

> Imprévu et indétermination numériques en design

Sophie Fétro

Résumé

Associé communément à la performance et à une puissance de calcul que l'esprit humain ne peut égaler, le numérique peut aussi générer des « bug » et des erreurs. Cet article pose la question de l'imprévu dans le champ du design au regard de la conception assistée par ordinateur et propose de penser les failles qui surviennent dans les systèmes et les programmes informatiques non pas comme ce qui vient empêcher le projet mais au contraire comme une modalité possible de son développement créatif

Plan

- Introduction : L'art de laisser advenir le hasard
- Aspects théoriques de l'imprévu en design
 - . Le design comme pratique projective : limiter les imprévus ou les cultiver?
 - . Du calculable et de l'incalculable dans les processus de conception numérique en design
- De l'imprévu et de l'indétermination numériques à travers quatre pratiques projectives
 - . De l'aléatoire dans les processus combinatoires d'EZCT
 - . L'approche par « tâtonnements » et les « formes inimaginables » de Michael Hansmeyer
 - . « L'indétermination précise » de Marc Fornes
 - . Les « morphologies vivantes » de Supermanoeuvre
- Conclusion : Une approche heuristique du numérique

Auteur

Maître de conférences en Esthétique et sciences de l'Art à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, agrégée en arts appliqués, Sophie Fétro est spécialisée dans les domaines du design et de l'architecture. Elle développe un travail théorique critique qui porte en particulier sur les outils numériques d'aide à la conception et à la fabrication. Attentive à des démarches en marge, favorisant les initiatives alternatives telles que les fab labs (« Laboratoires de Fabrication »), elle soutient un design qui interroge les normes et tend à dépasser les habitudes productives.

L'art de laisser advenir le hasard

A priori, est imprévu ce qui arrive sans prévenir, laissant les individus qui en font l'expérience sur le fait accompli. En ce sens, l'imprévu pourrait être relatif à une sorte de lacune de l'être humain consistant à ne pas voir d'avance ce qui arrive, autrement dit à un défaut ou un inconvénient auquel il faudrait pallier. Pourtant, Étienne Souriau, dans son *Vocabulaire d'esthétique* [1], associe l'imprévu à un effet de surprise qui peut être positif: «imprévu et inattendu s'utilisent surtout de manière laudative; ils indiquent que ce qui précédait conduisait bien à cela, mais sans qu'on ait pu le deviner; il y a donc cohérence interne de l'œuvre, et inventivité supérieure chez l'auteur qui a su dépasser les consécutions habituelles et banales» [2]. Associé à l'art et à la dimension créative, l'imprévu aurait un sens bien particulier qui ne saurait se confondre avec des considérations plus triviales liées à des aspects financiers par exemple; car «avoir des imprévus» désigne des dépenses qui surviennent inopinément, alors que personne ne les avait anticipées, pénalisant celui qui en fait les frais. Dans le champ de l'art, l'imprévu bénéficie d'une connotation positive, dans la mesure où celui qui l'accepte témoigne d'un état d'esprit spécifique qui fuit l'évidence pour privilégier un résultat surprenant sans verser dans l'arbitraire. Il faut là préciser la spécificité de l'imprévu en tant qu'il s'oppose à ce qui fait autorité et s'impose de façon dogmatique: une façon pour l'artiste de s'émanciper des règles et des académismes, acceptant que son oeuvre survienne de façon inattendue. Étienne Souriau aborde également une autre situation, celle du poète dont l'activité créatrice pourrait se rapprocher du *currente rota, cur urceus exit* [3] d'Horace, lorsque le potier, alors qu'il s'apprêtait à réaliser une amphore, se met à tourner une cruche. L'imprévu est alors associé à la survenue impromptue d'une idée, d'une intention ou d'un geste, à une écoute ou une disponibilité créative particulière de la part de l'artiste qui le conduit à se détourner de ses plans initiaux pour réaliser quelque chose d'autre qui n'avait pas été prévu à l'avance mais se réalise dans le «faire» au moment de la concrétisation de son idée. «Il trouve en cours de route quelque chose qui n'entraîne pas dans son projet initial; il a une idée soudaine; ou, entraîné par une sorte de mouvement autonome de l'œuvre elle-même, il se laisse conduire par elle, tout étonné du résultat. Résultat parfois meilleur, parfois pire que l'intention première» [4]. On constate, dans cette dernière phrase, que l'imprévu n'augure pas systématiquement un résultat satisfaisant, qu'il n'est pas nécessairement gage d'un travail plus accompli ou d'une œuvre plus admirable. Cependant, il y a dans l'imprévu les conditions d'une possible et heureuse trouvaille de sorte que, contre toute attente, quelque chose survient qui peut être plus réussi que ce qui avait été imaginé préalablement. Certains y verront là une possible manifestation de «sérendipité» [5], concept issu de l'anglais et qui traduit le fait d'une attention au hasard, d'une disponibilité pour ce qui peut advenir fortuitement.

