

La « folie » de Brunelleschi
et
la conception des systèmes complexes

Marta Fraňová

mf@lri.lri.fr, <http://www.lri.fr/ia/mf/introduction.fr.html>

UMR 8623 CNRS - Université Paris Sud
LRI, Bât. 490, 91405 Orsay Cedex, France

Introduction

15 avril 1446. C'est ce jour-là que s'éteignent la vie et la carrière mouvementées de Filippo Brunelleschi. Avec lui se perd aussi le savoir-faire conçu par Filippo pour résoudre un problème reconnu impossible, c'est-à-dire le problème de voûter la coupole de Sainte-Marie-de-la-Fleur de Florence. Et même aujourd'hui, après plusieurs siècles de présence majestueuse du Duomo (Fig. 1), malgré tout le progrès des connaissances, on ne connaît pas le « comment » technologique de Brunelleschi.



Fig. 1 : Coupole du Duomo à Florence

C'est donc quelques excentricités de la carrière de Brunelleschi qui nous permettront de nous pencher sur l'excentricité de la conception de certains systèmes complexes, sur l'excentricité qui nous mettra en garde, peut-être, contre l'acceptation si facile de certains dictons de notre époque. Ne parle-t-on pas, par exemple, de la *créativité collective* ? De la *présence d'idées dans l'air du temps* ? Pourquoi seul Brunelleschi a été capable de concevoir cette architecture ? Pourquoi personne d'autre n'a pas saisi cette idée qui flottait dans l'air du temps ? Pourquoi Brunelleschi devait

donc *mettre dans son testament* les dernières instructions assurant que sa coupole soit réalisable ? En effet, Brunelleschi meurt et, le Duomo n'étant pas achevé, on a remis en cause ses instructions, à cause de leur caractère illogique, et même fou. Dans le cadre de la conception des systèmes complexes nous pouvons exprimer cela en disant que le *cadre formel* de Brunelleschi ne cadrerait pas avec les cadres des autres « experts ». Même aujourd'hui, son cadre formel reste une énigme.

En se fondant sur l'analogie, travaillée par nos soins, de la conception du Duomo et de la conception de certains systèmes complexes, nous allons nous rendre compte du danger d'expressions telles que la créativité collective ou encore la présence d'idées dans l'air du temps.

Argumentation

Rapprochons nous donc du problème tel qu'il se présentait devant les yeux du jeune Brunelleschi au début du Quattrocento.

La construction de la cathédrale commence en 1296. Le projet exprime l'ambition de Florence de dépasser tout ce qui a été vu jusqu'alors. Le plan se modifie à plusieurs reprises, mais incarne toujours cette ambition. En 1367, Florence se rend compte que cette ambition est démesurée. En effet, la construction qui avançait si bien doit s'arrêter faute de réponse à la question technologique : comment voûter cet espace énorme ? Comment ne pas être influencé par le fait que la coupole de Hagia Sophia à Constantinople, qui a des dimensions similaires, s'écroule en 1346 ?

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">◆ 1296 — début de la construction (plan : Arnolfo di Cambio)◆ 1346 — dôme de Hagia Sophia à Constantinople s'écroule◆ 1357 — nouveau plan, nouvelles ambitions (Francesco Talenti)◆ 1367 — arrêt dû à l'ignorance en matière de voûtement◆ 1377 — naissance de Brunelleschi◆ 1418 — envie de Florence de réussir la construction ; concours |
|--|

Fig. 2 : Historique de la cathédrale

Brunelleschi est né en 1377 et, en 1400, le chantier béant et silencieux de Sainte-Marie-de-la-Fleur témoigne encore et toujours de ce déséquilibre entre le *vouloir* d'une communauté et le *pouvoir technologique*. Comme nous en témoigne Giorgio Vasari dans *Les vies des meilleurs peintres, sculpteurs et architectes*, Brunelleschi nourrit dans sa jeunesse deux desseins : faire renaître la bonne architecture et trouver le moyen de voûter la coupole. Il se dépense donc dans sa jeunesse à chercher la réponse et, à quarante ans il a obtenu sa solution. Vingt ans de recherches menant au sobriquet « Fou » que les experts chargés d'évaluation de son plan lui collent sur le dos. En effet, laissons parler Vasari :

