il est de moins en moins approprié de penser les logiciels de manière séparée. Il est plus juste de les saisir comme une entité polymorphe, c'est-à-dire comme une plateforme élargie composée de

²²⁵ Pierluigi Serraino, « Form Follows Software », in ACADIA, *Crossroads of Digital Discourse*, 2003, p. 187.

1.3.2 « L'attitude technologique »

plusieurs applications qui, une fois la compatibilité obtenue ou accordée, donne une liberté dans le glissement d'une modélisation d'un logiciel à un autre.

La description technique précise réalisée par Georges Teyssot avec Olivier Jacques sur le travail des logiciels de l'architecte Jürgen H. Mayer, et plus particulièrement sur le *Metropol Parasol*, montre la pertinence, voire l'obligation, de changer de logiciel pendant les différentes phases d'un projet-objet. Présentons le passage qui explique la fonction sollicitée par chacun des logiciels.

Comme dans la plupart des projets de J. Mayer H., trois logiciels ont été utilisés afin de générer divers niveaux d'approximation : Maya (Autodesk), Rhinoceros 3D (Robert McNeel & Associates), et ArchiCAD (Graphisoft). Afin de traduire l'esquisse programmatique en une configuration sculpturale, le logiciel d'imagerie de synthèse Maya a été utilisé. Ce modèle a été ensuite importé dans Rhino, à cause de l'excellente précision dans la définition des courbes. En fin de parcours, pour fournir les documents aux différents corps de métier, mais aussi pour paramétrer les parasols sur les banques de produits entrés dans le BIM (angl. *Building Information Modeling*), les modèles ont été reproduits en ArchiCAD²²⁶.

Comme l'article le montre très bien, chacun des trois logiciels répond à une tâche ciblée ; le logiciel est précis en ce qui concerne certaines fonctionnalités, et beaucoup moins précis sur d'autres. Un logiciel peut négliger certaines fonctionnalités parce que celles-ci sont gérées ailleurs. Il n'existerait alors pas un logiciel omnipotent capable de résoudre tous les problèmes et de gérer toutes les phases d'un projet, mais une série de logiciels aptes à répondre à une requête précise et peut-être encore plus à un mode de communication adapté aux interlocuteurs engagés dans cette phase du projet.

Organiser la relation entre les machines

La transposition de l'espace de projection dans le milieu de la construction est certainement l'un des problèmes récurrents auxquels les architectes ont à faire face. S'ils maîtrisent relativement bien les milieux de la figuration et de la projection, disposant ainsi d'une certaine liberté, le milieu de la construction a longtemps obligé certaines contraintes techniques qui, dans plusieurs cas, réduisent leurs marges de

²²⁶ Georges Teyssot avec Olivier Jacques, « Faire parler les algorithmes. Les nuages virtuels de Metropol Parasol (Séville) », *Le visiteur. Revue critique d'architecture*, n° 14, 2009, p. 111.

manœuvre. Afin d'y remédier, l'architecte a quasiment toujours eu à se confronter à la technique elle-même, franchement, comme le rappelle la photographie célèbre de Frederick J. Kiesler accroupie dans sa maison sans fin (*Endless house*, 1958-59). Le perfectionnement des TIC, mais surtout l'essor récent des machines CNC, a créé pour cette raison un enthousiasme juvénile chez de nombreux architectes, qui ont vu se transformer leur champ d'action, comme l'exprime Kolarevic :

Les architectes, en produisant, communiquant et contrôlant de manière numérique les informations échangées entre les nombreuses phases du processus de construction, ont la possibilité d'occuper un rôle central dans la construction des bâtiments et peut-être même, ils retrouveront les pouvoirs absolus des bâtisseurs médiévaux²²⁷.

Cette position, exprimée en 2003, selon laquelle l'architecte regagnerait une place qu'il a perdue, est étonnamment contraire à l'opinion exprimée par les architectes des années 1960-1970, principalement quant au rôle des machines. Les architectes pionniers de cette période, comme Negroponte ou Price, préconisent plutôt de s'effacer progressivement du processus afin d'être remplacés par les machines. Dans les cas extrêmes, il a même été envisagé de supprimer l'architecte et de laisser le client interagir « directement » avec l'objet, comme le souligne justement la chronique de Teyssot et Bernier-Lavigne :

[...] l'Architecture Machine Group songea même à supprimer l'intermédiaire (*middleman*) que représente l'architecte, pour le remplacer par des instruments capables de considérer les besoins changeants de l'occupant et de les incorporer directement dans l'environnement bâti. Cette éviction du concepteur aurait été proposée dans le but fort louable d'éliminer toute distorsion entre la volonté du client et le projet²²⁸.

Pour l'AMG, la machine est conçue comme un objet fermé, une sorte d'objectivité pure, qui permet de capter objectivement la volonté du client, sans que celle-ci interfère avec la subjectivité de l'architecte. Cette conception de la technique a évolué jusqu'à être renversée, comme le prouve le projet-fiction du groupe R&Sie[n], de *L'architecture des humeurs (AdH)*, exposé à Paris en 2010. Cet ensemble technologique présente par ailleurs de nombreuses similarités avec les projets de l'Architecture Machine Group, dont le but était aussi de faire participer le client directement au

²²⁷ Branko Kolarevic, *Architecture in the digital Age: design and manufacturing*. New York : Taylors & Francis, 2009 [2003], p. 8.

²²⁸ Georges Teyssot et Samuel Bernier-Lavigne, « Forme et information », *op. cit.*, p. 55.

1.3.2 « L'attitude technologique »

processus de conception de l'objet, en captant ses « volontés », pour ensuite les traduire et les manipuler par un programme. Pour l'*Architecture des humeurs*, au lieu de s'effacer, l'architecte vient s'insérer partout où il le peut. Contrairement à ses prédécesseurs, les visiteurs de l'*AdH* n'interagissent plus directement avec l'objet architectural au travers d'une seule objectivation cachée ou invisible, mais l'interaction est déplacée, multipliée et exposée.

Ce fractionnement de l'interaction implique de produire de nouvelles formalisations afin de gérer les nouveaux transferts d'information nécessaires entre les machines. L'interaction présente dans le projet *SEEK* (1968-1971) ou celui du *Generator* (1976-1978) a eu pour fâcheuse conséquence de réduire la sensibilité de la machine à quelques informations précises et définitives. Ce n'est pas pour rien que la machine déplaçant les blocs pour le projet *SEEK* se trouve dans un milieu fermé, un gigantesque aquarium incapable de survivre à des informations inconnues ou à un événement imprévu.

De la physiologie des humeurs à la l'« Algorithme(s) »

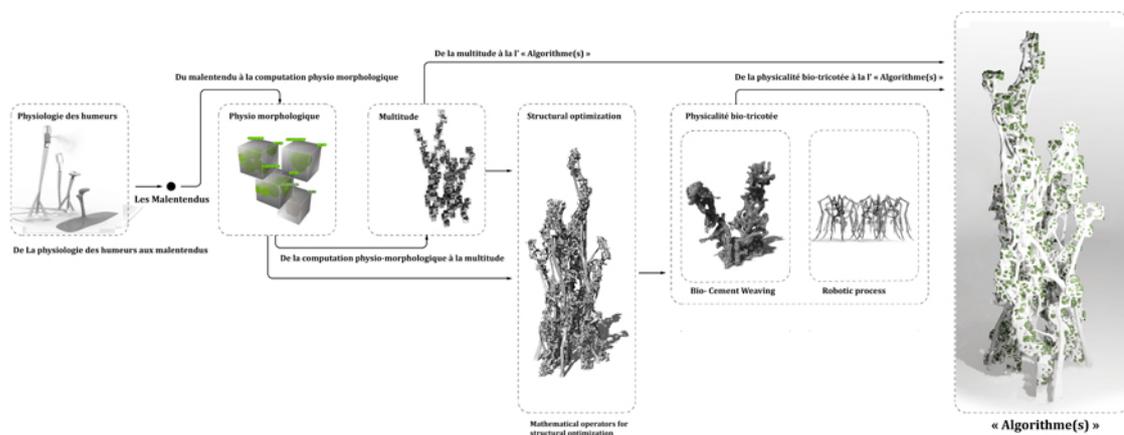


Figure 25. Chaîne de relation fictive entre les différents dispositifs techniques, *Architecture des humeurs*, Paris, R&S, 2010.

La fiction de l'*Architecture des humeurs* suggère, sans toutefois être validée par une expérience concrète, un ensemble technique avec de multiples dispositifs opérant la conversion de l'information en forme. Il y a d'abord le capteur d'information premier, celui qui récupère les données initiales provenant des clients, que l'on peut retrouver également dans les deux projets antérieurs. Pour le *SEEK* ou le *Generator*, cette information est traduite par un programme qui met en mouvement la machine-

architecture. Les modes de traduction ne sont pas apparents et il est difficile d'en retrouver la trace. Au contraire, pour l'*AdH*, les traductions sont exposées et bien en vue ; elles sont peut-être même surjouées par les références scientifiques tirées de la théorie mathématique des ensembles et surexposées par des équations algébriques. Cette mise en scène du processus de formalisation et de traduction occupe d'ailleurs une chambre entière. Ce n'est en revanche pas ce qui frappe le spectateur, car celui-ci est habitué à voir de pareils processus morphogénétiques sous forme d'animations, décrites mathématiquement ou non. Le spectateur n'est par ailleurs pas surpris de ne pas y voir la projection d'un ensemble de bâtiment sous sa forme finale, réaliste et insérée dans un contexte quelconque ; en effet, cela fait au moins quinze ans qu'il voit de pareilles explorations et de pareilles formes globulaires se transformer de manière continue.



Figure 26. L'agorithme, *Architecture des humeurs*, Paris, R&Sie, 2010.

La thèse ici avancée énonce que cette interaction possible avec l'interface graphique, principalement dans sa capacité de formalisation, a permis d'en introduire une troisième, créant ainsi un ensemble technologique dans lequel l'architecte peut désormais s'insérer véritablement entre les machines, et non plus « au-dessus ». C'est notamment ce que l'on a retenu de Simondon.

1.3.2 « L'attitude technologique »

L'individu humain apparaît alors comme ayant à convertir en information les formes déposées dans les machines ; l'opération des machines ne fait pas naître une information, mais seulement un assemblage et une modification de forme ; le fonctionnement d'une machine n'a pas de sens, ne peut donner lieu à de vrais signaux d'information pour une autre machine ; il faut un vivant comme médiateur pour interpréter un fonctionnement en termes d'information, et pour le reconvertir en formes pour une autre machine. L'homme comprend les machines ; il a une fonction à jouer *entre* les machines plutôt qu'au-dessus des machines²²⁹.

Pour R&Sie, cette compréhension s'est réalisée grâce à la machine à sécrétion fantasmée ViaBo2 qui, hypothétiquement, en plus de produire la structure de l'édifice, à la capacité de reconnaître les informations du site pour les intégrer aux données génératrices du projet. En fait, la machine à sécrétion interagit avec des informations provenant du site et du client. Cette capacité de la machine, à double entrée, avait déjà été formulée par Negroponte quarante ans plus tôt. Cette super machine fantasmée n'est par contre plus considérée comme un double qui vient remplacer l'architecte, mais au contraire, comme ouvrant de nouvelles zones d'intervention pour celui-ci. Il doit formaliser les problèmes afin que l'information se déplace d'une machine à l'autre, obligeant ainsi l'architecte à prendre certaines décisions à des moments qui ne lui étaient pas dédiés, comme par exemple certains choix liés à la fabrication. Cette machine n'est plus un objet architectural non plus. L'objet architectural du AdH est redevenu passif. La machine se place désormais dans une chaîne de relation qui, au lieu de chercher à répondre rapidement à un problème par automatisme, manipule forme et information au travers des problèmes singuliers posés au départ et qui au fur et à mesure finissent par être modifiés.

La double indétermination

L'indétermination est au moins double : technologique et esthétique. Elle recouvre une problématique qui a suivi de nombreux développements en architecture, et dans laquelle leurs relations ont connu différentes intensités – de connivence ou de divergence – selon les sensibilités partagées à un moment donné. S'il est presque sous-entendu que les objets esthétiques, comme un bâtiment, sont dépourvus de

²²⁹ Gilbert Simondon, *MEOT, op. cit.*, p. 137 (je souligne).

déterminations fixes et clairement explicitées, l'indétermination technologique paraît constituer une marge dans laquelle l'exploration se fait de manière timide. La question est soulevée par Stiegler dans son travail important sur la technique, où, en 1996, il la pose en ces termes : « Comment les programmes peuvent-ils engendrer de l'indétermination, de l'improbable et de l'inprogrammable ? Répondre à ces questions suppose que soit développée une esthétique²³⁰. »

Après presque vingt ans, et avec l'arrivée de logiciels ou d'environnements de programmation comme Mathematica ou Processing, les procédés stochastiques ont fait surgir un écart entre la perception humaine des phénomènes et sa traduction programmatique. La capacité de l'ordinateur à organiser une quantité importante d'information produit un décalage où vient s'insérer une indétermination donnant à l'architecte des variations nouvelles pour la conception. Le problème ne consiste plus tellement à générer de l'indétermination qu'à la localiser à des points précis et sensibles. C'est dans cette logique qu'a été observée la « maîtrise » de l'aléatoire par les architectes soucieux d'obtenir le même résultat d'une fois sur l'autre. L'indétermination s'est concentrée peu à peu sur des paramètres précis, permettant à la variation d'être localisée.

Les questions de fabrication et plus largement celles touchant à la matérialité des objets ont également participé à ce repositionnement de l'indétermination. La chaîne de relation technologique, articulant plusieurs machines reliées entre elles, ajoute de nouvelles indéterminations, qui sont en cours d'exploration et de stabilisation depuis quelques années. L'ajout de nouvelles marges d'indétermination pour la conception d'un objet est d'une importance capitale, parce que l'indétermination, toujours problématique, « ne peut être assumée par les objets eux-mêmes, disait Simondon ; elle ne peut être l'objet ou le résultat d'un calcul : elle doit être pensée, posée comme problèmes par un être vivant et pour un être vivant²³¹. »

L'architecte devient un relais. Il n'est plus confronté directement à une machine, mais cherche plutôt à se synchroniser avec l'énergie première du logiciel afin de concrétiser à travers lui ses intentions architecturales jusqu'à l'objet. À l'image d'une

²³⁰ Bernard Stiegler, *La technique et le temps. II. La désorientation*. Paris : Galilée, 1996, p. 87.

²³¹ Gilbert Simondon, *MEOT, op. cit.*, p. 145.

1.3.2 « L'attitude technologique »

course de relais, les passages du relais correspondent à ces moments chargés d'indétermination, où les coureurs peuvent perdre gros, mais où, avec une bonne synchronisation, l'énergie cinétique du premier coureur se transfère et se recharge par l'énergie potentielle du second. L'architecte aurait en quelque sorte la tâche d'assurer ces moments sensibles de relais, car il demeure le seul en mesure de configurer ces passages.

Le relais est ce qui par une énergie faible, « généralement porteuse d'information [...], gouverne et dose une énergie forte disponible comme alimentation²³² », explique Simondon pour le relais technique. En deçà de sa réalité technique, l'intérêt du relais réside dans sa capacité à moduler une énergie forte par une énergie faible, mais plus fine et porteuse d'information. L'architecte n'est pas celui qui génère la modélisation et la déforme, mais il reste en mesure de l'orienter selon de nouvelles intentions et préoccupations qui lui parviennent par la déformation elle-même. Ces reformulations sont constantes et chargées de logiques humaines et programmatiques qui entrent en dialogue avec ces informations et qui nourrissent la progression du projet vers l'objet.

Le devenir numérique de la culture architecturale

La difficulté de faire corroborer la culture avec les techniques, surtout lorsque celles-ci se modifient rapidement, réside dans le déséquilibre qui existe dans leur vitesse d'évolution. Les phénomènes humains constitutifs de la culture suivent une évolution lente, tandis que les techniques peuvent connaître des progressions brusques, aléatoires et rapides. Pour illustrer ce déséquilibre, Simondon utilise une image architecturale : selon lui, les contenus culturels se trouvent « partiellement en porte-à faux²³³ ». Cette image révèle que la culture, comme les modes de vie, conduites ou représentations du monde, perd ses appuis et se retrouve dans le vide, sans structure apparente. Le rééquilibrage se fait sur de longues périodes, lentement et difficilement, par la succession de différentes expériences. La culture architecturale, dans notre analyse, est

²³² Gilbert Simondon, « Le relais amplificateur (1976) », in *Communication et information. Cours et conférences*. Chatou : La Transparence, 2010, p. 179.

²³³ Gilbert Simondon, « Psycho-sociologie de la technicité », in *Sur la technique (1953-1983)*. Paris : PUF, 2014, p. 35.

ce qui régularise, ce qui permet d'établir des compatibilités entre les habitudes des architectes et les expérimentations techniques, chacune avec leur rythme de développement et leurs intentions propres. C'est ce qu'explique clairement Xavier Guchet dans son commentaire sur Simondon.

La culture rend compatible les deux aspects de la réalité humaine, elle « est ce par quoi l'homme règle sa relation au monde et sa relation à lui-même ». La culture n'est pas un contenu techniquement modifiable, elle est ce à partir de quoi une compatibilité peut s'établir entre transformation technique du monde et transformation de la réalité humaine²³⁴.

La culture architecturale aurait donc le rôle de filtrer et de sélectionner les transformations amenées par le numérique, tout en assurant son acceptation dans les pratiques et son transfert dans son long cours historique. Dans ce sens, le devenir numérique de la culture architecturale se fait par une transformation lente de la réalité de l'architecte, qui incorpore progressivement les différentes modifications selon des sensibilités technologiques singulières. La transformation ne peut être ni uniforme, ni unifiée, en raison du morcellement de la révolution numérique et du fait des différentes personnalités qui y participent. Cette multiplicité, essentielle, des affectations du numérique sur la réalité de l'architecte est venue mettre en crise l'idée d'une sensibilité commune et partagée par l'ensemble des architectes.

Cette crise de la culture, Simondon l'attribue au déséquilibre qui s'est installé entre la reconnaissance que la culture accorde à certains objets, comme l'objet esthétique, par rapport à d'autres qu'elle refoule, comme les objets techniques. Cette explication nécessite cependant quelques précisions et actualisations afin de répondre à la réalité contemporaine. En effet, comme l'a déjà soulevé en 1964 le spécialiste des médias Marshall McLuhan, « les technologies commencent à jouer le rôle que jouait l'art et à nous rendre conscients des conséquences psychiques et sociales de la technologie²³⁵ ». Si les technologies ont acquis une place grandissante dans les sociétés occidentales hyperindustrialisées, il s'est introduit un étrange déséquilibre au sein même de la culture, comme le laisse entendre le *Grand dégoût culturel*²³⁶ du philosophe Alain

²³⁴ Xavier Guchet, *Pour un humanisme technologique. Culture, technique et société dans la philosophie de Gilbert Simondon*. Paris : PUF, 2010, p. 234.

²³⁵ Marshall McLuhan, *Pour comprendre les médias. Les prolongements technologiques de l'homme*. Montréal : HMH, 1968 [1964], p. 12.

²³⁶ Cf. Alain Brossat, *Le grand dégoût culturel*. Paris : Seuil, 2008.

Brossat. Pour lui, l'expérience culturelle de la démocratie remplace l'expérience esthétique ou politique de celle-ci, et par conséquent, empêche le véritable engagement. L'expérience devient passive au lieu d'active, parce que culturelle ; elle ne touche plus à la sensibilité de l'individu. C'est dans ce sens que les expérimentations numériques réalisées par les architectes avec une visée esthétique représentent une relation engagée permettant d'articuler technique, culture et nature.

C'est pour cette raison que l'expression « culture numérique » semble peu appropriée pour saisir la réalité des pratiques architecturales contemporaines. En prolongeant le constat de Brossat, l'expression culture numérique viendrait annihiler l'expérience technologique. Elle paralyse sa dimension technologique, c'est-à-dire sa dimension relationnelle. L'expression masque les tensions internes des expérimentations, des motivations et des inventions, se réduisant plutôt à un usage généralisé et généralisant des écrans omniprésents, englobants, et constamment connectés au réseau.

Le devenir numérique est alors à comprendre comme la progression constante de la culture architecturale qui, sans être doctrinale, se situe à la jonction des permutations numériques multiples et de la reconfiguration des pratiques architecturales. Il faut voir ces évolutions comme co-constituantes. En près de soixante ans, les sensibilités technologiques sont venues structurer de plus en plus la culture architecturale, de telle sorte que certains schèmes de fonctionnement techniques, propres aux logiciels de conception principalement, sont venus s'intégrer de manière durable dans l'imaginaire et l'histoire de l'architecture.

PARTIE 2. GENESE ET MODES D'EXPLORATION DE LA FORME

« Or, s'ils ne sont pas vivants, ils contiennent pourtant la cristallisation de quelque chose de vivant : les heures de travail humain consommées à les produire, et l'effort d'invention qui a permis de les concevoir. »

Gilbert Simondon, *Psycho-sociologie de la technicité.*

2.1

PENSER AU TRAVERS DU PROCESSUS

Cette deuxième partie s'intéresse aux processus exploratoires de la prise de forme architecturale, en accordant une place particulière à leur genèse technologique. Ces processus sont générés au travers de la relation entre l'architecte et les logiciels de conception, ou autres machines, développée en première partie, et en sont par conséquent la réalisation visible.

Penser au travers du processus ne peut être considéré comme l'élément nouveau qu'apporte le numérique, car il est possible d'observer des engouements semblables pour la variation des formes à différents moments de l'histoire architecturale. La question du processus acquiert néanmoins toute son importance lorsque celle-ci est pensée de manière radicale, comme le fait Gilbert Simondon pour sa pensée de l'individuation, avec comme hypothèse centrale de « connaître l'individu à travers l'individuation plutôt que l'individuation à partir de l'individu²³⁷ ». Cette alternative, plaçant le processus (individuation) devant l'objet (individu), lui sert à rendre compte de la zone floue laissée par les pensées substantialistes ou hylémorphiques de l'individu dans une recherche sur la définition de l'être. Par conséquent, « pour penser l'individuation, il faut considérer l'être non pas comme une substance, ou matière, ou forme, mais comme un système tendu, sursaturé, au dessus du niveau de l'unité²³⁸ ». S'intéresser à la substance d'un être revient pour Simondon à valoriser l'une de ses dimensions au détriment des autres, et par conséquent, à ne pas saisir sa réalité complète. Cette pensée radicale de l'individuation, entraînant une pensée en deçà de la « matière » des individus (sujet ou objet), est des plus pertinentes pour saisir la réalité des explorations architecturales et simulées par logiciels. En ne plaçant plus toute notre attention sur la matière ou la forme, mais sur l'énergie constitutive, provenant de la

²³⁷ Gilbert Simondon. *ILFI*, op. cit., p. 24.

²³⁸ *Ibid.*, p. 25.

relation technologique décrite en première partie, il devient possible de saisir les potentialités qui gouvernent l'objet tout au long de son processus.

Divisé en quatre sous-parties, ce premier chapitre suit la construction et l'évolution d'un imaginaire d'architectures numériques aux travers de différentes explorations formelles significatives. Cette évolution décrite en phases trouve son aboutissement dans l'expérience avec les objets construits qui est développée dans le chapitre 2.2.

2.1.1 La forme comme véhicule d'exploration

Les projets-objets de l'architecture numérique ont surtout été présentés, compris et pensés au travers de leur processus de prise de forme plutôt qu'à partir de leur forme statique, définitive et achevée : celle qui pouvait être construite. Il n'est pas rare de voir s'aligner une série d'images montrant des formes changeantes.

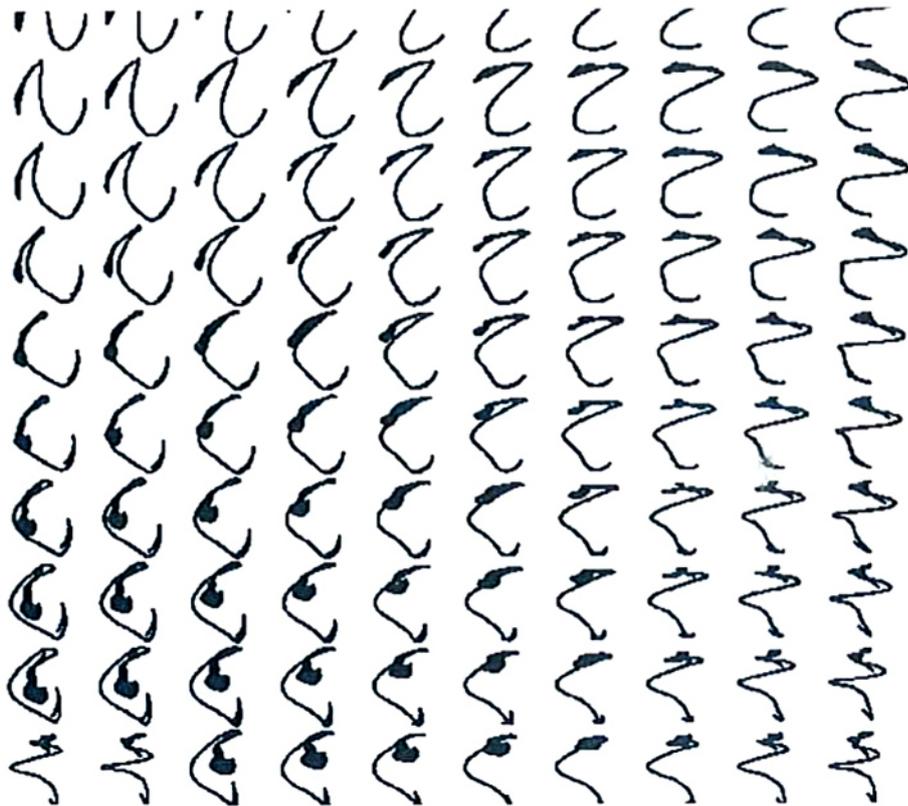


Figure 27. Motifs de la *Pallas House*, dECOi et Objectile, 1999.

Selon ce mode de représentation, la forme n'est plus simplement forme, elle est à comprendre dans son enchaînement dynamique et relationnel. Elle est ce qui permet de suivre la variation de la forme de l'objet simulé ; elle s'étend sur l'ensemble du processus. C'est une forme qui varie et au travers de laquelle les architectes explorent : elle se trouve à la limite de l'information. En fait, la forme devient ce qui régule le

2.1.1 La forme comme véhicule d'exploration

processus et constitue la base sur laquelle les architectes guident, orientent et valident leurs explorations. Il existe une véritable tension entre forme, information et variation, comme l'explique Simondon.

On peut dire que la forme, conçue comme régularité absolue, tant spatiale que temporelle, n'est pas une information mais une condition d'information ; elle est ce qui accueille l'information, l'*a priori* qui reçoit l'information. La forme a une fonction de sélectivité. Mais l'information n'est pas de la forme, ni un ensemble de formes, elle est la variabilité des formes, l'apport d'une variation par rapport à la forme. Elle est l'imprévisibilité d'une variation de forme, non la pure imprévisibilité de toute variation²³⁹.

Mettre en tension la forme avec l'information revient à se concentrer sur l'imprévisibilité que sous-tend la variation, et plus précisément sur ses limites. Pour y parvenir, il est important de prendre au sérieux le réalisme des relations, c'est-à-dire de saisir la réalité à partir des relations prises comme premières et constitutives. Les entités *sont* la relation, et non l'inverse, des entités *en* relation. Il y a désubstantialisation sans déréalisation.

Ce constat n'est pas évident à saisir dans toute sa portée, principalement au moment où les TIC sont pensées au travers de concepts comme l'immatérialité ou saisies à partir d'une « hyperréalité », et il l'est encore moins avec celui du cyberespace. L'autonomie apparente des figurations architecturales, tenant à distance leur réalisation dans la construction, a suscité une confusion chez certains critiques, dont la compréhension du phénomène se place à l'opposé de la pensée simondonienne. En effet, pour quelques-uns d'entre eux, comme on a pu l'observer dans le commentaire d'Estevez sur le projet *Beachness* de NOX, il existe une correspondance entre désubstantialisation et déréalisation.

L'absence de support répondant à l'absence de substance, le régime de visibilité des bâtiments que ces outils logiciels tendent à promouvoir est *fondé sur une déréalisation* de leur représentation [...] Le travail sur la forme se déploie à l'écart de toute mise à l'épreuve d'une réalité concrète²⁴⁰.

Ce constat est étonnant dans la mesure où il distingue, au sein même de la tâche spéculative du dessin, le croquis à la main et les explorations numériques. Pour on ne sait quelle raison, l'un entrainerait une coupure avec la réalité concrète et l'autre pas.

²³⁹ Gilbert Simondon, *MEOT*, *op. cit.*, p. 137.

²⁴⁰ Daniel Estevez, *Le dessin d'architecture et infographie*, *op. cit.*, p. 116.

Afin d'éviter de tels raccourcis conceptuels, il est important d'insister sur le fait que le changement de support ou de milieu n'entraîne pas nécessairement une absence de substance, mais une médiation, qui, semble-t-il, a été négligée. Penser à partir de l'opposition de la forme et de la matière est désormais insuffisant pour saisir la réalité de l'objet architectural dans toutes ses dimensions. Le passage de Deleuze sur l'*objectile*, néologisme emprunté à Bernard Cache, ne tend pas à autre chose, prenant d'ailleurs appui sur la modulation simondonienne. En considérant cette pensée du processus, « la mise à l'épreuve d'une réalité concrète » n'est plus seulement réservée à la réalité de la construction, mais se déploie sur l'ensemble du processus. Ce changement de point de vue implique que la forme ne trouve plus sa destination finale uniquement dans l'objet construit, comme le laissait sous-entendre Estevez. La forme est ce qui limite, régularise et stabilise l'information ; elle se développe et se maintient dans son état final à chaque moment.

Les explorations formelles de la décennie 1990, dont la fabrication s'est généralement avérée en deçà des attentes ou carrément absentes de leurs réflexions, ont eu la fâcheuse conséquence d'entraîner un détachement par rapport à l'objet construit, dont l'exemple le plus marquant a été sans contredit l'échappée dans l'espace désubstancialisé, mais réel et virtuel, du cyberspace. Par abus de langage, les processus spéculatifs se sont placés en opposition à l'objet fabriqué, comme un contenant hermétique et isolé, avec leur vie propre détachée du monde physique.

Une large part du malentendu provient du statut accordé à l'image, et plus précisément dans son rapport à l'imagination et à la technique. Il est donc apparu important de réhabiliter l'image, comme réalité intermédiaire entre sujet et objet, entre abstrait et concret, afin de saisir les enjeux de la forme comprise comme véhicule d'exploration pour le projet-objet. La notion d'image est instable, fluctuante, et se rapporte parfois à des réalités étrangères. Les images évoluent ; elles ne peuvent donc pas être réduites à leur caractère perceptif. La théorie du devenir des images qu'élabore Simondon dans son cours sur *l'imagination et l'invention* est d'une très grande utilité pour notre étude, car il permet de suivre l'évolution des images selon différentes phases et niveaux. Le devenir des images permet de saisir les variations temporelles exprimées

2.1.1 La forme comme véhicule d'exploration

dans les explorations, en plus de leurs déformations spatiales. Les architectures numériques peuvent alors se penser comme des objets temporels.

Le deuxième intérêt pour cette théorie réside dans le fait que l'imagination se réalise dans l'invention. Imagination et invention ne sont pas des termes opposés, mais compris dans un même cycle. L'imagination, qui se développe à partir d'une période d'émergence jusqu'à une saturation progressive, débouche dans certains cas sur l'invention, permettant le renouvellement d'un cycle d'images. Il s'agit alors de suivre l'évolution des explorations en se calquant sur la théorie de Simondon, de manière à comprendre comment le milieu architectural se structure progressivement pour accueillir cette invention. Selon ce schéma, l'imagination numérique construite au travers d'explorations architecturales réalisées en un peu plus de vingt ans a permis de réaliser le saut de l'invention.

Réhabiliter les images

La figuration et la projection architecturales occupent depuis longtemps une place privilégiée dans le travail de l'architecte, comme réalité intermédiaire. L'image est à la fois concrète et abstraite. Elle est suffisamment concrète pour que l'architecte puisse poser des problèmes, les résoudre, et s'approcher de l'objet à construire. D'un autre côté, elle est aussi suffisamment abstraite pour lui permettre d'explorer à sa guise des aspects précis, libérés de certaines contraintes. En revanche, l'image est partielle, car il lui manque des dimensions. Elle permet le passage entre l'imagination de l'architecte (sujet) et les images du bâtiment à construire (objet), par différents contrôles rétroactifs sur la forme. Ces processus de conception ont fait l'objet de nombreuses recherches constituant à elles seules un domaine d'étude vaste et précis. Il ne s'agit pas ici d'examiner les différentes théories de la conception, ni d'aborder les terrains des sciences cognitives, mais plutôt de chercher à saisir le devenir des images d'architecture selon un schéma simple d'élaboration de Simondon afin d'établir les principales étapes d'un processus d'imagination qui s'accomplit dans l'invention.

Avant d'aborder cette théorie, il est important de préciser que Simondon réalise cette étude sur le développement des images mentales chez un individu. Il s'agit donc pour nous de s'inspirer de ce cycle des images et d'y établir un niveau supplémentaire pour les images de la conception architecturale numérique, hors de l'individu. Selon cette logique, l'ordinateur et les différents logiciels constituent l'invention première qui permet le changement de niveau.

Il importe pour notre analyse de maintenir les logiques proposées par Simondon, comme l'hypothèse du dynamisme génétique de l'image, en phases et niveaux. Cette hypothèse assume, comme point de départ, que le terme « image » peut être utilisé pour expliquer des réalités qui n'auraient de prime abord aucun lien entre elles. Au cours de ce processus, l'image adopte différents contenus – moteur, cognitif, affectivo-émotif – pour finalement se réaliser dans une quatrième phase : l'invention.

En présentant rapidement un cycle complet, disons que (1) l'image est d'abord marquée par une croissance *pure*, comme anticipation, (2) elle se développe ensuite par l'expérience avec l'objet, comme perception, et puis (3) elle arrive à saturation, donnant à voir une certaine structuration, comme symbolisation, et finalement (4), dans certains cas, l'imagination rend possible l'invention, ce qui permet de recommencer le cycle à un autre niveau, en fonction de nouvelles attentes et anticipations. Il est à noter que pour tout le cycle, il s'opère ce que Simondon appelle une « décantation », à la genèse de chacune de ces étapes, c'est-à-dire « une réduction du nombre des éléments conservés et proposés finalement comme matières d'invention²⁴¹ ». En effet, les croquis abstraits, approximatifs ou flous possèdent des potentialités qui s'évaporent au fur et à mesure du projet, par leur stabilisation dans l'image finale de l'objet. Dans ce sens, l'architecture potentielle demeure toujours plus riche en possibilités que l'architecture qui réussit le saut, et se construit.

Cette distribution en phases successives du « design process » permet en plus de saisir les tensions et intensité qui se mettent en place entre les images. Les images se chargent et se déchargent au fur et à mesure de leur évolution par plateaux. Cette configuration montre que les images ne sont plus attirées fatalement vers une image

²⁴¹ Gilbert Simondon, *Imagination et invention*, *op. cit.*, p. 138.

2.1.1 La forme comme véhicule d'exploration

finale, ultime et constructible. Chacune des images se trouve liée à des paliers suffisamment stables pour qu'elles se différencient les unes des autres.

Le véritable intérêt de cette théorie du devenir de l'image ne se trouve pas tellement au niveau de l'individu, mais à un niveau encore plus large, celui de la culture architecturale elle-même. À partir de cette théorisation, il est possible de regrouper ces nombreuses explorations selon différentes phases, rendant ainsi lisible l'évolution de l'architecture numérique : des premières explorations menées selon des conduites instinctives jusqu'à la structuration d'un milieu numérique propice à réaliser une invention architecturale.

Comme un objet temporel

Il n'a pas fallu attendre les logiciels d'animation pour penser l'objet architectural à travers à son processus. Si, par sa nature, l'architecture semble privilégier les considérations spatiales par rapport aux préoccupations temporelles, l'obsession de la temporalité n'est pourtant pas un phénomène totalement nouveau. Pour l'histoire qui nous intéresse, l'introduction de la durée comme critère sensible de l'architecture correspond certainement à ce que l'historien Siegfried Giedion nomme « la nouvelle conception de l'espace : espace-temps ». Dans un texte canonique de l'histoire moderne, Giedion définit cette nouvelle conception de l'espace, en espace-temps, à partir du *Nu descendant un escalier* (1912) de Marcel Duchamp. Ce que l'historien en retient se résume à la superposition des points de vue sur un objet qui se déplace dans le temps. On retrouve un intérêt similaire dans l'explication qu'il a donnée des clichés d'Étienne-Jules Marey dans *La mécanisation au pouvoir*. Là encore, il s'agit de saisir le mouvement, par sa décomposition dans l'espace.

À la lumière des explorations faites avec des logiciels d'animation, on remarque que Giedion n'envisage pas à l'époque que les objets architecturaux se déplacent eux-mêmes, comme les architectures mobiles de *Walking City* (1964) d'Archigram, et encore moins qu'ils transforment leur morphologie interne, semblable à un organisme vivant. Son analyse portant sur la fin du XIX^e siècle et le début du XX^e se concentre

principalement sur « l'interpénétration de l'espace extérieur et de l'espace intérieur²⁴² », faisant de l'architecture un dispositif capable de cadrer le paysage et l'événement pour un sujet se déplaçant à l'intérieur d'elle. Pour Giedion, l'architecture est une sorte d'appareil perspectif capable, peut-être plus que la photographie et moins que le cinéma, de construire un regard en mouvement. On trouve d'ailleurs plusieurs résonances et prolongements de cette analyse dans les propos d'architectes numériques, comme ceux de Lars Spuybroek (NOX) : « Si la *vieille* perspective était un instrument pour voir une forme dans l'espace, l'ordinateur quant à lui, est un instrument pour voir la forme dans le temps²⁴³. » Cette différenciation exclut cependant le cinéma, sur lequel repose en partie la nouvelle conception spatiale de Giedion. La distinction entre le cinéma comme appareil perceptif et l'ordinateur comme milieu (*medium*) d'exploration est cruciale pour comprendre le basculement qui s'est opéré quant aux considérations spatio-temporelles soulevées par chacun d'eux. L'architecte Greg Lynn tente d'aborder cette distinction, avec quelques difficultés, dans son texte *Animate Form* (1999). Malgré qu'il ait ensuite désavoué plusieurs explications de ce texte, l'argumentation principale a cependant le mérite de montrer que la temporalité n'est plus uniquement perceptible *entre* les objets par l'expérience d'un sujet, mais se trouve intégrée *dans* l'objet lui-même, considéré comme un organisme qui évolue. Cette explication concorde exactement avec la définition que donne Deleuze du virtuel, qu'il a reprise de Bergson. En se référant au commentaire d'Anne Sauvagnargues sur la philosophie de Deleuze, il devient possible de comprendre ce que certains architectes ont tenté d'expliquer dans leurs considérations autour du mouvement, de l'animation et du temps.

Le mouvement ne consiste pas en un déplacement dans l'espace, mais en un changement dans le temps, et un tel changement n'affecte pas seulement le rapport des parties entre elles, mais le tout dans lequel elles changent. [...] Enfin, le concept de virtuel transforme notre conception du tout²⁴⁴.

Nous expliquerons plus loin l'intérêt de maintenir la notion de virtuel, mais il s'agit ici d'abord de prendre conscience de la hiérarchisation implicite qui s'installe entre la partie et le tout. Le projet-objet architectural peut être pensé comme un objet temporel

²⁴² Siegfried Giedion, *Espace, temps, architecture*. Paris : Denoël, 1990 [1948], p. 18.

²⁴³ Lars Spuybroek, « The motorization of reality », in *The architecture of continuity*, op. cit., p. 71.

²⁴⁴ Anne Sauvagnargues, *Deleuze. L'empirisme transcendantal*, op. cit., p. 109-110.

2.1.1 La forme comme véhicule d'exploration

lorsque celui-ci est considéré au travers de sa transformation continue. Le projet-objet trouve des similarités avec l'écoute d'une mélodie où les notes individuellement n'ont de valeur qu'en relation avec celles qui les précèdent et les suivent. C'est la transformation continue qui déplace le couple figure et fond, où celui-ci est maintenu à la limite et suit le mouvement, comme le montre la conception du *Leisure Center* d'Ali Rahim.

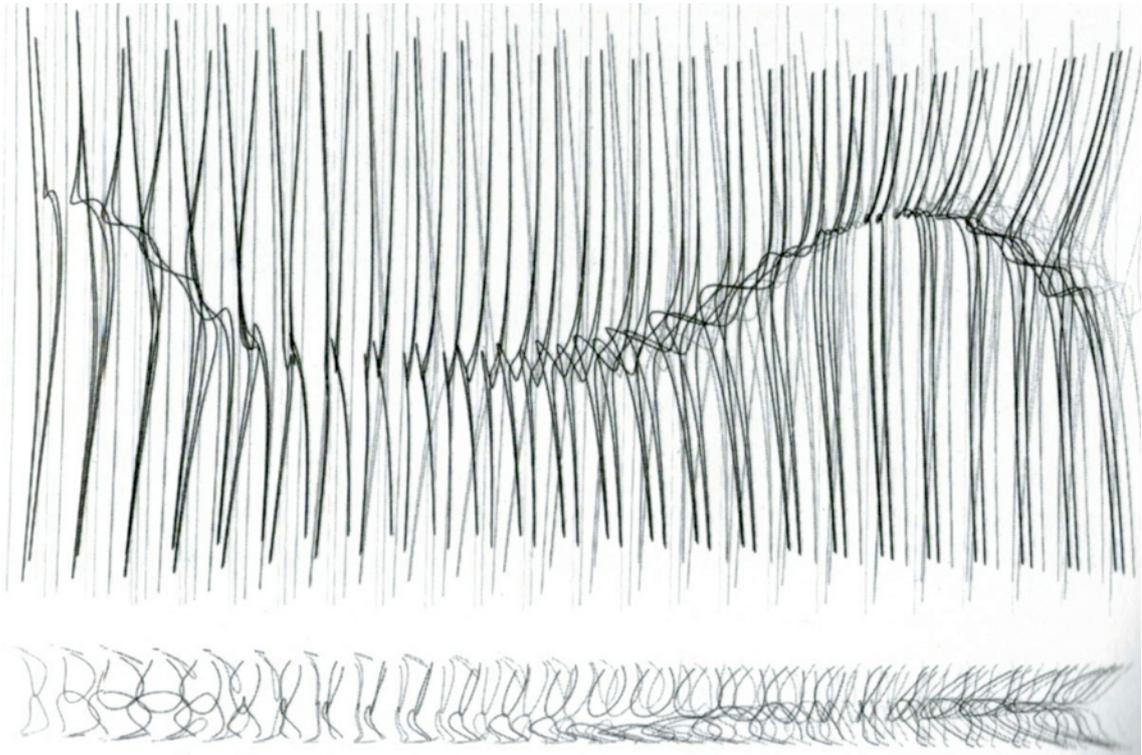


Figure 28. Système dynamique avec ressorts et champs de particules, *Leisure Center*, Athènes, Contemporary Architecture Practice (Ali Rahim), 2002-2003.

Le mouvement n'est plus directement appliqué à une forme, ni à un fond, c'est au contraire la configuration énergétique simulée qui les transportent et les modifient, dans une réciprocité co-constituante. La transformation reconfigure à la fois le tout et les parties, au fur et à mesure de sa réalisation.

La différence est radicale par rapport à la conception de l'espace-temps proposée par Giedion, dans le sens où la dimension temporelle devance celle spatiale. Si pour Giedion, il s'agit d'introduire du temps, de la durée, afin de voir l'étendue de l'espace, les explorations numériques procèdent plutôt dans le sens inverse, c'est-à-dire elles se servent de configurations spatiales pour percevoir la dimension temporelle de l'objet.