Au regard de cette définition particulière de la notion d'imprévu dans le champ de l'art et de l'esthétique, la question est de savoir ce qu'il en est de la relation du designer à ce qui pourrait venir troubler son travail de projection. Cela même qui s'opère dans le champ de l'art peut-il se retrouver à l'identique dans le champ du design? Autrement dit, l'idée même d'un imprévu positif est-elle, d'une part, compatible avec la notion de projet à laquelle le terme «design [6]» renvoie et, d'autre part, favorisée ou restreinte avec l'utilisation des technologies numériques? C'est en partant de cette dernière question que nous développerons notre réflexion à propos de la relation qu'entretiennent les designers aux outils d'aide à la conception assistée par ordinateur et plus généralement aux technologies numériques. Il est en effet question de savoir si la part de calcul impliquée dans les technologies numériques accentue le caractère prédéterminé du

[1] É. Souriau, *Vocabulaire d'esthétique*, Paris, Presses Universitaires de France, 1990, art. «Inattendu», p.875

[2] *Ibid.*

[3] Horace, *L'Art poétique ou Épître aux Pisons. Œuvres complètes d'Horace*, trad. H. Patin (1860). <http://www.espacehorace.org/trad/patin/artpoet.htm> «Amphora coepit Institui : currente rota, cur urceus exit?» («Il s'agissait de mouler une amphore; la roue tourne, et c'est une cruche qui sort des mains de l'ouvrier»)

[4] É. Souriau, *op. cit.*

[5] D. Bourcier et P. Andel, *De la sérendipité dans la science, la technique, l'art et le droit: leçons de l'inattendu*, Chambéry, L'acte Mem, 2009

[6] Le mot «design» emprunté à l'anglais renvoie à l'idée de «dessin, plan, esquisse» opérant ainsi la rencontre de deux idées: à la fois celle de dessin (*drawing* en anglais) et celle de dessein, de projet

design, orientant un peu plus le travail du designer du côté de la prévision, ou si elle laisse encore place au hasard (ce qui advient fortuitement), à l'indéterminé (ce qui n'est pas arrêté), à l'imprévu (ce qui ne peut être envisagé d'avance). Après une première partie théorique permettant de poser les principaux enjeux relatifs à cette articulation entre design et imprévu, une autre mettra en exergue quatre démarches expérimentales menées par des designers-programmeurs à partir d'outils numériques, et éclairées pour chacune d'entre elles par un exemple et un concept choisie.

[7] Le mot « design » est pris ici dans son sens étymologique et non disciplinaire. Il englobe ainsi l'ensemble des arts impliquant un travail de projection, y compris l'architecture. C'est la raison pour laquelle les exemples présents dans cet article n'appartiennent pas tous au champ du design de produits et d'objets. Ils sont davantage le résultats d'une approche spécifique développée par des architectes et cabinets d'architecture qui interrogent les outils de production industrielle, les outils numériques de conception, de modélisation et de fabrication

Aspects théoriques à propos de l'imprévu en design [7]

Le design comme pratique projective: limiter les imprévus ou les cultiver ?

« Faire projet » implique de prime abord que quelqu'un guide une trajectoire, accompagne une idée vers une formalisation qu'elle soit mentale, graphique ou volumique. Précisément le mot « pro-jet » oriente le design du côté de la prévision et d'un art de l'anticipation. Si l'imprévu est couramment admis dans le champ des arts comme un mode de survenue de l'inspiration et des formes, il interroge le design en tant que pratique projective. Qu'un artiste, un musicien, un comédien ou un danseur, acceptent que quelque chose leur échappe, survienne de manière fortuite, ou qu'ils fondent l'ensemble de leur pratique artistique sur l'improvisation, tout cela est concevable. Il est moins évident, en revanche, de penser le design, y compris l'architecture, comme un art ou un ensemble d'activités qui cultive les imprévus et procède de façon entièrement improvisée. « Faire projet » signifierait-il pour autant ne rien laisser au hasard, induisant une parfaite maîtrise de tous les paramètres ? Le design, parce que du dessein est à l'œuvre, est-il voué à rejeter ou contester systématiquement ce qui arrive inopinément ? Généralement, le travail du designer est davantage orienté du côté d'une maîtrise du projet et d'une élimination de ce qui pourrait venir entraver sa bonne conduite, de sorte qu'il y aurait des arts qui accepteraient moins facilement que d'autres ce qui arrive fortuitement. En ce sens, le design pourrait être considéré comme une activité qui suppose d'éliminer les aléas plutôt que de les cultiver.

En effet, le travail pour le designer consiste généralement à limiter les imprévus, les incidents fâcheux, les contretemps et tout ce qui pourrait entraver le bon déroulement du projet. Le particulier se tournera vers un architecte non seulement pour son approche créative de l'architecture mais aussi pour s'assurer du bon suivi de la construction. Développer une pratique de projet est en ce sens faire preuve d'anticipation. De fait, l'une des compétences premières du designer serait de mener à bien son projet et d'en assurer la conduite. Renzo Piano déclare ainsi que ses « croquis [...] sont comme les notes d'un navigateur qui doit tracer sa route et tenir le cap. » **[8]** Par conséquent, l'architecte (et, au sens plus large, le designer) serait quelqu'un qui ne transige pas avec son dessein, ne laissant a priori rien au hasard ; il veille à son accomplissement, menant son projet comme il dirigerait son navire. Pourtant, à y regarder de plus près, la pratique de projet en design n'est pas de bout en bout prédéterminée. À de nombreux moments des idées surviennent, des formes surgissent, des résolutions techniques se font jour souvent de façon fortuite. Cela les architectes le savent bien et en font l'expérience quotidiennement. Renzo Piano, toujours à propos du dessin d'architecture, explique la façon dont il procède :

« Où que j'aille, je tiens des bouts de papier sur lesquels je note les réflexions qui me passent par la tête. Ce sont des feuilles que je plie en huit, et sur lesquelles je griffonne. Cela s'assimile à de la sténographie, à des

[8] R. Piano, « Portrait », Architecture d'aujourd'hui, Archipress & Associés, n°308, décembre 1996, p.27

hogrammes fixés sur le papier, à des idées aplaties. Je me méfie du beau dessin et du risque qu'il y a à en tomber amoureux, du danger qu'il y aurait à penser que le dessin donne la solution. Quand la feuille est dépliée, cela part dans tous les sens. Je le fais exprès: il n'y a plus d'ordre. Ces croquis renvoient ainsi à une accumulation vagabonde, désordonnée. Les choses qui ne sont pas bonnes se perdent d'elles-mêmes. Après viennent d'autres pratiques, celles de l'agence: dessiner au mur pour changer d'échelle, ou vérifier dans le dessin des proportions, un espace.» [9]