Il s'échauffait dans son discours ; plus il cherchait à simplifier sa conception afin d'être compris et cru, plus naissaient de doutes : on le croyait encore moins et on le prenait pour un charlatan. On lui ordonna plusieurs fois de se retirer, mais il ne voulait pas partir, on dut le faire sortir de force de la salle d'audience par les valets, en décrétant qu'il était complètement fou. Filippo raconta plus tard qu'après cet affront il n'osait plus aller nulle part dans la ville, craignant qu'on ne dise : « Voilà le fou qui passe. »

Brunelleschi, Les vies des meilleurs peintres, sculpteurs et architectes, p. 220

Enfin, à cause de sa volonté de réussir à tout prix, Florence accepte quand même le projet de Brunelleschi — tout en restant méfiante jusqu’à la fin, comme en témoigne le testament de Brunelleschi mentionné ci-dessus.

Tout en sachant que nous nous intéressons à la conception des systèmes complexes, arrêtons-nous sur quelques excentricités du cadre formel de Brunelleschi, le cadre qui a été si inaccessible aux experts.

Laissons parler le guide Gallimard de *Florence* :

Pour réaliser son projet, Brunelleschi dut non seulement concevoir un nouveau mode de montage, avec des matériaux légers et des mortiers à prise rapide, mais aussi calculer jusque dans les moindres détails la place et l’inclinaison de chaque brique : l’absence de cintre interdisait l’habituelle taille « à la demande » permettant d’essayer les pierres sur le cintrage, quitte à les retailler pour les ajuster. Aucune erreur n’était permise. L’astucieux architecte dut même imaginer les outils et les engins qui s’adaptent à ce chantier d’un nouveau genre.

Florence, Guides Gallimard (1996), p. 131

Tandis que l’idée des matériaux légers semble parfaitement logique quand il s’agit d’une voûte énorme, tandis que l’introduction du mortier à prise rapide peut être seulement surprenante, la nécessité de calculer jusque dans les moindres détails la place et l’inclinaison de chaque brique est non seulement inhabituelle, mais aussi, à cause de ce calcul pointilleux, rebutante. De plus, nous avons ici des briques dont chacune s’intègre parfaitement bien dans la construction de Brunelleschi, mais dont chacune est aussi complètement inutilisable pour une autre construction. Cela indique l’« incompréhensible » de ces briques à travers d’autres constructions, dans le cadre formel de constructions standard.

Ceci nous permet de signaler l’existence des systèmes complexes qui ne sont pas compréhensibles si l’on se réfère au cadre standard (Fig. 3), mais dont aussi certaines parties, des « briques », sont inutilisables et incompréhensibles dans le cadre d’autres systèmes. De plus, le « mortier à prise rapide » est une invention qui, dans les systèmes complexes, peut se traduire par la nécessité d’autres liants que celui de la logique, de l’analyse et de la synthèse. L’attitude manufacturière des experts s’attendant à des systèmes dont le cadre formel peut, au moins en partie, s’exprimer en termes de ces logiques, analyses et synthèses, empêche donc le développement de projets que nous pouvons comparer à la coupole de Brunelleschi.

Brunelleschi	systèmes complexes
♣ mortier à prise rapide	♣ liant illogique (cadre formel : culture, Foi)
♣ taille de briques sur mesure	♣ nécessité d’invention d’une nouvelle mesure de composition
♣ position excentrique de briques	♣ structures « récursives »
♣ coupole + lanternon	♣ modules « symbiotiques »

Fig. 3 : Excentricité de la solution

Conclusion et perspectives

Pendant les dernières vingt-cinq années, en étudiant de près, et de l'intérieur, la conception des systèmes complexes, nous avons été amenés à spécifier les obstacles majeurs qui se dressent, comme pour Brunelleschi, contre certains projets de systèmes complexes, donc contre Progrès technologique tel qu'il a été défini par Bacon dans *Du progrès et de la promotion des savoirs*.