Une configuration spatiale qui se modifie dans le temps entraîne un enchaînement particulier, dans lequel le centre de l'image ne se trouve plus sur l'objet, mais dans le passage d'une forme à l'autre. C'est au travers de ces modifications que la forme trouve une direction, comprise comme sens. La spécificité des explorations est que ces modifications sont générées principalement par un algorithme. Si à un certain niveau de perception, c'est bien le programme qui assure le « lien » entre les images, à un autre niveau, la continuité entre les images repose sur l'attention du concepteur, qui doit parvenir à leur donner sens afin qu'elles deviennent compréhensibles.

Penser l'objet architectural comme un objet temporel amène donc à placer le processus au centre, bien évidemment, mais demande aussi de ne pas recourir à un principe extérieur fermé et déjà expliqué par le programme. Il s'agit plutôt de chercher à saisir au travers de ce processus les motivations de l'architecte et les possibilités de l'algorithme. C'est pour cette raison que les explorations sont si précieuses, en deçà de leur résultat formel, car cette coexistence intervient dès la genèse, et se maintient tout au long de son développement.

Le maintien du virtuel

Les architectes des années 1990 qui se sont intéressés de près au TIC ont mobilisé dans une large proportion le terme de virtuel afin d'expliquer les potentiels de conception qui s'ouvraient avec l'ordinateur. Cette mobilisation rapide et excessive a cependant fait que le terme virtuel, *virtual* en langue anglaise, a été sursaturé avant même l'année 2000, rendant cette notion rapidement obsolète, comme a pu le révéler Lynn dans son *Animate Form* :

Le terme virtuel a tellement été appauvri récemment que souvent il se réfère simplement à l'espace numérique de la conception assistée par ordinateur (CAO). Il est régulièrement utilisé de façon interchangeable avec le terme "simulation"²⁴⁵.

Cette dénonciation révèle l'ambiguïté qui repose principalement sur les deux sens attribués à la notion de virtuel. D'un côté, par sa racine latine (*virtus*), le virtuel suppose

²⁴⁵ *Ibid.*, p. 10.

2.1.1 La forme comme véhicule d'exploration

une force, réelle, un potentiel qu'il tend à actualiser. Cette approche a été développée par certains philosophes, comme Gilles Deleuze, sur lequel les architectes se sont appuyés pour tracer les grands traits du concept. Si chaque objet actuel est enveloppé d'images virtuelles, le virtuel se définit surtout par sa différence avec le possible. Le possible tend à se réaliser par ressemblance, tandis que le virtuel, au contraire, tend à s'actualiser par différenciation. C'est l'une des singularités que retiennent les architectes, qui voient alors dans la proposition de Deleuze une définition capable de capter la réalité dans laquelle ils se trouvent en manipulant les formes grâce aux virtualités de l'ordinateur. Ainsi, des architectes comme Greg Lynn tentent de rapprocher ce terme de virtuel de la formulation de Deleuze.

Il existe cependant un aspect de la virtualité que les architectes ont négligé, et cela correspond au principe de force virtuel et à la variation différentielle que la virtualité contient. [...] En considérant un objet comme un vecteur, dont sa trajectoire est relative à d'autres objets, forces, fonds et flux ; la forme de cet objet se définit donc à l'intérieur d'un espace chargé de force et de mouvement²⁴⁶.

Cette acception, partagée par plusieurs architectes qui, sans surprise, sont proches des démonstrations deleuziennes, est relativement inattendue lorsque l'on sait que *virtual* en langue anglaise s'approche de « presque » (*almost*), et que d'après le dictionnaire étymologique en ligne Etymonline, à partir de 1959, le virtuel est défini, pour la simulation informatique, comme « physiquement non existant mais produit pour apparaître par logiciel²⁴⁷ ».

L'expression *virtual reality* (réalité virtuelle) est d'ailleurs encore employée, alors qu'en langue française, elle est presque censurée. En prenant plusieurs précautions, certains penseurs-ingénieurs ont cherché à définir la notion de virtuel sous un angle nouveau. L'ingénieur Denis Berthier, reprochant à Deleuze l'indistinction entre les termes virtuel et potentiel, propose cette définition : « Le virtuel est ce qui, sans être réel, a, avec force et de manière pleinement actuelle, les qualités (propriétés) du réel²⁴⁸. » Au contraire de Deleuze, il oppose le virtuel au réel, même s'il en a

²⁴⁶ *Ibid.*, p. 11.

²⁴⁷ http://www.etymonline.com/index.php?v&p=9&allowed_in_frame=0 (page consultée le 4 octobre 2013).

²⁴⁸ Denis Berthier, « Penser notre relation à la Machine (plutôt que nous penser comme des machines) », in *Terminal*, n° 92, hiver 2004-2005. p. 17.

l'apparence ou les propriétés. Il faut entendre ici réel comme matériel ; l'image du miroir est actuelle et virtuelle, sans être réelle !

Cette ambivalence du terme a fait que le virtuel, et ses implications, a été largement remplacé par celui de numérique. Si ce remplacement indique par ailleurs un déplacement d'intérêt, il n'en reste pas moins que le terme de virtuel a bien été un réceptacle capable de rendre compte d'une expérience techno-esthétique réelle entre l'architecte et les virtualités des logiciels. La question n'est certainement plus *qu'est-ce que le virtuel ?*, mais plutôt qu'est-ce qui a été virtualisé (et par conséquent actualisé) par les TIC pour ces pratiques architecturales spécifiques ? Quelles opérations le virtuel tente-t-il de saisir ? On s'aperçoit très vite que le virtuel ne se trouve pas seulement du côté de la machine. Sans opérateurs, les actions ne sont que des possibilités d'exécution.

Préférant la notion de potentialité, Simondon est cependant clair sur le virtuel des machines : « Il n'y a pas de véritable virtuel pour une machine ; la machine ne peut réformer ses formes pour résoudre un problème²⁴⁹. » La reformulation des problèmes ne peut être réalisée que par un être vivant, ou par des gestes humains fixés dans un programme. Par conséquent, c'est la relation qui s'opère entre les deux faces de l'interface qui est virtualisée et qui s'actualise dans l'exploration. Dans ce sens, les logiciels ne *contiennent* pas à proprement parler du virtuel, mais *offrent* des virtualités qui deviennent perceptibles seulement une fois actualisées dans la forme vue et reconnue par l'architecte. Les forces ne sont actives qu'une fois captées. Les concepteurs doivent être sensibles, attentifs et réceptifs, sans quoi ils ne voient rien, sinon des traits abstraits dénués de significations.

²⁴⁹ Simondon, *MEOT*, *op. cit.*, p. 144.



Figure 29. *Housing development, Seiersberg, Manfred Wolff-Plottegg, 1987-1991.*

Pour comprendre ce qui est capté et mis en jeu, il n'est pas inutile de se référer aux explications de Pierre Lévy concernant la virtualisation. Pour lui, l'intérêt principal ne réside pas tant dans la découverte des actualisations que dans le processus inverse de virtualisation : « La virtualisation peut se définir comme le mouvement inverse de l'actualisation. Elle consiste en un passage de l'actuel au virtuel, en une "élévation à la puissance" de l'entité considérée²⁵⁰. »

L'erreur serait d'« élever à la puissance » l'activité du dessin ou des modes de conception traditionnels, laissant ainsi inopérant le véritable intérêt de l'ordinateur pour la conception architecturale. Comme l'a montré Estevez, analyser l'infographie en regard du dessin réduit considérablement son pouvoir de virtualité. « C'est même probablement dans ce défaut de virtualité du dessin infographique que l'on peut trouver la marque de l'une des limites dans son adaptabilité aux tâches spéculatives sur le projet que conduit l'architecte²⁵¹. » Ce désintéressement pour les virtualités actualisées dans les explorations numériques, a cependant le mérite de réaffirmer l'importance de la participation, comprise comme autant d'efforts de compréhension et d'assimilation, parce que l'entité numérique ne repose pas sur une gestuelle et une rythmique connues. Ce qui a donc été virtualisé par les architectes, c'est leur propre désir de forme, pensé

²⁵⁰ Pierre Lévy, *Qu'est-ce que le virtuel ?*, op. cit., p. 15.

²⁵¹ Daniel Estevez, *Le dessin d'architecture et infographie*, op. cit., p. 153.

néanmoins en deçà de la forme elle-même. Tous leurs efforts pour « élever à la puissance » des désirs propres à leur milieu, avec leurs obsessions, peuvent être saisis dans leur actualisation.

L'actualisation apparaît alors comme la solution d'un problème, une solution qui n'était pas contenue à l'avance dans l'énoncé. L'actualisation est création, invention d'une forme à partir d'une configuration dynamique de forces et de finalités²⁵².

Ces actualisations qui, en plus de rendre accessible cette mise en puissance de l'action jusqu'alors inexistante, ont l'avantage d'opérer une sélection. C'est-à-dire que toutes les heures passées devant l'écran par une équipe d'architectes à explorer les « virtualités » de l'ordinateur nous sont épargnées et se trouvent cristallisées dans quelques processus formels sélectionnés et diffusés, dans leur actualisation.

Les bases de l'invention

L'invention cherchée ici se distingue de l'invention technique, comme l'ordinateur, certains logiciels ou machines de fabrication. Nous nous intéressons plutôt à une invention d'ordre esthétique et architectural. Il n'est pas anodin de rappeler que l'invention technique, esthétique ou philosophique est rare, souvent aléatoire, et ne peut résulter simplement de la volonté. Ce n'est donc pas un architecte en particulier, ni même un petit groupe d'architectes qui sont arrivés ensemble à l'invention, car celle-ci est généralement trop lente, mais c'est chacun de leur côté, parfois dans des sens opposés, par le biais d'essais et d'erreurs, qu'ils parviennent à intégrer un devenir numérique dans leurs sensibilités d'architectes, et jusqu'au bout, c'est-à-dire repérables dans l'architecture elle-même. Cette évolution a pris quelques années et se place à la suite d'un imaginaire numérique constitué à partir d'explorations formelles. Les sous-chapitres suivants (2.1.2 à 2.1.4) montrent ces accumulations, décantations et organisations qui sont devenues progressivement les conditions initiales de l'invention. L'une des caractéristiques importantes réside dans le *saut* que permet l'invention par rapport à l'imagination constitutive, et dans le remaniement de structures et de fonctions

²⁵² Pierre Lévy, *Qu'est-ce que le virtuel ?*, op. cit., p. 15.

2.1.1 La forme comme véhicule d'exploration

qu'elle opère. Comme le dit Simondon, « l'objet porteur du résultat d'une activité d'invention a reçu un supplément de cohérence, de continuité, de compatibilité intrinsèque et aussi de compatibilité avec le reste non-élaboré du milieu et avec l'organisme²⁵³ ».

C'est pourquoi l'invention dépasse toujours les intentions initiales posées comme problèmes à résoudre ; celles-là ne sont qu'une « amorce, une mise en mouvement », qui servent à mettre le processus en marche. L'invention permet de répondre aux problèmes qui n'ont pas été posés au départ, par une « surabondance d'efficacité » qui vient reconfigurer le milieu récepteur. Dans ce sens, les architectes font preuve de plusieurs utilisations inventives du numérique. Pour la plupart des pratiques expérimentales, en effet, les problèmes adressés aux logiciels servent surtout à mettre en marche des processus de variation de formes. Contrairement aux expérimentations de la décennie 1970, comme celles par exemple du GAMSAU (Groupe d'application des méthodes scientifiques à l'architecture et à l'urbanisme), l'objectif principal pour les architectes n'est plus d'incorporer un maximum de données relatives au projet afin que le programme les manipule et trouve une réponse optimale, mais plutôt de se servir de ces données uniquement comme une amorce. Par conséquent, l'information introduite est relativement peu importante et parfois même aléatoire. Si dans les années 1990, les flux de la ville, leur représentation dynamique dans une forme en mouvement ont exercé une première fascination ; depuis quelques années et probablement en écho aux préoccupations écologiques grandissantes, les générations formelles sont produites en réponse à des critères de luminosité, d'apport énergétique, etc. Dans un cas comme dans l'autre, la résolution de ces problèmes ne peut assurer la réussite architecturale de l'objet généré. C'est donc bien l'architecte qui doit détecter « le supplément de cohérence » qui se trouve dans une configuration spatiale spécifique, simulée par ordinateur selon des paramètres réducteurs, mais capables de faire la différence. L'intérêt ici n'est pas tellement de mesurer la performance d'un problème initial, ni de chercher à savoir si les problèmes ont bien été résolus, mais plutôt de chercher à définir des modes d'exploration de la forme selon les tensions qui se sont établies entre les attentes des architectes et les processus techniques mobilisés.

²⁵³ Gilbert Simondon, *Imagination et invention*, op. cit., p. 187.

Ces différents modes ont servi à capter les forces génératrices de ces explorations et donnent un éclairage singulier sur le rapport problématique qu'entretient le concepteur avec l'image, la technologie et l'architecture. Ces modes d'exploration ont été regroupés selon des étapes successives conduisant à l'invention, sans pour autant correspondre à une histoire chronologique, même si certaines tendances s'avèrent plus importantes à des moments précis.

Les étapes qui constituent les bases de l'invention des architectures numériques peuvent être définies de la façon suivante : (1) les explorations ont été faites sans véritable maîtrise des processus, mais par des conduites plutôt intuitives, propulsées par la motivation intense qui a enveloppé l'arrivée du numérique. L'interaction en temps réel avec les images a généré un engouement pour la variation, avec un plaisir relativement « pur » pour le contenu moteur de ces images. (2) Ensuite, l'intérêt s'est déplacé vers la connaissance rationnelle, théorique, computationnelle de ces processus d'exploration. Les architectes élaborent des tactiques afin de formaliser leurs intentions, leurs idées et leurs problèmes de telle manière à les adresser différemment à la machine. L'exploration ne se fait plus à proprement parler directement sur la forme modélisée, mais sur l'information modulatrice, par l'écriture du code. (3) Et finalement, si l'on peut dire, ces différents modes d'exploration, impliquant différentes approches et relations au numérique, parfois contradictoires, ont épuisé progressivement les potentialités de certains logiciels, pour en créer de nouveaux, ouvrant ainsi d'autres champs d'exploration. Cette propagation connaît cependant ses limites et perd de son intensité. Les nouvelles inventions techniques elles-mêmes n'arrivent plus à se renouveler complètement ; les énergies et les potentialités finissent par plus ou moins se stabiliser. Les préoccupations qui avaient émergé dans les conditions expérimentales sont désormais déchargées de leurs motivations originales, émotionnelles. Elles se trouvent dans un état de presque neutralité, et il devient possible d'en saisir les logiques et structures internes, et ainsi, de percevoir la configuration de ce milieu numérique, à travers les architectures produites.

2.1.2 Variation et motricité

Durant la première partie de la décennie 1990, un nombre relativement important d'expressions a été avancé pour qualifier la nouvelle production numérique, et plusieurs architectes impliqués se sont permis de suggérer la leur. Quoique chacune de ces expressions soit propre à un travail précis, ou à des intentions particulières, il est malgré tout possible d'établir une tendance générale concernant la déformation ou la variation. Que ces déformations soient lisses, souples, liquides, ou qu'elles résultent d'un processus de pliage, d'animation ou de simulations numériques, elles gardent comme constante la variation d'une forme dans le temps, entraînant dans son sillage une perturbation de l'espace lui-même. Il se produit alors une corrélation étroite entre la figure et le fond, qu'il devient difficile à savoir si ce sont les formes qui modifient le fond, ou l'inverse.

L'interface graphique, remplaçant les surfaces traditionnelles d'inscription, introduit à nouveau des réflexions sur la trace, l'inscription et l'écriture. L'originalité de ces nouvelles inscriptions est qu'elles ne sont plus premières, mais sont la résultante d'une force extérieure, générée par du code. Les inscriptions donnent à voir cette mise en mouvement propulsée par l'algorithme. L'ordinateur devient le moteur pour différentes modifications formelles et spatiales. Cet intérêt pour l'animation ou la simulation de la forme est chargé de grandes ambitions, car, comme le spécifie l'architecte australien Mark Burry dans le numéro spécial *Architecture + Animation*, l'animation se veut une métaphore de la vie : « Pour une discussion sur l'espace et le temps en architecture, entendons "animer" comme ce qui signifie donner de la vie, et "animation" comme condition d'être animé²⁵⁴. »

Cette fascination n'est pas sans lien avec le perfectionnement des logiciels d'animation, et plus spécifiquement de l'arrivée de l'Open GL (Graphic Library, 1992), permettant le calcul d'image 2D et 3D, ou encore du VRML (Virtual Reality Modeling

²⁵⁴ Mark Burry, « Beyond animation », in *Architectural Design*, n° spécial, *Architecture + Animation*, vol. 71 n° 2, April 2001, p. 7.

Language, 1994). Ces logiciels améliorés permettent non seulement de tracer des lignes courbes puis des formes globulaires, mais surtout ils offrent la possibilité de les mettre en mouvement, non pas pour les déplacer comme des éléments mobiles, mais bien pour les déformer comme des objets malléables et flexibles. Ces variations sont possibles entre autres grâce aux techniques de *morphing* et de *mapping*, qui sont relativement primitives, car elles ne permettent qu'un contrôle limité entre deux images préalablement définies pour le *morphing*, ou entre l'image et la surface d'application pour le *mapping*. Le *morphing* sera d'ailleurs progressivement remplacé par différents algorithmes permettant une meilleure maîtrise de la variation. Si la production algorithmique récente exerce un contrôle plus efficace des croissances et excroissances de leurs formes, la génération précédente procédait plutôt de manière instinctive, à tâtons, par essais et erreurs successifs.

Ces techniques d'animation primitives permettent néanmoins de rendre compte avec plus de clarté les motivations « pures » et intenses que les architectes ont entretenues vis-à-vis de la variation. Ces variations de forme, devenues dénominateur commun, peuvent être considérée comme de véritables initiateurs d'explorations formelles. Ces transformations, produites à l'extérieur du schéma *main-trait-œil*, sont venues perturber les configurations traditionnelles de projections. Les architectes trouvent de la motricité à l'extérieur de leur propre capacité d'imagination, ou du moins, engagée sur de nouveaux rythmes. Cette capacité à engendrer du mouvement, « de la vie », prend une place particulière, car elle se concentre dans la phase de conception et, à l'exception de quelques expérimentations, le mouvement reste limité à l'image, jusqu'à ce que celle-ci se stabilise et se cristallise. L'animation devient un mode alternatif de conception architecturale, comme le laisse entendre Burry :

Mon intérêt pédagogique et professionnel est, en utilisant l'animation, d'aller au-delà de la représentation spatiale ordinaire afin d'examiner les possibilités d'utiliser les nouveaux médias cinématographiques avec des idées architecturales²⁵⁵.

Sa volonté de se placer « au-delà » des représentations spatiales ordinaires indique les hautes ambitions de l'animation, ainsi qu'une sorte de négation des modes

²⁵⁵ *Ibid.*

traditionnels de représentation. L'architecte australien réaffirme sa position par l'explication qu'il donne de ses attentes avec l'animation.

Cette orientation peut rencontrer des préoccupations philosophiques plus profondes qui entourent l'état de la pré- ou de la post-existence. Cela peut signifier aller au-delà de l'animation elle-même²⁵⁶.

L'animation est fascinante. Avec de pareilles visées, l'architecture ne se contente plus seulement de construire des objets, ni des processus, mais devient objet pour la pensée, objet à penser. Bien que ce genre de prétentions soit critiqué par certains architectes, et qu'avec les années les auteurs eux-mêmes aient nuancé leurs propos, cet enthousiasme pour le mouvement et sa force motrice, pour cette courte période, a le mérite de révéler la place à laquelle le numérique est venu s'insérer. Les considérations autour du mouvement permettent de se placer avant la représentation et avant l'existence, de manière à retrouver en quelque sorte une croissance pure, spontanée et dégagée de toute forme intelligible préétablie : le mouvement comme intuition première. Ce n'est pas pour rien que le critique néerlandais Ton Verstegen explique la métaphore de l'animation avec l'idée de tropisme. Les forces ambiantes doivent prendre le dessus sur l'expression de la forme.

L'animation est un argument dont l'objectif est de s'affranchir de la représentation, et se trouve également être le porte drapeau d'une série de revendications touchant certains des fondements de l'architecture. Par sa nature, le mouvement s'oppose à plusieurs des déterminants architecturaux traditionnels, tout en permettant, selon Greg Lynn, de s'intéresser aux déterminants à « essences vagues », que l'architecture a laissées de côté. Cette opposition va jusqu'à proposer une critique de la gravité, dans un sens différent de celui des avant-gardes du début du XX^e siècle. C'est certainement pour ces raisons que la plupart des architectes ou commentateurs ne craignent pas de s'appuyer sur « des philosophies profondes » pour asseoir ou justifier leurs explorations. Ces expérimentations ont permis aux architectes de participer à cette révolution du temps et de l'espace dont l'arrivée des TIC semblait offrir l'élément moteur à ses mutations.

²⁵⁶ *Ibid.*

Le concept de lisse (smooth)

Le *lisse* est un concept développé par Deleuze et Guattari et que les philosophes associent à celui de *strié*²⁵⁷. Pour Deleuze et Guattari, le lisse et le strié définissent des espaces de natures différentes. Concrètement, le lissage et le striage sont des modes d'agencement opposés. Dans leur texte, les auteurs proposent différents modèles (musical, physique, maritime, etc.) en prenant soin de mettre en garde contre une utilisation qui penserait ces termes séparément, ou contre un usage qui leur attribuerait une valeur idéologique ou définitive : « Ce qui nous intéresse, ce sont les passages et les combinaisons, dans les opérations de striage, de lissage²⁵⁸. »

Les architectes se sont emparés des concepts de lisse et de lissage, en faisant référence aux philosophes, pour expliquer la variation continue qui s'établit entre les termes, entre les images, entre le bâti et son contexte, en spécifiant bien que le concept de lisse ne se réduit pas à la représentation d'une forme lisse. Le lissage sert à des architectes comme Greg Lynn à prendre leurs distances avec les architectes influencés par les pensées de la contradiction. Contrairement à eux, Lynn n'adhère plus à l'engouement pour la délocalisation et la dislocation, mais il cherche plutôt à partir du *lisse* à rétablir la continuité entre le bâtiment et le contexte, tout en maintenant les différences.

Le lissage ne doit pas éradiquer les différences mais incorporer les intensités libres selon une stratégie fluide de mélange et d'assimilation... Deleuze décrit l'espace lisse comme une variation continue et le développement continu de la forme²⁵⁹.

Cette stratégie fluide par variation continue conduit Lynn à voir avant tout dans le lisse un concept urbain cherchant à capter les forces de la ville, dans leur mixité et leur mélange. Ce processus de lissage permet justement de rendre compte des processus continus réalisés par les techniques de *morphing* et de *mapping*. Sans les nommer comme telles, c'est bien dans ces techniques de *morphing* que Lynn trouve son intérêt : « La technologie de l'ordinateur est capable de construire les images intermédiaires

²⁵⁷ Cf. Gilles Deleuze et Félix Guattari, « 1440. Le lisse et le strié », in *Mille plateaux*. Paris : Minuit, 1980, p. 592-625.

²⁵⁸ *Ibid.*, p. 624.

²⁵⁹ Greg Lynn, « Architectural Curvilinearity », *op. cit.*, p. 8.

entre n'importe quel deux points fixes résultant d'une transformation continue²⁶⁰ », dit-il dans le numéro d'*Architectural Design* de 1993. Contrairement aux explications techniques de Yessios ou de Terzidis, Lynn fait état des techniques de *morphing* en se référant au film *Terminator 2* et au clip de *Black and white* de Michael Jackson. Ces deux exemples, fortement ancrés dans l'imaginaire hollywoodien et populaire, engagent l'architecture dans une entreprise visuelle chargée d'affects, qui dépasse les transformations lisses entre deux images, comme celles entre A et B et D (voir figure 9). Pour Lynn, il s'agit d'ouvrir un monde de possibles en favorisant les indistinctions et les zones floues.

Malgré ces aspirations élevées, le lisse, à l'instar du pliage en architecture, connaît un usage qui se réduit souvent aux seules formes arrondies permises par le calcul informatique. Il n'est pas anodin de rappeler que ces opérations de lissage de la ligne et de la surface, devenues respectivement *splines* et *nurbs*, sont d'autant plus lisses qu'elles peuvent être striées, mesurées, dimensionnées de manière presque instantanée. Cette facilité relative de conception à partir des *splines*, à les tracer, à les modifier et à les calculer, vient conforter un désir de formes courbes, gauches, lisses, et cela bien avant l'arrivée des technologies de l'information, même dans leurs formes primitives. On assiste à la fusion de deux désirs : d'un côté, les explorations mathématiques, comme celles que réalisent entre autres l'ingénieur Pierre Bézier, afin de calculer les formes courbes par tension, et de l'autre, des aspirations formelles comme on a pu en trouver chez des architectes comme Frederick J. Kiesler ou John Lautner. Les technologies numériques font que cette fusion a lieu en même temps et qu'elle leur permet ainsi d'accéder à un nouveau stade. Les expérimentations numériques de la décennie 1990 et celles du début du siècle font cependant apparaître sous un jour nouveau les problèmes auxquels les expérimentations précédentes ont pourtant déjà été confrontées. Si en effet il était devenu relativement facile de calculer une *spline* sur un logiciel de modélisation, il restait néanmoins toujours aussi compliqué de la fabriquer à l'échelle d'un bâtiment. Les premières réalisations numériques ont majoritairement été faites de manière artisanale et bricolées sur le chantier.

²⁶⁰ *Ibid.*, p. 12.



Figure 30. *Korean Presbyterian Church, New York, Lynn Form, 1999.*

Les formes lisses générées à partir des logiciels, comme on le voit avec le presbytère de Lynn à New York, perdent de leurs arrondis une fois construites. Contrairement à ce qu'il avait été annoncé et défendu, les premières architectures numériques utilisent plutôt des processus successifs de striage pour parvenir à leurs formes concrètes. L'épisode du *pli* ou l'exposition *Non standard* montrent à rebours que les modes de fabrication, comparativement à ceux de conception, ont surtout introduit des processus de striage, autant dans la forme de l'objet construit que dans les différentes phases du projet, qui se sont trouvées nettement divisées. L'engouement récent pour la fabrication peut être considéré à ce titre comme la tentative de renverser ce processus de striage introduit par le lisse dans la conception ; c'est-à-dire de retrouver le lisse du projet à l'objet.

Considérer la production architecturale exploratoire à partir du mouvement est simplificateur dans le sens où les architectes ont presque à chaque fois tenté de proposer des termes élargissant cette notion : soit en y introduisant la force productrice, soit en insistant sur la dimension temporelle du processus. C'est comme si le mouvement seul imposait trop de spatialité, ou comme s'il masquait son organe producteur.

Mouvement et temps ont été compris comme une « essence vague » parce qu'ils ne pouvaient être dimensionnés dans un système statique à partir d'une description de points. L'expression « essence vague » est utilisée pour indiquer les propriétés de forces, de comportements et de relations qui sont par nature dynamiques et indéterminées et qui ne peuvent être réduites et quantifiées pour une unité ou un ensemble²⁶¹.

Si l'on a bien spécifié que le mouvement est à comprendre comme mouvement *de* l'architecture, et non *dans* un bâtiment, il n'en reste pas moins que la distinction entre transformation et transportation que propose Bergson, reprise par Pierre Montebello, mérite d'être approfondie pour véritablement comprendre l'évolution du mouvement entre deux générations d'architectes. Reprenons le questionnement que développe Montebello et qui s'approche des nôtres.

Faut-il associer mouvement et transformation ? [...] Lorsque la physique classique remplace la physique aristotélicienne, elle fait du mouvement quelque chose de relatif entre deux corps, un transport. Alors, le mouvement n'est plus un mouvement de transformation du corps comme il pouvait l'être chez Aristote²⁶².

Lorsque le corps est pensé comme relation, il n'y a plus de transformations internes possibles, car s'est le flux constant (mouvement *absolu*) qui transporte la modification au corps, qui la transforme. Cette différenciation fondamentale quant à des questionnements de nature ontologique vient éclairer sous un angle différent les considérations du mouvement par les architectes.

En simplifiant, on pourrait dire que pour certains architectes, il s'agit de *transformer* l'objet par sa forme, tandis que pour d'autres, il s'agit de *transporter* de l'information dans une relation réciproque, perceptible par la mise en mouvement

²⁶¹ Greg Lynn, *Animate Form*, op. cit., p. 42.

²⁶² Pierre Montebello, « Simondon et la question du mouvement », in *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, n° spécial Gilbert Simondon, n° 3, juillet 2006, p. 280.

simultanée du fond et de la forme. Prenons quelques exemples pour illustrer quelques-unes des implications liées à ces idées de transport.

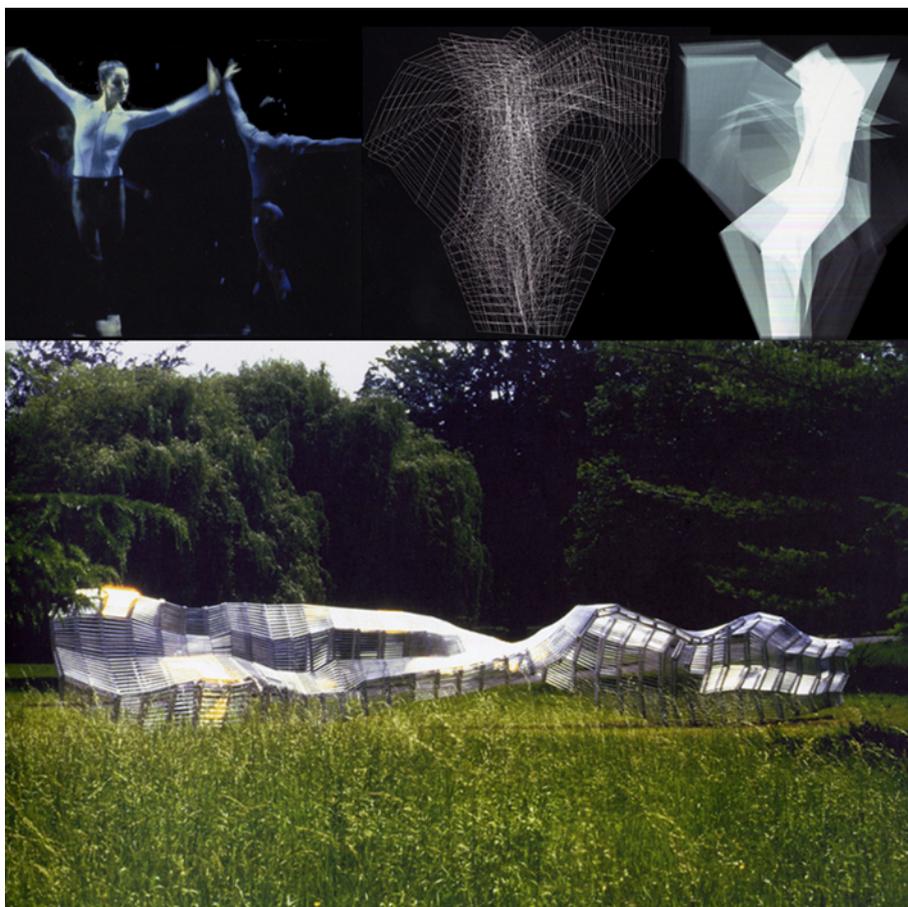


Figure 31. Chorégraphie génératrice, *Ether/I*, dECOi, 1997.

La sculpture *Ether/I*, réalisée en 1997 par dECOi, permet d'exposer cette stimulation pour le mouvement « pur », et attire l'attention sur le mouvement d'une forme. *Ether/I* résulte de l'enregistrement d'une série de mouvements effectués par une danseuse. La forme ne reproduit pas directement son mouvement, mais se construit sur l'interstice qui se crée entre deux répétitions de la même séquence chorégraphique. Malgré la précision des gestes de la danseuse, à chaque répétition s'installe un léger écart, que Goulthorpe rend visible en le matérialisant. Le choix de la chorégraphie ou celui de privilégier la trace de l'absence plutôt que de la présence sont, avec quinze ans d'écart, respectivement aléatoire et anodin. Cette expérimentation artistique en collaboration avec le chorégraphe William Forsythe montre surtout que l'intérêt se porte sur le mouvement lui-même, en deçà de sa signification particulière. Cette

2.1.2 Variation et motricité

motricité extérieure captée et mise en forme constitue l'élan nécessaire pour déstabiliser la distinction entre forme et fond.

Une autre expérience, le projet *Iscales* d'Asymptote, a également contribué à désynchroniser les modes de conception. Définie comme des « architectures consommables pour une culture numérique, ni appareil ni bâtiment », la déformation continue et fluide d'une masse informe fait justement voir le transport de références architecturales, reconnues comme l'intérieur du Panthéon à Rome ou la structure en hélice du musée Guggenheim à New York, au travers de cet objet en mouvement continu : sorte de recomposition à partir de *sampling*.

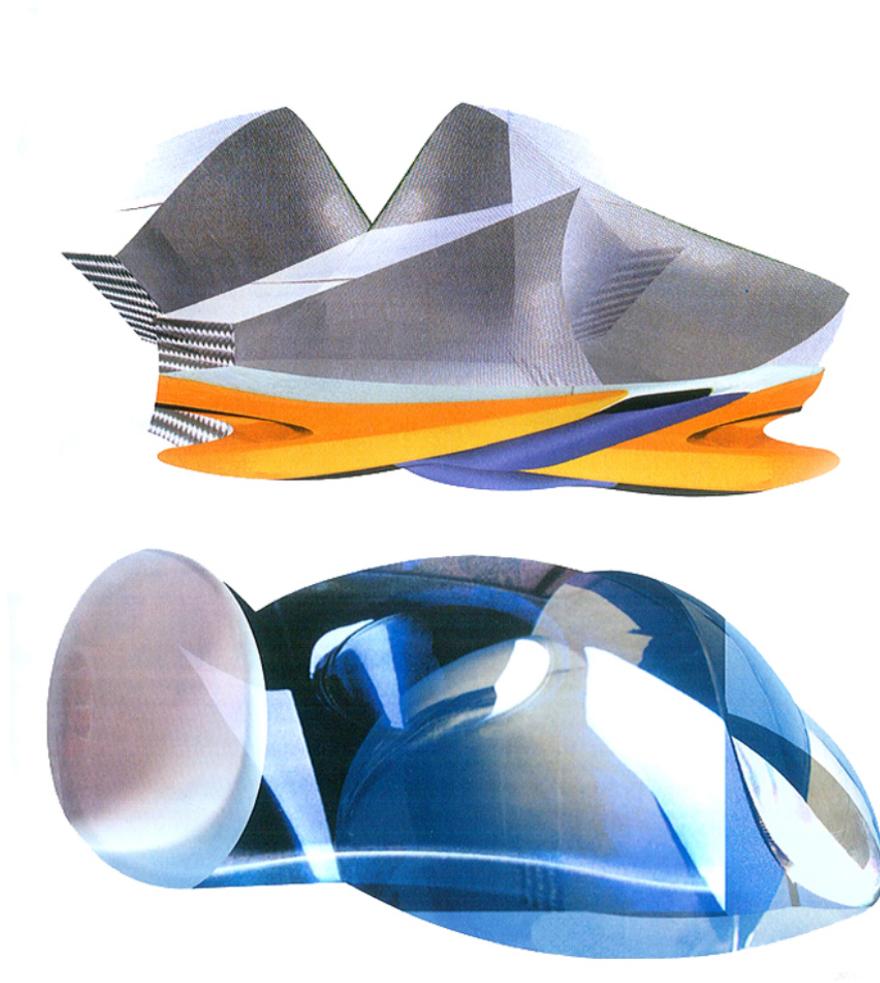


Figure 32. Arrêts sur image, *Iscales* 3.5 & 2.4, Asymptote, 1999.

Ces « tracés continus et fluides, multidimensionnels, modifiables et en flux constant » qui, en plus de suggérer des « configurations imprévues²⁶³ », suggèrent un nouveau devenir à l'architecture, pour lequel le mouvement constitue un fondement, parce qu'il simule la vie.

L'espace du tropisme

Un *tropisme* est une réaction orientée, pour un organisme vivant. Principalement employée pour expliquer les rapports réactifs d'une plante à son milieu, la notion de tropisme a été introduite dans les discours architecturaux, à tel point que certains auteurs y consacrent un livre complet, comme celui du critique néerlandais Ton Verstegen, *Tropism. Metaphoric Animation and Architecture*²⁶⁴. Dans le sillon des écrits d'architectes, Verstegen propose d'établir une généalogie à partir du *pli* de Leibniz, de la ligne serpentine d'Hogarth et du sublime de Kant, en passant par le tropisme de Sarraute, jusqu'au mouvement généré par les logiciels d'animation. Cette filiation, se référant alternativement à la philosophie, l'esthétique et la littérature, s'attache principalement à décrire « les caractéristiques de croissance exercées par les organismes sous l'influence des forces extérieures²⁶⁵ », et sert à expliquer l'emploi du *blob*, du diagramme, du cristal, du labyrinthe, et même de la bande de möbius par les architectes.

Pour Verstegen, le tropisme se rapproche de l'inspiration venant du dehors, donnant à voir des motifs féconds pour la production artistique en général, et plus particulièrement pour les architectures numériques. Il s'agit pour l'artiste de manier des forces esthétiques qui, même si elles dépassent leurs sensibilités, peuvent néanmoins l'inspirer, pour ensuite qu'il les « expire » dans une œuvre ou un objet. Ce constat n'est évidemment pas sans rappeler les propos de Deleuze pour qualifier le travail du peintre Bacon : « En art, et, en peinture comme en musique, il ne s'agit pas de reproduire ou

²⁶³ Cf. <http://www.cca.qc.ca/fr/collection/415-asymptote-iscapes-1-0> (page consultée le 3 février 2014).

²⁶⁴ Ton Verstegen, *Tropisms. Metaphoric Animation and Architecture*. Rotterdam : NAI Publishers, 2001.

²⁶⁵ *Ibid.*, p. 8.

2.1.2 Variation et motricité

d'imiter des formes, mais de capter des forces²⁶⁶. » On pourrait ajouter que ces forces existent sous différentes formes et ne sont pas toutes captées de la même façon. La métaphore du tropisme permet justement d'aborder cette question de la captation selon une sensibilité toute particulière. Dans une partie introductive, Verstegen retrace les débuts des recherches sur le tropisme, conduites entre autres par le scientifique américain Jacques Loeb, et en montre la radicalité : « Au même moment, toutefois, Loeb a choqué les botanistes avec sa thèse selon laquelle le tropisme était un mouvement compulsif ou "aveugle", indifférents au bien être de la plante ou de l'animal²⁶⁷. » Le tropisme est bien une conduite primaire, presque dangereuse pour la survie. Il s'agit d'une tendance motrice, répondant à une information/signal de bas niveau, sans forme ni signification ; des mouvements faits compulsivement ou aveuglément. Pour le vivant, explique plus loin le critique, « le tropisme aveugle – une véritable attraction fatale – provoque un second tropisme (adaptatif), qui explique la façon avec laquelle l'organisme se défend contre cette fatalité pour survivre²⁶⁸. » C'est à la lumière de cette explication que l'on comprend la métaphore du tropisme pour l'architecture numérique, et que l'on peut suivre les processus de désadaptation et d'adaptation des architectes par rapport à ces mouvements simulés. Techniquement, la métaphore est devenue opératoire principalement grâce à l'apparition, en 1977, du vectoriel pour l'affichage graphique 3D, d'abord employé pour les jeux vidéo sur borne d'arcade. Le vecteur ne représente pas une ligne, même s'il en a la forme, mais contient une force et une direction capables d'entraîner du mouvement. Comme la tige d'une plante, le vecteur répond aux stimulations pour lesquelles il a été programmé, sans toutefois prendre en compte les situations contradictoires qui n'ont pas été paramétrées dès le départ. Le vecteur est une force vive qui contient en revanche un minimum de sens, d'orientation et de motivation, qu'il s'agit par la suite de contrôler.

L'instrument moteur

²⁶⁶ Gilles Deleuze, *Francis Bacon. Logique des sensations*. Paris : Seuil, 2002 [1987], p. 57.

²⁶⁷ Ton Verstegen, *Tropisms. Metaphoric Animation and Architecture*, op. cit., p. 15.

²⁶⁸ *Ibid.*, p. 23.

L'arrivée des logiciels de conception ne constitue pas une seule et même invention technique, mais entraîne toute une série de pratiques inventives. Certains architectes ont créé des « instruments » à l'intérieur même du logiciel, sorte de mise en abîme instrumentale. Pour l'architecte, il ne s'agit pas de modéliser d'abord un bâtiment, mais un dispositif technique, simulé par le calcul et visible à l'écran, qui est capable d'engendrer le mouvement d'une forme ou d'éléments qui, eux aussi, font partie de la simulation. Le processus de génération de la forme du projet *Beachness* (2002) par le groupe NOX est une illustration de ces instruments simulés et paramétrés.

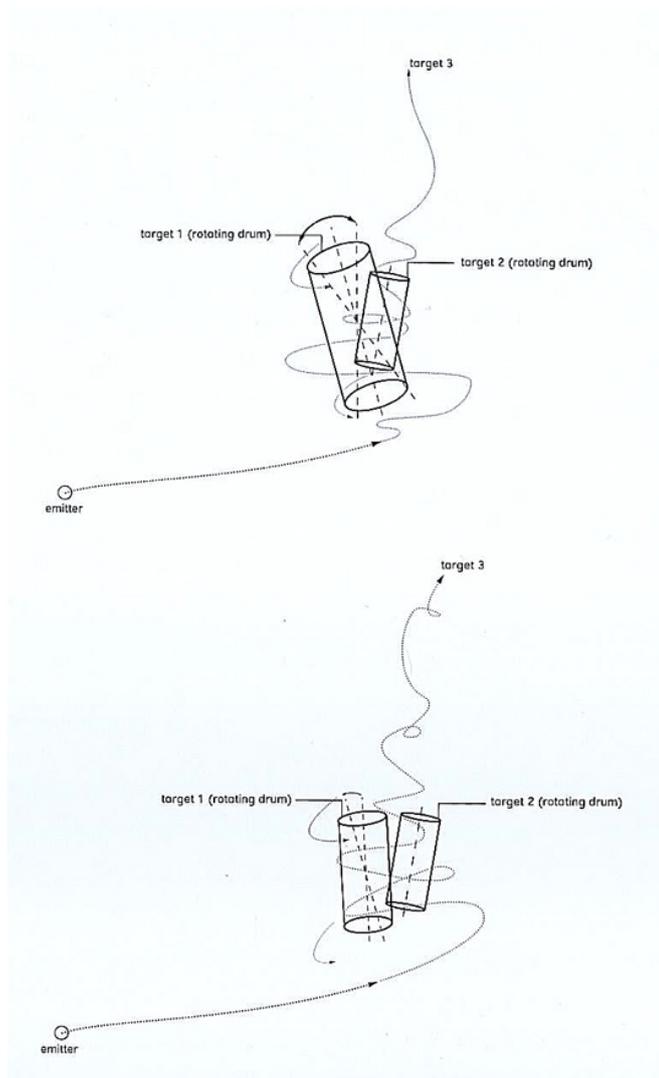


Figure 33. Mise en mouvement à partir de tambours rotatifs, *Beachness*, Noordwijk, NOX, 2002.

2.1.2 Variation et motricité

Pour ce projet-objet, la forme est générée grâce à la simulation d'un dispositif technique constitué de deux cylindres interconnectés, la rotation de l'un conditionnant le second. « La structure de la tour en spirale résulte d'une chorégraphie complexe d'un flux de sphères monadiques guidé par des tambours rotatifs²⁶⁹. » Cette médiation instrumentale sert à l'architecte à générer des tracés jusqu'alors inaccessibles à sa main et à sa pensée. L'architecte entrevoit ainsi la possibilité d'être « débordé » par la machine, de perdre pour un moment le plein contrôle des tracés. Ce n'est plus l'architecte qui dessine les traits, mais les particules sphériques, mises en mouvement par les tambours rotatifs, qui tracent la structure de l'édifice. Ce recours à différents instruments moteurs n'est pas nouveau, il suffit de penser aux compas, à l'orrery qu'expose Greg Lynn dans *Animate Form*, ou encore de se référer au travail exceptionnel de Bernard Cache sur les instruments de la pensée²⁷⁰, montrant les instruments paramétriques développés par le peintre et théoricien de l'art et de la géométrie Albrecht Dürer.