[9] *Ibid.*

Son approche intègre donc une part de désordre: acceptant que tout ne soit pas préalablement déterminé. Christian de Portzamparc met également en évidence la situation paradoxale dans laquelle se trouve l'architecte: «L'architecture est la maîtrise de l'environnement et peu à peu, la maîtrise signifie éradiquer le hasard, l'inconnu, prendre le contrôle du hasard. Dans cette ville, l'inconnu ne joue plus. Or dans la vraie vie (vraie ville), on veut une part d'aventure. C'est l'autre côté, baudelairien et ensuite surréaliste, de la modernité.» [10] «Faire projet», selon cette conception moderne, ne consiste donc pas à tourner le dos aux aléas, ni à verrouiller d'avance le travail de conception, mais plutôt à accepter de ne pas tout contrôler et à laisser le projet s'enrichir d'éléments qui ne lui sont pas directement et immédiatement liés. Le rôle du designer, architecte compris, est plutôt de concilier ces deux polarités: anticipation et improvisation, entendues comme des attitudes spécifiques consistant à laisser advenir des éléments et des paramètres qui ne faisaient pas partie du cahier des charges initial. En cultivant l'imprévu, le designer ne manque en rien à ses devoirs. Il affirme plutôt la nature de son activité créatrice par une attention à ce qui advient et qui n'était pas initialement prévu. Ces événements sont précisément ce qui permet d'infléchir la course de son projet, de l'extraire du champ des habitudes, des solutions de facilité et des idées reçues, bref de faire un pas vers l'inconnu, le nouveau. Le calcul, le raisonnement, la programmation ne sauraient suffire à guider correctement le concepteur vers une proposition soutenable et admirable car tout ne peut être prémédité d'avance. L'imprévu est donc une ouverture, une méthode créative en soi, permettant au designer d'ajuster à chaque instant sa proposition sans jamais la figer entièrement: il est ainsi la condition de réversibilité et d'évolution du projet.

[10] C. Leray, «La ville de Portzamparc, la jungle de liberté», première publication sur CyberArchi, 18 avril 2007

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, les designers développent une pratique projective un peu spécifique qui ne peut se rapporter toute entière à un travail d'anticipation et de préméditation. Étienne Souriau, dans sa définition de l'imprévu, s'était d'ailleurs rapporté au travail de l'artisan pour rendre tangible la part d'improvisation relative à toute activité créatrice, c'est-à-dire à l'exercice d'un homme de métier qui, tout comme le designer, se préoccupe de la conception et de la fabrication de «formes utiles» [11]. Le design, en tant qu'activité et état d'esprit créatifs, n'exclut aucunement l'imprévu dans son processus projectif. Il l'admet d'ailleurs au regard de projets extrêmement pointus et exigeants comme l'architecture, ce qui fait de lui une activité projective dans laquelle l'imprévu participe du processus créatif.

[11] A. Hermant, *Formes utiles*, Paris, Salon des Arts Ménagers, 1959

Du calculable et de l'incalculable dans les processus de conception numérique en design

Qu'en est-il à présent avec l'utilisation de logiciels et d'outils numériques de programmation de plus en plus précis et dont la puissance de calcul augmente en permanence? Cette part d'imprévu, qui précisément enrichissait jusqu'à présent le projet, viendrait-elle à diminuer? Quelque chose de l'ordre de l'imprévu persiste-t-il encore avec le numérique? Est-il

d'ailleurs même encore question d'imprévu ? Les machines, ordinateurs, scripts et algorithmes régis par le calcul, laissent-ils aux designers des marges de manœuvre suffisantes pour orienter et désorienter positivement son projet de sa course initiale ? Si l'imprévu est le plus souvent ce qui vient contrecarrer un plan, pouvant aller jusqu'à mettre un terme au projet ou à l'empêcher, plusieurs designers-architectes-programmeurs, comme nous le verrons dans cet article, l'acceptent comme partie prenante de leurs recherches relatives au numérique. En effet, les pratiques expérimentales qui ont cours actuellement à partir des outils de conception, de modélisation et de fabrication numériques, ne consistent pas tant à réaliser des projets qu'à définir un champ d'hypothèses et à les essayer.

Si les architectes et designers ont puisé dans le dessin une source heureuse d'imprévus à partir de laquelle ils ont pu déployer leur imagination et infléchir leur travail de projection pour l'orienter du côté de l'art, il paraît nécessaire de s'interroger aujourd'hui sur la propension du numérique à offrir de semblables potentialités. Aussi, la part d'imprévu dont était porteur le dessin, existe-t-elle, ou est-elle encore possible, avec le numérique ? L'imprécision du dessin, son indétermination, l'expressivité du tracé, sont autant de caractéristiques qui permettent d'interférer dans la projection et la visée du projet. Dans ce cas, le dessin peut être considéré comme quelque chose qui vient « déranger » positivement le projet, le contrarier, le désorienter, permettant ainsi de stimuler l'imaginaire du concepteur, d'inaugurer d'autres rapports à l'espace, en somme d'enrichir la proposition. Cela l'architecte l'a intégré. Depuis la Renaissance, le dessin, le *disegno* [12], est à la fois porteur d'un concept (d'un dessein), et source de plaisir esthétique, à la fois pour celui qui le réalise et pour celui qui l'observe. Lorsqu'il schématise, le dessin est avant tout garant d'une idée; lorsqu'il vagabonde, il s'en émancipe. En cela, le dessin favorise une forme d'insoumission au concept. Classiquement, l'imprévu pourrait se situer là, au détour d'un tracé, lors de la rencontre de deux lignes, dans le caractère indiscipliné d'une rature. Nombreux sont les architectes, habiles dessinateurs, qui ont trouvé dans le dessin davantage qu'un seul outil de communication: une méthode de travail, une façon de penser l'espace et l'architecture. Álvaro Siza, Eduardo Souto de Moura, Henri Gaudin, Renzo Piano sont de ceux-là. Dans l'imperfection du dessin, une échappée est possible. C'est d'ailleurs parce qu'il ne parvient pas à tout représenter, qu'il n'achève pas entièrement les formes, que le projet peut évoluer et se trouver. Face aux traces qui se fixent sur le papier, l'esprit se met à l'œuvre, trouvant dans les multiples bifurcations, les griffonnements, les blancs de la feuille, la possibilité d'envisager d'autres configurations, d'imaginer des structures, de modifier des espacements et des proportions.