Dans cet exposé, nous avons mentionné un cadre formel qui ne permet pas d'expliquer le fonctionnement du système correspondant de manière logique, à l'aide d'une analyse et d'une synthèse. De tels systèmes sont conçus en créant une culture non-standard qui, de l'extérieur, peut paraître absurde, illogique, folle même. La conception de cette culture est souvent inconciliable avec l'idée de créativité collective, avec l'idée de la présence des idées-solutions dans l'air du temps. Malheureusement, l'engouement pour l'innovation accessible au court ou au moyen terme ne se prête pas au Progrès tel qu'il a été défini par Bacon et qui est incarné aussi par les projets à long terme, par les projets déclarés fous par les experts contemporains, comme le projet de Brunelleschi. Ce sont donc les obstacles à l'existence de ce type de projets qui sont visés par cet exposé. Le fait que nous n'ayons mentionné que deux de ces obstacles ne change rien au caractère grave des conséquences de la situation dans laquelle on réduit le Progrès à une simple innovation.

De plus, l'exemple de Brunelleschi montre bien que la notion de créativité collective — qui présuppose la possibilité d'une décomposition de la solution en modules indépendants — n'est pas valable. De même, si l'on se fie à la présence d'idées dans l'air du temps, on manquera des inventions incluses dans une culture non seulement longue à créer, mais aussi s'opposant aux standards culturels de l'époque.

Dans *Créativité formelle : méthode et pratique* (ouvrage en préparation) nous allons approfondir et élargir le cadre de cette analogie tout en apportant plus d'information sur les « excentricités » de la conception des systèmes complexes « insinués » dans la Fig. 3. Nous allons nous pencher aussi sur la nécessité d'une modification de la législation ne protégeant pas du tout les projets « excentriques ».

En appendice, nous présentons la préface de cet ouvrage.

Crédits :

Fig. 1 : Coupole du Duomo à Florence

— Photo de Jürgen Reichmann sur <http://www.structurae.net/fr/photos/img1780.php>

Appendice :

Préface à l'ouvrage

« *Créativité formelle : méthode et pratique* »

Préface

S'il n'avait pas été sûr d'être le seul à pouvoir conduire ce travail, il ne l'aurait pas commencé.

[vasari03], Vie de Brunelleschi, p. 207

L'ambition de la Florence du Trecento a mis en évidence de façon presque humiliante, car le chantier béant et silencieux de Sainte-Marie-de-la-Fleur a été vu et compris par tous, un *déséquilibre* entre le *vouloir* d'une communauté et le *pouvoir technologique*. Nous pourrions dire que, d'un côté de la balance, il y a eu la conception du plan du Duomo par une équipe et l'approbation de ce plan par un référendum ; ce qui alliait — comme l'a formulé Glenn M. Andress dans *L'art de l'ingénieur : Brunelleschi et le Duomo* — le sentiment de sécurité lié au groupe et un véritable esprit communautaire et démocratique. De l'autre côté, il a fallu plusieurs décennies — et, peut-être aussi un nouveau désir, le « désir de pouvoir oublier tout ça » — pour que l'on accorde une *confiance*, bien surveillée comme le rappelle Vasari, à une personne, Brunelleschi, lequel dans sa jeunesse,

... nourrissait deux grands desseins : faire renaître la bonne architecture ... ; trouver le moyen, si possible de voûter la coupole de Sainte-Marie-de-la-Fleur de Florence, tâche si difficile à cause de la prodigieuse dépense de bois destiné aux charpentes que personne depuis la mort d'Arnolfo Lapi n'avait osé la tenter.

[vasari03], Vie de Brunelleschi, p.198

Brunelleschi a réussi à résoudre ce déséquilibre et son histoire pourrait, peut-être, éclaircir ou motiver l'éclaircissement de certains déséquilibres de notre époque. En effet, la vie de Brunelleschi et les péripéties de sa carrière professionnelle sont riches d'enseignement pour tous ceux qui s'intéressent à la créativité humaine, à la conception des systèmes complexes susceptibles de concerner la notion du *réalisable*. Nous pouvons relever au moins trois raisons à ceci.