Comme pour ces instruments, l'intérêt des tambours rotatifs se trouve dans leur capacité à intégrer une dimension supplémentaire, celle du temps, perceptible dans le mouvement que permet l'articulation de l'instrument. Contrairement aux instruments simples comme le compas ou l'orrery, avec lesquels le résultat peut être plus ou moins imaginé avec une précision relative, les instruments à paramètres dynamiques introduisent une incapacité à prévoir le résultat de la simulation. L'architecte Lars Spuybroek explique le décalage qui s'est produit dans le projet *Beachness* : « Puisque tous les corps sphériques sont connectés les uns aux autres par les forces du champ, chacun des mouvements a eu un effet sur les autres. [...] Des mouvements qui se produisent à l'intérieur de mouvements²⁷¹. »

²⁶⁹ Lars Spuybroek, *NOX, machining architecture*. New York: Thames & Hudson, 2004, p. 65.

²⁷⁰ Bernard Cache, « Instruments de pensée : l'autre tradition classique », 20 octobre 2011, Musée de la civilisation, Québec. Voir, <http://www.arc.ulaval.ca/actualites/conferences-instantanes/instantanes-darchitecture-bernard-cache.html> (page consultée le 21 mai 2013).

²⁷¹ Lars Spuybroek, *NOX machining architecture, op. cit.*, p. 65.

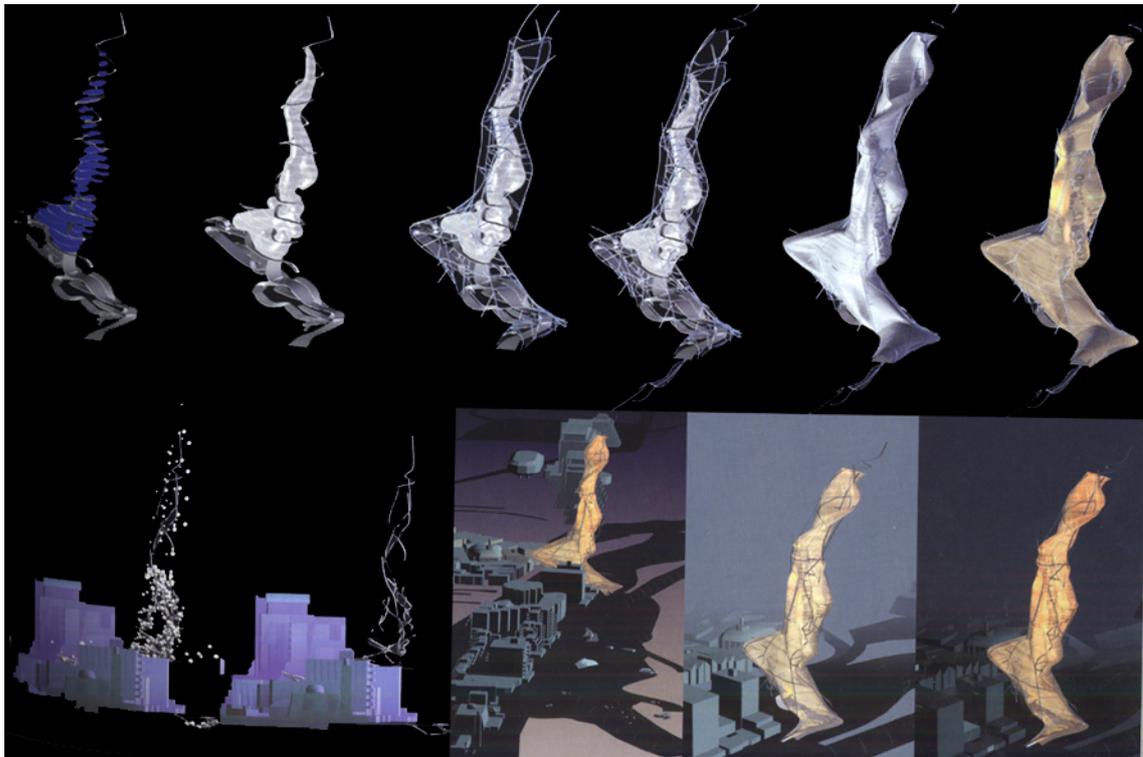


Figure 34. Projet *Beachness*, Noordwijk, NOX, 2002.

Ce mouvement à l'intérieur du mouvement explique bien ce décentrement qu'opère cette médiation instrumentale, par le changement d'échelle qui s'institue entre le pressentiment de la simulation et son résultat. Comme chaque nouvel instrument, celui-ci nécessite un moment d'apprentissage avant d'être véritablement opératoire, puis efficace. Sa spécificité réside dans le fait que ces nouveaux instruments sont simulés, et par conséquent, imposent que l'apprentissage se fasse sur des mouvements simulés, hors de soi, et qui ne sont plus produits directement par des gestes humains. La mise en mouvement de l'instrument ne se fait plus par les mouvements et rythmes du corps, mais par ceux de la machine. C'est dans cette logique qu'il faut comprendre la référence de Spuybroek au procédé de *dripping* du peintre américain Pollack, tout en prenant soin de souligner une différence radicale. Effectivement, comme chez Pollack, la maîtrise ne se fait plus directement sur la forme, ni sur la structure, mais par les gestes de conception intégrés à une chorégraphie. Cependant, cette chorégraphie ne se réalise plus dans les mouvements du corps physique, mais s'actualise dans les mouvements générés par la cadence qu'imposent les calculs mathématiques et géométriques des processus numériques. La différence réside aussi dans l'obligation pour le concepteur de reprendre

en main, d'ajuster le résultat à une réalité architecturale. Les figures tracées par le dispositif de tambours rotatifs doivent être reconnectées, par l'image, aux intentions de l'architecte. C'est dans ce sens que Spuybroek conçoit ces techniques d'enregistrement du mouvement :

Pour moi, enregistrer la trace du mouvement a toujours été une méthode structurale, et non pas formelle. [Les projets] sont conçus avec des contours vagues et des figures libres de mouvement qui sont ensuite reconnectés dans une configuration structurale²⁷².

Il y a bien une reconnexion qui se produit hors machine, par l'intermédiaire de l'architecte. La reprise ne se fait plus par la main, ni véritablement par le corps, mais par l'imagination, qui doit entrer en résonance avec le mouvement généré par l'instrument simulé. C'est par cette synchronisation, possible ou non, que l'apprentissage peut se faire et que l'instrument peut être validé, modifié, ou simplement abandonné, pour en essayer un autre, complètement nouveau.

Les oppositions à la gravité

La fascination et l'enthousiasme pour le mouvement et la déformation nécessitent d'interroger à nouveau des notions généralement considérées fondamentales pour l'architecture, comme l'immobilité, la statique, la durabilité et même la gravité. L'opposition à la gravité se retrouve dans plusieurs écrits d'architectes, et elle fait même parfois l'objet de longs développements. Dans les écrits du philosophe John Rajchman, proche du milieu architectural (impliqué dans les rencontres ANY), et plus précisément dans son livre consacré aux questions de la construction communes à la fois à l'architecture et à la philosophie, on s'aperçoit que l'opposition à la gravité a déjà été soulevée par les Modernes. Afin de se démarquer, Rajchman formule son opposition à partir du concept de légèreté, qu'il ne faut pas confondre, précise-t-il, avec immatérialité ou transparence. La distinction avec les Modernes repose sur le fait que la légèreté n'a pas affaire avec la matérialité de l'architecture, mais avec sa conceptualité. Dans cette logique, une structure lourde, faite de matériaux pesants, n'affecte pas sa

²⁷² *Ibid.*, p. 66.

légèreté, parce que celle-ci réside dans la virtuosité de sa conception. En fait, le philosophe souhaite proposer un nouveau concept de légèreté qui se distingue de la légèreté défendue par les Modernes, qui lui

paraît tellement statique ; elle ne peut pas *bouger* ; elle ne peut ni flotter, ni voler. On l'obtient d'une façon négative, à travers une raréfaction, une purification de toutes les matérialités superflues. C'est comme si la légèreté avait été *immobilisée*, enfermée dans une maison de verre où il est requis d'être pur, clair et propre, sans aucun ornement excessif²⁷³.

La légèreté moderne est obtenue de manière négative, sans chercher de voie alternative à la gravité. Elle reste dans le même registre, dans une opposition franche et où l'absence d'architecture pourrait être considérée comme la solution optimale, faisant ainsi de l'architecture légère un compromis. Au contraire, pour le philosophe, la légèreté doit être pensée de manière positive, libératrice et revendicatrice.

On demande à la légèreté de « sortir » – sortir du cadre quadrillé de sa maison de verre pour se mouvoir dans un espace plus libre où existent d'autres possibilités de se libérer de la tradition que celle de « s'élever au-dessus » de toute matérialité et de tout contexte²⁷⁴.

Dans ces conditions, l'objet architectural n'est plus « conçu comme un support de charge²⁷⁵ ». Il est dynamité et dynamisé. La légèreté ne repose plus sur l'aspect concret de la construction, mais sur l'abstrait, dans sa formalisation efficace et optimale. L'architecture, là non plus, n'est plus représentative, ni significative, mais elle est dans ce qu'elle fait et peut faire. Encore une fois, le mouvement et l'action ne doivent pas être ici transposés littéralement dans l'objet lui-même. Rajchman réfute cette idée en développant le concept de maison virtuelle, qu'il décline en deux versions. D'abord, il prend l'exemple de la maison *intelligente* de Bill Gates, et montre à partir de la distinction deleuzienne que cette maison ne présente pas véritablement d'actualisation du virtuel, mais seulement la réalisation de différents possibles. Il dénonce cette maison qui *handicape* le corps de ses usagers. On comprend alors que la maison virtuelle, mais aussi des concepts comme légèreté, pliage, ne s'appliquent pas directement au bâti, ni à la matière, ni à la « construction ». Cette position est évoquée dans la deuxième version de la maison virtuelle et permet de comprendre sa posture par rapport à l'architecture

²⁷³ John Rajchman, *Constructions, op. cit.*, p. 65.

²⁷⁴ *Ibid.*, p. 66.

²⁷⁵ *Ibid.*, p. 54.

numérique de son époque. Cette maison virtuelle, on l'aura deviné, « reste à dessiner [*to be designed*]²⁷⁶ ».

Au-delà du caractère expectatif de sa proposition, le véritable intérêt de celle-ci repose sur le choix de sa réalité dessinée, plutôt que celle construite, matérialisée ou fabriquée. Réponse étonnante pour quelqu'un qui intitule son livre *Constructions* (avec un s). La notion de construction est donc à prendre, à l'époque où Rajchman écrit ces lignes (1998 pour la version originale anglaise), d'un point de vue théorique, conceptuel, et selon lequel l'application se rapporte plutôt à la forme projetée, dessinée et simulée. Le déplacement qu'opère le philosophe n'est pas facile à suivre, mais s'explique par le fait qu'il élabore sa pensée de la construction à partir des techniques de conception et non pas celles de fabrication. Ce déplacement fait prendre conscience au milieu de l'architecture que la technique n'est pas seulement affaire de construction au sens où on l'entend traditionnellement. Par conséquent, la technique et la construction prennent place dans la conception même de l'architecture, comme seul moyen de trouver des alternatives à la stabilité, l'immobilité et la durabilité des édifices construits.

En moins de dix ans, cet éloge de la légèreté s'est vu largement remplacé par un retour à la gravité. Parallèlement aux discours écologistes sur la gravité de la situation, un regain d'enthousiasme « grave » et sérieux se manifeste pour les questions liées aux matériaux et plus largement à la matière. Ce retour à la matérialité des objets ne s'est cependant pas complètement affranchi de la période précédente, même si l'un des maîtres mots en a été celui, confus, d'immatérialité. Comme l'explique justement un penseur brésilien d'origine tchèque, Vilém Flusser, intéressé lui aussi par les rapports étroits entre art, culture et philosophie, « c'est [donner aux formes la réalité des mondes alternatifs], que signifie l'expression "culture immatérielle" mais pour être plus précis on devrait parler de "culture matérialisante"²⁷⁷ ». Dans cette précision, presque insignifiante, on retrouve le basculement qui a été opéré, secrètement, inconsciemment, dans les explorations formelles qui se sont opposées à la gravité. La légèreté que défend Rajchman ne s'applique pas à la matérialité de l'objet, mais touche tout de même sa

²⁷⁶ *Ibid.*, p. 135.

²⁷⁷ Vilém Flusser, *Petite philosophie du design*. Paris : Circa, 2002, p. 93.

réalité. Cette désubstantialisation, sans être déréalisation, a contribué à reconfigurer la matérialité, en lui donnant ses lignes de forces et ses points de repères.

Intuition formelle

Les désirs et attentes qui ont guidé les explorations de la décennie 1990 sont venus occuper une place privilégiée dans la « construction » de l'imaginaire numérique en architecture. Ils en sont à la fois la source et l'amplificateur, dans le sens où les architectes ont concentré leurs efforts sur des aspects précis de ces technologies. Comme on l'a vu, le lisse, le mouvement/variation, et même l'opposition à la gravité ont favorisé la forme au détriment de la matière, mise pour un temps de côté. Cette grande absente a néanmoins permis, comme le dit l'architecte Kostas Terzidis, de libérer « la forme de ses contraintes et [par conséquent] présente des comportements plus proches à ceux de l'intuition qu'à ceux de la perception²⁷⁸. »

Ce mode intuitif d'exploration représente pour Terzidis l'expressivité de la forme, qu'il associe à son caractère et à son identité²⁷⁹. Dans *Expressive form [L'expressivité de la forme]*, l'architecte insiste sur le fait que l'expressivité est le *non-vu* et *l'inconnu* sur lequel les concepteurs peuvent prolonger leur imagination.

L'expressivité précisait Terzidis, est non seulement ce qui est vu, mais ce qui n'est pas vu ; non seulement ce qui est compris, mais aussi ce qui n'est (pour l'instant) pas compris [...] Les dispositifs numériques ne doivent pas être interprétés comme des outils pour explorer ce qui est *connu*, mais comme portails pour entrer dans *l'inconnu*²⁸⁰.

Cette entrée dans l'inconnu se réalise selon différents modes singuliers de déformation, que Terzidis définit métaphoriquement selon les caractères de la forme : caricatural, hybride, cinétique, (dé)pliage et algorithmique. Si la majorité de ces caractères touche les modes de déformation, la logique algorithmique, quant à elle, est plutôt examinée comme un mode de pensée autonome, détachée de l'expression de la forme. Cette distinction annonce l'attention qu'il porte à l'algorithmique et qui

²⁷⁸ Kostas Terzidis, *Expressive form. A conceptual approach to computational design*. New York: Spon Press, 2003, p. 58.

²⁷⁹ *Ibid.*, p. 1.

²⁸⁰ *Ibid.*, p. 1 et 3 (Je souligne).

2.1.2 Variation et motricité

deviendra l'objet central de son livre de 2006, *Algorithmic Architecture*. Dans cet opus, il y met l'accent sur le déplacement de la forme vers l'algorithme : « Un algorithme est une procédure pour traiter un problème dans un nombre déterminé d'étapes²⁸¹. » Terzidis insiste sur le fait que l'algorithme ne signifie pas « fait par ordinateur », et l'oppose radicalement à la CAO. Si l'on abordera cette logique algorithmique dans la section suivante, l'intérêt ici est de montrer qu'en très peu de temps, l'attention sur la forme, sa déformation et son caractère intuitif ont été abandonnés et remplacés par une maîtrise de plus en plus accomplie du processus. Ce déplacement de l'attention montre que l'abandon de la forme entraîne l'abandon de la forme intuitive. Pour Terzidis, « programmer [...] devient une façon d'explorer et de cartographier [*mapping*] notre propre façon de penser²⁸². » Cette ambition de cartographe, de rendre concret notre manière de penser, implique inévitablement de sortir de la conduite primaire et intuitive pour passer par une formalisation algorithmique. Par contraste, le deuxième texte de Terzidis exprime avec netteté l'engouement pour la forme du premier livre, et surtout, montre que cette conduite intuitive qui se concentrait sur la forme a été dépassée par l'algorithme.

L'impression de la machine

Le passage de l'image à l'objet, dans sa matérialité, on l'a maintes fois répété, a constitué un problème considérable dans le développement du numérique pour l'architecture, et a nécessité différentes inventions techniques pour permettre la construction de ces architectures. Les premières expérimentations ne sont pas à proprement parler des bâtiments, mais des bouts d'édifices, prototypes, maquettes, ou encore des installations de petites dimensions. Elles répondent à des conditions d'expérimentation en évitant les contraintes de programmes architecturaux complexes, et surtout, les dimensions réduites de l'objet permettent d'échapper aux contraintes structurelles. Il est important, avant d'entrer dans le détail de certaines de ces expérimentations, de rappeler les deux types d'usage des machines CNC. D'abord, il y a

²⁸¹ Kostas Terzidis, *Algorithmic Architecture*, op. cit., p. 15.

²⁸² *Ibid.*, p. 153.

eu ceux pour qui l'exploration formelle se limite aux logiciels de conception, et à qui, par conséquent, la machine ne sert qu'à « imprimer » l'objet en trois dimensions, comme le fait l'imprimante pour l'image en deux dimensions. La machine n'est qu'exécutrice ; la conception s'arrête après la sélection faite sur l'écran. La deuxième position consiste plutôt à prolonger, voire déplacer l'exploration elle-même dans la machine de fabrication, ou tout du moins d'intégrer ses paramètres dès la conception.

Si la première position semble théoriquement établir une distinction franche entre conception et fabrication, concrètement, la coupure est moins profonde, en raison des contraintes de la réalité technique. Dans les faits, cette exécution nécessite une médiation instrumentale avec au minimum la reformulation de certains problèmes, surtout ceux constructifs, afin que la machine puisse transposer la forme dans une matière précise. L'exemple des maquettes de l'*Embryological house* de Greg Lynn est représentatif de ce décalage entre conception et fabrication.

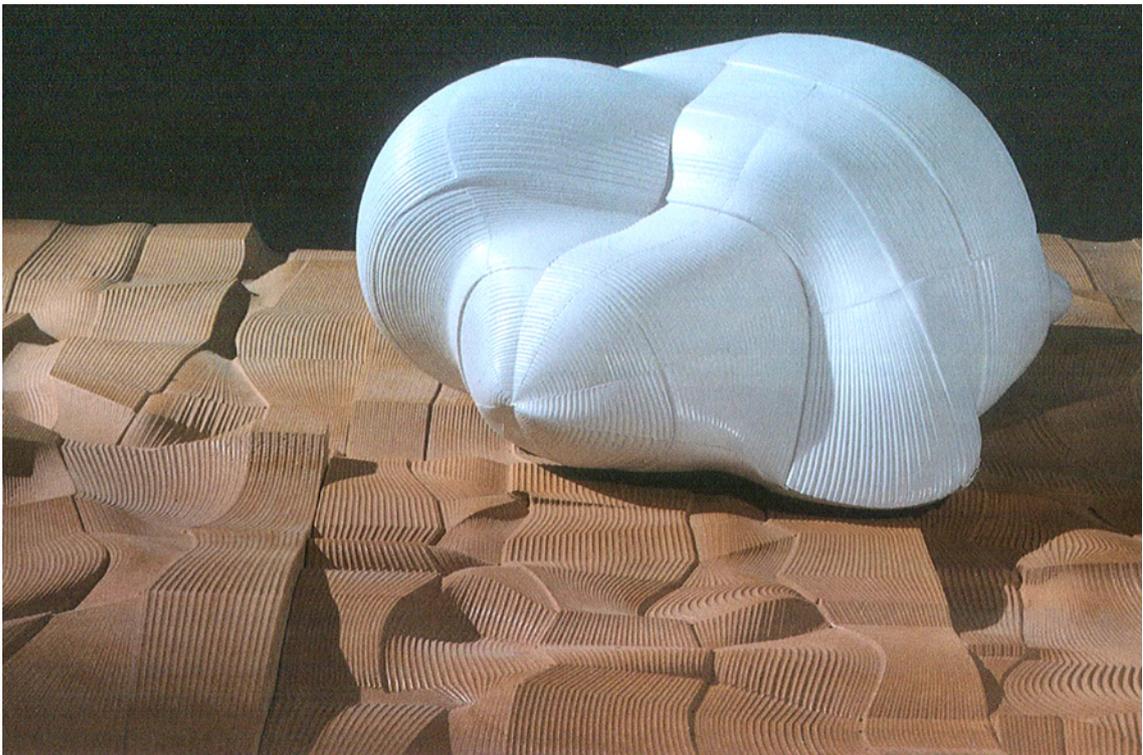


Figure 35. Maquette de l'*Embryological house*, Lynn Form, 1998-2001.

Si dans leur conception originale, les maisons devaient être une coquille constituée de pas moins de 2 048 panneaux distincts²⁸³, les différentes maquettes présentées montrent à chaque fois des systèmes constructifs différents. À petites échelles, les maquettes archivées au CCA sont moulées dans une sorte de polystyrène, tandis qu'à l'échelle 1:10, comme la maquette présentée à la Biennale de Venise, les contraintes physiques de la matière, principalement liées à son poids, ont nécessité de trouver une nouvelle alternative pour « représenter » l'une de ces maisons. Ces réajustements déterminés par les propriétés tectoniques ou introduits par les modes spécifiques de production des machines ont obligé les architectes à recomposer leur projet-objet, et ont certainement contribué à réengager fortement les questions de fabrication, de structure et de tectonique, et cela dès les premiers moments de conception. Cette médiation par l'instrument a laissé sa trace et a introduit des ressemblances inhabituelles dans plusieurs objets ou maquettes, comme *In the Shadow of Ledoux* de dECOi, ou la série *Tore* d'Objectile (figure 18), qui ont utilisé l'accumulation de couches successives comme système constructif. Cette impression de la machine, comme médiation instrumentale, est une invention technique de bas niveau qui s'approche plus d'une adaptation que d'une véritable appropriation du nouvel instrument.

²⁸³ Cf. Greg Lynn, « Variations calculées », *op. cit.*, p. 98.



Figure 36. *In the Shadow of Ledoux*, dECOi, 1993.

Certaines expérimentations se trouvent à un niveau plus élevé d'invention, où la conception est menée dès le départ en rapport étroit avec la machine de fabrication. Les *Panneaux décoratifs* (à partir de 1995) du groupe Objectile répondent à ce deuxième mode. À partir de quelques paramètres, comme par exemple l'orientation des courbes dans une ou plusieurs directions, la machine s'exprime au travers de différents motifs gravés sur une surface. Ces motifs sont produits automatiquement selon six gammes liées à un type précis d'usinage. Ces contraintes techniques sont constitutives du projet-objet ; c'est même à partir d'elles que celui-ci prend forme, c'est-à-dire que les contraintes techniques de fabrication sont chargées, configurées et paramétrées dans les modes d'exploration. L'interface se déplace sur la surface des panneaux, en prenant bien soin de maintenir animés les potentiels des logiques exploratoires.

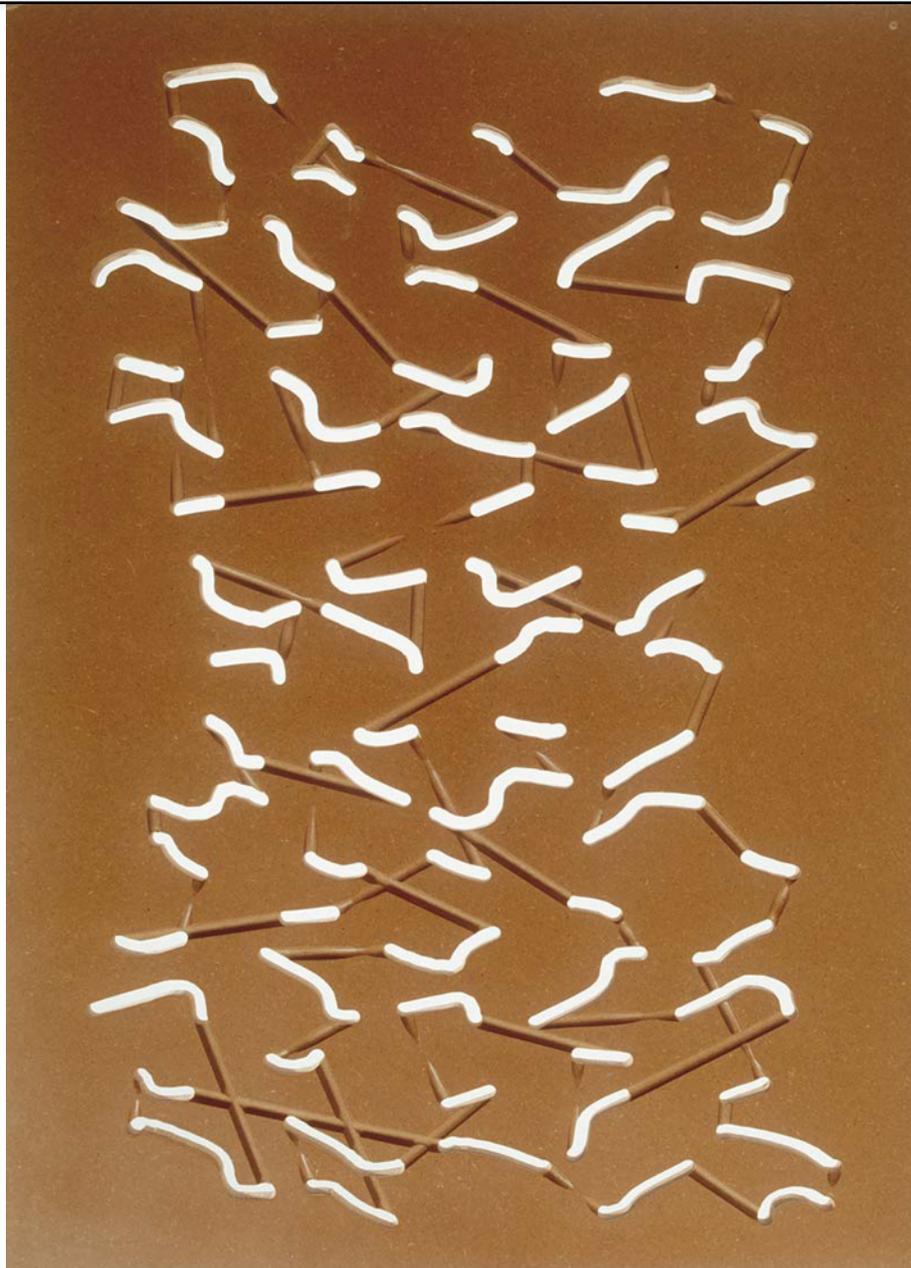


Figure 37. *Panneaux décoratifs, Objectile, 1995.*

Outre la capacité à produire de manière non standard une série de panneaux et d'y assurer la continuité des raccords, les *Panneaux décoratifs* ont renversé la tendance, en intégrant dès le départ, comme nouvelle base et comme finalité, les préoccupations de la fabrication. Le nouvel objet du désir permet à ces différentes machines de s'imprimer au moment même de la conception, offrant de nouvelles voies d'expression.

L'expressivité formelle adoptée en réponse aux possibilités d'exploration offertes par les machines CNC s'est trouvée à nouveau désajustée, obligeant à repenser les

défauts d'origine, de manière à intégrer ces nouvelles contraintes et entraînant ainsi de nouvelles modifications de l'interface par défaut. Afin d'assurer la métastabilité de cette interface, il est important que cette évolution des sensibilités se fasse de manières transductives, dans le sens où les explorations stabilisées dans le milieu de la conception ont servi à structurer, de proche en proche, le milieu de la fabrication, par une interface commune, capable d'assurer le continuum.

2.1.3 Modulation par l'information

Penser la conception architecturale comme la modulation d'une forme par l'information suppose nécessairement le passage de l'objet vers le processus, ou vers l'objectile, comme disait Deleuze en référence à Bernard Cache. Cette modulation s'oppose au moule, en insistant sur son aspect dynamique. Il ne s'agit pas de revenir sur ce passage, mais de faire un pas de côté afin de chercher à comprendre les conditions de possibilité de cette modulation.

Pour qu'il y ait possibilité de modulation, il faut une énergie à moduler : c'est-à-dire que la modulation implique comme condition l'existence d'un système recelant de l'énergie potentielle [...], système métastable, comme appelant le devenir qu'il conditionne²⁸⁴.

Ce système métastable se construit sans arrêt. Ce conditionnement opère déjà un tri et permet de concentrer l'attention à des variables précises. L'architecte manipule une forme dans le temps qui n'est plus à proprement parler une forme, mais les conditions de possibilité de cette forme. Ces différentes variations ne sont plus seulement abordées selon son contenu moteur, de manière instinctive, et possible grâce à l'attention élevée du concepteur, mais sont perçues et conçues par la connaissance même de sa constitution et de sa programmation. Le processus de variation devient l'objet même de l'attention par la pensée et l'analyse. En raison de son origine computationnelle, centrée sur le calcul, ce type de processus a encouragé la conception algorithmique ou paramétrique. Dans tous les cas, il se produit une avancée dans la maîtrise des différents processus de prises de forme. Après une sorte d'apprentissage intuitif, les architectes sont en mesure de saisir l'étendue des évolutions possibles pour la forme. Ils s'intéressent d'ailleurs plus à l'étendue que la forme en tant que telle. À l'instar de la géométrie fractale et de la structure d'ADN, les processus ont continué de se rapporter, algorithmiquement et métaphoriquement, aux sciences de la nature, en suivant au plus près les dernières avancées scientifiques. En effet, les architectes se sont appropriés ces processus génératifs afin d'obtenir de l'information susceptible d'entraîner des

²⁸⁴ Gilbert Simondon, *Communication et information*, op. cit., p. 190.

simulations génératrices pour le projet-objet. Les formes « prennent sens » au fur et à mesure qu'elles se développent, par vagues successives. L'information devient forme. Il arrive un moment où le diagramme explorant différentes orientations se stabilise et devient le support de réalités spatiales définitives ; le modèle paramétrique s'organise au travers de ses instances.

Il devient alors possible pour les architectes de percevoir dans cet assemblage de lignes abstraites des déterminations architecturales du type intérieur et extérieur : haut et bas, gauche et droite, etc. L'objet en devenir se détache peu à peu de son fond, qui se constitue simultanément. Cet objet reprend les formes organiques de son information modulante selon les amplifications réalisées. S'il est possible de voir une certaine cohérence entre l'information et la forme, il demeure néanmoins difficile de juger de cette relation constitutive information-forme, car celle-ci soit repose sur un rapport analogique tronqué, soit est pensée en termes de quantités. Il s'agit ici de poursuivre l'hypothèse de Simondon en cherchant à définir une qualité d'information. Pour ce faire, disait-il, il s'agit de lui donner des « franges ».

Les pressions du diagramme

Le diagramme a été l'un des concepts phares pour saisir l'indistinction première de la forme, comme machination abstraite. À l'instar du pli, du lisse ou du devenir animal, le diagramme trouve lui aussi sa source dans la philosophie de Gilles Deleuze, ici dans son exégèse de la pensée de Michel Foucault sur le savoir et l'histoire. Contrairement aux autres concepts deleuziens, il semble que le diagramme ait connu une meilleure fortune, comme le démontre la publication récente consacrée au *Diagrams of Architecture*²⁸⁵. Comme plusieurs auteurs l'ont précisé, le diagramme n'est pas une invention nouvelle : « il est aussi vieux que l'architecture elle-même » rétorque Peter Eisenman à ceux qui l'utilisent « comme un mot clé pour interpréter le nouveau²⁸⁶ ». La position d'Eisenman demeure singulière, parce qu'elle cherche à introduire une

²⁸⁵ Cf. Mark Garcia (éd.), *The Diagrams of Architecture. AD Reader*. London: John Wiley, 2010.

²⁸⁶ Peter Eisenman, « Diagram. An original scene of writing », in *Written into the Void. 1990-2004, Selected Writing*. New Haven & London: Yale University Press, 2007, p. 89.

2.1.3 Modulation par l'information

nouvelle idée du diagramme, différente de l'ancienne et surtout s'éloignant de celle proposée par Deleuze et défendue par le théoricien Robert Somol. Avant d'aborder les subtilités et malentendus sur lesquels Eisenman construit sa proposition, il est important d'aborder le diagramme à partir de la définition qu'en a donné Deleuze, puis par l'utilisation canonique qu'en ont fait des architectes comme UN Studio.

Pour Deleuze, le diagramme est une machine abstraite en tension avec l'agencement concret. Ce n'est pas une machine technique mais avant tout sociale, sorte de dispositif relationnel, qui permet de capter les « forces irréductibles », en deçà de la représentation. Pour l'architecture, le diagramme est surtout compris comme un dispositif capable de déclencher et de générer des formes en raison de ses nombreuses potentialités. Il est à la fois la surface d'accueil que le germe structurant, comme « un système ouvert d'organisation²⁸⁷ ». Dans une analyse récente sur l'utilisation du diagramme chez UN Studio, le critique italien Sollazzo le définit comme : « le déclencheur qui active le processus de génération et en même temps, définit les règles, les marges, les proportions, les influences et les dimensions. Il agit comme un pont entre l'abstrait et le matériel²⁸⁸. »

Le diagramme est le milieu intermédiaire qui permet une première sélection de l'information sans pour autant la figer dans une forme définitive. Il permet d'expérimenter la tension en deçà de la représentation, de l'interprétation et de la signification. Les lignes contenues dans le diagramme de la *Mobius House* d'UN Studio ne représentent pas à proprement parler une structure architecturale, ni aucun élément qui serait ni ne pourrait être matérialisé, mais bien plutôt une « force mobile » qui permet le passage des intentions abstraites et floues vers l'objet réalisé et concret. Un devenir-forme qui permet d'accueillir les éléments du projet, une figure devenue fond ; une forme devenue réceptacle pour de nouvelles formes.

²⁸⁷ Greg Lynn, « Forms of Expressions: Proto-functional Potential of Diagrams in Architectural Design », in *Folds, Bodies & Blobs. Collected essays*. Bruxelles: La lettre volée, 1998, p. 229. Texte publié à l'origine dans *El Croquis* 72/73, n° spécial, *Ben van Berkel 1990-1995*, 1995.

²⁸⁸ Andrea Sollazzo, *Digital Van Berkel. Diagrams, Processes Models of UNStudio*. Rome : EdilStampa, 2011 [2010], p. 24.

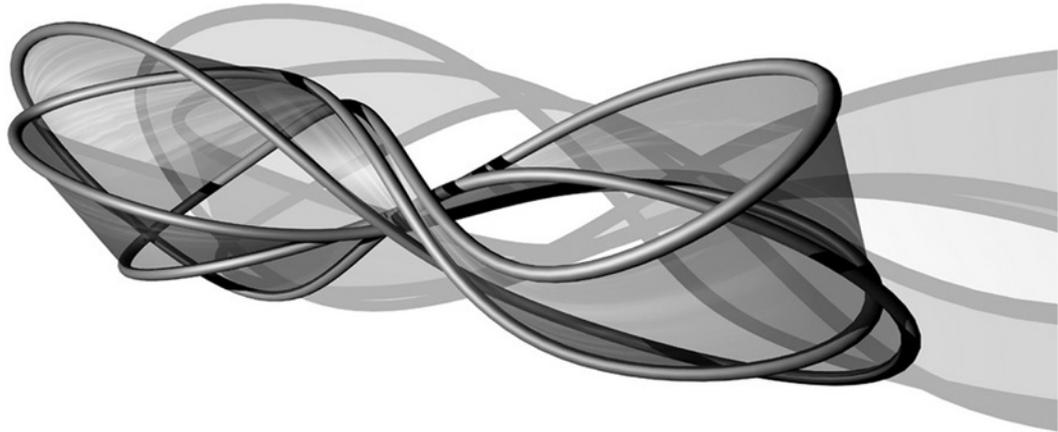


Figure 38. Diagramme formel de la *Möbius House*, Het Gooi, UN Studio, 1993-1998.

C'est ici que la proposition d'Eisenman vient radicaliser le côté expérimental du diagramme. Pour lui, l'abstraction correspond à une autonomie qui permet de se couper des *a priori* architecturaux pour parvenir à définir ce qu'il appelle « l'intériorité » de l'architecture. Pour Eisenman,

Si Derrida dit juste, il est déjà donné dans l'intériorité de l'architecture une forme de représentation, peut-être le devenir démotivé du signe architectural. Cette forme de représentation refoulée n'est pas seulement intérieure à l'architecture, mais aussi antérieure à elle. C'est cette représentation en architecture qui pourrait également être appelée écriture²⁸⁹.

On peut dire que l'obsession d'Eisenman est, en plus de chercher l'écriture propre à l'architecture, de laisser des traces, permanentes. Le diagramme doit pouvoir contenir l'infinité des possibles, et en plus, il doit être capable de s'installer avant l'origine de l'architecture et ainsi éviter les questions de la présence.

Dans ce sens, dira Eisenman, le diagramme pourrait être compris comme existant avant l'antériorité et l'intériorité de l'architecture. Il existe comme

²⁸⁹ Peter Eisenman, « Diagram. An original scene of writing », *op. cit.*, p. 92.

2.1.3 Modulation par l'information

espace potentiel de l'écriture, une écriture qui s'ajoute [*supplements*] à l'idée d'une intériorité avant perception²⁹⁰.

Pour Eisenman, le diagramme permet d'établir une coupure avec les contraintes de la réalité, lui donnant une autonomie avec laquelle il devient capable d'aborder différentes problématiques, telles que la nature même de l'architecture. Cet accès à la pré-intériorité de l'architecture par le diagramme fait cependant dire à Eisenman que celle-ci semble comme « être déjà écrite ». Il l'est en effet, car le supplément derridien, nous explique Bernard Stiegler, « est technique et toute technique supplémentaire est un support de mémoire “extériorisant” un programme²⁹¹. » La pré-intériorité de l'architecture est par conséquent déjà technique et repose sur une réserve de traces permanentes, c'est-à-dire une mémoire extériorisée. La spécificité du logiciel est d'avoir été écrit par quelqu'un d'autre, et donc d'interférer avec cette intériorité architecturale, et parfois dans sa préexistence même. Il y a une fuite qui s'organise de l'intérieur.

Le diagramme permet donc d'établir le pont entre la forme qui n'est pas tout à fait une forme et une information qui est déjà préformée. Établi selon des logiques extérieures, le diagramme demeure relativement abstrait, ce qui lui donne la souplesse nécessaire pour que les architectes puissent explorer. En 1998, Ben van Berkel écrit dans *Diagram Works* : « L'architecture diagrammatique est un processus de développement et, à la fin, de libération. Le diagramme libère l'architecte du langage, de l'interprétation et de la signification. » Cette affirmation est reprise intégralement en 2001 par le critique Verstegen, qui ajoute directement à la suite : « Mais le diagramme demande une interprétation et qu'il lui soit donné du sens²⁹². »

²⁹⁰ *Ibid.*, p. 93.

²⁹¹ Bernard Stiegler, *La technique et le temps II. La désorientation*. Paris : Galilée, 1996, p. 16.

²⁹² Ton Verstegen, *Tropisms. Metaphoric Animation and Architecture*, *op. cit.*, p. 71.

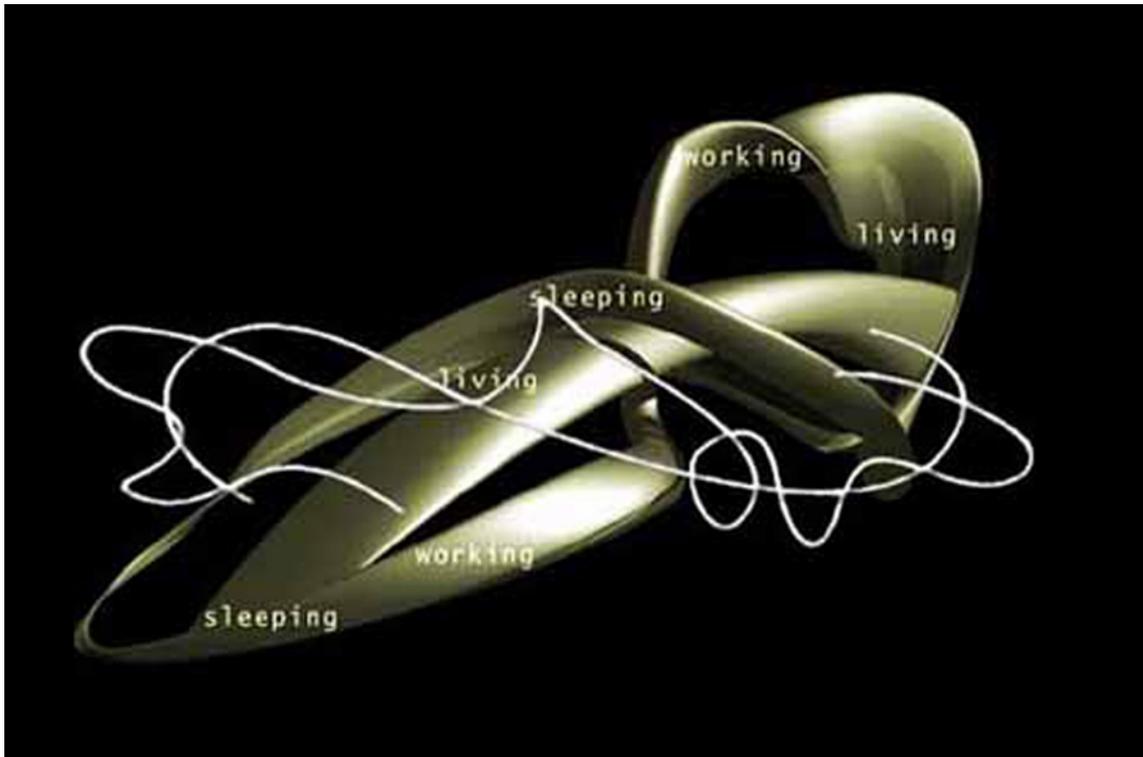


Figure 39. Diagramme formel et fonctionnel de la *Mobius House*, Het Gooi, UN Studio, 1993-1998.

Si les termes qu'emploie le critique semblent incompatibles avec l'idée même de diagramme, ils montrent néanmoins le tournant qu'ont pris les expérimentations numériques, ainsi que le retour aux expérimentations concrètes, tant dans le savoir-faire informatique et mathématique que dans la présence même de l'objet dans sa réalité matérielle. Ce revirement de situation a mis fin à un intérieur « vide » et innocent de l'architecture, en faisant comprendre qu'il n'existe plus de scène originelle ; et en même temps a accentué le besoin de donner du sens à ce qu'ils font, et cela de plus en plus tôt dans le processus.

Suivre la discontinuité

La question des origines est centrale pour plusieurs architectes. En deçà de l'origine même de l'intériorité de l'architecture, il a beaucoup été question de la morphogenèse. Les architectes parviennent à percevoir une forme à un moment relativement avancé, où certaines potentialités sont déjà stabilisées. Après un mouvement initial obtenu par des

2.1.3 Modulation par l'information

tactiques aveugles, un basculement se produit inévitablement, qui fait que ce mouvement indéfini devient apte à engranger des significations. C'est le moment où la forme en mouvement commence à se détacher de son fond, où elle devient un objet perceptible et utilisable par l'architecte. Cette origine perd son sens originel, idéal et abstrait et devient plutôt un moment intense, continu et qui se concrétise au fur et à mesure que le mouvement se prolonge. Certains architectes, comme Mark Goulthorpe, ont d'ailleurs pris conscience de cette nouvelle configuration de l'origine : « L'origine est toujours présente, le mouvement n'éloigne pas de l'origine, il n'est jamais isolé de son passé, car il n'y a pas de dégradation²⁹³. » L'origine est en perpétuel déplacement et n'est plus fixée – elle n'est plus fixée au départ.