Tandis qu'au sein des agences d'architecture et de design, le numérique entraîne une raréfaction du dessin au profit du langage codé, la question est de savoir par quels moyens les designers vont parvenir à puiser la source de ce qui va déstabiliser leur projet, le critiquer, le contrer, et finalement le modifier admirablement et favorablement ? En partant du principe que c'est notamment dans les détours et les méandres d'un dessin indiscipliné que le projet s'enrichit, comment l'architecture, et plus généralement le design, vont-ils pouvoir atteindre un degré d'excellence au moins équivalent à celui permis par l'ancienne méthode, voire la dépasser avec des outils qui précisément semblent contraindre le projet du côté du calcul et de la surdétermination ? Là se joue quelque chose d'essentiel, une hypothèse que les designers et architectes ont à vérifier: le numérique favorise-t-il l'ouverture inventive qu'offrait jusqu'à présent le dessin [13] ?

[12] Il est fait ici allusion au terme employé par Vasari à propos du dessin. G. Vasari, *Le Vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori*, Florence, 1568; *Les Vies des meilleurs peintres, sculpteurs et architectes*, trad. fr. A. Chastel (dir.), Berger-Levrault, 1981-1989, 12 vol., t. 1, p.149

[13] Il est à noter que le dessin n'est pas la seule source d'imprévu positif en design: la technique en général peut conduire le designer à modifier favorablement son projet

De l'imprévu et de l'indétermination numériques à travers quatre pratiques projectives

[14] <http://www.ezct.net/>

De l'aléatoire dans les processus combinatoires d'EZCT [14] Une démarche relative à la conception numérique interroge la question de l'imprévu dans sa proximité avec l'aléatoire : celle de l'agence EZCT

Architecture and Design research (« EZCT » prononcé « Easy city », littéralement « ville facile ») à travers le processus d'obtention d'assises selon différentes générations. *Chair Model T1-M, After 860 Generations* (2004) est le résultat d'un processus numérique de conception fondé sur la théorie de l'évolution et un croisement génétique aléatoire. Transposé de façon mathématique sous forme d'algorithmes évolutionnaires par Marc Schoenauer et Hatem Hamda, ce processus a d'abord donné lieu à une population de cent chaises « parents » possédant chacune leur propre code génétique puis à des croisements occasionnant de nouvelles générations d'assises de façon aléatoire. Les variations qui en découlent sont multiples et les « individus » obtenus ne possèdent jamais les mêmes propriétés et qualités relatives aux fonctions requises : résistance à l'effort, stabilité, poids, etc. Outre les questions que posent cette référence à la théorie darwiniste appliquée à la conception d'assises, ce sont celles du calcul et du travail de prévision du concepteur qui se posent. Est-il précisément question, dans ce processus aléatoire, d'imprévu ? La réponse n'est pas si évidente que cela. Sur le plan mathématique, si les combinaisons s'opèrent de façon aléatoire selon un programme prévu à cet effet, il n'est pas certain, que le résultat puisse *stricto sensu* être considéré comme imprévisible dans la mesure où le cadre défini par les « individus parents » limite de fait les « individus enfants » et qu'il serait possible d'établir une loi de probabilité qui ne permette pas de parler d'imprévu mais plutôt d'aléa contrôlé et paramétré. La règle mise en place implique en réalité un principe aléatoire fondé sur un processus de combinatoire offrant un large choix possible d'associations et favorisant la production d'objets uniques. Bien que chaque combinaison prise individuellement ne soit pas prévisible par l'être humain, néanmoins le principe opératoire est au départ commun. Constituées de voxels (unité numérique qui équivaut au pixel en trois dimensions), ces assises ont un air de famille et des caractéristiques communes qui font que le résultat n'est pas si surprenant dès lors que la règle est comprise. L'inventivité s'appuie davantage sur le processus mis en place et sur le principe de combinatoire que sur les caractéristiques individuelles de chaque pièce.

L'approche par « tâtonnements » et les formes « inimaginables » [15] de Michael Hansmeyer [16]

[15] Terme traduit en français qui renvoie au titre de la conférence Michael Hansmeyer : *Building unimaginable shapes* (Michael Hansmeyer : construire des choses inimaginables), organisée par TED Ideas worth spreading, juin 2012, http://www.ted.com/talks/michael_hansmeyer_building_unimaginable_shapes.html.

[16] <http://www.michael-hansmeyer.com/>

[17] M. Hansmeyer : « Dans chaque cas, je n'ai pas conçu la forme. J'ai conçu le processus qui a généré la forme. » Extrait de la conférence Michael Hansmeyer : *Building unimaginable shapes* (Michael Hansmeyer : construire des choses inimaginables), *op. cit.*

Alors que le numérique peut être pensé comme un moyen permettant de réduire les erreurs, de mieux anticiper ce qui peut advenir et d'aider à la projection, de l'imprévu peut néanmoins subsister. L'architecte, enseignant et programmeur allemand Michael Hansmeyer développe une approche qui consiste non plus à dessiner des formes, mais à définir des protocoles permettant de les générer.