D'abord, la *similarité* entre la *créativité technologique pluridisciplinaire* inhérente à la conception de ces systèmes et la créativité de Brunelleschi.

Pour réaliser son projet, Brunelleschi dut non seulement concevoir un nouveau mode de montage, avec des matériaux légers et des mortiers à prise rapide, mais aussi calculer jusque dans les moindres détails la place et l'inclinaison de chaque brique : l'absence de cintre interdisait l'habituelle taille « à la demande » permettant d'essayer les pierres sur le cintrage, quitte à les retailler pour les ajuster. Aucune erreur n'était permise. L'astucieux architecte dut même imaginer les outils et les engins qui s'adaptent à ce chantier d'un nouveau genre.

Florence, (Guides Gallimard, 1996), p. 131

Ensuite, la *complexité des relations psychologiques* du concepteur, ici de l'architecte, avec son entourage. Des experts, par exemple, qui ont jugé sa proposition absurde :

Bien qu'il ne révélât pas comment il comptait faire, il soutenait que le dôme pouvait être édifié sans recourir à des cintres. Les autres experts considèrent que cette idée était complètement insensée et, lorsque Brunelleschi la défendit avec insistance, ils l'expulsèrent de leur cénacle.

[andres01] L'art de l'ingénieur : Brunelleschi et le Duomo ; p. 329

Mais aussi, comme le décrit de façon colorée Vasari, les maçons qui ont boycotté le chantier, puis ont vu, avec stupéfaction, Brunelleschi — lentement, mais avec succès — diriger des ouvriers non-qualifiés pendant plusieurs mois ; un temps suffisamment court pour échapper au soupçon d'avoir pu former de nouveaux maçons, et suffisamment long pour faire reconnaître que, sous sa direction, le chantier avançait effectivement.

Enfin, la *séparation* claire entre la *phase de recherche* et la *phase d'étude et de développement* ; la phase de recherche correspondant à une longue période durant laquelle Brunelleschi voit nettement le projet mais ignore encore la solution et collectionne, en solitaire, indices et moyens qui pourraient lui être utiles pour la dégager. La phase d'étude et de développement commence, comme pour Archimède, par un « Euréka ! ». Cet « Euréka ! » de Brunelleschi quadragénaire ne signifie peut-être pas qu'il est en mesure de donner une description linéaire de sa solution, de la donner « en sortant de sa baignoire », comme semble l'indiquer la citation suivante.

Sûr de lui, Brunelleschi proclama son aptitude à résoudre tous les problèmes qui se présenteraient, mais il gardait secrets ses plans de construction. Ce comportement fut attribué au caractère jaloux de l'architecte et à son souci de protéger ses idées contre ses concurrents (certaines chroniques de la construction du dôme laissent en effet entendre que le projet suscita son lot d'intrigues et de manigances déloyales). Mais cette volonté de « secret » peut aussi être attribuée en grande partie à la nature intuitive de la pensée architecturale de Brunelleschi : il ne savait pas exactement dès le départ comment il exécuterait chaque détail. Les décisions étaient prises et modifiées au fur et à mesure que le travail progressait, que son expérience s'accroissait et que les problèmes surgissaient.

...

Cette façon de travailler requérait bien sûr la présence continue de Brunelleschi.

[andres01] L'art de l'ingénieur : Brunelleschi et le Duomo ; p. 327

En conséquence, nous pouvons être tentés d'imaginer que le « Euréka ! » de Brunelleschi ressemble plutôt à un dé clic dont le schéma est comparable à nos petits euréka professionnels ou personnels ; ce sont ces moments inoubliables — et intransmissibles — quand, de même que Brunelleschi peut-être, nous nous disons en nous-mêmes : « Je sais où je vais, je vois les balises de mon parcours et je suis sûr que ma compétence me permet de construire des ponts au-dessus de précipices qui séparent certaines étapes de mon parcours ».