Pour l'équipe d'ECOi, la question de l'origine est directement abordée dans l'*Hystera protera* (1998), envisagé « comme une médiation sur les origines, ou sur le changement de nature des origines²⁹⁴ ». Pour l'architecte, la nature des origines est désormais dynamique, métastable et immanente. Comme il l'explique de manière plus générique, « l'origine d'une forme suspend sa propre origine au-dessus ou à l'intérieur d'elle-même²⁹⁵ ». Il se produit une sorte de tâtonnement à l'intérieur même de l'origine. Pour développer cette idée, Goulthorpe se réfère à la relecture que fait Luce Irigaray du mythe de la caverne (ὄστρα) de Platon.

Dans ce texte, en plus de l'attaque contre la représentation, la philosophe Irigaray cherche à penser l'origine en termes de matrice, de maternité, et non plus de paternité. Il ne s'agit plus de représenter, de se représenter d'abord une forme, mais d'en permettre la naissance, c'est-à-dire de la penser avec son milieu associé. Pour Irigaray, l'intérêt se porte sur la « deuxième naissance », par le renversement qui s'opère à la sortie de la caverne. Elle explique ce moment de la « sortie » de la caverne comme suit :

L'instant d'une inversion où se retrouveraient, se renverseraient, se recoudraient simplement une fois – le temps de les relever – les oppositions en bas/en haut, dedans/dehors, antérieur/postérieur, gauche/droite, est/ouest. L'un passait, quasiment, dans l'autre, à la lumière solaire²⁹⁶.

²⁹³ Mark Goulthorpe, *Possibility of (An) Architecture*. Rotterdam, NAI Publisher, 2008, p. 61.

²⁹⁴ Mark Goulthorpe, « Hystera Protera », in *Possibility of (An) Architecture, op. cit.*, p. 22.

²⁹⁵ *Ibid.*, p. 23.

²⁹⁶ Luce Irigaray, « Le mythe de Platon », in *Speculum de l'autre femme*. Paris : Minuit, 1974, p. 362.

Le recours par Goulthorpe à cette interprétation indique son désir de cerner ce moment intense, où l'objet architectural acquiert sa signification, quasiment à l'image d'une initiation. Ce renversement se produit dans une oscillation qui empêche néanmoins la compréhension de l'origine de manière directe et traditionnelle. Afin de creuser cette problématique, l'architecte ouvre en parallèle un deuxième champ d'investigation : celui de l'écriture.

En s'inspirant des hiéroglyphes, il propose le concept de *glyphe* en opposition à celui de *graphique*, pour marquer la différence de nature des inscriptions. Le glyphe n'est pas représentatif, ni même significatif, il n'est qu'une amorce, souhaitant garder le maximum de potentialités pour la forme à venir. Le glyphe, à l'instar du diagramme, garde ses pressions internes jusqu'au renversement initial, initiatique, où il épuise progressivement ses potentialités. L'*Hystera protera* cherche justement à explorer une écriture en deçà de sa représentation graphique.



Figure 40. *Hystera Protera Electroglyphs*, Frankfurt, dECOi, 1998.

Dans un premier temps, l'inscription initiale consiste en la figure « 2 » qui a été collée grâce au technique de *mapping* sur un ovoïde et qui, après avoir été mise en

2.1.3 Modulation par l'information

rotation et multipliée de manière séquentielle, a donné des figures 3D. Ces nouvelles figures sont disposées couche par couche de manière à produire des enveloppes le long d'axes prédéfinis. Cette mise en mouvement montre le déplacement de l'origine. C'est en effet la transition hésitante entre les glyphes qui rend le mieux compte du devenir de ce projet-objet. Chacune des inscriptions prises séparément, pour elle-même, n'est qu'un fragment incompréhensible ; elles ne servent qu'à faire passer l'intensité d'un glyphe à l'autre. Cette intensité fondatrice se comprend néanmoins toujours à partir de ses traces, ici une banale inscription, qui investit progressivement le milieu. Dans ces conditions, l'inscription de départ n'a pas d'importance, c'est seulement au travers de ses déformations que peut s'opérer une reconfiguration de son milieu. C'est dans ce sens que Goulthorpe affirme : « Il ne s'agit plus de forme, pas plus que d'informe ou d'informel, mais d'une immanence – l'architecture comme matrice de formes possibles – d'un organe évolutif, topologique de par sa formation même²⁹⁷. » C'est seulement une fois que la matrice se dédouble en inscription avec son milieu associé que l'architecte peut découvrir ce qui se trame, car avant, les lignes n'avaient pas de signification architecturale. L'inscription agit d'abord comme une prescription qui se charge de significations parce qu'elle se dissocie de son fond ; elle sélectionne l'information, elle accueille l'information qui permet de donner progressivement l'identité à l'objet.

Les évolutions possibles

L'une des sources les plus fécondes pour la modulation de la forme a certainement été trouvée dans les processus de croissance présents dans la nature. À intervalles réguliers dans l'histoire, l'architecture s'est inspirée de la nature comme moteur de conception. En plus d'employer les mêmes termes, il s'instaure différentes analogies de procédés qui participent à la morphogenèse de l'objet architectural. Les motivations

²⁹⁷ Mark Goulthorpe, «Latence architecture», Frédéric Migayrou and Zeynep Mennan (éds). *Architecture non standard*. Paris : Centre Pompidou, 2003, p. 68.

pour l'organique restent cependant pour une large part conforme aux attentes que l'on trouve sous la plume de plusieurs architectes modernes²⁹⁸.

John Frazer, architecte anglais, fêru d'informatique, largement influencé par la pensée cybernétique, a participé entre autres à l'expertise informatique (avec Julia Frazer) pour le *Generator* (1976-78) de Cedric Price. Synthétisé en 1995 sous l'appellation d'« architecture évolutive », ce travail recouvre en fait près d'une trentaine d'années d'expérimentations. Il l'explique comme suit :

Une architecture évolutive consiste en une enquête fondamentale sur les processus de génération des formes et, parallèlement, à une recherche scientifique plus large pour une théorie de la morphogenèse dans le monde naturel. Elle propose le modèle de la nature comme force génératrice pour la forme architecturale²⁹⁹.

Si à première vue, ce parallèle avec les modèles de la nature se rapproche des tentatives plus anciennes, il se produit néanmoins une différentiation à partir des années 1950-1960, où l'ordinateur, par ses modes de modélisation et de simulation, apporte l'espoir d'une résolution de la complexité par le calcul automatique. John Frazer, comme Gordon Pask, qui a introduit la pensée cybernétique en architecture³⁰⁰, sont de ceux qui croient à la possibilité de penser le continu et le naturel de manière discrète. Dans ce sens, les processus décrits par Frazer à partir des automates cellulaires, des algorithmes génétiques ou encore des adaptations itératives ne s'inscrivent pas uniquement dans des problématiques architecturales, mais ils sont développés afin de reproduire des processus naturels de croissance. L'usage de ces processus, comme le souligne clairement l'architecte, n'est pas de nature explicative, mais générative. Ces modélisations ne servent pas à expliquer ce qui se passe, mais plutôt à établir des *patterns* de référence qui, fonctionnant dans la nature, peuvent être générateurs pour les processus architecturaux. C'est pour cette raison que les procédés informatiques non pas à assurer l'analogie jusqu'au bout. Leur objectif n'est pas tellement de simuler parfaitement la complexité de la nature, mais plutôt d'en reproduire les règles

²⁹⁸ Cf. Rivka Oxman, « Naturaliser la conception architecturale. À la recherche d'une matérialité tectonique », Frédéric Migayrou and Marie-Ange Brayer (éds), *Naturaliser l'architecture*. Orléans : Hxy, 2013, p. 106-121.

²⁹⁹ John Frazer, *An Evolutionary Architecture*. London: Architectural Association, 1995, p. 9.

³⁰⁰ Cf. Gordon Pask, « The Architectural Relevance of Cybernetics », in *Architectural Design*, 1969, p. 494-496 ; Usman Haque, « The Architectural Relevance of Gordon Pask », in *Architectural Design*, n° spécial, *4d Social Interactive Design Environments*, vol. 77, issue 4, July-August 2007, p. 54-61.

2.1.3 Modulation par l'information

élémentaires afin de les transposer dans une forme architecturale. Ces règles doivent permettre d'ouvrir l'imagination de l'architecte sur de nouvelles formes. Frazer ose utiliser l'appellation « architecte augmenté » (*extended*).

Pour Frazer, le terme d'évolution s'oppose à révolution et à la stabilité, et surtout, il lui sert à condamner les grammaires formelles en vogue à la fin des années 1970. Cette architecture évolutive, par ses modes de pensée, ses terminologies et ses analogies opératoires, est fortement inspirée par la théorie darwinienne de l'évolution, à laquelle Frazer se réfère explicitement. Par conséquent et tout naturellement, l'architecte anglais retrouve à la fin de son raisonnement le problème des « critères de sélection ». Les critères qu'il propose sont par contre décevants ou du moins ne sont pas à la hauteur des espérances placées dans ces processus génératifs. Il définit principalement deux types de critères : quantitatifs et qualitatifs. Pour le quantitatif, il donne comme exemple la modélisation de la course du soleil. Malgré les possibilités de calcul effectives, cette modélisation n'apporte pas de véritable saut qualitatif pour le projet par rapport à celles faites à partir de la connaissance intuitive de la course du soleil. Pour les critères qualitatifs, Frazer reste vague et s'en remet à des « jugements esthétiques », qu'il ne développe pourtant pas. Ses réponses évasives renseignent cependant sur la véritable cible qu'il s'est fixée.

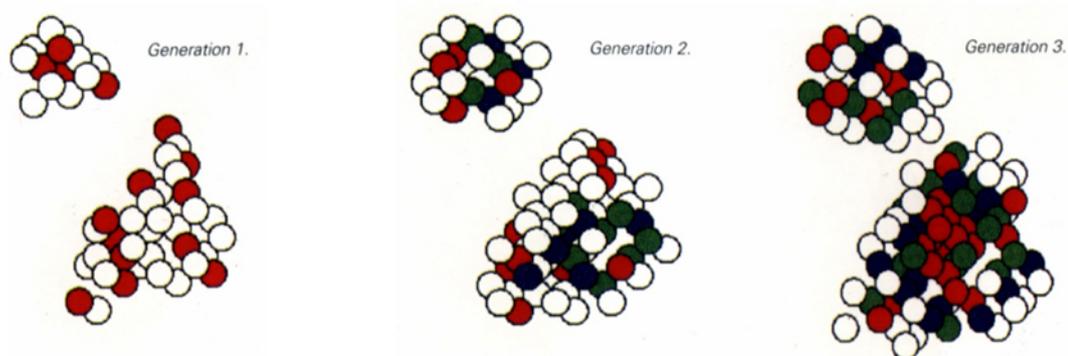


Figure 41. *Emergent Artificial Life*, AA School, John Frazer with Peter Graham, 1994.

Comme il l'explique pour le projet de l'*Emergent Artificial Life* (1994), la réussite du projet ne réside pas tant dans les résultats finaux, mais dans la capacité du concepteur à suivre les processus et surtout, dans la possibilité de générer des structures complexes. Son véritable centre d'intérêt réside dans la genèse même de ces processus et dans la tentative d'obtenir une origine ultime, capable de générer toutes les suites possibles. Ce désir d'omnipotence est décrit dans un long passage à la fin de son texte qui explique clairement le dessein originel qu'il cherche à atteindre.

Peut-on mettre en mouvement un processus de création qui n'a pas nécessité une rétroaction massive, mais une seule graine – la théorie darwinienne de l'évolution, après tout, implique une racine commune à toutes les espèces. Peut-être n'avons-nous même pas besoin d'une graine ? Pouvons-nous faire évoluer toute forme à partir d'une soupe-de-données primitive [*primeval data-soup*], implémentant non seulement les règles mais aussi la configuration de départ ? Serait-il possible de faire co-évoluer l'environnement dans lequel le développement épigénétique se produit ?

C'est ce que nous essayons de faire en ce moment : faire évoluer la vie architecturale à partir de rien, sans a priori, sans design [...] seulement des tactiques aveugles³⁰¹.

Cette « soupe-de-données primitive » tente de (re)créer un plan d'immanence presque transcendantal, sans sujet, qui permettrait à l'ensemble des possibles d'advenir. Frazer ne fait ni plus ni moins qu'introduire la machine universelle de Turing en architecture, cette dernière ici expliquée par l'épistémologue Jean-Pierre Dupuy :

Chaque machine de Turing particulière invite une faculté particulière de l'esprit, elle en est le modèle. La machine de Turing universelle imite n'importe quelle machine de Turing particulière : elle constitue le modèle des modèles. [...] La machine de Turing universelle est donc le modèle de l'esprit³⁰².

Si ces analogies entre les logiques de la machine et de l'esprit ne sont toujours pas démontrées, car indémontrables selon Turing, il n'en reste pas moins que la logique algorithmique de l'ordinateur est parvenue à s'inscrire sérieusement dans les mentalités de certains architectes avec comme objectif de stimuler leurs imaginations.

³⁰¹ John Frazer, *An Evolutionary Architecture*, op. cit., p. 101.

³⁰² Jean-Pierre Dupuy, *Aux origines des sciences cognitives*. Paris : La Découverte, 1999 [1994], p. 31.

Avant même l'utilisation répandue de l'ordinateur, la conception par l'énonciation de problèmes sous forme écrite a constitué une alternative au dessin, rendant ainsi possible la manipulation des configurations spatiales en deçà de son aspect représentatif. On a vu que l'arrivée de l'ordinateur a encouragé dans une certaine mesure ce mode alternatif par sa capacité à gérer l'information, dès le début des années 1970. Les avancées technologiques des interfaces graphiques, leur convivialité et la possibilité de gérer des formes complexes ont fait que les architectes de la décennie 1990 ne se sont peu intéressés à ce passage par l'écriture. Ils ont préférés s'attaquer directement à la forme, même s'ils le faisaient de manières approximatives. Le début du deuxième millénaire marque un retour en force du modèle alternatif du « *design by numbers* » pour reprendre l'expression de l'artiste John Maeda. Si son journal d'exploration numérique se limite au design graphique³⁰³, Maeda a ouvert une brèche dans le design numérique qui s'est élargie à plusieurs domaines. Grâce à sa pédagogie fondée sur la beauté d'algorithmes simples³⁰⁴, Maeda a trouvé des continuateurs, comme ses étudiants Ben Fry et Casey Reas, qui ont poursuivi l'exploration jusqu'à introduire sur le marché des environnements graphiques de programmation, comme Proce55ing, devenu par la suite Processing. Par son mode de fonctionnement, Processing favorise la visualisation de transformations dynamiques de toutes sortes, rendant ainsi son usage particulièrement intéressant pour le monde de l'art et surtout le design graphique, mais aussi pour certains champs exploratoires de l'architecture.

³⁰³ John Maeda, *Maeda@Media. Journal d'un explorateur numérique*. London: Thames & Hudson, 2000.

³⁰⁴ Cf. John Maeda, *Design by numbers*. Mass: MIT Press, 1999 ; Malcolm McCullough, « 20 years of scripting », in *Architectural Design*, vol. 76, n° 4, July-August 2006, p. 12-15.

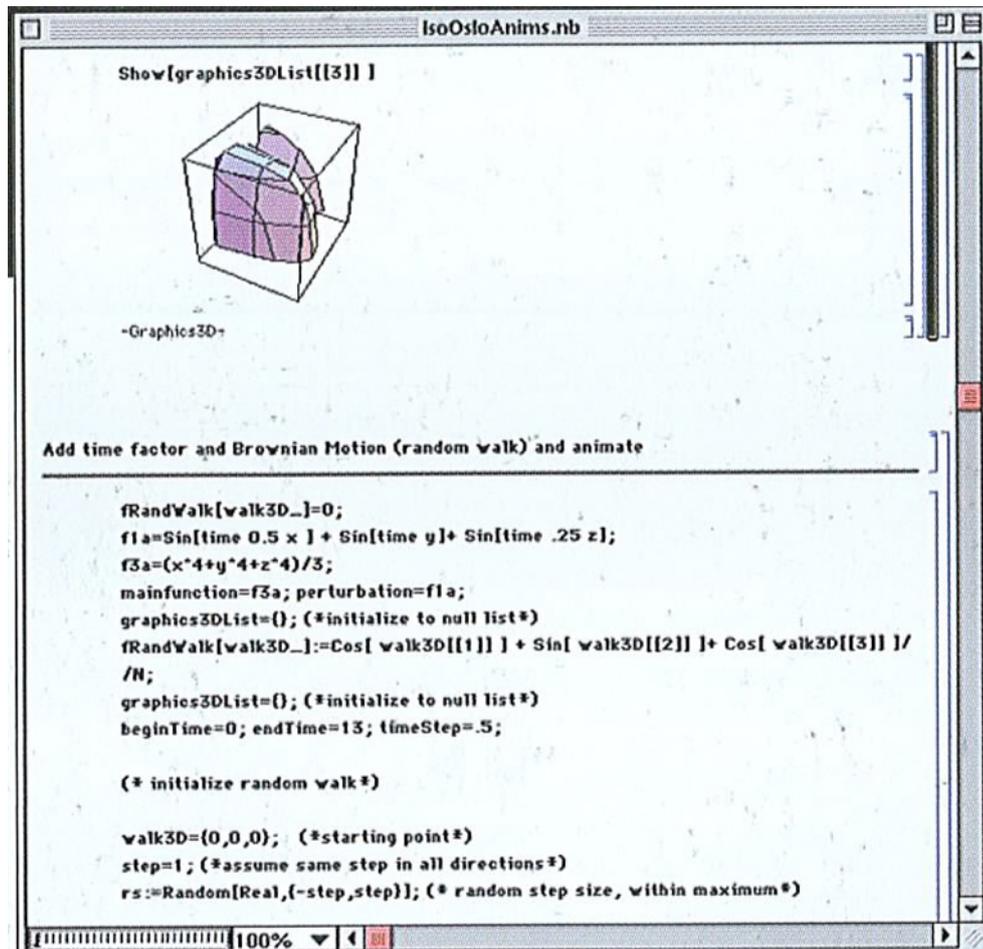


Figure 42. Interface de génération des *Data-Driven Forms*, Marcos Novak, 1997-1998.

Par sa facilité à gérer les boucles itératives, Processing permet à l'architecte-concepteur d'explorer un paramètre précis en le faisant varier un nombre infini de fois. Si cet environnement graphique trouve une application efficace pour la visualisation de l'information, il n'en reste pas moins qu'une habileté technique est nécessaire. En effet, pour obtenir le moindre résultat, il est obligatoire de passer par quelques lignes de code, ce qui exige des manipulations plus ou moins complexes et la médiation par un pseudo-code. En d'autres termes, avant de pouvoir obtenir des variations, il est nécessaire au préalable d'« écrire » la suite logique des opérations sous la forme d'un algorithme. Avant même la forme de l'objet, il se produit une première formalisation, par le code, d'un processus que l'architecte souhaite appliquer, par compilation, à une représentation graphique quelconque.

Une distinction majeure apparaît chez les architectes entre la génération Processing des années 2000 et celle des débuts de l'informatique. Comme le révèle Terzidis, les

2.1.3 Modulation par l'information

stratégies algorithmiques ne sont plus développées dans une logique de *résolution* de problèmes (*problem-solving*), mais plutôt dans une manière d'*aborder* ou de *formuler* le problème (*problem-addressing*). Dans cette logique, le problème lui-même n'a plus besoin « d'être clairement défini, délimité ou encore déterministe³⁰⁵ ». La tendance actuelle, comme le souligne le catalogue du concours pour le *Pavillon Seroussi* (2007), semble confirmer cette approche du problème. L'objectif n'est plus tellement de résoudre un problème précis que de s'en servir comme amorce ou déclencheur pour une transformation. La logique algorithmique ne sert plus à résoudre des problèmes, ni à trouver « la meilleure solution », mais est principalement utilisée pour sa capacité génératrice, qui rappelle le diagramme ou la fascination pour le mouvement tout en proposant une meilleure maîtrise technologique de la variation. Cet engouement pour la logique algorithmique réside dans sa capacité à engendrer de l'indétermination.

Contrairement aux croyances communes, les algorithmes peuvent produire des résultats qui sont dépourvus d'intentions ou que la prédiction de leur comportement ne peut être assurée. Ces résultats sont imprévisibles, mais aussi accidentellement significatifs³⁰⁶.

Sous la logique algorithmique, il n'existe plus à proprement parler de « lâcher prise » avec le compilateur, car la première formalisation, analytique a déjà concentré et localisé la déformation à quelques paramètres précis (aussi nombreux soit-il), généralement dirigés un à la fois. La fascination et l'enthousiasme primitif pour le numérique ont diminués et passent désormais par le calcul. L'attention de l'architecte s'est par conséquent relâchée et englobe désormais autant la variation de la forme que la logique de cette variation.

Ce déplacement de l'attention se trouve lié avec la redécouverte de la programmation et de la logique algorithmique au tournant des années 2000, comme l'a observé Malcolm McCulloch, premier responsable des produits Autodesk au milieu des années 1980. Pour lui, cette redécouverte s'explique à partir de deux raisons principalement : « Les avancées dans la fabrication numérique doivent être considérées comme l'un des premiers motifs³⁰⁷. » Pour être guidées convenablement, les machines à commandes numériques nécessitent un langage commun avec les logiciels de

³⁰⁵ Kostas Terzidis, *Algorithmic Architecture*, *op. cit.*, p. 66.

³⁰⁶ *Ibid.*, p. 21.

³⁰⁷ Malcolm McCulloch, « 20 years of scripting », *op. cit.*, p. 187.

conception pour que le transfert d'information soit assuré. En même temps, le fonctionnement des machines de fabrication se concentre sur des actions précises, engageant ainsi un nombre fini de paramètres à manipuler. Le second motif proposé par McCullough repose sur le rapprochement avec la biologie, qui « apparaît relativement naturellement avec les notions de beauté algorithmique et d'algorithme génératif³⁰⁸ ». Cette tendance s'est en effet accentuée avec la redécouverte de la programmation. En une dizaine d'années, les processus naturels sont revenus occuper une place centrale dans les débats autour de l'architecture numérique.

Les processus naturels comme paradigme

Ce rapprochement, comme on l'a compris, se trouve notamment aux origines même de l'informatique. Parlant des automates, John von Neumann dit dans son texte célèbre :

Leur rôle en mathématique présente une analogie intéressante avec certains aspects fonctionnels de l'organisation dans la nature. [...] Certaines des constantes que nous observons dans l'organisation des uns [naturels] peuvent nous être très utiles dans notre façon de concevoir et d'élaborer les autres [artificiels]³⁰⁹.

Si Von Neumann prend les neurones du cerveau humain comme référence principale, le déplacement opéré par cette analogie est fondamental pour comprendre ce qui s'introduit avec l'emploi des processus naturels comme générateurs pour les architectures numériques. L'explication se trouve en partie dans le texte introductif de Chazal, dans lequel celui-ci s'intéresse justement à cette analogie entre l'ordinateur séquentiel et le réseau de neurones formel, entre la logique et le topo-logique : « On va d'un dispositif où prime l'agencement dans le temps des opérations vers une disposition spatiale ; d'une organisation linéaire des actions vers le graph, l'espace réticulaire de chemins divers dans lesquels s'immerge l'information³¹⁰. »

Contrairement à la réflexion engagée pour saisir les modes d'appropriation-adoption des logiciels, ce raccord entre logique et topologique prend un nouveau sens

³⁰⁸ *Ibid.*

³⁰⁹ John von Neumann, *Théorie générale et logique des automates*, *op. cit.*, p. 62.

³¹⁰ Gérard Chazal, « La pensée et les machines : le mécanisme algorithmique de John von Neumann », *op. cit.*, p. 34.

2.1.3 Modulation par l'information

dans les explorations architecturales. En effet, l'intérêt ici n'est pas tellement de contredire ou de valider ce principe, mais de considérer cette analogie entre processus naturel et mathématique comme fondamentale pour les architectes cherchant dans la biologie des modes génératifs pour les morphologies. Il est important de rappeler que ce rapprochement est moteur pour la conception et n'est pas utilisé à des fins d'explication ou d'analyse. Comme le suggère très récemment la critique Rikva Oxman, il se produit un changement de paradigme quant à la définition de la « nature » au cours des vingt années de production numérique.

À une « nature » comme source d'inspiration formelle se substitue une « nature » prise comme un ensemble de processus dynamiques interreliés et disponibles pour une simulation analytique et numérique. Ce discours de la morphogenèse et de l'émergence a été associé aux études sur les principes d'auto-organisation et d'émergence des organismes dans la nature³¹¹.

Les théories récentes de morphogenèse, de création de forme ou d'émergence reposent ni plus ni moins sur cette « analogie intéressante », où les mathématiques et la morphogenèse cohabitent au sein d'un réseau transdisciplinaire actif permettant ainsi de reconfigurer cette relation binaire. La production architecturale peut éviter ce débat disciplinaire en abordant la question de front, à savoir, concrètement, quelle forme peut émerger de ces processus naturels génératifs ? C'est avec de pareils questionnements que Michael Weinstock, architecte et membre fondateur de l'Emergent and Design Group (avec Michael Hensel et Achim Menges), tente de définir un concept d'émergence, avec comme principal objectif que celle-ci soit utile dans la tâche de conception, en prenant soin de mentionner au passage l'opérabilité des mathématiques pour le travail de l'architecte.

L'émergence repose sur un principe relativement simple qui, même si les architectes ne sont pas arrivés à l'expliquer clairement, est décrit par John Holland comme « un tout provenant de peu ». Ce postulat repose sur l'idée que « des règles de niveaux très bas peuvent conduire à des niveaux très élevés de sophistication grâce à l'auto-organisation³¹² ». Il n'est peut-être pas anodin de rappeler que les théories de l'auto-organisation, selon Jean-Pierre Dupuy, ont fait le pont, du moins en France, entre

³¹¹ Rikva Oxman, « Naturaliser la conception architecturale. À la recherche d'une matérialité tectonique », *op. cit.*, p. 118.

³¹² Jane Burry & Mark Burry, *Mathématiques et Architecture*. Arles : Actes Sud, 2010, p. 73.

la cybernétique et les sciences cognitives. Ce rappel indique les rapprochements implicites qui existent entre la simulation et la connaissance, et par conséquent entre simulation et conception.

L'Emergent and Design Group tire certaines conclusions de ce rapprochement entre mathématique et morphogénèse.

Les systèmes à partir desquels la forme émerge, et les systèmes complexes à l'intérieur desquels l'individu se forme, sont maintenus par la circulation de l'énergie et de l'information dans le système. [...] L'évolution naturelle n'est pas un système unique, mais distribué, avec de multiples systèmes de co-évolution, en autonomie partielle et avec des interactions³¹³.

Cette circulation d'énergie et d'information s'autorégule selon des principes empruntés à des systèmes naturels. Il existerait donc un accord entre deux processus, par distribution co-évolutive. C'est pourquoi la transposition n'est pas unilatérale et unique, les architectes conçoivent une sorte de système avec ses complexités, afin de gérer les interactions entre l'environnement (site) et certains paramètres préétablis. L'évolution naturelle ne répond pourtant pas à la problématique soulevée ci-dessus de transposition d'un milieu à l'autre. Par conséquent, Weinstock nuance ces propos en rappelant la nécessité d'incorporer les processus de fabrication dans ceux de la conception.

Les stratégies de conception ne sont pas vraiment évolutives, à moins qu'elles comprennent dans son itération les modélisations physiques (phénotypique), intégrant les effets matériels d'auto-organisation de la prise de forme [*Form-finding*] et la logique industrielle de la production disponible en CNC et de la découpeuse-laser³¹⁴.

Cet étrange rappel à l'ordre est d'autant plus intéressant qu'il semble n'être adressé qu'à l'étroite communauté d'architectes fascinés par ces questions.

Les champs d'attraction

La simulation informatique des processus naturels a parfois entraîné avec elle certaines des préoccupations conceptuelles qui leur étaient associées. L'étude des

³¹³ Michael Weinstock, « Morphogenesis and Mathematics of Emergence », in *Architectural Design*, n° spécial *Emergence : Morphogenetic Design strategies*, vol. 74, n° 3, May-June 2004, p. 17.

³¹⁴ *Ibid.*

2.1.3 Modulation par l'information

comportements des champs électromagnétiques au XIX^e siècle pour la théorie électromécanique de la lumière s'est répandue progressivement dans différentes sphères, par exemple artistiques ou sociales, en donnant une nouvelle notion pour penser différemment les éléments et surtout, leurs réalités respectives. Pour l'architecture, les considérations autour du champ sont venues modifier la conception même de la forme, comme le démontre Timothy Jachna, étudiant de John Frazer, auteur du post-scriptum de *L'architecture évolutive*. Dans ce court texte, Jachna propose une histoire de la forme qui évolue et se transforme en une histoire du champ. Cette transformation permet surtout de contrer la conception hylémorphique forme-matière, ou le dualisme corps et esprit. La théorie des champs permet d'établir une réciprocité entre le tout et la partie, mais également une stabilité. Le passage de la forme au champ, point culminant du texte, permet d'expliquer avec plus de justesse la réalité de l'objet architectural compris comme *objet-environnement*. Cette conclusion n'est pas inintéressante, dans le sens où elle suit la tendance de l'époque « *from object to field*³¹⁵ », mais elle reste incomplète. Pour un lecteur de Simondon, l'histoire décrite par Jachna est étonnante, car elle présente les grandes lignes du développement du philosophe dans sa conférence intitulée *Forme, information, potentiels*³¹⁶. Si cette conférence a pour principal objectif de définir un axiomatic pour les sciences humaines à partir du problème de la forme, parce qu'il constitue l'un des problèmes philosophiques les plus anciens, l'intérêt pour nous ici est que le champ ne constitue pas le point final de son exposé, mais une étape : il propose une étape supplémentaire en introduisant la notion d'information.

Les notions d'entropie (incertitude) et de négentropie (organisation) présentes dans la théorie de l'information permettent d'approfondir la notion de stabilité avec celle de métastabilité. Jachna formule ce problème de stabilité en ces termes : « La méthode par laquelle la conception est formulée dans l'esprit n'est pas la même que celle par laquelle l'objet est construit dans le monde³¹⁷. » Cette incompatibilité entre la forme stable pour l'esprit et la forme stable pour la réalité physique repose sur

³¹⁵ Cf. Stan Allen, « From object to field », in *Architectural Design*, n° spécial, *Architecture After Geometry*, vol. 67, issues 5/6, 1997, p. 24-31.

³¹⁶ Conférence faite à la Société française de philosophie en 1960, et publiée dans Gilbert Simondon, « Forme, information, potentiels », in *ILFI*, *op. cit.*, p. 531- 551.

³¹⁷ Timothy Jachna, « Postscript », John Frazer, *An Evolutionary Architecture*, *op. cit.*, p. 109.

la distinction entre désadaptation et dégradation. La désadaptation, au lieu d'épuiser tous les potentiels, peut permettre de les régénérer, de leur ouvrir un nouveau niveau pour se déployer, tandis que la dégradation les épuise totalement. Pour aborder ce nouveau problème, Simondon propose la notion de tension ou qualité d'information. Cette hypothèse, qu'il présente en 1960, a pour but de déplacer la théorie de l'information de Shannon, de Wiener, de Fischer et de Hartley, dans le domaine psychosocial.

La tension d'information serait la propriété que possède un schème de structurer un domaine, de se *propager* à travers lui, de l'*ordonner*. Mais la tension d'information ne peut agir seule : elle n'apporte pas avec elle toute l'énergie capable d'assurer la transformation : elle apporte seulement cette tension d'information, c'est-à-dire un certain *arrangement* capable de moduler des énergies beaucoup plus considérables, déposées dans le domaine qui va recevoir la forme, qui va prendre structure³¹⁸.

Vouloir déplacer et adapter à notre tour cette notion d'information à l'architecture est paradoxal, car si en effet la citation de Simondon peut s'appliquer à une série d'expérimentations actuelles utilisant des processus numériques, en même temps, il manque plusieurs éléments afin d'assurer le passage sans trop de distorsion. Pour cette raison, l'une des propositions pour le concours du *Pavillon Seroussi* (2007) sert de fil conducteur afin de cerner les tensions en action, et surtout afin de permettre de se reconnecter avec cette idée de champ, à laquelle l'équipe Biothing est particulièrement attachée.

³¹⁸ Gilbert Simondon, « Forme, information, potentiels », *op. cit.*, p. 544.

2.1.3 Modulation par l'information

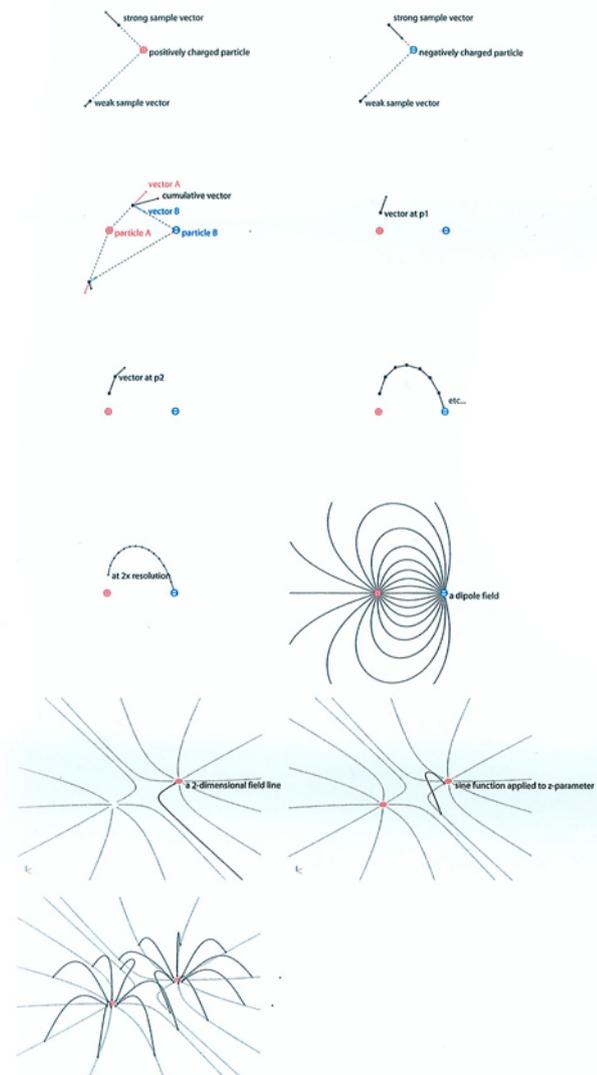


Figure 43. Diagramme restituant la logique du plug-in *Flower Power*, Pavillon Seroussi, Meudon, Biothing, 2007.

Pour l'équipe Biothing, les comportements d'attraction et de répulsion créés à partir d'un champ électromagnétique constituent un *pattern* récurrent transcrit dans le *plugin Flower Power* (sur Rhinoscript). La disposition de particules chargées positivement et négativement induit un champ vectoriel qui se modifie à chaque fois qu'on ajoute ou déplace une particule. Chacune de ces modifications entraîne une reconfiguration de l'ensemble. Ces transformations d'abord élaborées en plan sont réalisées jusqu'à ce qu'elles acquièrent suffisamment de cohérence pour que, dans un second temps, les architectes introduisent de nouvelles transformations, ici appliquées sur l'axe « z ». Ce développement gagnant en complexité à chaque étape a permis à Biothing de faire

émerger une configuration qui s'est chargée de propriétés spatiales et architecturales au cours de son développement. Ces dernières sont constitutives du Pavillon et se définissent de la sorte :

L'intérieur du pavillon, construit sur un seul niveau, est constitué de « cocons » infrastructurels qui forment une combinaison organique de voiles, déployés sous forme de poches et d'ailettes. [...] Ces différents dispositifs agissent comme une vaste membrane textile, connectant les diverses conditions du programme en créant des espaces aux fonctions variables, configurant des « moments » d'exposition, d'habitation, ou de cohabitation³¹⁹.

Le champ généré à partir de particules initiales s'est transformé en cocons, poches et ailettes qui viennent organiser et structurer le Pavillon selon des zones d'attraction et de répulsion, comme expliqué dans la suite du texte.

Attirant ou désorientant le visiteur, cette « étoffe spatiale » dont son aspect sinueux et labyrinthique aux variations produites par les fibres des cocons ; comme si la structure avait gardé dans sa mémoire génétique les forces d'attraction/répulsion qui l'avaient constituée³²⁰.

En d'autres termes, les potentiels introduits par la simulation d'un champ vectoriel, comme tension d'information, constituent un certain arrangement capable de recevoir la forme qu'a finalement conservée le Pavillon. Pour Biothing, ces potentiels numériques ont été maintenus, gardés en mémoire par la structure même du Pavillon, donnant ainsi accès pour le visiteur à sa genèse et à sa formation en tant qu'objet. La question est alors de savoir comment s'assurer que les potentiels simulés pour l'esprit seront efficaces, utiles et significatifs pour l'objet construit. Comment évaluer cette tension d'information ? Notre hypothèse est la suivante : en donnant des franges à l'information.

Les « franges » de l'information

Cette hypothèse des franges à l'information repose sur la proposition faite lors du colloque *Le concept d'information dans la science contemporaine* par Simondon, en réponse à l'un des participants.

³¹⁹ Marie-Ange Brayer (éd.), *Biothing [Alisa Andrasek]*. Orléans : Hyx, 2009, p. 90.

³²⁰ *Ibid.*

2.1.3 Modulation par l'information

L'idée de l'organisation de ce colloque était partie du fait que la notion d'information employée à l'origine dans des sciences exactes, [...] est maintenant une notion qui a des *franges*. [...] Autrement dit, nous aurions souhaité qu'[il] y eut élaboration d'une voie de recherche pour un élargissement de la notion d'information ou d'organisation³²¹.

Si ce désir d'élargir la notion d'information n'a pas été concrétisé à l'époque, il semble que les mutations qu'ont entraînées les TIC encouragent à entreprendre une nouvelle tentative. Les transformations suscitées par le numérique obligent à rendre flexible cette notion afin d'embrasser les différents usages, et pour rendre maniable cette notion centrale dans notre recherche. D'abord, retournons à l'explication que donne Simondon de l'information lors de cet événement :

L'information n'est pas une chose, mais l'opération d'une chose arrivant dans un système et y produisant une transformation. L'information ne peut se définir en dehors de cet acte d'incidence transformatrice et de l'opération de réception. Ce n'est pas l'émetteur qui fait qu'une structure est information, car une structure peut se comporter comme information par rapport à un récepteur donné sans avoir été composée par un émetteur individualisé et organisé ; des impulsions provenant d'un phénomène de hasard peuvent déclencher un récepteur déterminé aussi bien que si elles provenaient d'un émetteur³²².

La rectification cruciale qu'opère Simondon dans ce passage, que Jean-Yves Château³²³ et Batiste Morizot³²⁴ ont soulignée, réside dans le fait que le concept d'information se construit à partir de l'idée de réception, et non à partir de celle d'émission. Privilégier la réception par rapport à l'émission et à la transmission rapproche la notion d'information de celle de signification. Comme on a pu le voir dans les pratiques architecturales utilisant divers processus génératifs, l'information incidente, initiale, génératrice du projet-objet a comme objectif, pour une majorité des cas, tant pour la décennie 1990 que pour aujourd'hui, d'établir une indétermination, qui permet d'élargir les capacités imaginaires de l'architecte. Les règles initiales peuvent être très simples, « de très bas niveau » dit Burry, car il se produit un décalage entre

³²¹ Commentaire de Simondon à la suite de l'intervention de René de Possel, « Transformation de l'information sous forme de texte imprimé en information codée sur ruban magnétique », in *Le concept d'information dans la science contemporaine. 6^e colloque philosophique de Royaumont, 1962*. Paris : Minuit, 1965, p. 157.

³²² Gilbert Simondon, « L'amplification des processus d'information (1962) », *Communication et information. Cours et conférences*, op. cit., p. 159.

³²³ Cf. Jean-Yves Château, « Présentation : communication et information dans l'œuvre de Gilbert Simondon », *Communication et information. Cours et conférences*, op. cit.

³²⁴ Cf. Batiste Morizot, « Le hasard contraint comme modalité de l'individuation », in Jean-Hugues Barthélémy (éd.), *Cahiers Simondon, numéro 4*. Paris : L'Harmattan, 2012, p. 17.

l'organisation formelle et les processus établis. C'est « la récursivité et l'interaction de réseaux et de petits systèmes [qui] peuvent conduire à un résultat surprenant et imprévisible³²⁵. »

Ce n'est évidemment pas n'importe quelle information qui motive les architectes, mais bien celle qui possède cette tension capable de structurer adéquatement le projet-objet à une situation donnée et de répondre le mieux possible au programme architectural. Il y a donc une part d'aléatoire dans le choix de cette information incidente, mais qui se différencie pourtant de « l'heureux accident » de la phase présente. L'objectif demeure de trouver des processus avec des résultats difficiles à prévoir, mais qui peuvent cependant être reproduits une seconde fois. En se rappelant la distinction qu'établit Simondon entre forme, information et hasard pur, il est pertinent pour approfondir cette notion de hasard de s'en remettre à la modalité particulière de « hasard contraint » que propose le philosophe Morizot. Pour le vivant, le hasard est contraint par le récepteur. Il s'appuie en grande partie sur la thèse de Simondon disant que « *l'a posteriori* devient *a priori* », ou que « *le contenu devient codage*, chez l'homme et plus généralement chez le vivant, alors que dans la machine codage et contenu restent séparés comme condition et conditionnée³²⁶ ».

Pour Morizot, cela suppose que le hasard est toujours contraint par rapport à un processus d'individuation, ceci pour deux raisons.

D'abord, que la structure d'accueil, récepteur, système individuel de structurations métastables, manifeste une « plasticité d'intégration ». Ensuite que les contenus accueillis possèdent un « pouvoir de forme », c'est-à-dire une capacité à moduler la structure d'accueil pour opérer des reconfigurations de son agencement³²⁷.

Pour les explorations numériques, cela se traduit par le fait que l'architecte perçoit, reçoit et intègre certaines singularités de la simulation apparues au hasard, en raison de leur compatibilité avec ses motivations initiales. Il est en quelque sorte préformé pour accueillir ces informations indéterminées. Ces nouvelles informations sont intégrées de manière à déformer ses assises culturelles et architecturales et en apportant leur propre pouvoir de forme. Cette transformation de proche en proche de la forme, mais surtout

³²⁵ Jane Burry et Mark Burry, *Mathématiques et architecture*, op. cit., p. 73.

³²⁶ Gilbert Simondon, *MEOT*, op. cit., p. 123.

³²⁷ Batiste Morizot, « *Le hasard contraint* comme modalité de l'individuation », op. cit., p. 29.

2.1.3 Modulation par l'information

de l'information structurante, comme « amorce d'une prise de forme nouvelle », fait que ces explorations architecturales ont produit des images sur lesquelles les expérimentations postérieures se sont accrochées et surtout, à partir desquelles elles se sont structurées.