« Maintenant je ne spécifie plus le ratio pour le pliage, mais j'établis plutôt une règle, j'établis un lien entre la propriété d'une surface et comment cette surface est pliée. Et parce que j'ai conçu le processus et non la forme, je peux faire tourner le processus encore et encore et encore pour produire une famille entière de formes. Ces formes semblent complexes, mais le processus est très minimal. Il y a une entrée simple je commence toujours par un cube et c'est une opération très simple, c'est faire une pliure, et le refaire encore et encore. » [17]

Cette façon de procéder modifie en profondeur le travail de conception, mais aussi le rapport à ce qui peut être obtenu. Si les principaux paramètres sont globalement prédéterminés, leurs résultats ne peuvent pas être anticipés avec précision, exigeant de la part du concepteur une actualisation régulière des calculs et des réglages établis afin d'observer le résultat et la relation entre ces paramètres et la forme obtenue. Cette approche expérimentale du numérique appliquée à l'architecture conduit le concepteur à avancer à l'aveugle, « par tâtonnements » [18] dit-il. Selon cette conduite, de l'inattendu est possible, car tout n'est pas décidé par avance.

[18] *Ibid.* « Les formes que j'ai montrées avant ont été effectivement produites grâce à de très longs tâtonnements. »

Malgré l'amélioration des performances et de la puissance des ordinateurs, des imprévus continuent de survenir avec le numérique notamment lorsque la machine ne parvient pas à résoudre une équation ou lorsque les paramètres entrés ne sont pas compatibles entre eux. Michael Hansmeyer rapporte que dans 99% des cas, l'algorithme de subdivision qu'il utilise pour *Subdivided columns* [19] engendre l'équivalent du bruit dans l'univers du son. Le résultat ainsi obtenu est une forme éclatée totalement incohérente. Le principe qu'il met au point et qui consiste à répéter des processus de subdivision de formes ne donne pas systématiquement lieu à des résultats satisfaisants. Il implique une expérience qui s'acquiert à force d'observer le rapport entre les ratios entrés numériquement et les résultats obtenus. En cela, le numérique ne saurait être considéré comme un outil conduisant à une surdétermination du projet. Ici, il s'agit avant tout pour celui qui développe ce type de conduite projective, de faire avec ce qui survient. Autrement dit, l'architecte-programmeur sait ce qu'il doit modifier au vu de ce qu'il obtient pour corriger sa partition, la faire évoluer, l'infléchir jusqu'à ce qu'elle conduise à un résultat qu'il estimera satisfaisant.

[19] M. Hansmeyer, *Subdivided Columns – A new Order*, 2010

Cette approche peut être assimilée à une forme d'improvisation dans la mesure où un écart existe entre ce qui est attendu et ce qui est produit et que des paramétrages sont modifiés à mesure que les calculs ont lieu. Pour le programmeur, les calculs ne sont pas une fin en soi, ils sont des moyens permettant d'interagir avec la machine et de maintenir son rôle de guide dans le processus créatif. L'ordinateur, s'il calcule, ne sait pas définir ce qui est juste ou non, ce qui est acceptable ou pas d'un point de vue esthétique, spatial et humain. En revanche, les procédures numériques mises en place parviennent parfaitement à faire converger des paramètres et des données complexes, des informations multiples et totalement hétérogènes entre elles. La multiplicité des combinaisons entraîne des résultats surprenants qui n'auraient jamais pu être obtenus de la sorte avec d'autres outils de conception. Michael Hansmeyer indique à propos de son processus de subdivision que « nous pouvons faire des pliures que nous ne pourrions pas faire autrement. » [20] Ainsi, le concepteur organise la possible mise en relation des données, non l'entière du résultat. Il peut seulement le modifier en fonction des paramétrages qu'il applique. En cela, parler d'« imprévu numérique » ne semble pas totalement contradictoire, pour autant que du calcul se déploie, des phénomènes surviennent auxquels le designer-programmeur ne s'attendait pas. Autrement dit, ce n'est pas parce que des opérations numériques complexes ont lieu que tout ce qui est produit correspond exactement à ce qui avait été préalablement envisagé : de la surprise peut encore se manifester. Ce sont dès lors les conditions de survenue de l'imprévu que le designer imagine, favorise ou limite. Il est donc bien davantage question d'une attitude ouverte consistant à accepter ce qui advient que d'une attitude fermée visant à tout contrôler et verrouiller.

[20] M. Hansmeyer, *op. cit.*

Par ailleurs, les performances des ordinateurs pourraient conduire l'être humain à se sous-estimer lui-même considérant ses limites à calculer comme une forme de défaillance. Michael Hansmeyer dit à propos des formes qu'il obtient numériquement :

« On ne peut pas dessiner ces formes. Un architecte qui voudrait les dessiner avec un stylo et un papier mettrait probablement des mois, voire un an pour dessiner toutes les sections, toutes les élévations, on ne peut créer quelque chose comme ça qu'avec un algorithme. La question la plus intéressante, peut-être, est: ces formes sont-elles imaginables? Habituellement, un architecte peut envisager d'une certaine manière l'état final de ce qu'il conçoit. Dans ce cas, le processus est déterministe. Il ne laisse aucune place au hasard, mais il n'est pas entièrement prévisible. Il y a trop de surfaces, il y a trop de détails, on ne peut pas voir l'état final. » [21]