Cet ouvrage est concerné par la créativité humaine, par la conception des systèmes complexes, par la conception des ensembles de savoir et savoir-faire technologiques qui nécessitent un tel « Euréka ! », c'est-à-dire, il porte sur la conception des systèmes — susceptibles de concerner la notion du réalisable — dont l'architecte, de manière analogue au cas de Brunelleschi, ne se pose pas la question comment atteindre l'idéal de beauté, comment plaire à ses contemporains, mais il se pose la question :

« Comment ça pourrait marcher ? ».

Il ne s'agit donc pas de s'interroger sur l'efficacité de l'organisation de modules de fonctionnement déjà fabriqués, mais sur l'existence même d'une telle organisation. Le problème premier à résoudre n'est pas « Comment arranger des briques physiquement présentes ? », mais « Pourrait-il y avoir une manière de faire *et* quelque chose ressemblant à des briques qui, à la fin, donneraient une construction qui se tient ? ».

Insistons donc : le problème n'est pas celui de l'organisation efficace, mais de l'organisation tout court. Ainsi, cet ouvrage s'intéresse aux systèmes à venir qui n'existent pas encore, mais dont les spécifications sont question de temps, d'audace et d'effort de passer du « presque réalisable » au « réalisable ». En conséquence, cet ouvrage ne constitue pas un catalogue spécifiant la créativité inhérente à la conception des systèmes complexes — informatiques ou pas — déjà disponibles, même s'il peut être utile à ceux qui s'intéressent à l'établissement d'un tel catalogue. Il ne constitue pas davantage une description théorique de tous les systèmes « presque réalisables », mais introduit et utilise la notion de *récurrence* comme clé fondamentale de la compréhension de la créativité humaine, de la complexité conceptuelle et architecturale des systèmes complexes susceptibles de concerner la notion du réalisable. Signalons cependant que, pour la première lecture, en attendant la véritable entrée en scène de la récurrence bien plus tard dans notre ouvrage, il est souhaitable de remplacer mentalement le terme « récurrence » par une expression plus générale, telle que « méthode particulière de conception et de réalisation ».

De manière *didactique*, cette focalisation sur la récurrence (donc, sur cette méthode particulière de conception et de réalisation que nous allons essayer de côtoyer dans cet ouvrage) illustre la pertinence de la remarque de Bacon :

... que la rigueur vétilleuse avec laquelle nous exigeons des preuves absolument strictes pour certaines choses (qui n'en demandent pas tant), et la complaisance plus courante avec laquelle nous nous contentons des preuves les plus vagues pour d'autres choses (qui mériteraient mieux) ont fait du tort au savoir et figurent parmi les facteurs d'obstruction les plus importants dont il ait eu à souffrir.

[bacon01] ; p. 177

En effet, tandis qu'un architecte des systèmes complexes, un concepteur, doit comprendre la récurrence et l'utiliser sans se tromper, il n'est pas nécessaire qu'il ne se trompe-jamais-en-la-calculant, car cela relève de la compétence d'un ingénieur, d'un « programmeur ». Autrement dit, de la même manière que le problème de la construction de la coupole de Sainte-Marie-de-la-Fleur de Florence a mis en évidence une différence entre un contremaître (un artisan) et celui qui est censé de concevoir un plan de construction (un artiste), la récurrence permet de mettre en évidence une différence entre un concepteur et un ingénieur, un « programmeur ». En conséquence, un des buts de cet ouvrage est de montrer que *rare*s sont ceux qui ne peuvent pas *comprendre* la récurrence, mais que, pour certaines raisons, le passage de la compréhension à l'utilisation parfaite de cette notion — soit tel qu'il doit être effectué par un concepteur, soit tel qu'il doit être effectué par un ingénieur, par un « programmeur » — n'est pas si évident.