2.1.4 Structuration du milieu numérique

Les pensées critiques et théoriques en architecture ont suivi de près les phénomènes numériques en tentant de mesurer leurs effets, de décrire leurs tendances et de réfléchir ses véritables enjeux. Malgré le flux continu de réflexions sur le sujet, il est possible d'observer une sorte de stagnation et d'essoufflement autour de l'année 2010. Les architectes reconnus pour avoir participé activement aux expérimentations numériques en sont déjà à publier des recueils de leurs explorations, dont parfois seulement le texte à survécu, les images n'y figurant même plus. Au même moment, des théoriciens et des historiens commencent à écrire cette histoire du numérique, en proposant une introduction, en prenant soin de la réintégrer dans une histoire plus longue, et d'évoquer les transformations véhiculées par la société d'information. Ils en définissent les principales étapes, en soulevant les préoccupations centrales. L'objectif n'est plus de présenter l'architecture en train de se faire, mais d'aborder les projets-objets qui ont obtenu une certaine reconnaissance, stabilité et maturité. En d'autres termes, ces explorations ne viendront plus modifier (radicalement) le sort de cette histoire, leurs potentiels ont été peu à peu consommés et leurs vitalités se sont relativement dissipées. Elles sont parvenues à condenser des expériences et des points de vue contradictoires. Les explorations ont été suffisamment nombreuses pour saturer le milieu. La succession et l'accumulation de ces projets-objets se sont transformées en simultanéité ; comme si la majorité de la production exploratoire s'était aplatie sur un même plan et qu'il était désormais possible d'en avoir une vue d'ensemble relativement nette. Il est devenu possible d'en cartographier les principales tendances, soulever les enjeux liés à tel événement, ou encore saisir l'étendue des problèmes abordés.

Cette saturation empêche néanmoins que de nouvelles expériences fondatrices surviennent avec ces mêmes bases. Des notions comme celle de *blob* sont devenues des images qui ont atteint leur état de saturation et dont les potentiels sont épuisés presque en totalité. L'incapacité à faire à nouveau événement donne néanmoins à ces images la capacité de devenir des marqueurs précieux et repérables de l'imaginaire numérique.

2.1.4 Structuration du milieu numérique

Cette insuffisance a cependant souvent enlisé avec elle les architectes les employant, de telle manière que ceux-ci ont dû inventer pour sortir de cette impasse. Plusieurs d'entre eux n'en sont d'ailleurs pas sortis indemnes. Cette phase de désadaptation et de saturation est pourtant constitutive de ce qui viendra après, comme invention ; elle en forme les bases, elle structure le milieu architectural. Les tendances formelles, conceptuelles et processuelles mises en place, sans véritable concertation, ont tracé des lignes de force et des points remarquables sur lesquels les expérimentations suivantes ont pris racine pour installer à leur tour leurs propres investigations et préoccupations.

La tournure qu'a prise le numérique en architecture montre qu'une grande partie de ces expérimentations a rejoint le fond continu de la culture, tout en l'imprégnant de ses pouvoirs de forme. Malgré cette reconfiguration, la culture architecturale a fait son tri, délaissant certains aspects des pratiques pour en accentuer d'autres qui, pourtant, maintenant dégagés de leur actualité, permettent de saisir les véritables efforts de pensée engagés dans ces expérimentations. Les processus technologiques, par exemple, ont marqué peu à peu les esprits, devenant un critère décisif pour la construction d'une nouvelle sensibilité architecturale.

Le blob comme symbole

À la fin des années 1990, le *blob* est l'une des expressions utilisée pour exprimer l'expérience technologique, formelle et architecturale qui sous-tend les formes arrondies et globulaires générées par l'ordinateur. L'expression a été formulée par Greg Lynn avant de se propager rapidement dans les différents milieux. L'architecte n'invente pas à proprement parler le terme *blob*, mais le reprend de trois milieux extérieurs : (1) celui de l'industrie de l'animation et des effets spéciaux qui l'utilise pour parler des poly-surfaces isomorphiques (*isomorphic polysurfaces*), appelées aussi méta-balles ou méta-glaise ; (2) du monde du film de série B, avec le film *The Blob* en 1958 ; et (3) du milieu de la psychanalyse, avec le terme de « proche solide » défini par Luce Irigaray.

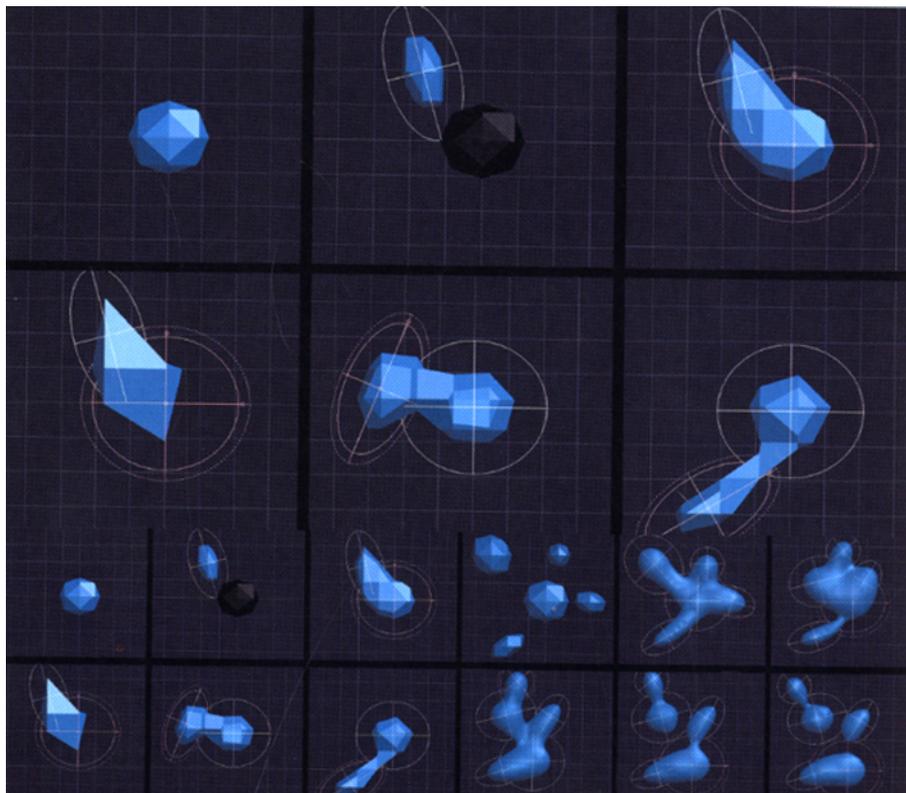


Figure 44. Meta-ball de waterfront technologies, *Blob*, Greg Lynn, 1995.

Le blob, ou méta-blob rencontre pendant quelques années un certain succès, et un peu comme le pli, il est rapidement réduit à l'aspect lisse et globulaire de sa forme. Pour Lynn, l'intérêt affirmé n'est pas tellement le contour de la forme que les forces qu'il sous-tend. Les blobs ne sont pas des formes aléatoires, mais *des formes sous influences*, proposant une stratégie alternative afin d'organiser les relations. La forme est une enveloppe capable de se mélanger avec les différentes influences du milieu dans lequel elle est insérée. Le blob sert surtout à Lynn à développer une théorie alternative aux propositions de Robert Venturi et de Mark Wigley pour qui, le conflit et la contradiction sont des éléments constitutifs de leur pensée. Lynn considère que « la mécanique des blobs, à l'instar de la *mécanique des fluides* de Luce Irigaray, est caractérisée par des incorporations et des devenirs complexes plutôt que par des conflits et des contradictions³²⁸. »

Les formes blob contiennent et maintiennent des forces internes qui leur *donnent* sans cesse leurs contours, même si ceux-ci ne constituent pas une frontière bien

³²⁸ Greg Lynn, « Why tectonics is square and topology is groovy », *Folds, Bodies and Blobs, collected essays, op. cit.*, p. 173. Texte originalement publié dans *Any 14*, may 1996.

2.1.4 Structuration du milieu numérique

délimitée. Chaque blob possède son propre « halo d'influence » qui, lorsqu'il s'approche d'autres blobs, s'intègre dans une entité plus grande qui les englobe de manière continue dans une surface unique et lisse. Le concept de blob ne cherche pas tant à produire des formes spectaculaires qu'à proposer d'abord un dispositif permettant de saisir la réalité selon une autre modalité. En définitive, c'est un nouveau point de vue que tente d'introduire Lynn, car toute forme sphérique peut être considérée comme un blob plus ou moins complexe. Selon Lynn : « la sphère est précisément un blob sans influence³²⁹. » Ce déplacement conceptuel ressemble étrangement à ce que Bernard Cache entrevoit par rapport à la ligne droite et courbe à partir de l'époque baroque. À cette époque, « la droite devient un cas particulier de courbe, alors que jusqu'à présent, c'était la courbure qu'on approximait par des segments³³⁰ ». À l'instar de l'évolution des sensibilités décrites par Cache, Lynn cherche à accentuer les qualités interactives du blob au détriment de ses expressions formelles.

Dans ce schéma, simplicité et complexité sont séparées par différents degrés le long d'un continuum, et il n'y a pas de contraction entre ces systèmes, mais plutôt différentes qualités d'interactions relatives et de transformations dans le temps. Dans cette logique, il n'existe pas de différence essentielle entre une forme plus ou moins sphérique et un blob³³¹.

Pourtant, à lire plusieurs critiques comme celle de John Waters dans son *Blobitecture*³³², le blob aurait néanmoins une expression forte, reconnaissable et appréciable dans les formes architecturales et même de tout *design* plus ou moins globulaire et lisse. Il ne s'agit pas tellement ici de critiquer, mais de reconnaître que malgré le resserrement conceptuel auquel se prête Waters, il est néanmoins possible d'identifier un blob à sa forme seulement, sans en connaître le processus générateur, ni même les intentions initiales du concepteur. Le *Kunststud Graz* (2003) de l'architecte Peter Cook en est le meilleur exemple, et aussi celui qui a le mieux servi la cause du blob pour son insertion au sein de la culture architecturale. On peut dire qu'avec le temps, par une succession d'objets globulaires, le terme blob s'est chargé de significations et que celles-ci dépassent largement les prétentions liminaires de Lynn. Il

³²⁹ Greg Lynn, *Animate Form*, op.cit., p. 31.

³³⁰ Bernard Cache, *Terre-meuble*, op. cit., p. 150.

³³¹ Greg Lynn, « Blobs », *Folds, Bodies and Blobs, collected essays*, op. cit., p. 166. Texte originalement publié dans le *Journal of Philosophy and the Visual Arts* 6, 1995.

³³² Cf. John Waters, *Blobitecture. Waveform Architecture and Digital Design*. Mass: MIT Press, 2003.

ne s'agit pas ici de donner l'avantage à l'une de ces deux significations, mais d'y voir ce que Simondon considère comme le passage d'une image à un symbole, c'est-à-dire une image qui condense une expérience intense et contradictoire à la fois.

Pour cette raison, le blob serait devenu un des symboles du numérique, encore moins flexible qu'une image, mais avec une « valeur instrumentale pour l'invention ». Le blob est donc l'un de ces dispositifs-leviers qui permet l'invention architecturale, sans toutefois qu'il soit compris comme tel. S'acharner à reproduire des blobs ne permet aucunement de s'approcher d'avantage de l'invention ; l'époque des blobs est bien terminée et révolue. Le blob a interrompu le devenir de l'image et l'empêche par conséquent de s'accomplir à nouveau.

Les répétitions formelles

Les projets diffusés et regroupés sous des thématiques plus ou moins éloignées des TIC laissent voir, même à l'observateur le moins attentif, des similarités dans les agencements formels et la répétition de certaines configurations liées à un type de modélisation précis. Les images, peut-être encore plus que les objets, montrent des récurrences et des redondances étonnantes. Ces répétitions visuelles et formelles peuvent trouver s'expliquer par l'utilisation d'un même logiciel, mais cette hypothèse est rapidement réfutée dès lors que l'on observe de plus près le phénomène. Le titre de l'article de Serraino, « Form Follows Software », laisse entendre un certain déterminisme du logiciel. Sa lecture nous montre cependant que l'utilisation faite par les architectes dans la réalité des pratiques est beaucoup plus complexe. Son étude portant sur six cas d'agence montre en effet qu'un logiciel n'exerce pas de domination sur la conception, et qu'au contraire les architectes utilisent plusieurs logiciels à la fois, passant de l'un à l'autre, malgré les problèmes de compatibilité. Le constat qu'émet Serraino par rapport à l'utilisation des logiciels rappelle le déplacement que suggère l'historien Wilhelm Worringer, à la suite d'Aloïs Riegl, en proposant d'établir une histoire à partir des vouloirs et non pas des pouvoirs. Comme on a pu le constater dans ce travail de thèse, il n'est pas tellement question de soulever les pouvoirs qu'offre le numérique, mais bien de croiser ces potentialités avec les vouloirs impliqués dans ces

2.1.4 Structuration du milieu numérique

expérimentations. Il ne s'agit pas simplement de déplacer l'attention sur les vœux, mais de chercher une base commune, une sorte de charge vitale, qui s'exprimerait par un déphasage en vœux techno-architecturaux et en potentialités numériques. Cette énergie commune n'est cependant visible que par ce vœu numérique qui est nécessairement multiple et médiatisé par des logiciels ou des algorithmes. Les désirs de l'architecte doivent d'une façon ou d'une autre entrer en relation avec celui du programmeur qui a rendu possible certaines actions. C'est d'ailleurs pour cette raison que depuis quelques années des informaticiens, mathématiciens et programmeurs sont, et de plus en plus, intégrés directement aux équipes de conception.

Si certaines formalisations s'imposent plus que d'autres, cela relève plus des recouvrements des vœux architecturaux que des « déterminations » potentielles des logiciels ou processus utilisés. Le pouvoir technique est relayé au deuxième plan, même s'il exerce inévitablement de fortes pressions sur ce vœu. La proposition audacieuse de l'architecte Patrick Schumacher d'un nouveau style global pour l'architecture et l'urbanisme fait justement ressortir les tensions qui s'opèrent de l'un à l'autre. Bien que le discours de l'architecte tente de s'inscrire dans une *poesis* de la construction, les réponses architecturales proposées s'appuient principalement sur les capacités de la paramétrique à gérer, organiser et à composer des formes lisses et courbes, ce qui par ailleurs était déjà l'ambition principale et presque principale des architectes sur lesquels Schumacher appuie son propos. Dans ce sens, il convient de soutenir son affirmation que « la paramétrique est un style mature³³³ ».

³³³ Patrick Schumacher, « Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design », Mario Carpo (éd.), *Digital Turn in Architecture 1992-2012*, op. cit., p. 243.

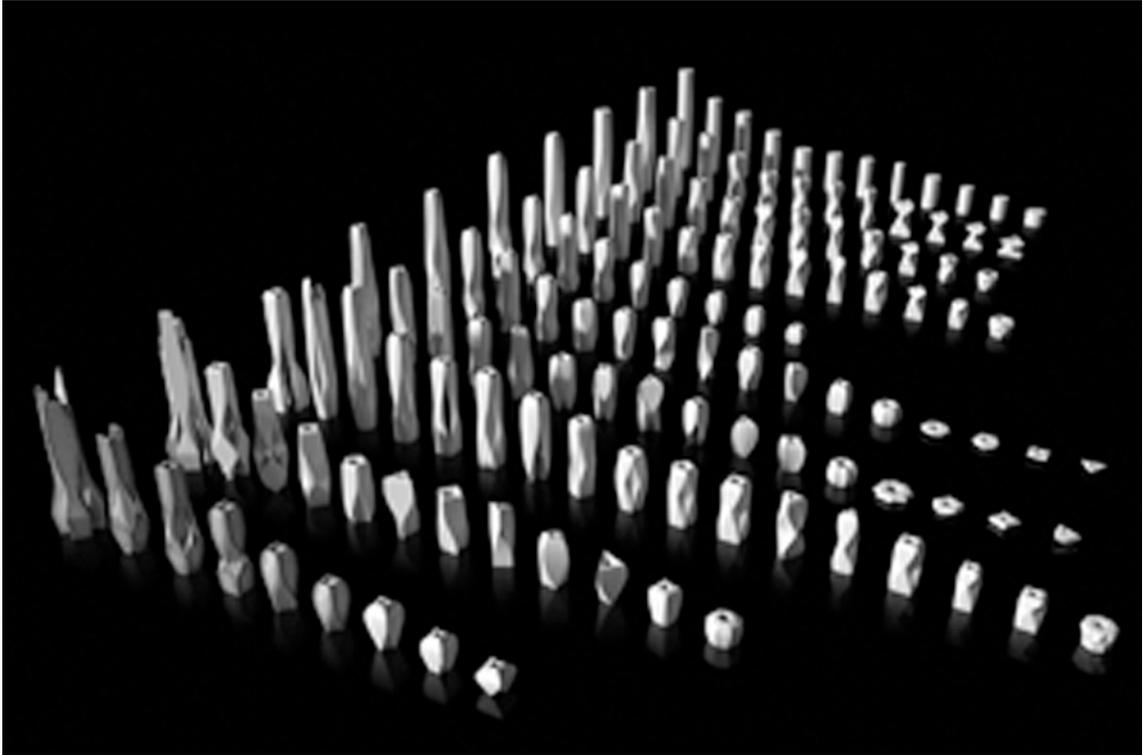


Figure 45. Étude de mutations formelles, *Central Business District, Beijing*, Zaha Hadid Architects (Patrick Schumacher), 2010.

Cette maturité, le paramétrique l'a acquise sur les questions largement débattues de la différenciation et de la complexité. En effet, Schumacher rejoue pour d'étranges raisons la joute contre les Modernes. Simplifiant et caricaturant leurs démarches, il revendique un retour à l'ornement et cherche par tous les moyens à réconcilier, à faire marcher « main dans la main » le fonctionnel et les variations formelles, sans accorder plus de valeur à l'un qu'à l'autre. Sans trop de surprise, il recourt à la notion de champ, « nous pouvons parler de champs relationnels », qui gèrent et organisent la relation des systèmes entre eux. La spécificité du paramétrique réside cependant dans l'attention que Schumacher porte à l'architecte.

[Si] le paramétrique comme style, est un programme artistique qui incarne une volonté de forme, [...] la conception paramétrique doit élargir l'attention de l'architecte au-delà des considérations pour les paramètres afin d'inclure à la fois les paramètres de la réalité ambiante et ceux de l'observateur [*observer parameters*]³³⁴.

³³⁴ Patrick Schumacher, « Parametric Patterns », in *Architectural Design*, n° special *Patterns of Architecture*, vol. 79, n° 6, November/December 2009, p. 36-41.

2.1.4 Structuration du milieu numérique

Cette conclusion répond en quelque sorte, par avance, à la crainte de l'historien Mario Carpo quant à la dissolution de l'autorité de l'architecte, telle qu'il l'a acquise à partir de la Renaissance et avec Alberti. Comme l'historien le reconnaît lui-même et prenant l'exemple justement du paramétrique, « dans de tels environnements numériques fortement déterminés par l'auteur, l'autorité est toujours maintenue dans les mains d'un seul créateur, c'est-à-dire dans la meilleure tradition albertienne et moderne³³⁵. » Si la position et la personnalité de Schumacher ne laissent planer aucun doute sur le maintien de cette paternité, Carpo révèle cependant une perte d'autorité, un décentrement, qu'il associe à une conception déterministe (*design determination*). Sous cette dénomination, Carpo regroupe les pratiques allant de « l'auto-organisation, de système d'émergence, de prise de forme [*form-finding*] et de conception par fabrication³³⁶ », qu'il oppose aux plateformes BIM qui elle, chacune à leur manière, engagent les architectes dans une collaboration avec plusieurs acteurs, augmentant les indéterminations. Pour les processus de conception considérés déterministes, il est possible de dégager deux tendances opposées. D'un côté, il y a ceux qui « à partir de rien », parviennent à (re)créer des agencements spatiaux complexes et des « niveaux élevés de sophistications ». De l'autre côté, la complexité se place à la source, comme point de départ, et devient la base sur laquelle il est préférable de simplifier ou de « viser à accentuer au maximum la différenciation visible et à amplifier les différences logiques visuelles³³⁷ ». La divergence repose sur la nature de l'organisation.

L'architecture en série

Les modes de production hyperindustriels ont fait entrer l'architecture dans une situation proche de celle du design, avec comme principale préoccupation la réconciliation entre art et technique, entre artisan et ingénieur. L'architecture comprise comme une dimension du design compte ses adeptes, mais également ses détracteurs,

³³⁵ Mario Carpo, « Digital Darwinism: Mass Collaboration, Form-Finding, and The Dissolution of Authorship », in *Log 26*, Fall 2012, p. 99.

³³⁶ *Ibid.*

³³⁷ Patrick Schumacher, « Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design », *op. cit.*, p. 243.

dont la discordance peut-être ramenée principalement au concept d'échelle. Pour les défenseurs, l'échelle de l'architecture, autant que celle de l'objet de design, implique des considérations singulières, comme celle principale de la distinction entre intérieur et extérieur, son habitabilité, qui ferait de l'architecture et du design des disciplines différenciables. Pour les autres, il existe un processus de conception indifférencié, qui s'adapte à une échelle précise. Penser une « terre-meuble » ou un « ameublement du territoire » pour reprendre les expressions de Bernard Cache, rend compte du nouveau statut qu'acquiert l'architecture, qui, n'étant plus immobilière, devient mobile, transformable et consommable. Une sorte d'indistinction s'installe entre bâtiments et objets, pour laquelle plusieurs équipes de conception en tirent les avantages.

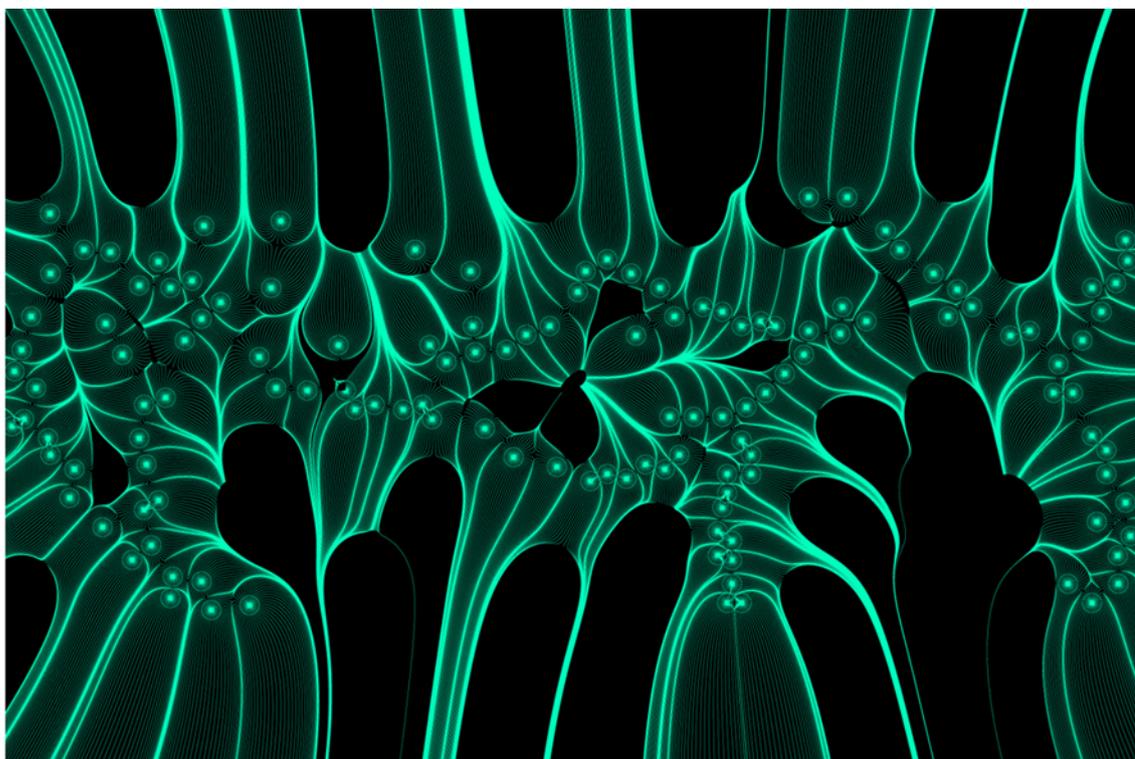


Figure 46. *Orbitas Series*, Biothing, 2006.

La série *Orbitas* (2006) de l'équipe Biothing en est un exemple, où l'indistinction porte autant sur les formes produites que sur les processus employés. Les mêmes processus sont repris avec le *Pavillon Seroussi* (2007) ou les *Mesonic Fabrics* (2007-2009), quoique formalisés (programmés) différemment. Le passage des diagrammes de Voronoï (*Orbitas Series*) au plugin Flower Power (*Mesonic Fabric* et *Pavilion Seroussi*) répond néanmoins toujours à « une logique [qui] permet une

2.1.4 Structuration du milieu numérique

“adaptation” aux conditions qu’offre le site, aussi bien en termes de couverture et de densité qu’en termes d’échelle approximative des éléments³³⁸. » Si cette explication pour une gamme de mobilier modulable s’apparente à une explication pour un bâtiment, introduisant une indistinction d’échelle, le design amène surtout à réfléchir sur la relation entre art et technique, comme pour le projet *Orbitas*, dont l’ambition est de « défier ouvertement les contraintes de production³³⁹ ». Cette relation entre art et technique que laisse entrevoir le design industriel n’est cependant pas très étrangère à l’architecture.

On peut même définir l’architecture comme essentiellement techno-esthétique. Ce n’est pas pour rien que le philosophe Walter Benjamin s’y réfère afin d’expliquer l’appréhension dans la distraction du cinéma – le cinéma étant compris comme un appareillage technique devenu lui-même objet d’art. L’intérêt se trouve ici pour nous dans la distinction qu’introduit Benjamin entre perception tactique et optique. Au cinéma, le spectateur n’est pas dans une attitude contemplative, seulement optique, mais distraite, d’accoutumance, comme devant l’architecture. C’est dans l’action répétée, dans l’expérience approfondie et dans la disponibilité du spectateur que se donne la réalité technologique de l’objet. Il y aurait ainsi une expérience propre à la techno-esthétique qui engagerait différents degrés de participation. Cette répétition dans l’action, cet apprentissage dans la distraction constitue certainement un socle de travail pour l’exploration techno-esthétique qu’engagent le design mais aussi l’architecture. Ces considérations techno-esthétiques sont importantes, mais elles manquent cependant un point crucial, celui de l’information et plus précisément de l’information engagée dans des procédés computationnels.

En s’appuyant sur l’expérience techno-esthétique, et portant une attention toute particulière à la participation du sensible, il s’agit de poursuivre notre proposition de départ, à savoir la synchronisation de deux rythmiques. C’est d’ailleurs à une telle rythmique que se réfère Pia-Ednie Brown pour le travail commun de CONTINUUM. À partir de l’idée d’intelligence, la théoricienne explicite le travail de conception au travers de différents processus génératifs :

³³⁸ Marie-Ange Brayer, *Biothing (Alisa Andrasek)*. Orléans : Hyx, 2009, p. 80.

³³⁹ *Ibid.*

L'intelligence émerge à travers la pratique. Lorsque nous pratiquons, nous répétons – et à plusieurs reprises cela infléchit. Nous devenons aptes à quelque chose à travers une sorte de fusions rythmiques avec les particularités variables d'un acte. [...] Cette intelligence ne s'accumule que par la pratique ; avec la pratique se développe une idée de ce qui « fonctionne » algorithmiquement³⁴⁰.

Cette question « quand le code compte-t-il ? », pour reprendre l'expression de la théoricienne et architecte Ingeborg Rocker, induit *a minima* une expérience techno-esthétique de disponibilité. Cet apprentissage, comme on l'a vu, ne repose plus sur une expérience directe, motrice avec le corps, mais avec des sensibilités catalysées et filtrées par le visuel et l'esprit. Ce déplacement de l'expérience est certainement ce qui a conduit les architectes à réintroduire avec force les questions liées au corps, comme point de liaison.

Les points de liaison

La spécificité de l'architecture par rapport au design repose dans une large mesure sur son échelle propre et son rapport à l'intérieur et l'extérieur. Ces deux critères peuvent être cernés par l'appréhension et la perception particulière du corps humain. Cette image du corps est d'ailleurs fort importante dans les discours de l'architecture numérique ; elle permet d'aborder d'un seul coup un ensemble de thèmes et de proposer une articulation sensible entre eux. Que ce soit à partir du concept isomorphique gréco-romain basé sur la représentation canonique du corps jusqu'à la considération autour du corps sans organes que Deleuze définit à partir des exclamations dramatiques d'Antonin Artaud, l'architecture pensée comme un corps est développée dans quelques brillantes analyses³⁴¹, qui mettent en lumière l'intérêt de penser de manière corrélée ces deux entités. D'un côté, l'architecture pensée comme un corps lui attribue une sorte de vitalité, une naturalisation, et en même temps de l'autre côté, le corps prosthétique et le cyborg font que les corps humains s'artificialisent. Ces deux corps, ou deux sphères de

³⁴⁰ Pia Ednie-Brown, « CONTINUUM. A Self-Engineering Creative-Culture », in *Architectural design*, n° spécial, *Collective Intelligence in Design*, vol. 76, n° 5, September/October 2006, p. 22.

³⁴¹ Cf. Georges Teyssot, « Architecture au corps : entre la prothèse et le parasite », in Mario Carpo et Frédérique Lemerle (éds), *Les cahiers de la recherche architecturale et urbaine*, n° spécial, *Perspective, projections, projet. Technologies de la représentation architecturale*, numéro 17 septembre 2005, p. 163-176 ; Maria Luisa Palumbo, *New Wombs. Electronic Bodies and Architectural Disorders*. Basel : Birkhäuser, 2000.

2.1.4 Structuration du milieu numérique

perception contiennent des pistes de réponse afin d'établir le pont entre l'individu et son environnement bâti.

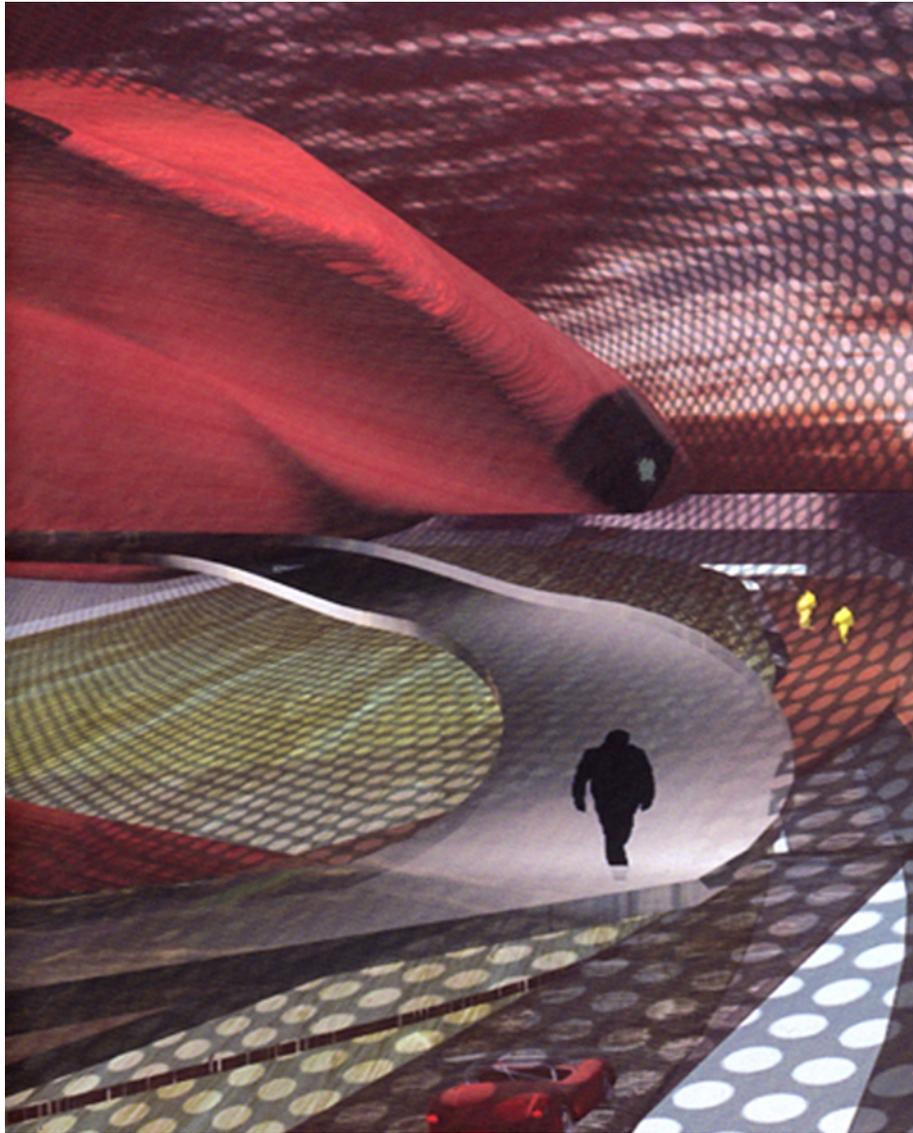


Figure 47. Real Space in *Quick Times Pavilions*, Amsterdam, UN Studio, 1996.

Un troisième corps, réduit à son image, comme simple avatar, propose une relation beaucoup plus ambiguë. Dans les configurations simulées où les repères sont parfois brouillés, la silhouette banale de l'homme insérée dans l'image, permet d'assurer la cohérence analogique entre le milieu de la conception et celui de la réalité extérieure. La force de cette figure est de stabiliser, de figer d'un seul coup l'exploration formelle, conceptuelle et spatiale. L'objet ne peut plus être imaginé sans ses qualités architecturales minimales, il s'instaure instantanément des polarités : le haut et le bas ;

le plein et le vide ; le couvert et le découvert, etc., et surtout, l'ensemble trouve des proportions en lien à cette silhouette. C'est par cette figure humaine qu'il devient possible d'établir la liaison mentale et projective avec la réalité de l'objet qui sera construit ; elle devient le relais qui amplifie l'architecture selon ses mesures et dispositions. Par cette mise en scène du corps, vidé de sa substance, l'architecte cherche à faire apparaître certaines singularités du projet-objet, comme point de repère et de liaison.

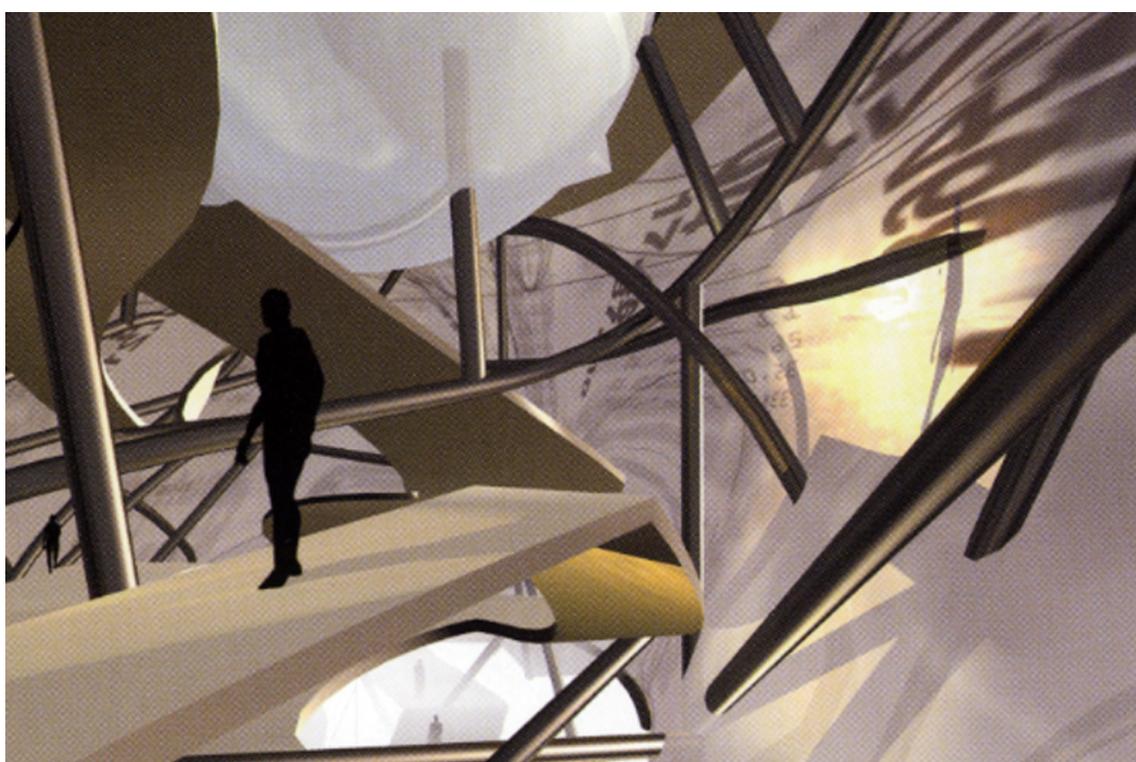


Figure 48. Intérieur du *Beachness*, Noordwijk, NOX, 2002.

Cette image du corps n'insiste pas tellement sur l'expérience sensible qui sera faite par le corps bien réel d'un individu parcourant l'édifice, mais elle recadre l'attention sur la surface de l'architecture. Cette liaison donne à voir l'objet lui-même. C'est grâce à cette simple image, avatar, qu'il est possible d'approcher les énergies mises dans la conception et qui, simultanément, les condense dans une forme stabilisée. Si dans un premier temps, cette insertion humaine est venue cristalliser maladroitement, épuisant trop rapidement les potentiels de la forme simulée, une seconde période a plutôt cherché à maintenir les tensions de conception, présente dans les membranes du bâtiment. La stabilisation de la forme ne se fait plus donc avec l'insertion forcée de la figure de

2.1.4 Structuration du milieu numérique

l'homme dans l'image, mais par la membrane qui, cherchant à se naturaliser ou s'artificialiser, trouve en elle-même les repères et les sens d'orientation.

Les tensions de la membrane

Dans le prolongement des problématiques sur le corps et l'organologie, le théoricien Georges Teyssot a porté son attention sur la notion de membrane³⁴², afin d'aborder plusieurs questionnements de l'architecture numérique. Que ce soit à partir du texte *Space as membrane* (1926) d'Ebeling ou *Logique du sens* (1969) de Deleuze, Teyssot fait ressortir la vitalité de la membrane et les intensités qui la traverse. Elle est ce qui sépare l'intérieur de l'extérieur, problème récurrent à l'architecture. En reprenant le développement de Simondon, le théoricien explique que : « la membrane est polarisée comme un corps perméable avec des directions centripète et centrifuge, s'opposant au passage de l'un à l'autre³⁴³. » En d'autres termes, la tâche principale de la membrane est d'assurer la perméabilité des espaces dans un sens précis, et d'en contrôler les entrées-sorties. La membrane se contracte, se rétracte et se relâche afin de gérer les rapports de pressions internes et externes. Elle assure un équilibre dynamique qui se modifie selon les besoins énergétiques et vitaux de l'organisme. La spécificité de la membrane vivante est d'avoir la capacité de se repolariser constamment; c'est-à-dire qu'elle n'est pas passive, ni déterminée à l'avance, mais est active et en constant changement. Elle se trouve à la limite, ou plutôt, elle est la limite où la vie se maintient.

Ces tensions de la membrane vivante ont donnée à l'architecture une réalité intensive capable d'accentuer la relation intérieure et extérieure, et de la rendre constituante. Contrairement aux blobs qui enveloppent des vecteurs de force, la membrane est le lieu même où prene naissance les forces et où elles se maintiennent. Comme le montre *The Hylomorphic Project* de l'OSA (Open Source Architecture), la membrane est dictée par les différents rapports de force qui s'établissent entre plusieurs

³⁴² Cf. Georges Teyssot, «An Enfolding Membrane», in Pablo Lorenzo-Eiroa et Aaron Sprecher (éds), *Architecture in Formation. On the nature of information in digital architecture*, op.cit.; «The membrane and the Fold», in *LIFE in : Formation, on Responsive Information and Variation in Architecture*, ACADIA, 2010, p. 26-31 ; «L'architecture comme membrane», in Reto Geiser (éd.), *Explorations in Architecture : Teaching, Design, Research*. Basel : Birkhäuser, 2008, p. 166-175.

³⁴³ Gilbert Simondon, *ILFI*, op. cit., p. 225.

réalités de son environnement. Ce n'est cependant plus une surface lisse, mais striée. Ce sont d'ailleurs les stries qui se contractent et rétractent pour accueillir et maintenir l'énergie ambiante.

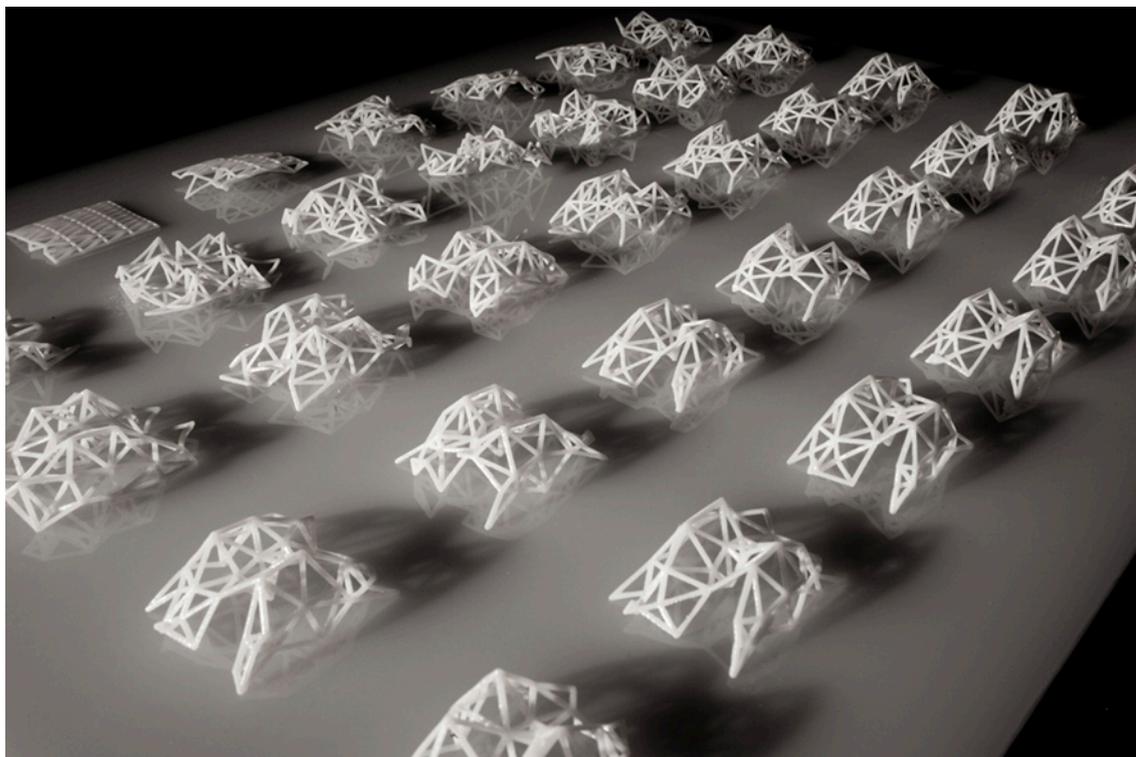


Figure 49. Maquettes de l'*Hylomorphic Project*, MAK Center, Los Angeles, OSA (Open Source Architecture), 2005-2006.

Implanter à l'intérieur de la cours de la *King Road House* de l'architecte Rudolf M. Schindler, le projet *Hylomorphic* cherche à proposer une voie alternative aux dichotomies anciennes, comme objet-sujet, matières organique et inorganique. Dès le début, l'équipe d'OSA travaille en collaboration avec des ingénieurs en structure (Arup) de telle manière à concentrer leur recherche à la structure. Cette structure devient la membrane qui, à partir de processus stochastique d'optimisation (Eif Form), capte les forces du contexte.

En utilisant des procédures collaboratives offertes par les logiciels, une structure a été définie comme interface entre les espaces intérieurs et extérieurs, combinant l'environnement immédiat de la maison Rudolph

2.1.4 Structuration du milieu numérique

Schindler avec les concepts de domesticité comme données à réintégrer et servant à la transformation³⁴⁴.

Ces procédures collaboratives assurant une optimisation structurelle par les logiciels, déplacent le regard sur la canopée [*canopy*], qui devient le véritable objet d'exposition. Le squelette de cette membrane, dont la surface a été retirée, montre les tensions qui l'ont constituée. Il expose sa conception même ; il révèle les tensions présentes sur le site.