[21] *Ibid.*

Ainsi, une machine parvient à obtenir des formes que l'être humain ne peut ni même penser, ni réaliser. Si l'on procède à une comparaison selon des critères de performances, l'informatique l'emporte dans ce cas précis sur l'être humain, ce dernier ne pouvant rivaliser au regard de la puissance de calcul de l'ordinateur. Ce constat est troublant et problématique car, de fait, il instaure un rapport de supériorité de la machine vis-à-vis de l'être humain. Il actualise d'emblée une peur ancienne, celle de son dépassement par une intelligence supérieure qui pourrait à terme conduire à tout contrôler. Michael Hansmeyer, lorsqu'il lance des processus de subdivision par exemple, laisse en effet calculer l'ordinateur. Autrement dit, à un moment donné, son projet lui échappe, tout du moins en partie, puisqu'il s'en remet à l'ordinateur et à l'algorithme auquel il recourt. En disant cela, on pourrait croire que le designer s'éloigne de sa mission première qui jusqu'à présent consistait à penser et à dessiner des formes utilitaires. Force est de constater qu'ici, il pense les conditions d'émergence des formes, non les formes elles-mêmes. Est-ce à dire qu'il manque à sa mission initiale? Non, cependant le cadre et la façon de les obtenir évoluent. Le numérique permet ainsi d'obtenir des formes qui jusque-là étaient « inimaginables » [22]. Ici quelque chose d'imprévisible apparaît, et le designer est le premier spectateur de ces manifestations. Pour Michael Hansmeyer, l'utilisation d'algorithmes dans le processus de conception, conduit d'ailleurs à redéfinir en profondeur sa profession :

[22] En relation avec l'intitulé de la conférence donnée par Michael Hansmeyer: *Building unimaginable shapes (Construire des choses inimaginables)*, *op. cit.*

« Ceci conduit donc à un nouveau rôle de l'architecte. Il lui faut une nouvelle méthode pour explorer toutes les possibilités qui s'offrent à lui. D'une part, on peut concevoir de nombreuses variantes de forme en parallèle et on peut les cultiver. Et pour revenir à l'analogie avec la nature, on peut commencer à penser en termes de populations, on peut parler de permutations, de générations, de croisement et de reproduction pour aboutir à une conception. Et l'architecte est vraiment..., il se retrouve dans le rôle d'un chef d'orchestre de tous ces processus. » [23]

[23] M. Hansmeyer, *op. cit.*

L'architecte définit son statut d'auteur non plus par la forme qu'il dessine mais par le script et les choix de paramétrage qu'il opère. En cela, le numérique que l'on pourrait croire selon certains aspects supérieur à l'être humain, ne conduit pas nécessairement à le diminuer. Il peut au contraire renforcer son rôle dans la mesure où le designer reste décideur des choix opérés.

Au regard des expérimentations de Michael Hansmeyer, le numérique peut générer des imprévus heureux qui ne sont pas de l'ordre de l'erreur ou du résultat fâcheux. À l'instar du dessin grâce auquel l'architecte et le designer peuvent puiser une source d'inspiration et une méthode de dérivation positive du projet, le numérique peut solliciter l'esprit créatif du designer, ouvrant de nouvelles perspectives créatives. Aussi les démarches expérimentales, comme celles menées par Michael Hansmeyer, ont le mérite d'envisager les outils de conception numérique autrement que comme des moyens d'exécution du projet. La complexité des calculs conduit souvent les designers et les architectes à découvrir ce qui résulte de leurs paramétrages. Quelque chose survient qui n'était pas attendu et qui n'a

pas pu être anticipé exactement par celui qui a entré les données dans le programme. Assurément, le numérique produit contre toute attente des résultats auxquels même le designer ne s'attendait pas, alors même que l'ensemble des paramètres sont enregistrés et paramétrés. D'ailleurs, les designers et architectes se plaisent à travers une approche expérimentale du numérique, à mettre en place des protocoles permettant d'obtenir des résultats qui n'auraient jamais pu être obtenus autrement que par le numérique et entraînent un effet de surprise. Autrement dit, de l'inattendu se produit, qui n'a pu être entièrement anticipé et qui pourtant n'est pas totalement hasardeux. Cette situation permet notamment pour le designer de comprendre un peu plus la relation entre les paramètres qu'il enregistre et les résultats obtenus, de sorte qu'il acquiert une connaissance spécifique qui n'avait jamais été encore appréciée.

[24] <http://theverymany.com/>

[25] M. Fornes, *It will bend but...*, New York, Union Square, 2010

[26] M. Fornes, cycle de conférences Architecture + Expérimentation, organisé par la Maison de l'Architecture du Centre et du FRAC Centre, auditorium Reggui, Orléans, 26 juin 2012, <http://theverymany.com/constructs/>

[27] S. Fétro, Marc Fornes: Double Agent White, prototype d'architecture, entretien réalisé à l'Atelier Calder lors d'une résidence de l'artiste, Saché, 9 juillet 2012, <http://strabic.fr/Double-Agent-White-prototype-d.html>

[28] *Ibid.*

[29] *Ibid.*

L'« indétermination précise » de Marc Fornes [24]

Une autre forme d'imprévu peut se produire lorsque les modélisations numériques ne prennent pas en compte la totalité des paramètres et des contraintes réelles et physiques. Marc Fornes, chef de fil de l'agence et du label THEVERYMANY, en a fait l'expérience à l'occasion du concours de design et d'architecture Sukkah City pour lequel il a conçu et voulu réaliser un pavillon intitulé: *It will bend but...* (« Il pliera mais... ») [25]. S'intéressant à la concrétisation des processus numériques, Marc Fornes réalise des structures, ce qu'il appelle des « constructs » [26], qui sont le résultats de calculs algorithmiques: l'objectif est de réaliser une architecture échelle 1:1 à l'aide des techniques numériques de conception et de fabrication actuelles. Lors de la conception du pavillon, un paramètre a été sous-estimé, le sens de fil du bois. Réalisé en placage de noyer, la structure n'a pas supporté le transport et s'est totalement effondrée sur elle-même. Marc Fornes ne s'en cache pas et indique que pour lui ce type d'événement inattendu est une source de réflexion qui enrichit la connaissance et fait avancer le travail. Il évoque également des ratés, liés la plupart du temps au caractère « prototypal » des pièces qu'il réalise.