Sur le plan *technologique*, cette focalisation sur la récurrence signifie que cet ouvrage s'intéresse à toutes les manifestations de la créativité humaine, à tous les

systèmes complexes dont la conception ne se passe pas de la récurrence soit au niveau de l'*architecture du système* désiré, soit au niveau de la *modélisation du domaine* pour lequel un système complexe est (ou bien a des chances d'être) utilisé, soit au niveau *épistémologique* ou *méthodologique* comme un repère qui, par une transposition judicieuse, permet de prendre le recul nécessaire à la reconnaissance immédiate de certains types de créativité dès que l'on a la chance de les rencontrer au cours de la conception des systèmes complexes. Autrement dit, l'ouvrage s'intéresse à tous les systèmes dont la conception peut faire intervenir la récurrence soit directement — l'excentricité de telles architectures sera illustrée dans quelques instants, soit indirectement, partiellement ou temporairement. En conséquence, en ce qui concerne la technologie, sont concernés des domaines aussi variés que la robotique, la bureautique, la sécurité, mais aussi la biologie, la santé, la cognition, l'univers des jeux vidéo, etc.

La notion de récurrence étant aujourd'hui un sujet à opinions, les domaines où la récurrence peut intervenir de manière indirecte se trouvent dans une situation bien difficile, car, selon toute apparence, ils doivent effectuer un choix parmi des opinions. De plus, dans beaucoup de cas, ce sont ces domaines-là qui sont ou seront amenés à formuler leurs désirs quant aux systèmes pluridisciplinaires à concevoir afin de créer des pouvoirs technologiques adéquats et reflétant et répondant à l'ambition de leurs désirs, et c'est à eux de voir si et dans quelle mesure, et dans quelle forme, la récurrence les concerne ...

... car de même, qu'il faut quelque connaissance pour poser une question qui ne soit pas impertinente, de même il est nécessaire d'avoir quelque bon sens pour formuler un vœu qui ne soit pas absurde.

[bacon01] ; p. 89

Ainsi, il me semble tout à fait justifié, même pour ce deuxième type de systèmes, où la récurrence peut intervenir de manière indirecte, de parler de systèmes complexes et de tenir tant, dans cet ouvrage, à mieux mettre en évidence le fait que le rôle de ces domaines ressemble à celui d'un *maître* disposant d'un *serviteur* — c'est au maître de formuler ses désirs et de faire un effort d'imagination pour les augmenter ou les faire évoluer en fonction des capacités de ce serviteur, et même, d'une certaine manière, assurer l'évolution de ce serviteur. En conséquence, il est primordial que ce maître comprenne ce qu'est cette récurrence ; et puisqu'il y a des opinions, il est très important de savoir qu'est-ce que leur « cœur commun » et où se situe l'origine de divergences. Il est donc important de donner à ce maître une vision claire et sans ambiguïtés, mais sans le forcer à devenir l'expert en récurrence et pourtant le rendre capable d'assumer le dialogue avec son serviteur, qui, par contre, doit être un tel expert. Il est évident que c'est l'homme, la société ou des industries particulières qui « soufflent » leurs désirs à ces domaines. Ainsi, par transitivité, cette appellation de maître s'applique à chacun de nous. Donc, il faut avoir une base commune, et *minimale* de préférence, de communication entre celui qui désire ou ordonne et celui qui exécute. Cet ouvrage présente une telle base.

Quant à la complexité architecturale des systèmes récursifs, mathématiquement parlant, la seule différence entre la construction mentale des « ponts » de Brunelleschi et des « ponts » nécessaires dans la conception des systèmes complexes est que l'on est amené à construire un pont en ayant la « foi » qu'il existe déjà. Ceci rappelle assez

Indiana Jones de Spielberg se trouvant au-dessus du précipice qui le sépare de son but et ayant besoin de la foi pour se convaincre que le passage — qu'il ne voit pas — existe réellement. La seule différence est que, dans notre cas, l'ouvrier met les pieds dans les endroits qui n'existent pas encore. En fait, c'est à lui, par sa foi en construction réelle, de les construire. Je pense qu'il y a là de quoi dérouter même un Indiana : un œuf qui n'est là que si la poule existe déjà et la poule qui n'est là que si l'œuf était déjà là ; et ceci n'étant même pas la même chose que le problème connu de la poule et de l'œuf, puisque dans le cas de la récurrence, la poule et l'œuf dont elle vient doivent être là au « même moment » et alors ils doivent exister en même temps.