Des mentalités numériques

La condition essentielle du numérique soulevée par Jean-François Fogel et Bruno Patino est la connexion, c'est-à-dire le fait d'être constamment et instantanément connecté à un réseau³⁴⁵. La majorité des expérimentations numériques en architecture ont été pratiquées sans cette connexion existentielle, et sont par ailleurs parvenues à faire franchir un seuil à la culture architecturale qui les a intégrées de manière décisive et durable. Depuis quelques années, les considérations technologiques du numérique se sont intégrées aux données initiales du projet. Il est possible d'avancer que le numérique s'est introduit dans les mentalités de plusieurs architectes. Ces mentalités numériques constituent une troisième étape de cette évolution, en quelque sorte son état métastable, rendant ainsi possible l'invention. En se référant à la « mentalité technique » que décrit Simondon, il s'agit de définir ici ce que serait une mentalité numérique en partant des postulats et tensions soulevés dans son polycopié de 1961. À cette époque, la mentalité technique était en cours de développement, « parce que mal dégagée encore dans le cadre des catégories affectives, enfin sans unité et presque entièrement à construire dans l'ordre des vœux³⁴⁶ ». La mise en valeur des vœux, des désirs et des motivations architecturales a montré le pas qu'il a été franchi, ainsi que l'unité plus ou moins sur le

³⁴⁴ Aaron Sprecher, Chandler Ahrens et Eran Neuman, «Critical Practice : Protocol for a Fused Technology» in *Architectural Design*, n° spécial, *Collective Intelligence in Design*, vol. 76 n° 5, September/October 2006, p. 33.

³⁴⁵ Cf. Jean-François Fogel et Bruno Patino. *La condition numérique*, op. cit.

³⁴⁶ Gilbert Simondon, « Mentalité technique », in *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, n° spécial, *Gilbert Simondon*, tome 131, n° 3, 2006, p. 343.

point d'être réalisée, ou dépassée entre les modalités des *tool-users* et des *tool-makers*, dans la voie médiane ouverte par les préoccupations sur la fabrication.

Simondon définit deux postulats pour parvenir à la mentalité technique. « *1/ Les sous-ensembles sont relativement détachables de l'ensemble dont ils font partie*³⁴⁷. » Pour la mentalité numérique, cela voudrait dire qu'il n'existe pas à proprement parler un tout unifié numérique. La « solidarité relative » entre les pratiques expérimentales permet de les dissocier les unes des autres, sans affecter la légitimité de l'ensemble. Cette solidarité relative peut également se comprendre au niveau de l'ensemble technologique qui articule les logiciels et les machines entre eux. L'architecte n'a plus affaire à un logiciel, outil fermé, mais progresse au travers d'une série de protocoles numériques associés les uns aux autres, avec la possibilité, individuellement, d'être constamment améliorés.

« *2/ Le second postulat est celui des niveaux et des régimes : si l'on veut saisir complètement un être, c'est en le prenant en son entéléchie qu'on doit l'étudier, et non point dans l'inactivité, à l'état statique*³⁴⁸. » La mentalité numérique se comprend dans son actualisation, au cœur même de l'expérimentation, c'est-à-dire dans la modulation de la forme en train de devenir objet et à laquelle les architectes participent. Ils expérimentent en effet chacun à leur manière les différents programmes, d'abord en les dissociant franchement, puis en les réintégrant progressivement dans un nouvel ensemble associatif. Cette expérience de l'ensemble à travers différentes médiations a permis d'établir de nouvelles normes technologiques pour le projet.

En parallèle à ces expérimentations, des ouvrages historiques et théoriques ont commencé à paraître autour des années 2010, s'attachant à rassembler un « ensemble » de projets-objets de manière à distinguer les pratiques les unes des autres. L'anthologie de Mario Carpo a nécessité pas moins de 17 catégories pour suivre 25 ans d'architecture numérique. Cette capacité à considérer distinctement différents moments, « sous-ensembles » du numériques, avec ses régions de tensions, permet d'en donner une image plus ou moins cohérente. Ces différentes synthèses opèrent néanmoins des sélections qui ne retiennent pas toutes les images, mais en proposent une condensation

³⁴⁷ *Ibid.*, p. 346 (italiques de l'auteur).

³⁴⁸ *Ibid.*, p. 347 (italiques de l'auteur).

2.1.4 Structuration du milieu numérique

afin de participer à cette construction de l'histoire très récente. Cette décantation à la fois volontaire et inconsciente permet d'obtenir une sorte de concentré d'un moment désormais délimité de l'architecture numérique.

Cette adoption du numérique dans les mentalités a causé de nouvelles décantations qui peuvent à certains égards apparaître comme une désillusion, par la diminution de l'attention sur la production, autant que la fin de la fascination pour ces procédés technologiques. Ces pertes se sont condensées en des attitudes plus posées jusqu'à s'intégrer aux mentalités communes. C'est grâce à cette évolution des mentalités que l'invention du numérique en architecture a pu aboutir, enfin perceptible dans les objets construits.

2.2

EXPERIENCE AVEC L'OBJET CONSTRUIT

L'enjeu de cette dernière partie est de définir l'invention propre aux technologies numériques, visible, inscrite et exprimée dans l'objet construit : le bâtiment. Comme on l'a vu, l'architecture numérique s'est d'abord constituée principalement grâce aux possibilités graphiques offertes par les simulations de l'ordinateur, et celles-ci ont par conséquent surtout été utilisées comme instruments de conception. Les problèmes de fabrication ne sont pas le souci principal de la décennie 90, et surtout pas une condition initiale du projet. À l'exception de quelques-uns, l'enthousiasme pour l'exploration intuitive est alors suffisamment important pour reléguer au deuxième rang les conditions techniques de mise en œuvre. Pour une majeure partie des architectes, il s'agit plutôt de reproduire concrètement, tant bien que mal, les images générées à l'aide de logiciels. Cette médiation instrumentale contribue d'ailleurs à faire prendre conscience de cette partie technique du processus du projet. À partir du milieu des années 2000, certains architectes s'emparent de cette réalité technique frontalement, proposant, à leur façon, de nouvelles innovations techniques sur ces machines.

Malgré l'attention variable portée à la fabrication comme processus et comme objet fabriqué, l'architecture continue à se faire, pourrait-on dire. Un petit nombre de ces premières modélisations a d'ailleurs été concrétisé, se pliant aux exigences du terrain, du contexte et de la réalité technique d'assemblage et de fabrication. Si ce n'est pas au départ une mince affaire de réussir à construire le bâtiment, cela n'assure en rien la qualité architecturale du projet devenu objet, et même, dans plusieurs cas, l'expérience avec ce dernier s'est révélée décevante par rapport aux espérances induites par le dynamisme de ces explorations. L'architecture numérique s'est construite principalement à partir d'échecs, les concepteurs cherchant à contrecarrer ces difficultés techniques et surtout à améliorer ces qualités architecturales. À chaque nouvelle tentative, les énergies précédentes sont demeurées prégnantes dans les différentes

2.1.4 Structuration du milieu numérique

couches de l'édifice, bien que l'attention ne porte plus directement sur les mêmes préoccupations.

L'invention numérique, sans avoir été recherchée directement, mais grâce à cette accumulation d'énergie déployée au travers d'expérimentation, a permis aux objets construits de réorganiser à leur manière leur milieu, parvenant à suggérer de nouvelles orientations aux personnes qui les fréquentent au quotidien, et trouvant une expression reconnaissable capable d'engager sous un nouvel angle les questions d'ordre esthétique.

2.2.1 Impression esthétique

Définir une invention propre aux architectures numériques signifie aussi que les édifices sont parvenus à un stade où ils sont désormais en mesure de cristalliser les vœux architecturaux en tension avec les pouvoirs technologiques, tout en assurant un supplément de cohérence avec la réalité sociale, économique, politique, géographique du site dans lequel il s'insère. Cette surabondance de compatibilités entre milieux trouve des correspondances avec ce que Simondon nomme l'« impression esthétique » dans son schéma de la culture.

L'impression esthétique implique sentiment de la perfection complète d'un acte, perfection qui lui donne objectivement un rayonnement et une autorité par laquelle il devient un point remarquable de la réalité vécue, un nœud de la réalité éprouvée³⁴⁹.

Pour l'architecture numérique, « devenir un point remarquable » consiste non seulement à s'insérer dans la ville, mais peut-être plus encore à acquérir une autorité qui lui permette de s'insérer dans la culture locale et dans la culture architecturale elle-même, parce que celles-ci ne se modifient pas d'un coup. Ces deux niveaux d'insertion culturelle sont interreliés et se sont formés progressivement par une série de réalisations qui, à chaque fois, sont venues proposer des réponses aux questions spatiales et architecturales spécifiques à chaque projet, tout en abordant des problèmes plus généraux et récurrents en architecture. Plusieurs architectes ont tenté de participer à ces débats en mettant l'accent sur les spécificités des technologies numériques. Il est d'ailleurs possible de repérer une évolution dans cette transposition des potentialités numériques dans les bâtiments. Une première étape s'est réalisée par le transfert des propriétés attachées aux numériques vers les objets, presque de manière allégorique, où ceux-ci, à l'image de l'ordinateur, sont composés de surfaces interactives ou d'espaces immersifs. Ces préoccupations provenant principalement des TIC se sont intégrées à l'objet par couches successives, de façon de plus en plus subtile, de manière à retrouver un équilibre entre architecture et fantasmes technologiques. Cette évolution s'est

³⁴⁹ Gilbert Simondon, *MEOT*, *op. cit.*, p. 180.

2.2.1 Impression esthétique

effectuée avec comme rotule le code et l'information, comme emblèmes de ces transformations. Le code ou l'information qui fait varier la forme architecturale est ce qui empêche de relier directement le corps, par sphères successives vers l'extérieur, à l'architecture. Il s'agit plutôt d'un va-et-vient entre les extériorisations et intériorisations faites dans différents milieux, ou par différentes machines qui ont introduit leur propre rythme et cadence. Les logiciels de conception et machines de fabrication donnent à voir différemment l'architecture. Ce n'est évidemment pas un résultat direct, instantané et visible d'un coup, mais une articulation technologique complexe, associée avec une « solidarité relative » entre les vouloirs et les pouvoirs inclus dans les différents protocoles numériques. Cette différenciation s'est faite au travers nombreuses pratiques qui ont expérimenté différents algorithmes, simulations et modulations numériques. Ces processus sont d'abord traduits de manière presque littérale dans les bâtiments, par une sorte de métaphore première, déplaçant des considérations d'un milieu à l'autre ; puis selon un mode analogique, transposant des relations plutôt que des images ; et finalement, dans une cohérence interne qui vient moduler l'ensemble du projet par une articulation technologique co-constituée. Cette articulation se stabilise dans une configuration propre à chaque équipe, où certains paramètres sont amplifiés et rythmés selon des intentions architecturales singulières. Ces différentes amplifications se sont ensuite cristallisées dans les édifices, comme impression esthétique, et, devenant un point remarquable, ont permis de faire voir cette singularisation du numérique dans l'architecture.

L'effet de surface

La surface se différencie de l'enveloppe qui a pour but d'entourer, de la membrane qui différencie l'intérieur de l'extérieur, et de l'interface qui met en contact deux *faces* étrangères. La surface introduit des hiérarchisations et donne un sens par sa profondeur, dont elle en est la limite visible. La surface des premières expérimentations maintient l'ambiguïté entre la surface matérielle de l'architecture et celle « immatérielle » de l'écran pour la conception. Les surfaces ne sont plus seulement des surfaces d'inscription qui expriment leur époque, son style, sa matérialité, mais se sont

transformées en hypersurfaces. « Le terme hypersurface, selon le journaliste-architecte Stephen Perrella, n'est pas un concept qui contient du sens, elle un événement ; un événement avec une dimension matérielle³⁵⁰. » L'hypersurface n'est pas ce qui capte l'événement, mais est événement elle-même, dans sa matérialité. Ces hypersurfaces sont actives ou carrément interactives avec les utilisateurs. De basse puis de haute définition, elles ont suivi l'évolution technique des résolutions graphiques des écrans.

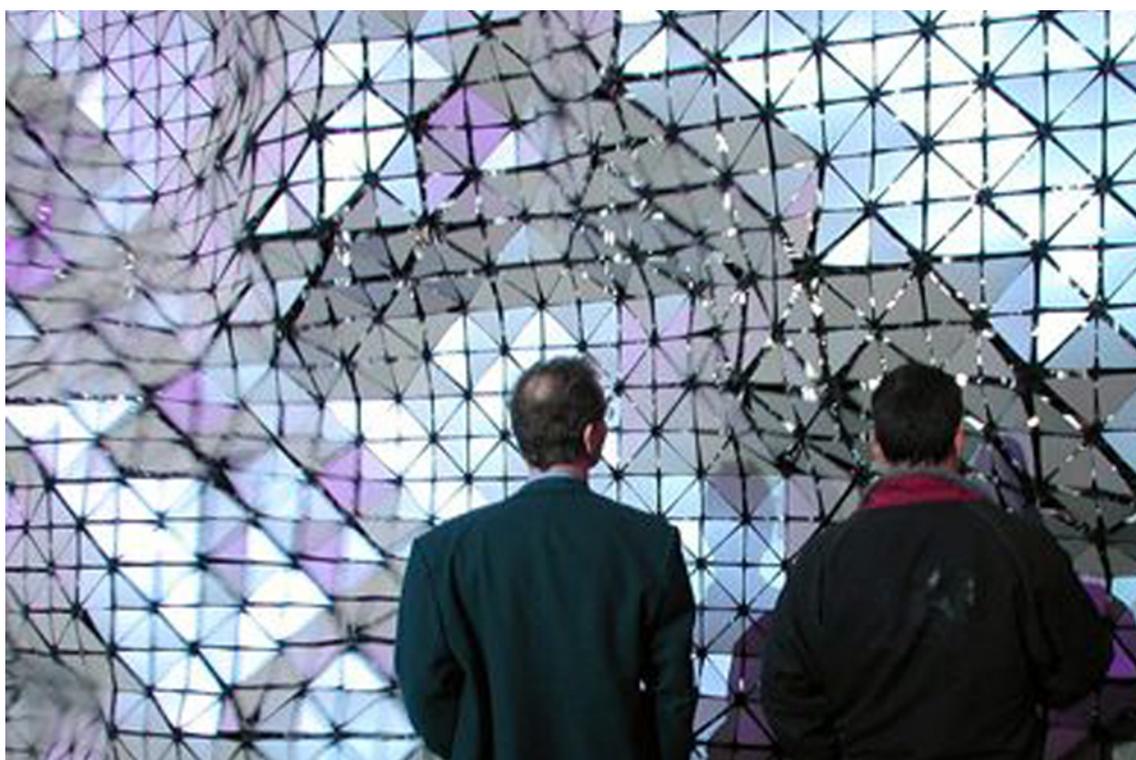


Figure 50. *Aegis Hyposurface*, dECOi, 1999-2001 ; 2003-2007.

Une alternative à l'écran a été proposée : des écrans-surfaces-objets, capables de produire un effet de surface, à l'image de bas-reliefs interactifs, mais gardant le même principe de quadrillage semblable à la pixellisation de l'écran. L'*Aegis hyposurface* de dECOi constitue certainement l'aboutissement de cette tendance, dans laquelle on remarque qu'une médiation technique contraignante s'installe entre la surface de diffusion et son programme. L'effet de surface est alors produit grâce à un système pneumatique à pistons, mis en action de manière électromécanique, et contrôlé par logiciels. On retrouve un dispositif semblable, mais moins ludique, dans la paroi de

³⁵⁰ Stephen Perrella, « Hypersurface Theory: Architecture >> Culture », in *Architectural Design*, n° spécial, *Hypersurface Architecture*, vol. 68, n° 5/6, 1998, p. 10.

2.2.1 Impression esthétique

l'Institut du monde arabe de l'architecte Jean Nouvel, dont le champ d'action est cependant restreint à deux actions, ouverture et fermeture. Si ces deux dispositifs sont techniquement considérés comme un échec – à la suite duquel Mark Goulthorpe et son équipe sont retournés à l'atelier à partir de 2003 pour améliorer leur prototype initial –, une nouvelle version hautement évoluée, hautement naturalisée, a été développée très récemment par l'architecte Menges et son équipe.



Figure 51. *HygroSkin - Meteorosensitive Pavilion*, Achim Menges, 2011-20013.

La première singularité visible de l'*HygroSkin* est que les parties animées ne recouvrent plus toute la surface, mais sont concentrées dans des trous qui servent à filtrer la lumière. Cette concentration sur des points sensibles et stratégiques fait qu'en cas de panne ou de dysfonctionnement, la paroi n'est pas complètement paralysée ; et dans le cas contraire, lorsqu'elle fonctionne correctement, la surface ne monopolise pas toutes les attentions. Les expériences filmées de l'*Aegis hyposurface* montrent en effet que la surface absorbe tous les potentiels du lieu. Ce type d'interaction totale empêche, voire paralyse, l'expérience de l'espace à cette seule paroi en mouvement ; elle sature l'espace par son événementialité, comme un écran de cinéma. La focalisation de l'interaction par *HygroSkin*, parallèlement aux difficultés rencontrées sur l'*Aegis*, laisse

entrevoir que l'architecture ne sera pas interactive ou « *responsive* » dans sa totalité, mais uniquement dans des zones et fonctions très précises, ciblées. Il n'est plus nécessaire que l'interaction soit omniprésente.

La seconde particularité de l'*HygroSkin* est liée à l'emploi des logiciels. En effet, ce ne sont plus des manipulations numériques qui contrôlent les variations de l'objet, mais ce sont les matériaux « intelligents » qui se meuvent par eux-mêmes, en raison de leurs propriétés physiques sensibles à l'humidité. Les technologies numériques sont employées pour visualiser et organiser les différents éléments mobiles. Cette singularité permet de donner une place toute particulière à ce pavillon par rapport à l'usage que les architectes ont fait de l'interaction, et par conséquent de l'automatisation. L'automatisation a l'inconvénient de simplement dédoubler les gestes humains, et de chercher à les remplacer. L'ouverture et la fermeture « naturelle » des trous relèvent de cette logique anecdotique : il s'agit d'une sorte de gadget « naturaliste ». L'intérêt réside cependant dans le recours à la logique des automates, selon des modèles d'interaction de plus en plus abstraits offerts par les agencements de l'ordinateur. L'effet de surface n'a plus besoin d'être perceptible en temps réel, dans la matière, mais seulement d'être présent dans sa matrice de conception. Par conséquent, la surface ne doit plus simplement s'animer, mais presque au contraire, doit dans sa fixité même faire voir l'activité qui a servi à la générer. C'est comme si la surface « gardait en mémoire » cette énergie de conception.

Les mémoires de conception

S'en tenir à interagir avec une surface simulée par algorithmes, où les logiques des automates ne sont pas concrètes, mais de plus en plus abstraites, fait que l'algorithme ne remplace pas l'architecte, pas plus leurs capacités imaginatives, mais engage le concepteur dans une expérience décentrée, participative et communicative avec les technologies. Cette expérience technologique singulière se trouve transposée dans la surface de l'objet, comme le montrent les morphologies alvéolaires (*honeycomb*) produites par l'Emergent and Design Group, ou *The Sequential Wall* de Kohler & Gramazio, tous deux réalisés dans le cadre de studios étudiants.

2.2.1 Impression esthétique

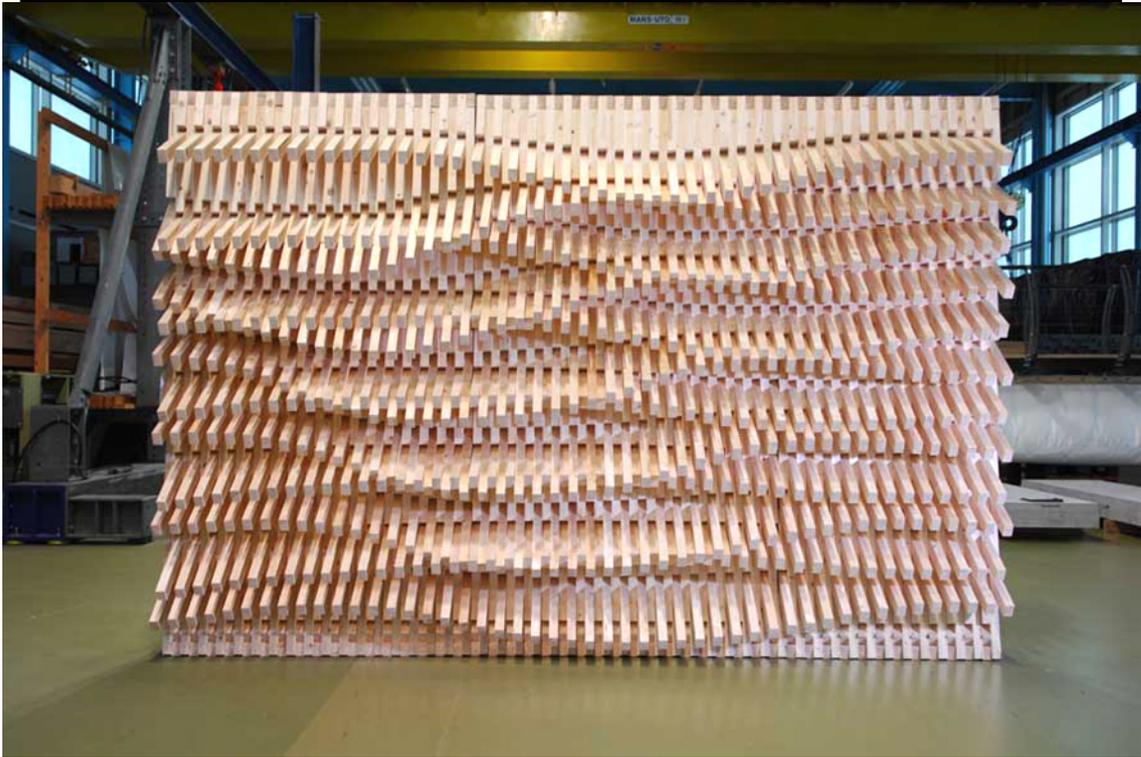


Figure 52. *The Sequential Wall*, ETH Zurich, Elective Course (Kohler & Gramazio), 2008.

Pour ces exemples, les moments de conception et de fabrication semblent toujours présents, comme actuellement en train de s’accomplir dans la surface elle-même. Les processus gardés en mémoire dans la surface, lui donnant en quelque sorte une profondeur temporelle, font voir les intentions originales engagées dans ces expérimentations technologiques. Pour que l’énergie mise en tension dans les expériences reste perpétuellement présente, maintenue en vie (à la surface), les architectes ont dû s’assurer de leur passage et de leur transformation au sein de l’exploration formelle de conception, en y intégrant les processus de fabrication. Le désir de maintenir des variations dans le *Sequential Wall*, que celles-ci transparaissent dans sa configuration même, fait appel à un agencement structurel qui permet de faire correspondre certaines propriétés physiques (angle maximal des lattes, porosité des paroi, etc.) avec les intentions de départ, à savoir une paroi animée. Une fois construits, ces murs montrent effectivement les paramètres de variation, mais gardent aussi en mémoire les tensions rencontrées dans la conception, qui ont conduit les architectes à abandonner certains paramètres, comme les inclinaisons trop importantes, afin de répondre aux exigences structurelles. Ces exigences de réalisation sont intégrées

directement à la phase de conception et restent présents dans la forme finale de l'objet mur. Certains architectes en font d'ailleurs l'une des sources dominantes de leur projet.

Le diagramme génératif du *Mensa Moltke* de Jürgen H. Mayer montre ce genre d'exploration réalisé à partir d'une originalité structurelle. C'est l'acte initiateur lui-même qui se trouve transfiguré dans les jonctions fluides qui s'étirent et prennent forme entre les deux plans de la cantine, tout en leur donnant leur structure.

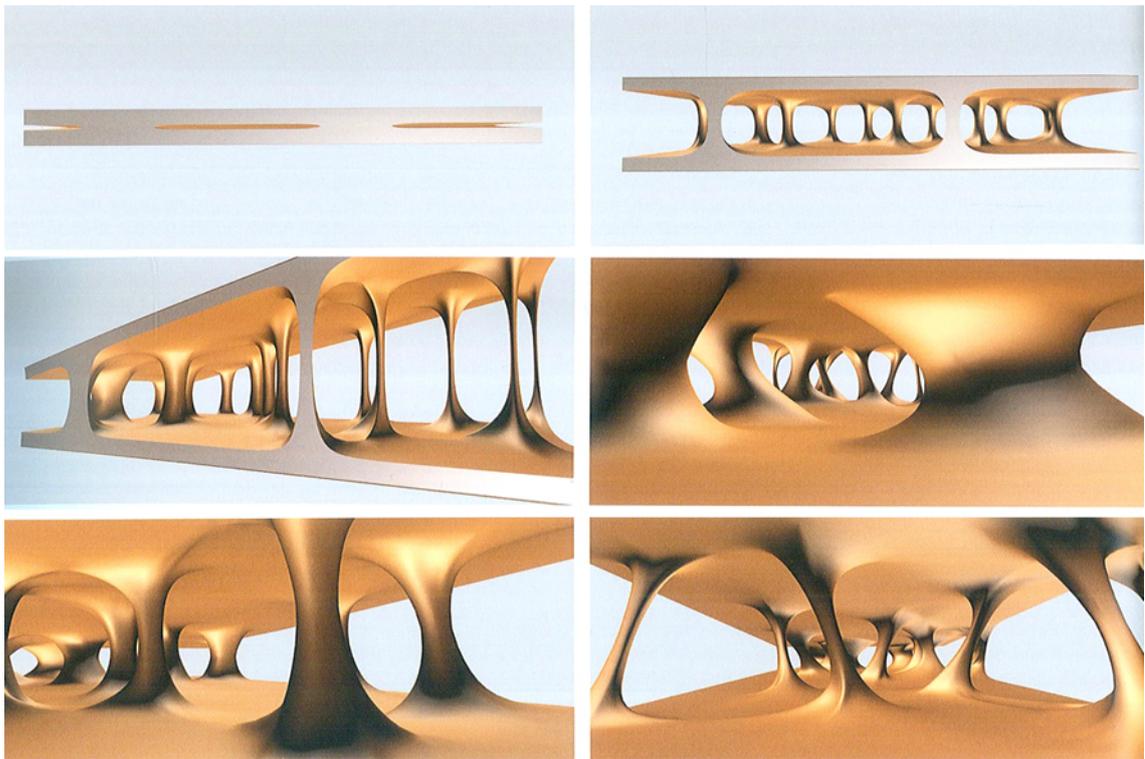


Figure 53. Morphogenèse de la cantine étudiante, *Mensa Moltke*, Allemagne, Jürgen H. Mayer, 2005-2007.

Le pouvoir des logiciels à calculer et à simuler ces « travers élastiques » et la volonté architecturale de rendre continue la structure se sont combinés dans l'acte premier, participant de manière commune à la genèse formelle, structurelle et spatiale de la cantine. Ces considérations structurelles deviennent le gradient qui dirige, limite et stabilise l'exploration, en même temps qu'elles assurent au processus d'aboutir à un objet concret. L'information de départ se valide au fur et à mesure des transformations jusqu'à la forme stabilisée. La cadence de l'algorithme trouve un rythme qui, tout en y laissant ses marques, s'introduit en douceur dans l'édifice ; participant à sa morphogénèse.

Les espaces immersifs, comme on a pu retrouver dans les architectures du cyberspace, ont connu une étrange évolution, car ils ont été renversés et sont devenus ex-tensifs. Ce renversement s'est fait sans réserve et même chez les défenseurs les plus tenaces du cyberspace. Dans l'introduction du numéro d'*AD Reflexive Architecture*, initialement conçu pour être le troisième volet de la série *Architects in Cyberspace*, Neil Spiller explique que les éditeurs ont été obligés de changer de terminologie : « Le cyberspace est devenu omniprésent [*ubiquitous*] et dans un temps remarquablement court, chaque Tom, Dick et chaque architecte a vu, à certains égards, le cyberspace empiéter [*impurge*] sur leur pratique³⁵¹. » Pour eux, le cyberspace n'a pas disparu, au contraire même, il est devenu omniprésent ; il s'est dissout dans l'ordinaire des choses et ne mérite plus par conséquent toute leur attention. Cette omniprésence et cette dissolution de l'espace immersif cache un renversement complet de l'appréhension spatiale, comme le propose Teyssot à la toute fin de son ouvrage sur la monade, en faisant référence à la bouteille de Klein : « Une surface pour laquelle on ne peut définir un "intérieur" ni un "extérieur", il serait concevable que cet intérieur "pur" puisse se retourner en un extérieur, tout aussi éthéré³⁵². » C'est par un retournement semblable que l'espace immersif de l'écran et du cyberspace se sont renversés pour être développés à l'extérieur. Cette « extension » spatiale par de l'information intériorisée soulève de nombreuses questions, dont celle à savoir qu'elle information doit être « formalisée » pour être extériorisée.

³⁵¹ Neil Spiller, « Introduction », *Architectural Design*, n° spécial, *Reflexive Architecture*, vol. 72, n° 3, may 2002, p. 5.

³⁵² Georges Teyssot, *Walter Benjamin. Les maisons oniriques*, op. cit., p. 160-161.

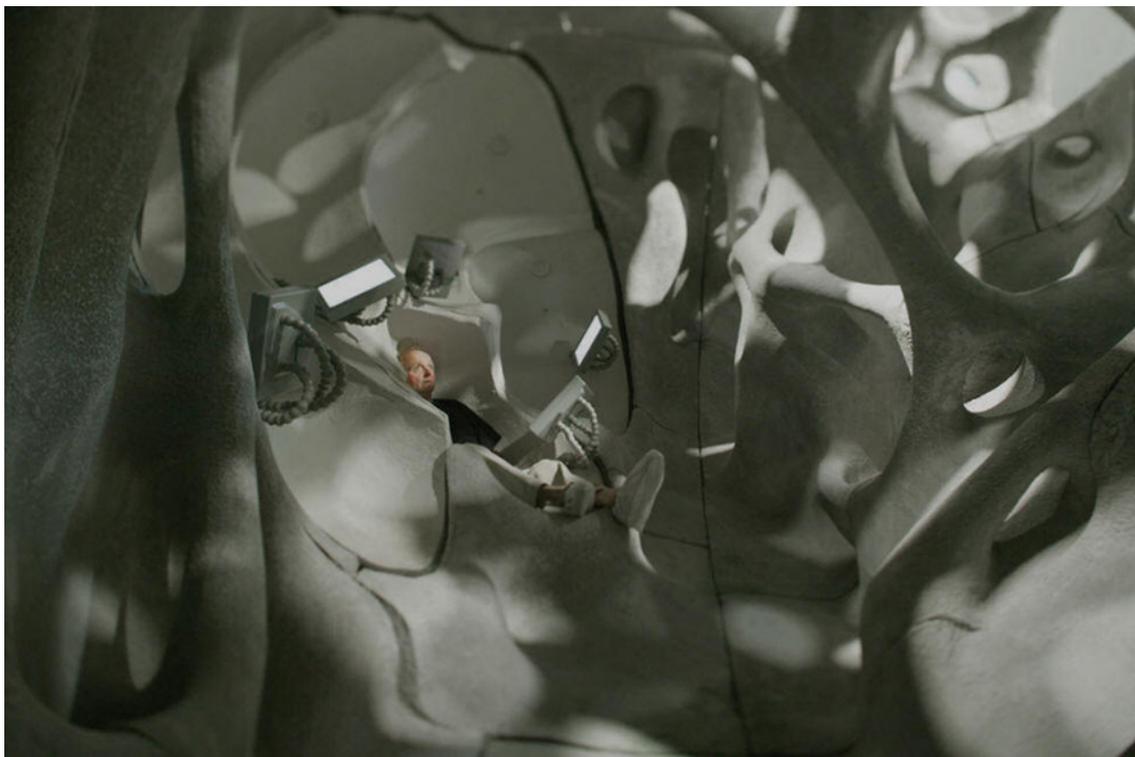


Figure 54. *Chambre hypnotique, I've Heard about !, (A flat, fat, growing urban experiment), R&Sie, 2005.*

La fiction architecturale *I've Heard about ! (A flat, fat, growing urban experiment)* (2005) du groupe R&Sie permet d'interroger la forme de cette intériorité retournée à l'extérieur. La force de ce retournement est que celui-ci a été cherché à partir de l'intériorité même des visiteurs. S'il est possible d'observer des ressemblances avec les dispositifs décrits par la science-fiction et notamment dans le roman de Gibson *Neuromancier*, il existe cependant une différence dans l'accès à cette réalité alternative. Contrairement à Henri Case, personnage connecté au système qui lui permet par hallucination d'intérioriser la globalité du cyberspace, pour les visiteurs de *I've Heard about !*, c'est l'inverse qui se produit, c'est-à-dire que c'est leur intériorité qui se trouve extériorisée. Leurs images mentales sont matérialisées et deviennent cette rumeur construite qui se propage et qui modifie la ville en continu. Ce n'est plus l'individu qui absorbe en lui la réalité, le paralysant sur place, mais son intériorité qui est déployée et dépliée dans la réalité extérieure.

Par des procédés fictionnels, scientifiques et cognitifs de captations des pensées les plus secrètes, R&Sie travaille justement à explorer la complexité de ces intimités pour

2.2.1 Impression esthétique

les exposer par la suite aux yeux de tous. Cela apparaît encore plus explicite dans *l'Architecture des humeurs* (2010), où l'exploration se fait à partir des malentendus et des contradictions internes aux individus. Ce que cherche Roche avec insistance, ce n'est rien de moins que de parvenir à explorer ce milieu interne en le redoublant par le malentendu de telle manière que la formalisation des cellules d'habitation se réalise sur des dissonances internes, propres à chacun. C'est avec ces tensions internes que R&Sie souhaite concevoir l'organisation des unités d'habitation. C'est comme si la réponse au vivre ensemble ne se trouvait pas dans une enquête sociologique, mais psychologique et cognitive, où les habitants deviendraient cette médiation intense capable de combler les désirs de communauté.

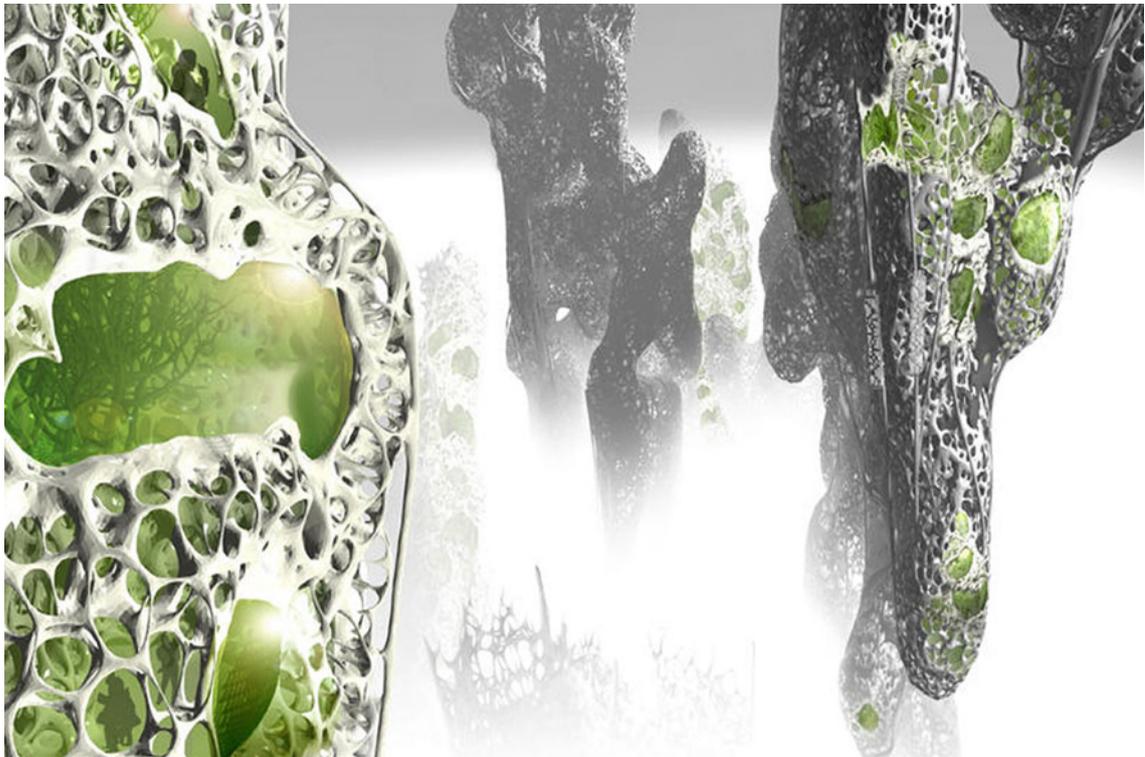


Figure 55. *I've Heard about ! (A flat, fat, growing urban experiment)*, R&Sie, 2005.

Cette investigation risquée, et loin d'être validée et démontrable par l'expérience, donne une valeur particulière à l'architecture, comme on peut le voir dans les formes de *I've Heard About !* ou celles de *l'Architecture des humeurs*. Ces dernières viennent reconfigurer les relations humaines parce qu'elles mettent en évidence les processus relationnels qui se propagent comme une rumeur dans l'espace extérieur. L'intériorité retournée tisse des liens et établit des contacts entre des sphères qui, extériorisées,

retrouvent tout de même une nouvelle intériorité, inaccessible, visible comme un paysage.

Les continuités du seuil

Le seuil est le mi-lieu qui sépare généralement l'intérieur et l'extérieur, comme zone intermédiaire, ni dans l'un, ni dans l'autre. Cet entre-deux propose une alternative à cette répartition binaire, soit comme l'explique Giedion dans la compénétration de l'intérieur et de l'extérieur, soit comme un « espace autre », ambigu et n'intégrant aucune de ces catégories. Les modèles mathématiques du ruban de Moebius ou de la bouteille de Klein, spatialement paradoxaux, ont fasciné de nombreux architectes, surtout du fait que l'observateur ne parvient plus vraiment à distinguer à quel moment l'intérieur se transmute en extérieur, et vice-versa. Il existe en effet dans ces figures une indistinction relative, reprise par certains architectes, et qui est devenue un véritable véhicule d'exploration capable de saisir les transformations topologiques que permet la simulation numérique. Les architectes Ben van Berkel et Caroline Bos de UN Studio en ont d'ailleurs fait l'une de leurs principales icônes. Pour eux, ces figures ne sont pas à proprement parler des motifs à répéter, mais il s'agit plutôt de parvenir à reproduire cette sensation perceptive, celle d'une transition continue, sans limite franche. L'attention portée à cette continuité spatiale se trouve fortement impliquée dans plusieurs projets, comme les deux maisons Moebius (*Mobius House*, 1992-1997, et *Villa MN*, 2000-2007), mais également pour les pavillons *Real Space in Quick Time* (1996) et *The Changing Room* (2008).

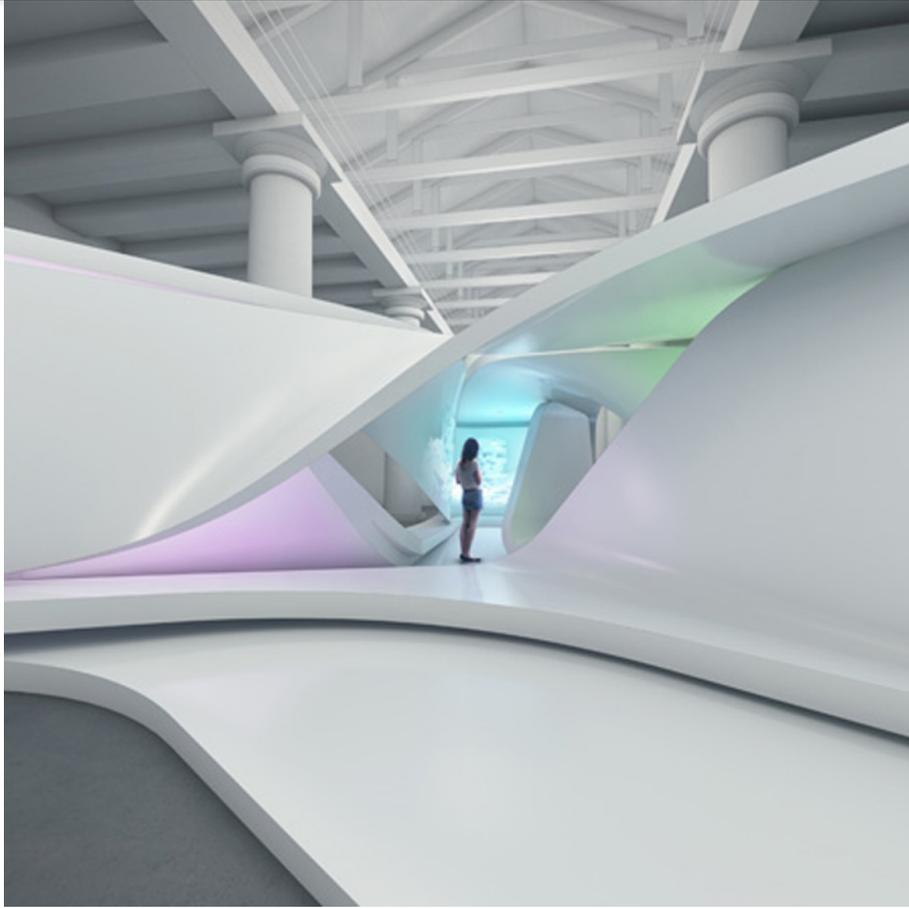


Figure 56. *The Changing Room, Venice, UNStudio, 2008.*

À l’instar du ruban de Moebius, la particularité de ces projets-objets se trouve dans la perception ambiguë qu’éprouvent les visiteurs au travers de ces espaces : ils ne sont plus aptes à distinguer clairement les espaces, comme le suggère l’analyse du pavillon *Changing Room*.

Les murs et le plancher se fondent en une seule surface. Les ouvertures ne sont ni des fenêtres, ni des portes, mais elles sont réduites à des fissures qui glissent le long des différents plans qui les enveloppent, et s’ouvrent les unes sur les autres. Les trajectoires visuelles sont continues et l’œil glisse le long de ces surfaces de roulement sans points de discontinuité³⁵³.

Ce pavillon ne propose pas uniquement une compénétration de l’intérieur dans l’extérieur, mais suggère plutôt un glissement fluide cherchant à déstabiliser les repères. Cette incapacité, ou difficulté, à distinguer clairement les différentes délimitations de l’espace oblige le visiteur à chercher un référentiel dépassant l’objet pour le comprendre. Comme l’explique Guyau dans un contexte similaire, « pour constater le

³⁵³ Andreas Sollazzo, *Digital Van Berkel. Diagrams, Processes Models of UNStudio, op. cit.*, p. 72.

changement, il faut un point fixe³⁵⁴ ». En fait, c'est ce point fixe qui est radicalement modifié : ce point est le fond sur lequel s'insère la figure. Ce changement implique que la compréhension du Pavillon ne passe plus seulement par ses limites physiques, mais oblige un point d'ancrage décentré, capable de faire voir les ambiguïtés spatiales produites par les limites continues et floues de l'objet. Cette ambiguïté des limites spatiales fait que ce n'est plus tellement l'objet lui-même, en tant que tel, qui déstabilise le visiteur dans sa compréhension du milieu, mais plutôt une indistinction relative se glisse entre la forme et le fond. Le visiteur n'a plus affaire à des limites, frontières, mais à un seuil qui parcourt l'espace de manière continue.