« Il y a des tests sur la pièce qui sont définitivement empiriques, ce qui implique des ratés. Ces petites erreurs, ce que nous appelons des "failures", vont en réalité servir de point de départ à la pièce suivante. Au cours des dernières années, certains ratés ont été très visibles, d'autres ont même donné lieu à des collapses de la pièce dans sa totalité, d'autres encore ne sont pas gênants dans le sens où il ne mettent pas en cause la stabilité et l'intégrité de la pièce. » [27]

Ces « failures » peuvent concerner par exemple des rayons de courbures ou des enchaînements de pièces, des passages qui ne sont pas totalement fluides et continus. Ce que l'on pourrait traduire en français par « erreurs » est en réalité une source d'apprentissage et d'amélioration des pièces futures: une sorte de méthode de recherche qui s'appuie sur une prise de risque volontaire et nécessaire à l'avancée du travail. Si des imprévus peuvent survenir dans sa démarche, en revanche, Marc Fornes précise que « la part d'improvisation au cours de l'assemblage est totalement nulle: chaque pièce étant unique et n'ayant qu'une seule place. » [28] Il préfère d'ailleurs à la notion d'*improvisation*, celle d'*indétermination*, et parle plus volontiers à propos de son travail d'« indétermination précise » [29]. Ainsi:

« toutes les structures que nous faisons sont précises, parce qu'elles sont déterminées sous forme de valeurs numériques. Si on exécute plusieurs fois le même code on obtient plusieurs fois la même structure, ce qui est important pour pouvoir corriger des moments. Mais il est quand même

question d'« indétermination » parce que tous les codes qu'on écrit comportent tellement d'étapes qu'on est souvent obligé de les exécuter pour voir ce qui en résulte, pour les évaluer, les corriger, les exécuter à nouveau.» [30]

[30] *Ibid.*

L'indétermination n'équivaut pas ici, nous l'aurons compris, à un manquement de la part de l'architecte à son devoir de planification. Le travail de Marc Fornes est extrêmement rigoureux. Ce concept d'« indétermination précise » qui procède de la rencontre de deux idées apparemment contraires, permet d'envisager le calcul autrement que comme une stricte prédétermination du résultat. Ainsi, le concepteur ne sait pas exactement ce qu'il va obtenir, bien qu'il paramètre les calculs, qu'il les oriente dans un sens plutôt qu'un autre, qu'il en modifie les variables, les stoppe et génère de nouvelles récursions (ce qui équivaut à relancer une génération). L'indétermination qu'il développe désigne en quelque sorte la part de calcul qu'il veut bien accorder à la machine. Loin d'être un problème, le fait que le résultat échappe en partie à l'architecte, devient la condition de survenue d'un résultat potentiellement inédit et satisfaisant. Le concepteur paramètre la machine, tandis que la machine exécute les codes que le programmeur lui soumet. Cela implique au départ d'opter pour des calculs ouverts et de définir des règles, des « comportements » non figés, selon un principe dynamique. Ainsi, c'est dans l'organisation préparatoire et la mise en place du protocole numérique de calcul (définition des paramètres des calculs, choix d'un ou plusieurs algorithmes de génération des formes, structure générale de la forme, principes de prolifération des agents, etc.) que de l'indétermination a lieu. Il est bien question d'indétermination car le programmeur ne définit pas l'ensemble du résultat mais les conditions de survenue des formes qu'il va obtenir. Issu du latin *indeterminatus* signifiant « à n'en plus finir » [31], le mot « indétermination » désigne ce qui n'a pas de limite, ce qui n'est pas fixé, autrement dit ce qui n'est pas totalement arrêté. Pour le designer et l'architecte, l'indétermination pourrait être une façon de ne pas limiter le travail au dessein et à la planification, prenant le contrepied du verbe latin *determinare* qualifiant le fait de « dessiner » et de « tracer le plan d'un temple » [32]. Placées dans le contexte du processus expérimental de Marc Fornes, ces deux idées peuvent faire sens et renvoient d'une part au processus de calcul sans fin que le programmeur met en place à l'aide d'algorithmes; et d'autre part, au fait que l'architecte accepte, à un moment donné, qu'une instance prenne le relais laquelle échappe au déterminisme de sa prévision (habituellement le dessin en tant que graphie, ici le calcul de l'ordinateur) et à celui des programmes informatiques commerciaux.

[31] F. Gaffiot, *Dictionnaire illustré Latin Français*, Paris, Hachette, 1934, art. « *Indeterminatus* », p.804

[32] *Ibid.*, art. « *Determinare* », p.511

[33] <http://supermanoeuvre.com/>

Les « morphologies vivantes » de Supermanoeuvre [33]

Une autre démarche de conception va dans ce sens, celle de l'agence d'architecture Supermanoeuvre composée du designer Chris Bamborough, de David Pigram (chef de projet), de Iain Maxwell (chef de projet) et de Chris Duffield (directeur commercial). Explorant les potentialités génératives du numérique appliquées à l'architecture, ils développent des recherches à partir de ce qu'ils appellent des « morphologies vivantes ». Dans leur proposition *Living morphologies* [34], le processus de conception implique un paramétrage de données hétérogènes et un codage spécifique d'informations inspiré des principes développés par le Corbusier dans ses unités d'habitation : hiérarchisation des circulations, apport de lumière du jour, ventilation. L'objectif pour eux, à travers leurs expérimentations, est de parvenir à une densification urbaine habitable. La structure urbaine qu'il développe s'articule autour de patios qui confèrent à l'ensemble ses qualités formelles et fonctionnelles. Pour parvenir à ce résultat,