Ces quelques excentricités « irrationnelles » illustrent qu'une sorte de pression psychologique — comme nous l'avons vu pour la construction de la coupole du Duomo — semble nécessaire afin que l'on s'intéresse à ce type particulier de complexité qui s'appuie sur la « foi » et qui est susceptible de transformer un rêve « logiquement injustifiable » en une réalité, susceptible de permettre de penser et *faire* des choses non-envisageables auparavant.

La récurrence étant un produit qui semble être adopté déjà par l'esprit humain, insister aujourd'hui sur une telle connotation psychologique peut paraître assez surprenant. Et pourtant, elle est là. Elle est là, peut-être, simplement parce que la récurrence n'est pas une simple méthode de conception et de réalisation. En effet, nous pouvons dire aussi que

la récurrence est une *représentation* particulière
d'un type particulier de *répétition*,

ou bien, peut-être, vaudrait-il mieux dire que

la récurrence est une *représentation* particulière
d'un *raccourci* particulier d'un *infini* particulier.

Ainsi, puisqu'il s'agit d'une *représentation*, l'homme a plutôt une tendance à la regarder de la manière réservée aux ouvrages d'arts graphiques, exactement comme nous le présente Sir Gombrich dans *L'art et l'illusion*. Puisqu'il s'agit d'un *raccourci* qui nécessite un labeur pour justifier qu'il mène vraiment là où le panneau de direction prétend — car il peut y avoir des panneaux-imposteurs vous laissant tourner en rond ou même vous éloignant sans retour possible — l'homme a plutôt tendance à être méfiant et paresseux. Et enfin, puisque la récurrence concerne la notion d'*infini*, la remarque que fait Paul Henri Michel dans son *Introduction aux Dialogues et lettres choisies de Galilée*

Quand nous employons le terme d'infini, nous croyons savoir ce dont nous parlons, mais si nous y pensons de plus près, si nous cherchons à faire entrer l'infini dans nos raisonnements et dans nos calculs, nous nous trouvons bientôt en présence de difficultés inattendues et d'aporées des plus troublantes.

[galilei01], p. 17

reste toujours valable.

Jusqu'à présent, nous avons très brièvement illustré les deux dernières raisons — énumérées ci-dessus — de se pencher sur l'histoire du Duomo, sur la carrière de Brunelleschi. Il ne nous reste maintenant qu'à suggérer la justification de la présence de la notion de créativité dans la conception des systèmes complexes, informatiques ou pas. En effet, ce n'est pas parce qu'une personne non-avisée peut être déroutée, que l'on

a le droit de parler de la créativité. En conséquence, comme c'est le cas des brevets d'invention, nous avons besoin de nous référer par rapport à l' « homme du métier ». Ici, ce sont des programmeurs ou ingénieurs de recherche.

En utilisant ce contexte particulier, notre illustration devient très simple. Il y a l'un des plus anciens rêves de l'humanité dont la réalisation nécessite — entre autres, et dans le contexte du savoir d'aujourd'hui — un système informatique capable de faire quelque chose qui concerne de près la récurrence. A ce jour, un tel système informatique n'est pas disponible. Dans notre époque d'un engouement pour l'innovation, on pourrait s'attendre à ce qu'il ne suffise plus qu'à attendre.

Ainsi, il faut signaler que la spécification informelle — qui sera présentée dès que nécessaire — d'un tel système peut amener dans l'esprit de certains lecteurs, hommes du métier, le mot « impossible ». Quant à la justesse du mot « impossible », la force de la conviction de ces lecteurs — dans toute leur bonne foi et compétence — me permet de conclure, que, dans notre cas, l'attente ne semble pas suffisante : il faut une action ; il faut des stimuli.