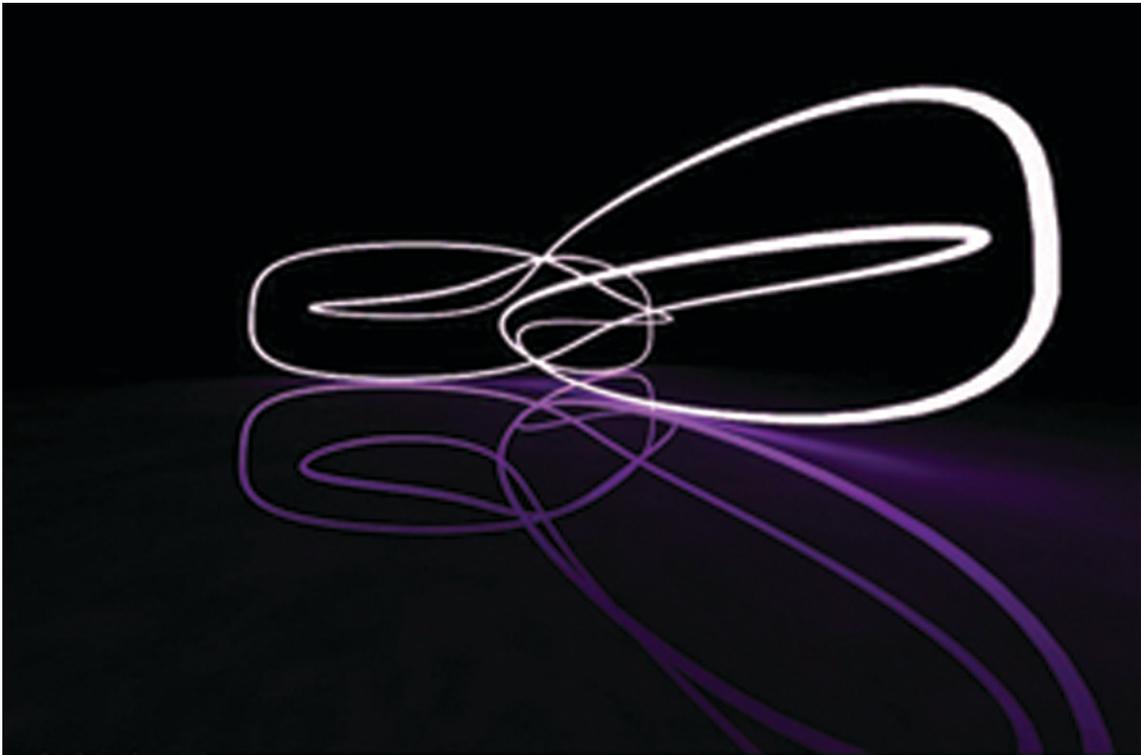


Figure 57. Diagramme génératif du *Changing Room*, Venise, UN Studio, 2008.

Pour comprendre l'espace, le visiteur n'a pas seulement à défiler dans et autour du pavillon de manière à saisir celui-ci à partir d'une succession d'images dans le temps, mais se voit obligé d'y ajouter l'énergie originelle de transformation, c'est-à-dire de parvenir à imaginer le diagramme correspondant. Il s'agit donc pour le visiteur de se synchroniser avec l'espace, comme à l'écoute d'une mélodie, dans laquelle l'auditeur parvient à repérer les tempos qui la structurent. À l'instar du chef d'orchestre, ou de

³⁵⁴ Jean-Marie Guyau, *La genèse de l'idée de temps*. Paris : L'Harmattan, 1998 [1902], p. 20.

2.2.1 Impression esthétique

l'auditeur-amateur, le visiteur du pavillon intègre les déformations continues comme les gestes en boucle de la main du chef d'orchestre, c'est-à-dire qu'il parvient à reproduire mentalement le diagramme initiateur et générateur produit par les architectes.

Les souplesses de la structure

La structure n'est pas tout à fait la même chose que la forme, la membrane ou encore l'enveloppe. Elle est ce qui les structure et les organise, généralement selon des conditions techniques de soutien et de support. Elle est parfois apparente, parfois cachée, associée ou désolidarisée de l'objet. Il existe pourtant une adéquation entre l'intérêt porté à la structure et à son niveau d'exposition. En d'autres termes, s'intéresser à fond à un problème et croire l'avoir résolu fait généralement que l'on ne cache pas la solution, mais qu'on l'expose. Si les premières structures générées grâce aux CAD-CAM étaient généralement recouvertes par différents enrobages et enveloppes lisses, il n'est pas rare de voir ensuite ces structures complexes de plus en plus apparentes, comme expression de la maîtrise à la fois constructive, formelle et matérielle de celles-là.

L'architecte Lars Spuybroek a souvent insisté sur le fait que l'objet de ses explorations est la structure et non pas la forme. Les processus de prise de forme (*form-finding*) inspirés par les dispositifs de Frei Otto, lui servent à fixer les éléments structuraux, sans intervention directe et majeure du concepteur. Ces processus de prise de forme s'opposent à ceux dans lesquels le concepteur donne directement une forme à l'objet (*giving form*). Dans les conditions du *form-finding*, les éléments trouvent eux-mêmes leur positionnement optimal grâce à leurs propriétés physiques. Spuybroek définit ces procédés techniques comme une « structure du flou » (*structure of vagueness*). Cette imprécision structurelle n'est pas sans logique, mais elle n'est pas formalisée de l'extérieur par l'architecte, ni perceptible avant l'expérience. La logique est présente à l'intérieur même du matériau. Cette méthode du *form-finding* s'approche de la relation hylémorphique, où la forme n'est pas donnée d'en haut à une matière, mais de façon horizontale, à l'intérieur de l'expérience elle-même. Le dialogue entre forme et matière est à chaque fois différent, donnant ainsi une perception de flexibilité,

d'imprécision et de flou, mais garde toujours les mêmes principes génératifs. Spuybroek s'intéresse justement à cette liberté d'action.

Étant donné que les matériaux fonctionnent comme des agents, il est essentiel qu'ils aient une certaine flexibilité, une certaine liberté d'action. Il est néanmoins essentiel que cette liberté soit limitée à un degré précis fixé par la structure du dispositif lui-même³⁵⁵.

Pour NOX, que le dispositif soit analogique, numérique, ou hybride, il s'agit d'attribuer à la structure des disponibilités et des limites, pour que celle-là « trouve » (*find*) sa forme. « Cette fonction, dit Spuybroek, assure que la procédure s'arrête par elle-même, au lieu de nécessiter un arrêt sur image³⁵⁶. » Cette condamnation de l'arrêt sur image insinue que l'architecte n'est plus en mesure d'opérer la « bonne » sélection par lui-même, et préfère s'en remettre à une logique extérieure, mais interne au matériau. Dans ces conditions, l'architecte ne fait alors qu'ajuster le résultat final au milieu d'insertion, sachant que ses intentions initiales ont été respectées par les limites attribuées au processus de prise de forme.

Le *WetGrid* (1999-2000) réalisé à Nantes illustre cette structuration du flou. « La grille souple [*wet grid*] est une situation d'entre deux, très proche du cristal liquide ; c'est-à-dire où l'ordre ne se trouve ni dans son état solide, ni dans son état complètement liquide d'une circulation « libre »³⁵⁷. » Cet entre-deux cherche précisément à garder vivant le moment même de prise de forme. En d'autres termes, la structure du *WetGrid* souhaite maintenir présent son processus de cristallisation.

³⁵⁵ Lars Spuybroek, « The Structure of Vagueness », in *The Architecture of Continuity*, op. cit., p. 132.

³⁵⁶ *Ibid.*, p. 140.

³⁵⁷ *Ibid.*, p. 103.

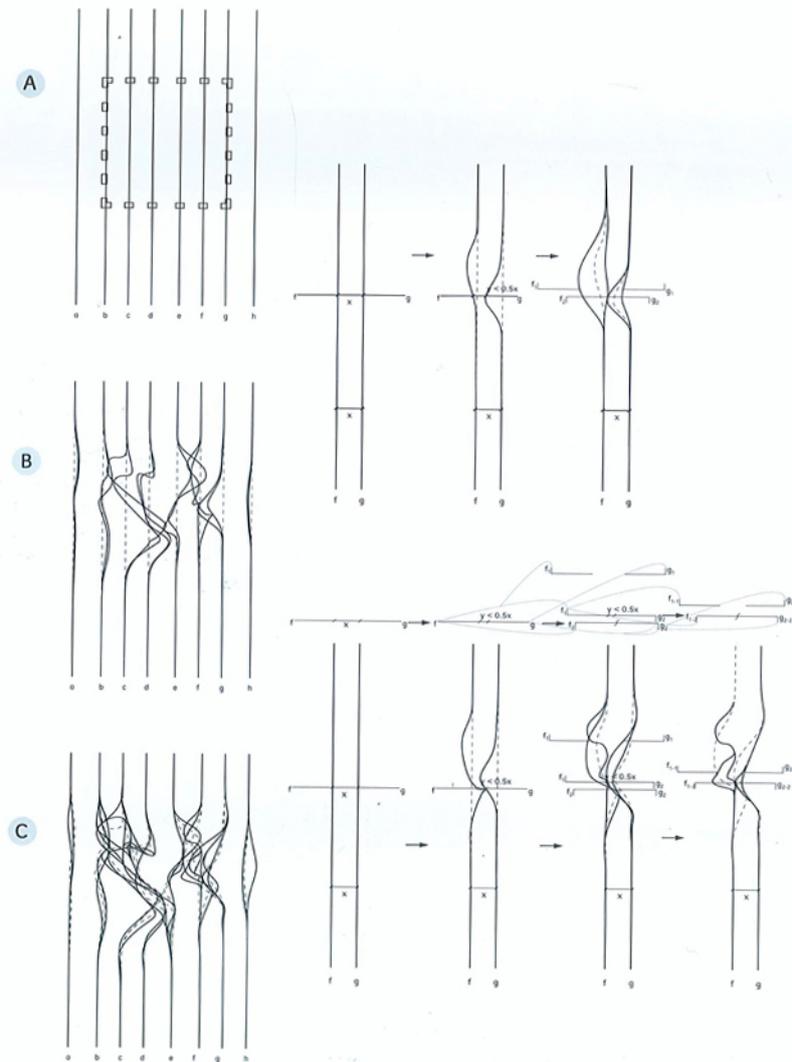


Figure 58. Processus de déformation de la grille initiale du *WetGrid*, musée de Nantes, NOX (Lars Spuybroek), 1999-2000.

Pour structurer cette cristallisation, Spuybroek s'inspire de la grille, objet moderne par excellence, comme le souligne Rosalind Krauss³⁵⁸. Par contre, la grille de NOX n'est plus sèche (*dry*), rigide et paralysante, mais souple (*wet*), flexible et libre. Cette fois-ci la souplesse de la grille n'a pas été obtenue par un procédé de *form-finding*, mais à partir d'une « chorégraphie numérique » qui initie un mouvement, sans toutefois avoir la capacité de figer la grille dans une forme définitive. Cette première série de variations appliquée à la structure a été ensuite reprise par l'architecte, qui, à l'aide d'un simple

³⁵⁸ Cf. Rosalind Krauss, « Grilles », in *L'originalité de l'avant-gardes et autres mythes de la modernité*. Paris : Macula, 1993 [1985], p. 92-109.

algorithme, en a réajusté les lignes selon des seuils limites de déformations. À l'aide de lattes de papier, l'architecte divise en deux les lattes qui excèdent une certaine distance par rapport à leur position d'origine, en établissant de nouveaux rapprochements à l'aide de trombone. Le véritable intérêt de ce projet-objet ne réside pas dans ce mode hybride de conception, mais bien dans la forme que prend cette structure, ainsi que sa mise en œuvre.



Figure 59. *Wet Grid*, Nantes, NOX (Lars Spuybroek), 1999-2000.

Contrairement à plusieurs des projets de NOX, construits ou non, la structure du *WetGrid* est apparente. Elle n'est pas recouverte de plaques d'acier la masquant, comme le *Pavillon H2O*, ni enveloppée dans une sorte de membrane indéfinissable, mais la structure n'est recouverte que d'une légère toile, enveloppe diaphane, laissant transparaître sa silhouette. Le *WetGrid* marque les esprits parce qu'il se donne lui-même à voir dans l'état d'entre-deux, souple et rigide à la fois, de sa prise de forme.

Par sa forme continuellement changeante, le nuage est de longue date un objet de fascination pour l'art, la peinture en particulier, mais également pour l'architecture. Plusieurs théoriciens décrivent sa généalogie avec comme moments clés le Pavillon de Pepsi-Cola, le *Fog Sculpture*, réalisé pour l'exposition universelle d'Osaka en 1970 par Fujiko Nakaya, et plus récemment le *Blur Building* de Diller+Scofidio présenté à l'exposition d'Yverdon-les-Bains, Suisse, en 2002. Dans les deux cas, il s'agit de recréer les conditions atmosphériques du nuage, dans lesquelles les visiteurs peuvent s'introduire, en se déplaçant sur une série de passerelles. Le nuage du *Blur Building* est formé par la condensation et projection de milliers d'infimes gouttelettes. Ces particules d'eau infimes, flottant dans l'air et contraintes par les aléas atmosphériques, donnent l'image d'un bâtiment aux limites indéfinies, floues, insaisissables et en perpétuel changement. Pendant l'exposition, les visiteurs étaient invités à emprunter les passerelles pour se laisser envelopper par la « matière » légère du bâtiment, réduisant ainsi l'espace de contact au simple imperméable distribué à l'entrée. Cette architecture qui « colle » à la peau est possible grâce au changement d'échelle que permettent les particules d'eau, laissant le visiteur pénétrer entre elles, sans véritablement être freiné par leur présence.

Plus récemment, la métaphore du nuage a trouvé un nouveau champ d'expérimentation grâce aux capacités de l'ordinateur à simuler une grande quantité d'éléments et d'en analyser leurs relations réciproques. Par principe, les points du nuage sont très nombreux (presque indénombrables), et il n'y a pas d'intérêt à les isoler, seulement à les condenser ou à les disperser. L'équipe de Peter Macapia DORA (Design Office for Research and Architecture) s'est livrée à ce travail de condensation pour le *Pavillon Seroussi*.

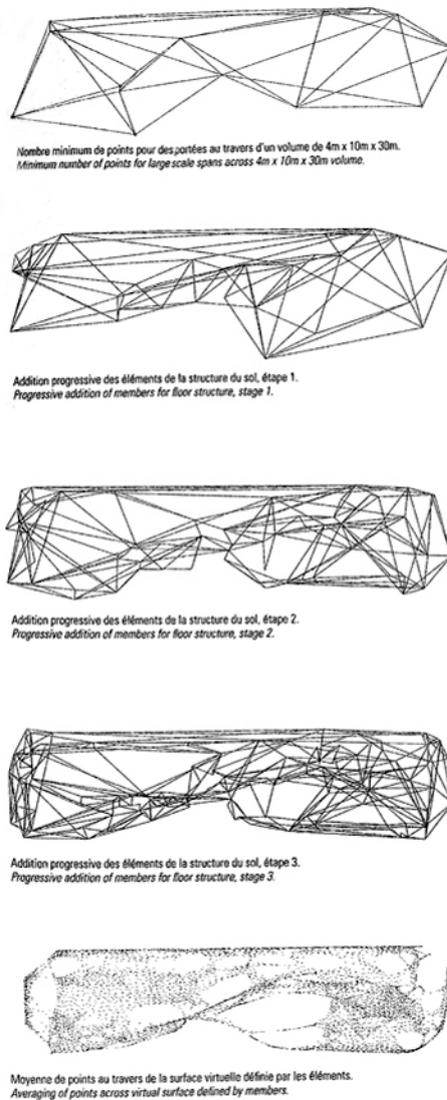


Figure 60. Construction du nuage de particules, *Pavillon Seroussi*, Peter Macapia (DORA), 2007.

Faisant explicitement référence à l'optimisation des nuages de particules, les architectes ont cherché à partir de :

l'objet géométrique le plus élémentaire, le point (le point, la ligne, et le plan) [à] établir un ensemble de règles montrant comment des points disposés au hasard dans un espace se coordonnent et s'interconnectent pour former une organisation spécifique³⁵⁹.

Comme pour les projets de nuages précédents, l'information initiale n'a pas d'importance et peut-être disposée par hasard, ce sont plutôt les transformations qui organisent la configuration du nuage. Comme l'explique Macapia, ces « singularités »

³⁵⁹ Peter Macapia, « DORA », in Elias Guenoun (éd.), *Pavillon Seroussi*, *op. cit.*, p. 42.

2.2.1 Impression esthétique

se forment étape par étape. À partir d'un nombre minimal de points, il est possible de définir un maillage qui se densifie par convergence et par « augmentation des tensions ». Suite à cette singularisation de « deuxième ordre », des manipulations sont produites sur des zones localisées.

L'objectif de cette investigation, disait l'architecte, est de mettre au point un espace de recherche susceptible d'apporter diverses « solutions » aux contraintes rencontrées dans une grille. [...] D'un point de vue conceptuel, le système cherche à établir une méthode non-hiérarchique pour générer la structure³⁶⁰.

Encore une fois, il s'agit pour les architectes de ne pas imposer une forme à l'ensemble, mais de laisser le système l'ordonner par sa logique interne, qui gère à la fois les particules entre elles et les particules par rapport à l'ensemble du système. Ces particules s'effacent peu à peu par leur cristallisation dans différentes couches intermédiaires, ni structure ni enveloppe, les deux à la fois, que DORA appelle des « membranes ».

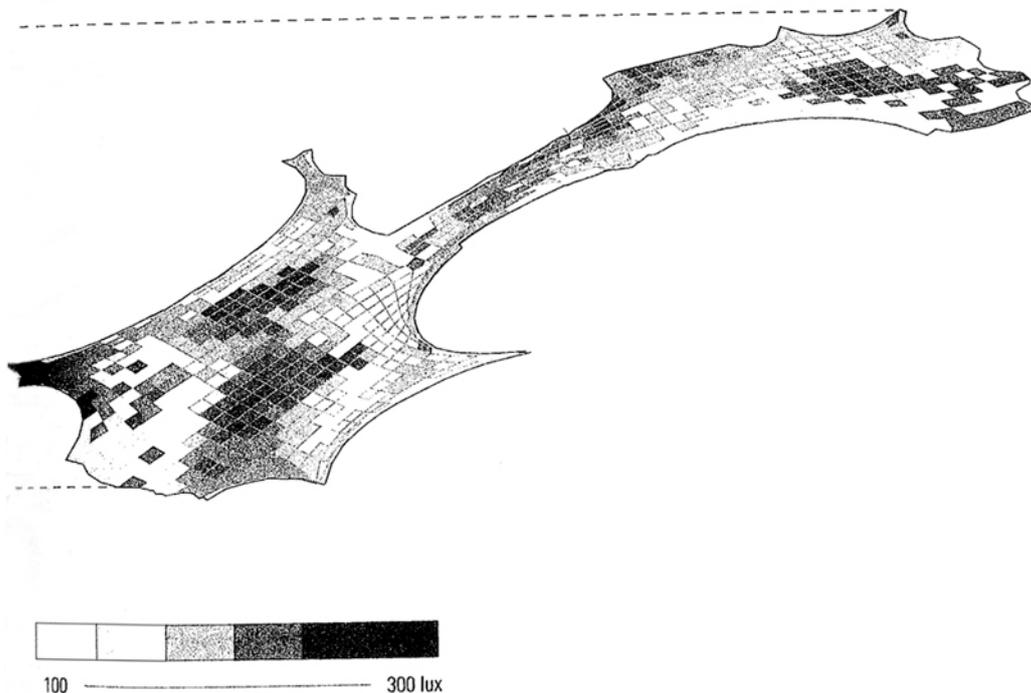


Figure 61. Membrane du *Pavillon Seroussi*, DORA, 2007.

³⁶⁰ *Ibid.*

Comme indiqué plus haut, ces membranes ont bien le rôle de départager les entrées et sorties, ici de lumière, en calibrant la porosité de la peau. La membrane est donc ce qui attire l'attention. Elle ne cherche plus tant à cadrer le paysage qu'elle expose une opération de filtrage. Les préoccupations attenantes à ce filtre, celles de calibrer la lumière, ne sont d'ailleurs que des problèmes à partir desquels amorcer l'exploration. S'en tenir à leur résolution est une erreur, et d'autant plus par l'intermédiaire de la machine : l'invention architecturale réside dans les cas où ces problèmes de départ permettent d'en résoudre de nouveaux, qui n'ont pas encore été formulés. Le bâtiment entre ainsi en résonance avec le reste non-élaboré, c'est-à-dire parvenir à s'insérer à l'intérieur des diverses préoccupations qui occupent les milieux.

Devenir un point remarquable

Le *Metropol Parasol* (2004-2010) à Séville est devenu en termes simondoniens ce que l'on pourrait appeler un point remarquable, c'est-à-dire qu'il met en résonance plusieurs milieux. Il permet de réorganiser le milieu géographique et de créer de nouvelles polarités dans le tissu social, c'est-à-dire qu'il est désormais capable d'orienter les passants selon de nouvelles forces.



Figure 62. *Metropol Parasol*, Séville, Jürgen H. Mayer, 2004-2010.

2.2.1 Impression esthétique

Cette reconfiguration spatiale et cette appropriation citoyenne se sont faites relativement rapidement et de manière presque spontanée, comme l'explique le critique catalan Francisco González de Canales :

Comme par magie, « les champignons » de Jürgen Mayer sont devenus l'espace public par excellence de la ville. Ils sont devenus un espace au sein duquel le politique existe comme l'expression publique de la pluralité des gens qui l'habitent³⁶¹.

L'autorité qu'a acquit ce projet en très peu de temps s'explique d'abord par le fait qu'il s'insère à un point clef de la ville, anciennement un marché, mais également construit sur des ruines gréco-romaines. Le *Metropol Parasol* est d'ailleurs conçu de manière à mettre en valeur ces différentes strates historiques. S'insérer dans un lieu névralgique n'assure en revanche pas la réussite d'un projet, c'est souvent même le contraire, car il représente un lieu sensible de la ville, où les réactions des habitants sont plus vives, parce que chargées d'affects ; c'est comme si l'endroit était sous les projecteurs.

En cherchant à trouver ce qui fait « la magie » de ces *Parasols*, il n'est pas inintéressant de porter notre attention sur ce que représente simplement le projet. Au-delà des premiers niveaux accueillant les galeries exposant les objets des fouilles et les commerces, et en deçà de la fabuleuse promenade, les *Parasols* exposent une technique presque à son état pur, sans artifice, comme a pu l'être la Tour Eiffel, ou plus récemment le Centre Pompidou. Ce n'est pas tant une simple structure qu'une structuration en actes. La structure apparente des *Parasols* représente l'image du dialogue établi entre technologies et énergies humaines. Cette image concentre toute la chaîne d'opérations qui s'est constituée au travers d'une articulation technologique relativement complexe, et qui entremêle à la fois les techniques de conception, derrière l'écran, et celle de l'assemblage et de la composition des matériaux. Les difficultés de mise en œuvre d'ajoutent à l'expression des *Parasols*. C'est en quelque sorte l'énergie investie dans ces opérations technologiques et humaines qui, articulée au travers de différents logiciels, instruments, et machines, mais surtout aux travers de désirs et résolutions de problèmes, trouve son accomplissement dans la forme des *Parasols*.

³⁶¹ Francisco González de Canales, « Magic Mushroom », *Domus digital edition*, juillet 2011. <http://www.domusweb.it/en/architecture/2011/07/02/magic-mushrooms.html> (page consultée le 19 août 2013).



Figure 63. Détail de la structure, *Metropol Parasol*, Séville, Jürgen H. Mayer, 2004-2010.

La forme du *Metropol Parasol* a emmagasiné les processus numériques de conception, lesquels ont été guidés par des modes de fabrication précis. Ces processus sont à la fois organisés et organisant. Le maillage courbe des *Parasols* répond à la fois à ce désir de forme organique, fluide et lisse hérité des explorations précédentes, qu'à la capacité de cette grille à gérer cette configuration complexe tout en la laissant transparaître. Le grillage tridimensionnel est à la fois l'élément structurant et le milieu d'accueil de la forme finale. Il est la limite qui se déplace de façon continue, selon différentes modulations et amplifications, jusqu'à définir une forme capable de reconfigurer son nouveau milieu. On peut dire que le *Metropol Parasol* maintient dans son expression formelle les potentiels compris dans l'articulation technologique dont il

2.2.1 Impression esthétique

est le produit. Ces potentiels numériques épousent les désirs des architectes qui se sont développés et modulés au fur et à mesure de l'exploration de conception et de réalisation. Cette pratique numérique singulière repose cependant sur les explorations et expérimentations précédentes, qui ont ouvert et défini un champ d'action, de perception et d'imagination pour l'architecture numérique. Le *Metropol Parasol* rend compte, dans sa structure même, de l'évolution et de l'aboutissement de cet imaginaire numérique.

CONCLUSION

En abordant l'architecture numérique aux travers des différentes pratiques expérimentales, il a été possible d'observer une évolution du rapport que les concepteurs entretiennent avec les technologies de l'information et de la communication. L'analyse de la période allant de 1987 à 2010 a montré qu'à partir des différents modes d'exploration de la forme, se sont constituées des sensibilités technologiques tributaires de la structuration progressive du milieu architectural. Cette évolution, qui n'est pas à proprement parler historique, a permis d'établir deux tendances, qui peuvent être grossièrement rattachées d'abord à un engouement pour la conception, à partir de la décennie 1990, et ensuite, pour la fabrication, au milieu des années 2000. Ces deux moments ont engagé les architectes dans des relations différenciées, mais co-constitutives, avec les technologies numériques.

Dans un premier temps, les architectes ont été frappés par la nouveauté que les logiciels ont introduite dans la conception, dans leur capacité à produire et manipuler des formes complexes, et surtout dans la possibilité de les mettre en mouvement. Cette sensibilité s'est surtout exprimée dans différentes conduites intuitives et primitives, parce qu'elles engageaient le concepteur dans un rapport direct avec les logiciels de modélisation et de simulation graphiques. Malgré un manque de maîtrise programmatique, cette première phase de sensibilité a été suffisamment riche pour permettre aux architectes de se décentrer par rapport à l'acte de conception, et de leur donner la possibilité de découvrir de nouvelles rythmiques de variation. Cette cadence imposée par l'algorithmique, et plus largement par la programmation, correspond surtout à une période de désadaptation, où les énergies mobilisées ont eu pour principale tâche d'explorer ces nouveaux rythmes, sans trop se soucier de l'objet résultant. Tout l'intérêt réside justement dans les courts-circuits qu'ont introduit les processus numériques de conception, allant jusqu'à déstabiliser l'objet architectural lui-même. Cette désadaptation provisoire a permis d'envisager de nouveaux modes d'exploration de la forme, à partir de son information constituante, et a surtout pointé l'un des problèmes cruciaux pour les réflexions sur les technologies numériques, celui de l'attention. Comment rester attentif à l'inattendu ? La sensibilité du « lâcher prise » résulte de ce genre de questionnement, en montrant l'attention accrue

qu'a porté l'architecte à la variation de formes. C'est dans cette dépossession momentanée que l'adoption des logiciels a été la plus structurante du milieu architectural, car elle supposait alors un état d'alerte maximale et des motivations intenses. L'attention a évidemment ses limites, et ne peut être longtemps maintenue, surtout dans les conditions numériques. Elle a donc dû être contrebalancée par une maîtrise des processus, passant par une période d'apprentissage, d'appropriation et d'adoption.

Cet apprentissage a surtout consisté à synchroniser les potentialités technologiques avec les attentes et désirs des architectes qui eux, se modifiaient à leur tour, dans une relation constante de réciprocité. Cette appropriation s'est réalisée à travers différentes attitudes technologiques, tributaires des conduites premières. Il est important d'insister sur l'imbrication d'une sensibilité avec l'autre, malgré les fortes rivalités entre personnalités de clans opposés. Cette réconciliation a été effectuée, lorsque la relation technologique s'est opérée à l'extérieur de l'architecte, de manière distanciée entre deux machines ou logiciels, presque objective. Ces différentes attitudes ont surtout permis de penser le projet-objet au travers une chaîne de relations technologiques, intégrant de manière transductive les phases de conception, de fabrication et d'utilisation. Cette chaîne d'opérations relationnelles, déclenchée par les expérimentations numériques, donne à voir un dispositif réflexif, voire herméneutique, capable de saisir l'apport du numérique pour l'architecture, dans sa production même. C'est grâce à cette solidarité relative entre les différentes phases du projet et l'objet construit que ces pratiques expérimentales sont venues structurer les mentalités, permettant aux sensibilités technologiques de franchir une nouvelle et dernière étape. Les rapports avec les TIC se sont apaisés et se sont étendus sur un fond de préoccupations plus large. La culture architecturale a intégré ces sensibilités technologiques de manière durable et presque naturelle, en leur donnant une valeur et une légitimité dans l'action. Ces sensibilités ont participé au devenir numérique de la culture architecturale. Si cette culture répond désormais à une condition numérique, généralisée autant que localisée, il est possible de voir dans les sensibilités technologiques de certains architectes le relais amplificateur qui canalise, combine et

module les poussées technologiques et les freins culturels, les potentialités technologiques et les désirs architecturaux.

Cette relation intense et expérimentale n'est perceptible que dans l'acte de participation, mais se trouve néanmoins cristallisée dans les explorations formelles de ces différentes périodes. Les explorations architecturales ont laissé leurs marques dans les images diffusées et présentées. Les formes simulées sont devenues de véritables véhicules d'exploration, dont il a été possible de suivre le développement, et surtout, elles sont venues confirmer l'évolution des sensibilités technologiques. La construction de cet imaginaire numérique en étroite relation avec les différentes sensibilités a permis de déboucher sur une invention architecturale et non plus seulement technique. Il a fallu près de vingt ans pour que cette invention soit perceptible dans l'objet construit. Il a été ici question de retracer ce parcours et surtout d'en souligner les principales étapes. L'évolution des expérimentations technologiques et des explorations formelles, en différentes phases, et de manières singulières pour chaque pratique, montre la combinaison inédite et transductive entre les désirs personnels des architectes et les potentialités des logiciels. Cette relation intense cristallisée dans des projets-objets singuliers a permis d'orienter l'analyse sur des problèmes qui se posent avec l'expérience sensible des bâtiments. Là aussi, il est possible d'observer une évolution des répercussions sur l'édifice, c'est-à-dire la captation et l'accumulation par un objet des énergies mises en œuvre pour le réaliser. Le transfert des potentialités numériques dans les différentes couches du bâtiment, comme « gardé en mémoire » par sa morphologie, a permis de relier les problématiques technologiques et numériques avec des questionnements plus anciens et récurrents en architecture, relatifs au rapport entre intérieur et extérieur, entre structure et forme, ou encore retrouver la question de l'échelle humaine. Même si nous avons très peu analysé l'appropriation réelle par les habitants de ces architectures numériques, ni développé les questions d'insertion dans le milieu, l'étude des *Metropol Parasols* a montré que ces expérimentations et explorations ont la capacité de réorganiser leur milieu en ouvrant un dialogue avec eux.

L'invention architecturale propre au numérique aurait donc été maintenue, amplifiée et contractée au travers des expérimentations technologiques et des explorations formelles. Ces expérimentations ont fait apparaître une articulation technologique complexe entre plusieurs machines et logiciels, où l'architecte en assure le relais à chaque fois. Les explorations quant à elles ont construit un imaginaire de formes qui a mis à l'épreuve les potentialités du numérique. Cette relation intense, qui a dû être anticipée, perçue et structurée, a finalement, après plus de vingt ans, laissé sa marque dans l'objet construit, pas seulement comme structure, mais comme milieu d'accueil.

À la lumière de ce travail, deux voies s'ouvrent à la recherche, comme prolongement des thèses ici élaborées. D'un côté, une investigation approfondie mériterait d'être faite sur la relation de traduction entre les machines. Les questions de compatibilité et d'incompatibilité technologique semblent suffisamment nombreuses pour être isolées et constituer à elles seules un sujet de recherche plus détaillé. Elles permettraient d'éclairer la situation de l'indétermination entre les machines et d'aborder sous un angle plus précis les explorations formelles faites à l'aide de plusieurs machines. Il s'agirait, encore une fois, de chercher à comprendre la relation qui s'établit entre différents champs d'action possibles au vu des désirs initiateurs et ceux les englobant. Les dernières années ont d'ailleurs montré des évolutions techniques considérables quant aux qualités de reconnaissance et d'orientation des machines de fabrication, laissant envisager la possibilité d'établir prochainement un bilan conséquent de ces dernières expérimentations.

D'un autre côté, une seconde voie de recherche mériterait d'être tracée à partir d'un problème qui a émergé avec force au cours de ce travail et qui n'a pas reçu toute l'attention nécessaire, même si les bases en ont ici été posées : celui de la sélection et de l'insertion. Si on peut dire avoir cerné les répercussions du numérique dans les couches de l'objet architectural, dans ses formes et ses configurations, un large champ d'étude s'ouvre à savoir l'appropriation de ces architectures par leurs usagers. Comment les architectures numérique viennent-elles modifier notre rapport au monde ?

BIBLIOGRAPHIE

- Agamben, Giorgio. *Qu'est-ce que le contemporain?* Paris: Payot & Rivages, 2008.
- . *Qu'est-ce qu'un dispositif?* Paris: Payot & Rivages, 2007.
- Aït-El-Hadj, Smaïl. «Les apports de la «théorie de l'objet technique» de Gilbert Simondon à une théorie opératoire unifiée des systèmes techniques.» in Smaïl Aït-El-Hadj et Vincent Boly (éds), *Les systèmes techniques, lois d'évolution et méthodologies de conception*. Paris: Lavoisier, 2009.
- Alberti, Léon Battista. *De la peinture (1435)*. Paris: Macula, Dédale, 1992.
- Allen, Edward (éd.). *The Responsive House: selected papers and discussions*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1974.
- Amaldi, Paolo. *Espace*. Paris: de la Villette, 2007.
- Andrasek, Alisa. «Open Synthesis// Toward a Resilient Fabric of Architecture.» *Log* 25 (2012): 45-54.
- Andrasek, Alisa et Pia Ednie-Brown. «CONTINUUM: A self-Engineering Creative-Culture.» *Architectural Design. Collective Intelligence in Design* 76, no. 5 (2006): 18-25.
- Arakawa, et Madeline Gins. *Le corps architectural: [we have decided not to die]*. Houilles: Éd. Manucius, impr, 2005 [2002].
- Arbona, Javier. «It's in your nature. I'm lost in Paris.» *Architectural Design. Territory* 80, no. 3 (2010): 46-53.
- Atlan, Henri. *L'utérus Artificiel*. Paris: Seuil, 2005.
- Autran, Jacques, Marius Fregier, Miguel Rodriguez et Jacques Zoller. «ARLANG: langage de formulation et de programmation à l'usage des architectes.» Marseille: Bulletins GAMSAU, 1976.
- Balmond, Cecil. *Element*. Munich: Prestel, 2007.
- Balmond, Cecil et Jannuzzi Smith. *Informal*. Munich: Prestel, 2002.
- Baltrusaitis, Jurgis. *Anamorphoses ou Thaumaturgus opticus, les perspectives dépravées- II*. Paris: Flammarion, 1996.
- Barrière, Philippe et PB Studio 501. *Resolution: Repositioning and the Relation between Man and Nature*. Dalian: Dalian University of Technology Press, 2010.
- Barthélémy, Jean-Hugues. *Simondon*. Paris : Belles Lettres, 2014.
- . *Simondon et l'encyclopédisme génétique*. Paris: PUF, 2008.
- . «La question de la non-anthropologie.» In Jean-Marie Vaysse (éd.), *Technique, monde, individuation. Heidegger, Simondon, Deleuze*, 117-132.

- Hildesheim: Georg Olms Verlag, 2006.
- . *Penser la connaissance et la technique après Simondon*. Paris: L'Harmattan, 2005.
- Barthélémy, Jean-Hugues (éd.). *Cahiers Simondon, numéro 5*. Paris: L'Harmattan, 2013.
- . *Cahiers Simondon, numéro 4*. Paris: L'Harmattan, 2012.
- . *Cahiers Simondon, numéro 3*. Paris: L'Harmattan, 2011.
- . *Cahiers Simondon, numéro 2*. Paris: L'Harmattan, 2010.
- . *Cahiers Simondon, numéro 1*. Paris: L'Harmattan, 2009.
- Barthes, Roland. *La chambre claire: Note sur la photographie*. Paris: Gallimard, 1980.
- Battle, Guy et Christophe McCarthy. «Genesis of natural force.» *Architectural Design. Aspects of Minimal Architecture* 64, no. 7/8 (1994): II-IX.
- Beaune, Jean-Claude. *La technologie introuvable. Recherche sur la définition et l'unité de la technologie à partir de quelques modèles du XVIIIe et XIXe siècles*. Paris: Vrin, 1980.
- Beckman, John, (éd.). *The virtual dimension: architecture, representation and crash culture*. New York: Princeton Architectural Press, 1998.
- Belting, Hans. *La double perspective: La science arabe et l'art de la Renaissance*. Lyon: Les presses du réel, 2010.
- Benedikt, Michael L. «Cityspace, Cyberspace, and the Spatiology of Information.» *Virtual Worlds Research: Past, Present & Future*, vol. 1. No. 1, July 2008.
- . *Cyberspace: first steps*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1991.
- Benjamin, Walter. «L'oeuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique.» In *Oeuvres III*. Paris: Gallimard, 2000.
- . *Origine du drame baroque allemand*. Paris: Flammarion 1985 [1925].
- Berkel, Ben Van et Caroline Bos. *UN Studio Fold*. Rotterdam: NAI Publishers, 2002.
- . «Deep planning West Side.» *Architectural Design. Contemporary Processes in Architecture* 70, no. 3 (2000): 44-55.
- . *Move*. 3 vols. Amsterdam: UN Studio & Goose Press, 1999.
- . *Diagram work: Data Mechanics for a Topological Age*, Any 23, 1998.
- . *Mobile Force*. Berlin: Ernst and Sohn, 1994.
- . *Delinquent visionaries*. Rotterdam: 010 Publishers, 1993.
- Berry, Gérard. *Penser, modéliser et maîtriser le calcul informatique*. Paris: Collège de France/Fayard, 2009.
- . *Pourquoi et comment le monde devient numérique*. Paris: Collège de

-
- France/Fayard, 2008.
- Berthier, Denis. « Penser notre relation à la Machine (plutôt que nous penser comme des machines).» *Terminal*, no. 92 (2004-2005).
- Bonta, Juan Pablo. *Architecture and its interpretation, a study of expressive systems in architecture*. London: Lund Humphries Publisher Ltd, 1979.
- Bontems, Vincent. «Simondon, Le progrès et l'évolution des lignées techniques.» In Daniel Parrochia and Valentina Tirloni (éds), *Formes, systèmes et milieux techniques, après Simondon*, 85-94. Lyon: Jacques André, 2012.
- . «Le «cycle de l'image» selon Gilbert Simondon. Une définition génétique de l'image scientifique.» *Visible. Images et dispositifs de visualisation scientifiques* 8, (2011).
- . *Bachelard*. Paris: Les belles lettres, 2010.
- Boulet, Jacques. «Les appareils de l'architecture: la projection orthogonale.» In Jean-Louis Déotte (éd.), *Appareils et formes de la sensibilité*. Paris: L'Harmattan, 2005.
- Bouman, Ole. *Realspace in Quicktimes Architecture and Digitization*. Rotterdam: NAI Publishers, 1996.
- Bourbonnais, Sébastien. «Information Relay: The Indetermination Between Machines.» *Log* 25 (2012): 63-70.
- . «La charge pré-individuelle des architectures numériques. La genèse de la forme pour l'hystera protera de dECOi.» In François Guéna et Caroline Lecourtois (éds), *Complexité(s) des modèles de l'architecture numérique*, actes de colloque *SCAN*, 27-36. Nancy : Presses de l'Université de Nancy, 2012.
- . «Les processus expérimentaux. La position décentrée du concepteur.» in Claude Yacoub et Khaldoun Zreil (éds), *Conception assistée par concepteur*, actes de colloque *01 design*. 7, 41-52. Paris : Europa Production, 2010.
- . «L'invention possible des architectures numériques. Recours aux images : du modèle à la construction.» In Tomas Dorta (éd.), *Joindre langages, cultures et visions*, actes de colloque *CAAD Futures*, 288-300. Montréal : PUM, 2009.
- . «Nature et constructions. Les architectures numériques à la lumière de la philosophie de Gilbert Simondon.» In Jean-Claude Bignon, Gilles Halin, Sylvain Kubicki (éds). *Conception architectural numérique et approches environnementales*, actes de colloque *SCAN*, 60-77. Nancy: PUN, 2009.
- Braham, William. «After Typology: The suffering of Diagrams.» *Architectural Design. Contemporary Processes in Architecture* 70, no. 3 (2000): 9-11.
- Brayer, Marie-Ange (éd.). *Biothing [Alisa Andrasek]*. Orléans: Hyx, 2009.
- . *Architecture et numérique*. Orléans: Frac centre, Scérem-Crdp, 2005.
- Brayer, Marie-Ange et Frédéric Migayrou (éds). *Naturaliser l'architecture*. Orléans: Hxy, 2013.

- . *Architectures expérimentales 1950-2012*. Orléans: Hyx, 2013.
- . *ArchiLab: Radical Experiments in Global Architecture*. Londres: Thames & Hudson, 2001.
- Breton, Philippe. *Histoire de l'informatique*. Paris: La découverte, 1987.
- . "La cybernétique et les ingénieurs. Dans les années cinquante." *Culture numérique*, no. 12 (1984): 155-161.
- Bullivant, Lucy. *Responsive environments: architecture, art and design*. London: V&A, 2006.
- Burry, Mark. «Homo Faber.» *Architectural Design. Design through Making* 75, no. 4 (2005): 30-37.
- . «Between Surface and Substance.» *Architectural Design. Surface Consciousness* 73, no. 2 (2003): 8-19.
- . «Beyond Animation.» *Architectural Design. Architecture + Animation* 71, no. 2 (2001): 6-16.
- . «Paramorph. Anti-Accident Methodologies.» *Architectural Design. Hypersurface Architecture II* 69, no. 9/10 (1999): 78-83.
- . «Paramorph. Anti-Accident Methodologies.» *Architectural Design. Expiatory church of the Sagrada Familia. Antonio Gaudi*. New York: Phaidon, 1993.
- Burry, Jane et Mark Burry. *Mathématiques et Architecture*. Arles : Actes Sud, 2010.
- Burry, Mark, Jane Burry et Daniel Davis. «Untangling Parametric Schmata: Enhancing Collaboration through Modular Programming.» in *Design Together*, actes de colloque *CAAD Futures*. Liège, 2011.
- Cache, Bernard. *Projectiles*. London: AA Publications, 2011.
- . «Vers une architecture associative.» In Frédéric Migayrou et Zeynep Mennan, *Architecture non standard*. Paris: Centre Pompidou, 2003.
- . «Gottfried Semper. Stereotomy, Biology and Geometry.» *Architectural Design. Contemporary Techniques in Architecture* 72, no. 1 (2002): 28-33.
- . *Terre-Meuble*. Orléans: Hyx, 1997.
- Callicott, Nick. *Computer-Aided Manufacture in Architecture: The Pursuit of Novelty*. Oxford: Architectural Press, 2001.
- . «Adaptive architectural Design.» *Architectural Design. Design through Making* 75, no. 4 (2005): 66-69.
- Carmo, Mario (éd.). *The Digital Turn in Architecture 1992-2012. AD Readers*. Chichester: John Wiley & Sons, 2013.
- . «Digital Darwinism: Mass Collaboration, Form-Finding, and the Dissolution of Authorship.» *Log* 26 (2012): 97-106.
- . *The Alphabet and the Algorithm*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2011.