[34] Supermanoeuvre, *Living Morphologies*, 2008, <http://supermanoeuvre.com/living-morphologies/>

les architectes ont eu recours à des programmes numériques capables de traiter de façon dynamique des informations à partir d'« agents » permettant de renseigner le programme sur les contraintes et particularités architecturales, spatiales, sociales et environnementales à prendre en considération. En procédant ainsi, ils tentent de dépasser la pensée diagrammatique développée au début de l'utilisation du numérique à des fins architecturales et de proposer un autre mode d'expérimentation numérique fondée sur un processus génératif. Plusieurs niveaux d'information sont traités simultanément et des stimulus, situés en des endroits clés, permettent de favoriser certaines relations et de « négocier » des contraintes liées à l'infrastructure et aux circulations. L'utilisation du numérique engendre des mises en relation inattendues. Les concepteurs s'appuient sur la capacité de calcul des ordinateurs pour mettre en relation des informations de nature très différentes, sans relation directe. Grâce au paramétrage de données différentes et aux enregistrements des informations, ces « agents » vont se rencontrer ou entrer en répulsion et cela à l'échelle du programme architectural. Ainsi, l'équipe de l'agence Supermancœuvre va pouvoir informer des particules dynamiques relatives par exemple à l'ensoleillement, aux contraintes de circulation, aux fonctions des espaces, etc., et l'ordinateur va se charger de combiner ces données jusqu'à trouver un équilibre et une forme à peu près stable. Selon cette approche, l'architecte-designer reste décideur. Bien que l'ordinateur ait un rôle essentiel dans le développement et la formalisation de leur proposition, il ne le remplace pas. L'enjeu consiste dès lors à trouver le bon équilibre entre la part de calcul laissée à l'ordinateur et la part créative du designer. Cela implique pour lui d'accepter qu'il n'est pas à lui seul l'auteur de sa proposition, mais qu'il partage ce statut avec d'autres instances, notamment numériques.

Une approche heuristique du numérique

Contrairement aux pratiques de conception qui se contentent de recourir à des bibliothèques de formes toutes faites sans prendre le temps de paramétrer les objets sélectionnés, les designers qui développent les démarches expérimentales mentionnées précédemment, poussent le numérique et les programmes dans leurs retranchements. Une approche heuristique du numérique se développe en tant qu'« art de rechercher et de découvrir » [35]. Cette méthode qui consiste pour le designer à faire des hypothèses et à les vérifier, le conduit à accepter que tout n'est pas prédéterminé à l'avance, attestant d'une compatibilité entre le numérique et l'imprévu. Ces démarches démontrent ainsi que le numérique n'exclut pas une forme d'indétermination, d'ouverture vers ce qui n'est pas prédéterminé. Pour y parvenir, les designers modifient les paramétrages d'usine et inventent leurs propres programmes et algorithmes de génération. Lorsqu'un calcul est lancé c'est avant tout pour observer ce qu'il advient, mettant en relation des paramètres hétérogènes pour lesquels les résultats ne sont pas prévisibles. Contre toute attente, cette utilisation du numérique permet une plus grande prise en considération de phénomènes et de facteurs d'information et de formalisation du projet. Elle est notamment la possibilité pour le designer, non pas de reporter ses responsabilités et son travail créatif sur les machines, mais d'accepter de ne pas tout pré-voir. Plus particulièrement, il ne s'agit pas pour lui seulement d'utiliser des programmes et de les faire fonctionner mais bien de mettre en place les conditions de survenue d'évènements inattendus issus de processus numériques. C'est d'ailleurs ce que recherche le designer en se tournant vers la puissance de calcul des ordinateurs pour obtenir des résultats qu'il ne pourrait pas obtenir seul ou de façon simplement outillée, précisément parce qu'il ne peut pas intellectualiser les résultats aussi vite,

[35] A. Rey, P. Robert, Le Grand Robert de la langue française, Paris, Le Robert, 1996, 9 vol., t. V, art. « Heuristique », p.186

avec autant de précision et dans le même laps de temps. D'ailleurs, le fait que les designers ne parviennent pas à rivaliser avec la puissance de calcul des ordinateurs et, dit-on, des serveurs, n'est pas une forme de défaillance de leur part; il met en exergue une autre façon de procéder qui consiste à décider des parties et des moments concernés par les calculs et de ceux qui ne le sont pas. À la différence d'un outil élémentaire (mécanique ou graphique), les outils numériques modifiés par les designers font l'objet de transformations structurelles internes profondes (paramétrages, programmation) afin de s'éloigner des mécanismes productifs autoritaires dont dépendent les programmes commerciaux. L'exercice est difficile car il s'agit de ne pas se soumettre aux verrouillages et paramétrages d'usines qui s'imposent le plus souvent à eux lorsqu'ils utilisent des logiciels standards, tout en acceptant parfois de laisser l'ordinateur calculer. Une tension apparaît donc entre d'une part l'envie pour le designer de se laisser surprendre par les résultats qu'il obtient numériquement et en même temps la conscience que les programmes comportent des pré-réglages et des paramétrages établis par des instances extérieures (programmeurs, éditeurs de logiciels, etc.) qui parfois, voire souvent, informent le projet à la place du designer. Malgré tout, le fait que les résultats ne soient pas entièrement prévisibles constitue une voie possible de recherche et d'émerveillement que les designers explorent et qui laisse supposer des résultats admirables. Non seulement le caractère imprévisible de ce qui est obtenu ne déprécie pas le rôle du designer qui accepte que son projet s'enrichisse de facteurs qu'il n'a pas directement prévus, mais il atteste également de sa préoccupation, en tant que créatif, pour ce qui est inattendu et relève d'une forme d'altérité.