-
- . «Digital Style.» *Log* 23 (2011): 41-52.
- . «La fin du numérique: la fin du commencement, et la fin du projet.» *Le visiteur. Revue critique d'architecture* 17, (2011).
- . «Review of the exhibition Architectures non standard.» *Journal of the Society of Architectural Historians* 64, no. 2 (2005): 234-235.
- . «Drawing with numbers.» *Journal of the Society of Architectural Historians* 62, no. 4 (2003): 448-469.
- Cauquelin, Anne. *Fréquenter les incorporels: contribution à une théorie de l'art contemporain*. Paris: PUF, 2006.
- Chaplin, Sarah. «Cyberspace: Linger on the Threshold. Architecture, Post-Modernism and Difference.» *Architectural Design. Architects in Cyberspace* 65, no. 11/12 (1995): 32-35.
- Château, Jean-Yves. *Le vocabulaire de Simondon*. Paris: Ellipses, 2008.
- Châtelet, Gilles. *Les enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*. Paris: Seuil, 1993.
- Chazal, Gérard, «La Pensée et les machines: le mécanisme algorithmique de John von Neumann.» Préface à John von Neumann, *Théorie générale et logiques des automates*, 9-58. Seyssel: Champ Vallon, 1996.
- Checkwitch, Benjamin. «Augmenting interface: Investigating digital design and architecture.» PhD thesis, Dalhousie University, 1999.
- Chupin, Jean-Pierre. *Analogie et théorie en architecture. De la vie, de la ville et de la conception, même*. Gollion : Infolio, 2010.
- Ciaravino, Joselita. *Un art paradoxal. La notion de disegno en Italie (XVe -XVIe siècles)*. Paris: L'Harmattan, 2004.
- Colburn, Timothy et Gary Shute. «Abstraction in Computer Science.» *Minds and Machines* 17, no. 2 (2007): 169-184.
- Combes, Muriel. *Simondon. Individu et collectivité. Pour une philosophie du transindividuel*. Paris: PUF, 1999.
- Crawford, Matthew B. *Éloge du carburateur. Essai sur le sens et la valeur du travail*. Paris: La Découverte, 2010 [2009].
- Debaise, Didier. *Philosophie des possessions*. Paris: Les presses du réel, 2011.
- dECOi architects, (with objectile). «Pallas House.» *Architectural Design. Des-Res Architecture* 69, no. 1/2 (1999): 52-55.
- Delanda, Manuel. «Material Elegance.» *Architectural Design. Elegance* 77, no. 1 (2007): 18-23.
- . «Deleuze and the Use of Genetic Algorithm in Architecture.» *Architectural Design. Contemporary Techniques in Architecture* 72, no. 1 (2002): 9-12.
- Deleuze, Gilles. *Le pli. Leibniz et le baroque*. Paris: Minuit, 1988.

- . *Foucault*. Paris : Minuit, 2004 [1986].
- Deleuze, Gilles et Claire Parnet. *Dialogues*. Paris: Minuit, 1996.
- Deleuze, Gilles et Félix Guattari. *Capitalisme et schizophrénie 2. Mille Plateaux*. Paris: Minuit, 1982.
- Déotte, Jean-Louis. *L'époque des appareils*. Paris: Ligne et manifeste, 2004.
- . *L'époque des appareils perspectif (Brunelleschi, Machiavel, Descartes)*. Paris: L'Harmattan, 2001.
- Derida, Jacques. «Introduction.» In Edmund Husserl, *L'origine de la géométrie*, Paris : PUF, 1962 [1936].
- Dethier, Jean. *Images et imaginaires d'architecture: Dessin-peinture-photographie-arts graphiques-théâtres- cinéma en Europe aux XIXe et XXe siècles*. Paris: Centre Pompidou/CCI, 1984.
- Diaz Alonso, Hernan. *Xefirotarch*. Huazhong : University of Science and Technology Press, 2008.
- Diener, Francine et Marc Diener. «Les applications de l'analyse non standard.» *La Recherche. L'actualité des sciences*. 20, no. 206 (1989): 68-83.
- Dollens, Dennis. *Digital-Botanic Architecture*. Santa Fe: SITES Books, 2005.
- Douglis, Evan. *Autogenic Structures*. New York, London : Taylor & Francis, 2009.
- Ducassé, Pierre. *Histoire des techniques, Que sais-je?* Paris: PUF, 1945.
- Dunn, Nick. *Digital Fabrication in Architecture*. London : Laurence King, 2012.
- Dupuy, Jean-Pierre. *Aux origines des sciences cognitives*. Paris: La découverte, 1999 [1994].
- Eames, Charles et Ray Eames. *A Computer Perspective: Background to the Computer Age*. Boston: Harvard University Press, 1990 [1973].
- Ednie-Brown, Pia. «Strange vitality, the transversal architecture of Mos and New Territories/R&S (n).» *Architectural Design. The Innovation Imperative, Architectures of Vitality*, no. 01 (2013): 62-69.
- . «All-Over, Over-All: Biothing and Emergent Composition.» *Architectural Design. Programming Cultures: Art and Architecture in the Age of Software* 76, no. 4 (2006): 72-81.
- Ehrenzweig, Anton. *L'ordre caché de l'art*. Paris: Gallimard, 1974 [1967].
- Eisenman, Peter. «Written into the void.» In *Written into the Void, Selected Writings 1990-2004*, 76-86. London: Yale University Press, 2007.
- . «Diagram. An Original Scene of Writing.» In *Written into the Void, Selected Writings 1990-2004*, 87-94. London: Yale University Press, 2007.
- . «Folding in Time, the singularity of Rebstock.» *Architectural Design. Folding in Architecture* 63, no. 3/4 (1993): 22-27.

-
- Espinas, Alfred. *Les origines de la technologie*. Paris: Félix Alcan, 1897.
- Estevez, Daniel. *Dessins d'architecture et infographie: l'évolution contemporaine des pratiques graphiques*. Paris: CNRS, 2001.
- Evans, Robbin. *Translation from drawing to building*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1997.
- Farver, Jane. «François Roche and R&Sie (n).» In Caroline A. Jones (éd.). *Sensorium, Embodied Experience, Technology, and Contemporary Art*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 2006.
- Ferré, Albert (éd.). *The Yokohama project: [Foreign Office architects]*. Barcelone: Actar, 2002.
- Flachbart, Georg et Peter Weibel (éds). *Disappearing Architecture: From Real to Virtual Quantum*. Basel: Birkhäuser, 2005.
- Focillon, Henri. *Vie des formes. Suivi de éloge de la main*. Paris: PUF, 2013 [1943].
- Fogel, Jean-François, and Bruno Patino. *La condition numérique*. Paris: Grasset, 2013.
- Fol, Jac. «Inframinces. Les lieux s'arrangeraient-ils des liens censés les libérer?». In Dominique Rouillard (éd.), *L'infraville/ Futurs des infrastructures*. Paris: Archibooks, 2011.
- . *Arts visuels & architecture: propos à l'oeuvre*. Paris: L'Harmattan, 1998.
- . «Projeter des limites. Le développement des apparences.» In Jac Fol (éd.). *LABFAC Finn Geipel, Nicolas Michelin*, 125-134. Paris: Centre Pompidou, 1998.
- Flusser, Vilém. *Pour une philosophie de la photographie*. Paris: Circé, 2004.
- . *Petite philosophie du design*. Belfort: Circé, 2002.
- Fraisse, Paul. *Les structures rythmiques*. Louvain: Publications universitaires de Louvain, 1956.
- Frazer, John. «Computing without computers.» *Architectural Design. The 1970s is here and Now* 75, no. 2 (2005): 34-43.
- . *An Evolutionary Architecture*. London: AA Publications, 1995.
- Fry, Benjamin Jotham. «Computational Information Design.» PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2004.
- Ganascia, Jean-Gabriel. *Le petit trésor. Dictionnaire de l'informatique et des sciences de l'information*. Paris: Flammarion, 1998.
- Garcia, Mark (éd.). *The Diagrams of Architecture. AD Readers*. Chichester: John Wiley, 2010.
- Garofalo, Luca. *Digital Eisenman: an office of an electronic era*. Basel: Birkhäuser, 1999.

- Gausa, Manuel. «Une nouvelle architecture «réactive».» In Alain Guiheux (éd.), *Architecture instantanée, nouvelles acquisitions*. Paris: Sens & Tonka, 2000.
- Giedion, Siegfried. *Espace, temps, architecture*. Paris: Denoël, 1990 [1948].
- Gille, Bertrand. *Les mécaniciens grecs. La naissance de la technologie*. Paris: Seuil, 1980.
- Girard, Christian. *Architecture et Concepts nomades. Traité d'indiscipline*. Bruxelles : Pierre Mardaga, 1986.
- Goethe, J.w.v. *Essai sur la métamorphose des plantes*. Genève: J. Barbezat et Cie, 1829 [1790].
- Goulthorpe, Mark. *The Possibility of (an) Architecture. Collected essays*. New York: Routledge, 2008.
- . «Scott points: Exploring principles of digital creativity.» In Branko Kolarevic (éd.), *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. New York: Spon Press, 2003.
- . *Decoï Architects. From Autoplastic to Alloplastic*. Orléans: Hyx, 2008.
- Gramazio, Fabio et Mathias Kohler. *Digital Materiality in Architecture*. Baden: Lars Müller, 2008.
- Gramazio, Fabio, Matthias Kolher et Raffaello d'Andrea. *Flight Assembled Architecture*. Orléans: Hyx, 2013.
- Gramazio, Fabio, Matthias Kolher et Silvan Oesterle. «Encoding Material.» *Architectural Design. The New Structuralism* 80, no.4 (2010) : 108-115.
- Granger, Gilles-Gaston. *Le probable, le possible et le virtuel : Essai sur le rôle du non-actuel dans la pensée objective*. Paris: Odile Jacob, 1995.
- Groothnizen, Christian. «Faith and Virtuality: a brief history of Virtual Reality.» *Architectural Design. Young Blood* 71, no. 1 (2001): 50-55.
- Grosz, Elizabeth. *Architecture from the Outside: essays on virtual and real space*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2001.
- Guéna, François et Louis-Paul Untersteller. «Free-hand sketching interface for designing tensile structures.» *EuropIA*, 2007.
- Guéna, François. «Un raisonnement par analogie pour la résolution des problèmes de conception qui requièrent de l'innovation.» In *OI Design '92: vers une nouvelle génération des systèmes d'aide à la conception*, *EuropIA*, 1992.
- Guenoun, Elias (éd.). *Pavillon Seroussi : Biothing, DORA, Design office for research and architecture, EZCT architecture & design research, Gramazio & Kohler, IJP-George L. Legendre, Xefirotarch*. Orléans: Hyx, 2007.
- Guchet, Xavier. *Pour un humanisme technologique: culture, technique et société dans la philosophie de Gilbert Simondon*. Paris: PUF, 2010.
- . *Les sens de l'évolution technique*. Paris: L.Scheer, 2005.

- Guiheux, Alain. *Architecture action, une architecture post-théorique*. Paris: Sens & Tonka, 2002.
- . *L'ordre de la brique*. Bruxelles: Pierre Mardaga, 1985.
- Guillerme, Jacques. *L'art du projet. Histoire, technique, architecture*. Belgique: Mardaga, 2008.
- . «Sur la poïétique architecturale.» *Recherches poïétiques I* (1975) : 173-186.
- . «Notes pour l'histoire de la régularité.» *Revue d'esthétique* 3-4 (1970): 383-394.
- . *Le théâtre de la figuration, Fascicule 2*. Paris: A.R.E.A & D.G.R.S.T, 1976.
- Guillerme, Jacques (éd.). *Technique et technologie*. Paris: Hachette, 1973.
- Guillerme, Jacques et Jan Sebestik. «Les commencements de la technologie.» *Thalès* 12 (1966): 1-72.
- Guyau, Jean-Marie. *La genèse de l'idée de temps*. Paris: L'Harmattan, 1998 [1902].
- Hague, Usman. «The Architectural Relevance of Gordon Pask.» *Architectural Design. 4d Social. Interactive Design Environments* 77, no. 4 (2007): 54-61.
- Hensel, Michael. «Finding Exotic Form: An Evolution of Form Finding as Design Method.» *Architectural Design. Emergence: Morphogenetic Design Strategies* 74, no. 3 (2004): 26-33.
- Hensel, Michael et Kivi Sotama. «Vigorous Environments.» *Architectural Design. Contemporary Techniques in Architecture* 72, no. 1 (2002): 34-41.
- Herrenschmidt, Clarisse. *Les trois écritures : langue, nombre, code*. Paris: Gallimard, 2007.
- Hottois, Gilbert. «Gilbert Simondon: entre les interfaces techniques et symboliques.» In Franck Tinland (éd.), *Ordre biologique, ordre technologique*, 72-95. Seyssel: Champ Vallon, 1994.
- Hong, Sungook. «Man and Machine in the 1960s.» *Techné* 7, no. 3 (2004): 49-77.
- Irigaray, Luce. «Le mythe de la caverne de Platon.» In *Speculum de l'autre femme*. Paris: Minuit, 1974.
- Jin Kim, Jong (éd.) *Bodyscape*. Korea: DAMDI, 2007.
- Jouve, François. «Structural Optimization.» *Log* 25 (2012): 41-44.
- Kapp, Ernst. *Principes d'une philosophie de la technique*. Paris: Vrin, 2007 [1877].
- Kieran, Stephen et James Timberlake. *Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction*. New York: McGraw-Hill Professional, 2003.
- Kipnis, Jeffrey. «Towards a new Architecture.» *Architectural Design. Folding in Architecture* 63, no. 3/4 (1993): 40-49.
- Klein, Robert. «L'art et l'attention au technique.» In *La forme et l'intelligible*, 382-

393. Paris: Gallimard, 1970.
- Kolarevic, Branko, (éd). *Performative architecture. Beyond instrumentality*. New York: Spon Press, 2005.
- . *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. London: Spon Press, 2003.
- Kolarevic, Branko et Kevin Klingler (éds). *Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture*. New York: Routledge, 2008.
- Krauss, Rosalind. «Grilles.» In *L'originalité de l'avant-garde et autres mythes modernistes*, 92-109. Paris : Macula, 1993 [1985].
- Kwinter, Sanford. *Far from Equilibrium: Essays on Technology and Design Culture*. Barcelone: Actar, 2008.
- . «The hammer and the song.» *OASE*, no. 48 (1998): 31-43.
- . «Play time.» *Architectural Design. Games of Architecture* 66, no. 5/6 (1996): 65-66.
- Kwinter, Sanford et Jonathan Crary (éds). *Incorporation: Zone 6*. New York: Zone Books, 1992.
- Lafitte, Jacques. *Réflexions sur la science des machines*. Paris: Vrin, 1972 [1932].
- Lafon, Jacques. «Image et construction: ébauche d'une esthétique de l'image de synthèse.» PhD thesis, Université Paris VIII, 1997.
- Lally, Sean et Jessica Young (éds). *Softspace: From a Representation of Form to a Simulation of Space*. London & New York: Routledge, 2007.
- Lan, Bruce Q. *Xefirotarch : Hernan Diaz Alonso*. Beijing : AADCU Publications, 2007.
- Latour, Bruno. «Gabriel Tarde – La société comme possession. La preve «preuve par l'orchestre».» In Didier Debaise (éd.), *Philosophie des possessions*, 9-34. Paris : Les presses du réel, 2011.
- . *Cogitamus: six lettres sur les humanités scientifiques*. Paris: La Découverte, 2010.
- . *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris: La Découverte, 1991.
- Lecourt, Dominique. *Humain, posthumain. La technique et la vie*. Paris: PUF, 2011 [2003].
- Legendre, George. *Mathematics of Space: Architectural Design*. Chichester, U.K. : Wiley, 2011.
- . *IJP. The Book of Surface*. London: AA Publications, 2003.
- Leroi-Gourhan, André. *Le geste et la parole I. Technique et langage*. Paris: Albin Michel, 1964.

-
- . *Le geste et la parole II. La mémoire et les rythmes*. Paris: Albin Michel, 1964.
- . *Évolution et technique. Milieu et technique*. Paris: Albin Michel, 1973 [1945].
- Le Roux, Ronan. «Cybernétique et société au XXIe siècle.» In Norbert Wiener. *Cybernétique et société. L'usage des êtres humains*, 7-40. Paris: Éditions du Seuil, 2014 [1950].
- Lévy, Pierre. *Qu'est-ce que le virtuel ?* Paris: La découverte, 1995.
- Licklider, J.C.R., "Man-Computer Symbiosis". *IRE Transactions on Human Factors in Electronics* 1, (1960): 4-11.
- Lindsey, Bruce. *Digital Gehry: Material Resistance Digital Construction*. Bâle : Birkhäuser, 2001.
- Lorenzo-Eiroa, Pablo et Aaron Sprecher (éds). *Architecture In Formation: On the Nature of Information in Digital Architecture*. London: Routledge, 2013.
- Liu, Yu-Tung (éd.). *Distinguishing Digital Architecture: 6th Feidad Award*. Basel, Berlin: Birkhäuser, 2007.
- . *Diversifying Digital Architecture: 2003 Feidad Award*. Basel, Berlin: Birkhäuser, 2005.
- . *Developping Digital Architecture: 2002 Feidad Award*. Basel, Berlin: Birkhäuser, 2005.
- . *Defining Digital Architecture: 2001 Feidad Award*. Basel, Berlin: Birkhäuser, 2005.
- . *Demonstrating Digital Architecture*. Basel, Berlin: Birkhäuser, 2005.
- Liu, Yu-Tung et Chor-Kheng Lim (éds). *New Tectonics. Towards a New Theory of Digital Architecture: 7th Feidad Award*. Basel, Berlin: Birkhäuser, 1999.
- Lootsma, Bart (éd.). *The Art of Accident/ Festival*. Rotterdam: NAI Publishers, 1998.
- Lynn, Greg (éd.). *Archéologie du numérique*. New York: Sternberg Press, 2013.
- . *Predator: Greg Lynn FORM, USA*. Seoul, Korea : DAMDI, 2006; Series: *Design document series*, vol. 15.
- . *Folds, Bodies & Blobs. Collected essays, Books-by-Architects*. Bruxelles: La lettre volée, 2004.
- . *Animate Form*. New York : Princeton Architectural Press, 1999.
- . «An Advanced Form of Movement.» *Architectural Design. Architecture After Geometry* 67, no. 5/6 (1997): 54-57.
- . «Blob (or why Tectonics Is Square and topology Is Groovy).» *Any*, no. 14 (1996): 58-61.
- . «Form and Field.» In Cynthia C.Davidson (éd.). *Anywise*, 92-99. Cambridge,

- Mass.: MIT Press, 1996.
- . «Multiplicitous an in-organic bodies.» *Architectural Design. Organic Architecture* 63, no. 11/12 (1993): 30-37.
- . «Architectural Curvilinearity: the Folded, the Pliant and the Supple.» *Architectural Design. Folding in Architecture* 63, no. 3/4 (1993).
- Lynn, Greg et Hanni Rashid. *Architectural laboratories*. Rotterdam: Nai Publishers, 2002.
- Maas, Winy, and al (éds). *MVRDV, KM3, excursions on capacities*. Rotterdam: MVRDV; Barcelone: Actar, 2005.
- McLuhan, Marshall. *Pour comprendre les média : Les prolongements technologiques de l'homme*. Montréal: HMH, 1968 [1964].
- Maeda, John. *Design by numbers*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1999.
- Martin, Reinhold. *The Organizational Complex. Architecture, Media, and Corporate Space*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2003.
- Massumi, Brian. «Becoming architectural, affirmative critique, creative incompleteness.» *Architectural Design. The Innovation Imperative, Architecture of Vitality*, no. 1 (2013): 50-55.
- . «Strange Horizon, Buildings, Biograms and the Body Topologic.» *Architectural Design. Hypersurface Architecture II* 69, no. 9/10 (1999): 12-19.
- McCorquodale, Duncan (éd.). *Michael Hensel + Tom Verebes, Urbanisations: O.C.E.A.N. UK*. London : Black Dog, 1999.
- McCullough, Malcolm. «20 Years of Scripted Space.» *Architectural Design. Programming Cultures: Art and Architecture in the Age of Software* 76, no. 4 (2006): 12-15.
- Migayrou, Frédéric et Zeynep Mennan (éds). *Architectures non standard*. Paris: Centre Pompidou, 2003.
- Menges, Achim et Steffent Reichert. «Material Capacity, Embedded Responsiveness.» *Architectural Design. Material Computation*, no. 02 (2012): 53-59.
- Montebello, Pierre. «Gilbert Simondon – Une métaphysique de la participation.» In Didier Debaise (éd.), *Philosophie des possessions*, 107-142. Paris : Les presses du réel, 2011.
- . «Simondon et la question du mouvement.» *Revue philosophique de la France et de l'étranger. Gilbert Simondon*, no.3 (2006): 279-297.
- More, Gregory. «Animated Techniques: Time and the technological acquiescence of animation.» *Architectural Design. Architecture + Animation* 71, no. 2 (2001): 20-27.
- Morizot, Baptiste. «Le hasard contraint comme modalité de l'individuation.» In

-
- Jean-Hugues Barthélémy (éd.), *Cahiers Simondon, numéro 4*, 9-32. Paris : L'Harmattan, 2012.
- Moussavi, Farshid. *The Function of Form*. Barcelone: Actar, 2009.
- Moussavi, Farshid et Alejandro Zaera-Polo (éds). *Phylogenesis FOA's Ark: Foreign Office Architects*. Barcelona: Actar, 2004.
- Munster, Anna. *Materializing New Media: Embodiment in Information Aesthetics*. Lebanon: Dartmouth, 2006.
- Nantois, Frédéric. «La révolution informationnelle en architecture (de 1947 à nos jours): de la cybernétique au cyberspace.» PhD thesis, Paris 8, 2002.
- . «De Cedric Price à Bill Gates: Les technologies de l'ordinaire.» *Les cahiers de la recherche architecturale et urbaine. Virtuel/Réel* 7, (2001).
- Negroponte, Nicholas. *Soft Architecture Machines*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1976.
- . *The Architecture Machine: Toward a more human environment*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1970.
- Negroponte, Nicholas et Léon Groisser. «La sémantique des machines à architecture.» In *Journée informatique et conception en architecture, 1971*. Rocquencourt: IRIA, 1972.
- Neumann, John von. *Théorie générale et logique des automates*. Seyssel: Champ Vallon, 1996 [1951].
- Norman, Frederick. «Towards a Paperless Studio.» Actes de colloque *ARCC Spring Research*. Virginia Tech 2001.
- Novak, Marcos. «Speciation, Transvergence, Allogenesis. Notes on the production of the Aliens.» *Architectural Design. Reflexive Architecture* 72, no. 3 (2002): 64-71.
- . «Eversion, Brushing against Avatars, Aliens and Angels.» *Architectural Design. Hypersurface Architecture II* 69, no. 9/10 (1999): 72-76.
- . «Next Babylon, Soft Babylon, (trans) architecture is an Algorithm to play in.» *Architectural Design. Architects in Cyberspace II* 68, no. 11/12 (1998): 20-29.
- . «Transarchitectures and Hypersurfaces. Operation of Transmodernity.» *Architectural Design. Hypersurface Architecture* 68, no. 5/6 (1998): 84-93.
- . «Transmitting architecture, trans terra firmi/ tidsvagNoll v2.0.» *Architectural Design. Architects in Cyberspace* 65, no. 11/12 (1995): 42-47.
- . «Liquid Architectures in Cyberspace.» In Michael Benedikt (éd.), *Cyberspace: First Steps*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1991.
- . «An Experiment in Computational Composition.» In *New Ideas and Directions for the 1990's*, actes de colloque *ACADIA*. Florida, 1989.

- . «Computational Composition in Architecture.» in *Computing in Design Education*, actes de colloque ACADIA, Michigan, 1988.
- Oosterhuis, Kas. *Towards a New Kind of Building. A Designer's Guide for Nonstandard Architecture*. Rotterdam: NAI Publishers, 2011.
- . *Xin Xia, iA #1 (Interactive Architecture)*. Santa Monica: Ram Publications + Distributions, 2007.
- . *Architectures Goes Wild*. Rotterdam: 010 Publishers, 2002.
- . *Hyper-Bodies, towards an e-motive architecture*. Basel, Boston: Birkhäuser, 2002.
- . *Kas Oosterhuis, Architect; Ilona Lénárd, Visual Artist*. Rotterdam: 010 Publishers, 1998.
- . *Sculpture City*. Rotterdam: Attila Fondation, 1995.
- . *Artificial Intuition*. Berlin: Aedes, 1990.
- O'Reilly, Una-May, Martin Hemberg et Achim Menges. «Evolutionary Computation and Artificial Life in Architecture: Exploring the potential of Generative and Genetic Algorithms as Generative Design Tools.» *Architectural Design. Emergence: Morphogenetic Design Strategies* 74, no. 3 (2004): 48-53.
- Oxman, Neri. «Structuring Materiality. Design Fabrication of Heterogeneous Material.» *Architectural design. The New Structuralism* 80, no.4 (2010): 78-85.
- Oxman, Rivka et Robert Oxman. *Theories of the digital in architecture*. London : Routledge, 2014.
- Oxman, Rivka. «Naturaliser la conception architecturale: À la recherche d'une matérialité tectonique.» In Marie-Ange Brayer et Frédéric Migayrou (éds), *Naturaliser l'architecture*. Orléans: Hxy, 2013.
- Quintrand, Paul. *La conception assistée par ordinateur en architecture*. Paris: Hermès, 1985.
- Palumbo, Maria Luisa. *New Wombs: Electronic Bodies and Architecture Discorders*. Basel, Boston: Birkhäuser, 2000.
- Panofsky, Erwin. *La perspective comme forme symbolique et autres essais*. Paris : Minuit, 1975.
- . *Architecture gothique et pensée scolastique*. Paris: Minuit, 1967.
- Payot, Daniel. *Des villes refuges, témoignage et espacement*. Paris: Éditions de l'aube, 1992.
- Perrella, Stephen. «Hypersurface Theory: Architecture >< Culture.» *Architectural Design. Hypersurface Architecture* 68, no. 5/6 (1998): 6-15.
- Picon, Antoine. *Smart Cities: théorie et critique d'un idéal auto-réalisateur*. Paris : B2, 2013.
- . «When Parametricism Tries to Reconnect with Vitruvius.» *Log* 23 (2011):

-
- 53-58.
- . «Ornement et subjectivité, de la tradition vitruvienne à l'âge numérique.» *Le visiteur. Revue critique d'architecture* 17, (2011).
- . *Culture numérique et architecture. Une introduction*. Basel: Birkhäuser, 2010.
- . «Architecture and the Sciences: Scientific Accuracy or Productive Misunderstanding?» In Akos Maravanszky et Ole W.Fischer (éds), *Precisions = Architecture between sciences and the arts*, 48-81. Berlin: Jovis, 2008.
- . *La ville territoire des cyborgs*. Paris: L'imprimeur, 1998.
- Rajchman, John. «Out of the fold.» *Architectural Design. Folding in Architecture* 63, no.3/4 (1993): 61-63.
- . «What's new in Architecture?» In *Philosophical events essays of the '80s*, 152-165. New York: Columbia University Press, 1991.
- Rahim, Ali. «Interiorities.» *Architectural Design. Exuberance* 80, no.2 (2010): 24-31.
- . *Catalytic Formations: Architecture and Digital Design*. London, New York: Taylor & Francis, 2006.
- . «Potential Performative Effects.» *Architectural Design. Contemporary techniques in Architecture* 72, no. 1 (2002): 52-63.
- . "Irreducible Time: Machining Possibilities." *Architectural Design. Architecture + Animation* 71, no. 2 (2001): 28-35.
- Rajchman, John. *Constructions*. Paris : Cahiers de l'Unebévue, 2002 [1998].
- Rappolt, Mark. *Greg Lynn Form*. New York: Rizzoli, 2008.
- Reffye, Philippe de, Claude Edelin et Marc Jaeger. «La modélisation de la croissance des plantes.» *La Recherche. L'actualité des sciences*. 20, no. 207 (1989): 158-168.
- Reiser, Jesse et Nanako Umemoto. *Atlas of novel tectonics*. New York: Princeton Architectural Press, 2006.
- Reisner, Yael. *Architecture and Beauty: Conversations with Architects About a Troubled Relationship*. London : Wiley, 2010.
- Roche, François. «Next-Door instructions.» *Architectural Design. Computation works. The Building of Algorithmic Thought*, no. 03 (2013): 126-133.
- . «Corrupted Biotopes.» *DD, Design Document*, N°5, DAMDI, Korea, 2004.
- . «No more context.» In Cynthia C.Davidson (éd.), *Anymore*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2000.
- . *Mutations @morphes R,DSV & Cie*. Orléans: Hyx, 1998.
- . «Villa Malraux artists' Residences and Studio.» *Architectural Design. Tracing Architecture* 68, no. 3/4 (1998): 48-53.

- Roche, François, Stéphanie Lavaux, Jean Navarro et Benoit Durandin. *R&Sie [n]. I've Heard About... (c)*. Paris : Musée d'Art Moderne de la Ville de Paris/ARC, 2005.
- Rocker, Ingeborg M. «Architectures of the Digital Realm: Experimentations by Peter Eisenman and Frank O. Gehry.» In *Die Realitt des Imaginren - Architektur und das digital Bild*, actes de colloque Bauhaus University. Weimar, 2008.
- . «Calculus-Based Form: An Interview with Greg Lynn.» *Architectural Design. Programming Cultures: Art and Architecture in the Age of Software* 76, no. 4 (2006): 88-95.
- Rosa, Joseph. «Fabricating Elegance. Digital Architecture's Coming of Age.» *Architectural Design. Elegance* 77, no. 1 (2007): 91-96.
- . *Folds, Blobs + Boxes. Architecture in the Digital Era*. Pennsylvania: Carnegie Museum of Art, 2001.
- Rouillard, Dominique. «Le futur au travail.» In Dominique Rouillard (éd.), *Imaginaires d'infrastructures*. Paris: L'Harmattan, 2009.
- . «L'invention de l'interactivité urbaine.» In Valérie Châtelet (éd.), *Interactive Cities*, 15-34. Orléans : Hyx éditions, 2007.
- . *Superarchitecture. Le futur de l'architecture, 1950-1970*. Paris: De la Villette, 2004.
- . «Cedric Price.» *AMC*, no. 137 (2003): 30-32.
- . *Construire la pente. Los Angeles 1920-1960*. Paris: EA Paris Villemin, coll. In Extenso n°4, 1984.
- Ruby, Andreas et Benoit Durandin (éds). *Spoiled Climate: R&Sie architects*. Basel, Boston: Birkhäuser, 2004.
- Saggio, Antonino. *The IT Revolution in Architecture: thoughts on a paradigm shift*. Italie: Lulu, 2008.
- . «Interactivity at the centre of Avant-garde architectural Research.» *Architectural Design. 4d Space: Interactive Architecture* 75, no. 1 (2005): 23-29.
- Salanskis, Jean-Michel. *Le monde du computationnel*. Paris: Les belles lettres, 2011.
- Salles, Georges. *Le regard*. Paris: Réunion des musées nationaux, 1992 [1939].
- Saunders, Peter T. «Nonlinearity, What it is and Why it Matters.» *Architectural Design. New Science = New Architecture?* 67, no. 9/10 (1997): 52-57.
- Sauvagnargues, Anne. *Deleuze. L'empirisme transcendantal*. Paris: PUF, 2009.
- . *Deleuze et l'art*. Paris: PUF, 2005.
- Schmal, Peter Cachola (éd.). *Digitalreal: Blobmeister, First Built Projects*. Basel, Boston: Birkhäuser, 2001.
- Schumacher, Patrick. «Parametricism and the Autopoiesis of Architecture.» *Log 21*

-
- (2011).
- . «Parametric Patterns.» *Architectural Design. Patterns of Architecture* 79, no.6 (2009): 28-41.
- . «Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design.» *Architectural design. Digital Cities* 79, no.4 (2009): 14-23.
- Ségal, Jérôme. *Le zéro et le un. Histoire de la notion scientifique d'information au 20e siècle, Matériologiques*. Paris: Syllepse, 2003.
- Senagala, Mahesh. «Flat World: A critical close-reading.» In *Joint Study Report Form*Z*, 60-65. Texas: University of Texas at San Antonio, 2005-2006.
- Serres, Michel. *Hermès III. La traduction*. Paris: Minuit, 1974.
- Serriano, Pierluigi. «Form Follows Software.» In actes de colloque *ACADIA*, Indianapolis, 2003.
- . *History of Form*Z*. Basel, Boston: Birkhäuser, 2002.
- Simondon, Gilbert. *Sur la technique (1953-1983)*. Paris: PUF, 2014.
- . *Communication et information. Cours et conférence*. Chatou: De la transparence, 2010.
- . *Imagination et invention: cours 1965-1966*. Chatou: De la transparence, 2008.
- . *Cours sur la perception (1964-1965)*. Chatou: De la Transparence, 2006.
- . *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. Grenoble: Jérôme Millon, 2005.
- . *Deux leçons sur l'animal et l'homme*. Paris: Ellipses, 2004.
- . «Sur la techno-esthétique et Réflexions préalables à une refonte de l'enseignement.» *Les papiers du collège international de philosophie*, no. 12 (1992).
- . «Culture et technique.» *Bulletin de l'Institut de philosophie de l'Université de Bruxelles*, no. 56-57 (1965): 3-16.
- . «Psycho-sociologie de la technicité.» *Bulletin de l'École pratique de psychologie et de pédagogie*, no. 3 (1961): 319-350.
- . «Psycho-sociologie de la technicité.» *Bulletin de l'École pratique de psychologie et de pédagogie*, no. 2 (1961): 227- 238.
- . «Psycho-sociologie de la technicité.» *Bulletin de l'École pratique de psychologie et de pédagogie*, no. 1 (1960): 127-140.
- . *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris: Aubier, 1989 [1958].
- Sloterdijk, Peter. *Écumes, sphérologie plurielle : Sphères III*. Paris: Hachette Littérature, 2006 [2003].
- . *Bulles : Sphères I*. Paris : Hachette Littérature, 2003 [1998].

- Snooks, Roland. «Volatile Formation.» *Log* 25 (2012): 55-62.
- Sollazzo, Andrea. *Digital Van Berkel. Diagrams, Processes Models of UNStudio*. Rome : Edilstampa, 2011 [2010].
- Speaks, Michael. «It's out there. The formal limits of the American Avant-Garde.» *Architectural Design. Hypersurface Architecture* 68, no. 5/6 (1998): 26-31.
- Spiller, Neil. *Digital Architecture Now: a Global Survey of Emerging Talent*. London: Thames & Hudson, 2008.
- . «Towards an Animated Architecture against Architectural Animation.» *Architectural Design. Architecture + Animation* 71, no. 2 (2001): 82-85.
- . *Architects in Cyberspace: Post Revolution Architecture in Eastern Europe*. New York: Academy Press, 1995.
- Sprecher, Aaron, Chandler Ahrens et Eran Neuman. «Critical Practice: Protocol for a fused Technology.» *Architectural Design. Collective Intelligence in Design* 76, no. 5 (2006): 30-35.
- Spuybroek, Lars. *The Architecture of Continuity. Essays and Conversations*. Rotterdam: V2_Publishing, 2008.
- . *NOX, Machining Architecture*. New York: Thames & Hudson, 2004.
- . *Machining Architecture, the Weight of the Image*. Rotterdam: NAI Publishers, 2001.
- . «The structure of experience.» In Cynthia C. Davidson (éd.), *Anymore*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2000.
- . «Beachness - Softsite - Blowout.» *Architectural Design. Architects in Cyberspace II* 68, no. 11/12 (1998): 33-41.
- . «X and Y and Z, a Manuel.» *ARCHI* (1995).
- Stiegler, Bernard. «La société automatique.» In Francis Jutand (éd.), *La métamorphose numérique. Vers une société de la connaissance et de la coopération*, 84-98. Paris: Alternatives, 2013.
- . *Ce qui fait que la vie fait la peine d'être vécue: de la pharmacologie*. Paris: Flammarion, 2010.
- . *L'attente de l'inattendu*. Genève: École supérieure des beaux-arts, 2005.
- . *De la misère symbolique 2. La catastrophe du sensible*. Paris: Galilée, 2005.
- . *De la misère symbolique 1. L'époque hyperindustrielle*. Paris: Galilée, 2004.
- . *La technique et le temps. 3. Le temps du cinéma et la question du mal être*. Paris : Galilée, 2001.
- . *La technique et le temps. 2. La désorientation*. Paris : Galilée, 1996.
- . «Ce qui fait défaut.» *Césure, revue de la convention psychanalytique. Transmissible intransmissible*, no. 8 (1995) : 231-278.

-
- . *La technique et le temps 1. La faute d'Épiméthée*. Paris : Galilée, 1994.
- Stiegler, Bernard et Nicolas Donn. «Révolutions industrielles de la musique.» *Cahiers de Médiologie* 18, no. 10 (2004): 7-17.
- Sutherland, Ivan. «SketchPad. A Man-Machine Graphical Communication System.» PhD Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1963.
- Terzidis, Kostas. *Algorithmic Architecture*. Oxford: Architectural Press, 2006.
- . *Expressive Form. A Conceptual Approach to Computational Design*. New York: Spon Press, 2003.
- . «Computers and the Creative Process.» In *Architectural Computing from Turing to 2000*, actes de colloque eCAADe, 43-50. 1999.
- . «Experiments on Animated Visual Forms.» In actes de colloque *CAAD Futures*, 335-350. 1999.
- . «Transformational Design.» In actes de colloque ACADIA. 1989.
- Teyssot, Georges. « Les plis de la membrane / An Enfolded Membrane, » in *Palais*, Le magazine du Palais de Tokyo, The magazine of the Palais de Tokyo, N. 20, Centre d'art contemporain, Paris, October, 2014, 39-50.
- . « Soft Architecture and the Spaces of Topology », in: *Jürgen Mayer H., Could Should Would*, Beijing Office/ United Asia Art & Design Cooperation, ed., publisher: AADCU.
- . *A Topology of Everyday Constellations*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2013.
- . *Walter Benjamin. Les maisons oniriques*. Paris: Hermann, 2013.
- . «An Enfolded Membrane.» In Pablo Lorenzo-Eiroa et Aaron Sprecher (éds), *Architecture in Formation. On the nature of information in digital architecture*, 35-46. New York: Routledge, 2013.
- . « Diagrammes machiniques. Deux projets par OSA (Open Source Architecture). » In Marie-Ange Brayer (éd.), *Architectures Expérimentales. 1950-2011. Collection du FRAC Centre*. Orléans : Éditions Hyx, 2013.
- . « Architecture de cyborg. L'œuf et le cristal dans les années 1960. » In Marie-Ange Brayer (éd.), *Architectures Expérimentales. 1950-2011. Collection du FRAC Centre*. Orléans, Éditions Hyx, 2013.
- . «Crystals. The Entropic Landscape.» In Andri Gerber et Brent Patterson, (éds), *Metaphors in/on Architecture and Urbanism*. Bielefeld: Transcript Verlag, 2013.
- . «Architecture as Topological Operator.» *The Graz Architecture Magazine. Walls: Spatial Sequences* 09, (2013).
- . «Time-Crystal: Information and Entropy.» *AI (Architectura and ideas). Entropic Territories* XI, (2011): 67-83.

- . «The Membrane and the Fold», in *LIFE in :formation, On Responsive Information and Variation in Architecture*, actes de colloque ACADIA, 26-31. New York, 2010.
- . «A topology of thresholds.» *Home Cultures* 2, no. 1 (2005): 89-116.
- . «Architecture au corps. Un environnement prosthétique et post-humain.» In Frédéric Lemerle and Mario Carpo (éds), *Perspectives, Projections, Projet. Techniques de la représentation architecturale*. Paris: du Patrimoine, 2005.
- . «The mutant body of architecture.» In Diller et Scofidio (éds), *Architectural Probes*. New York: Princeton Architectural Press, 1994.
- Teyssot, Georges et Samuel Bernier-Lavigne. «Forme et information. Chronique de l'architecture numérique.» In Alain Guiheux (éd.), *Architecture Action*. Paris: de la Villette, 2012.
- Teyssot, Georges et Olivier Jacques. «In the Shade of Algorithms.» In Andres Lepik et Andre Santer (éds), *J.MAYER H. Metropol Parasol, 77-83*. Ostfildern : Hatje Cantx Verlag, 2011.
- . «Inhabiting a Spline: the Making of Metropol Parasol (Seville)», *Log* 19 (2010): 127-136.
- . «Faire parler les algorithmes. Les nuages virtuels du Metropol Parasol (Séville)» *Le Visiteur, Revue critique d'architecture* 14, (2009): 101-121.
- Teyssot, Georges (avec Samuel Bernier-Lavigne, Pierre Côté, Olivier Jacques et Dmitri Lebedev). «Des splines aux NURBS: aux origines du design paramétrique.» *Le Visiteur, Revue critique d'architecture* 14, (2009): 122-123.
- Thompson, D'Arcy Wentworth. *Forme et croissance*. Paris: Seuil, 2009.
- Tinland, Frank. «Le site de la technique. Éclairages théoriques et enjeux pratiques.» In Frank Tinland (éd.), *Ordre biologique, ordre technologique*, 23-44. Seyssel: Champ Vallon, 1994.
- Triclot, Mathieu. *Philosophie des jeux vidéo*. Paris: La découverte, 2011.
- . *Le moment cybernétique. La constitution de la notion d'information*. Seyssel: Champ Vallon, 2008.
- Uexküll, Jakob von. *Milieu animal et milieu humain*. Paris: Payot et Rivages, 2010 [1956].
- Urbach, Henry, and Cristina Steingraber (éds). *J. MAYER H.* Ostfildern, Hatje Cantz : Verlag, 2009.
- Varenne, Franck. «La reconstruction phénoménologique par simulation : vers une épaisseur du simulat.» In Daniel Parrochia and Valentina Tirloni (éds), *Formes, systèmes et milieux techniques, après Simondon*, 107-123. Lyon: Jacques André, 2012.
- . *Qu'est-ce que l'informatique?* Paris: Vrin, 2009.

-
- Vernant, Jean-Pierre. *Pandora, la première femme*. Paris: Bayard, 2006.
- Verstegen, Ton. *Tropisms. Metaphoric Animation and Architecture*. Rotterdam: NAI Publishers, 2001.
- Vial, Stéphane. *L'être et l'écran. Comment le numérique change la perception*. Paris : PUF, 2013.
- Vidler, Anthony, Claire Zimmerman et Dagmar Richter (éds). *XYZ The Architecture of Dagmar Richter*. New York: Princeton Architectural Press, 2001.
- Vrachiotis, Georg. «The Leap from Linear to Computational Consciousness: Evolutionary Models of thought and Architecture.» In Akos Moravanszky and Ole W.Fischer (éds), *Precisions = Architecture between sciences and the arts*, 232-261. Berlin: Jovis, 2008.
- Waters, John. *Blobitecture. Waveform Architecture and Digital Design*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2003.
- Weinstock, Michael. «Morphogenesis and the Mathematics of Emergence.» *Architectural Design. Emergence: Morphogenetic Design Strategies* 74, no.3 (2004): 10-17.
- Wiener, Norbert. *Cybernétique et société. L'usage des êtres humains*. Paris: Éditions du Seuil, 2014 [1950].
- Wolff-Plottegg, Manfred. «Quick and Dirty.» In Peter Weibel (éd.), *Beyond Art: A Third Culture. A Comparative Study in Cultures, Art and Science in 20th century, Austria and Hungary*, 581-582. New York: Springer, 2005.
- Worringer, Wilhelm. *Abstraction et Einfühlung. Contribution à la psychologie du style*. Paris: Klincksieck, 1986 [1911].
- Wright Steenson, Molly. «Cedric Price's Generator.» *Crit* 69, (2010) : 14-15.
- Yessios, Chris I. «The computability of void architectural modeling.» In Yehuda E. Kalay (éd.), *Principles of computer-aided design: computability of design*, 141-172. New York: John Wiley & Sons, 1987.
- . «A Fractal Studio.» In *Integrating Computers into Architectural Curriculum*, actes de colloque *ACADIA*. North Carolina, 1987.
- Zellner, Peter (éd.). *Hybrid space: New forms in the digital architectures*. London: Rizzoli, 1999.