Cet ouvrage se propose non seulement de développer des outils qui permettent de « mesurer » la présence de la créativité dans la conception des systèmes complexes, mais aussi de donner de tels stimuli.

Il est tout à fait possible que, même si l'on s'intéresse à la conception des systèmes informatiques — peut-être simplement pour savoir reconnaître la « justesse » du prix que l'on paye pour la conception d'un logiciel — on peut ne pas se sentir concerné par des « missions impossibles » qui concernent la récurrence. Donc, avant de formuler de manière plus concrète comment je perçois le but de cet ouvrage, et comment l'atteindre, il est intéressant de spécifier un peu plus quel profit on peut tirer même de la lecture linéaire et passive — donc celle qui peut être caractérisée par l'absence de réflexions profondes, l'absence de l'attitude inhérente à un « comme si la vie en dépendait » — des « petites histoires » qui concernent la récurrence et la conception des systèmes complexes.

Lecture passive et questions de profit

J'ai mentionné auparavant que, au niveau épistémologique, je considère la récurrence comme un repère qui, par une transposition judicieuse permet de prendre le recul nécessaire à la reconnaissance immédiate de certains types de créativité. En effet, on verra que la récurrence nous permet d'aborder des questions aussi fondamentales que

- la symbiose *mécanisée* du raisonnement inductif et déductif ;
- des problèmes de changement *mécanisé* de représentations ;
- une cohabitation des mondes gouvernés par des logiques différentes ;
- la création de nouvelles disciplines scientifiques, de nouvelles technologies.

Les questions d'une symbiose mécanisée, de changement de représentation et de création de nouvelles disciplines scientifiques sont des questions pertinentes même pour la conception des systèmes qui, à première vue, n'ont rien à voir avec la récurrence, comme des systèmes que nous concevons pour saisir, préserver et propager l'essentiel de la vie.

Donc, des *analogies* nombreuses et variées se proposent d'elles-mêmes dès que l'on met côte à côte les problèmes qui apparaissent dans le processus de *conception* des systèmes dont les fonctionnalités — c'est-à-dire, ce que ces systèmes font ou ce à quoi

ils servent — sont différentes. Une telle focalisation sur le processus de la conception de systèmes aussi variés nous permet ainsi de gagner un peu de recul par rapport à la spécificité fonctionnelle de chaque système. Ce recul nous permet de nous rendre compte que la conception d'un système peut être perçue comme un *jeu de simulation*. En effet, dans les deux cas, on doit *trouver des règles qui permettent de gagner*. Ainsi, pour chaque système nous avons sa conception, donc, un jeu de simulation. Chacun de ces jeux a ses propres règles, comme c'est le cas pour les jeux de société. Maintenant, celui qui est familier avec des jeux de société peut se rendre compte qu'il y a certains jeux, où, pour jouer, on a besoin de faire un effort — quelques fois considérable — afin de comprendre ou maîtriser un « truc » de la règle du jeu. Il s'agit parfois d'un « truc » dont la compréhension ou la maîtrise facilitent la compréhension ou la maîtrise d'autres jeux, même des jeux dont les règles ne contiennent pas ce « truc ». La récurrence peut être comparée à un tel « truc » dans le *savoir-faire* de la conception des systèmes complexes.

Les notices énormes qui accompagnent des jeux de simulation sont un témoignage que la notice du jeu de conception ne peut pas se réduire à une page. Mais, puisqu'il y a des gens qui achètent des jeux de simulation, il y a certainement des gens qui ne seront pas rebutés par le poids de la notice du jeu de conception. D'où la question, celui qui a lu la notice, est-il automatiquement capable de réussir dans le jeu ? On se rend ainsi compte qu'un des attrait des jeux de simulation est que le succès dépend, entre autres, de la *sensibilité* au *bon* choix et *bon* dosage d'une *bonne* règle au *bon* moment du jeu. Donc, si nous modifions un peu la célèbre remarque de Descartes, il ne suffit pas de connaître les règles, mais l'essentiel est de les appliquer *bien*. De façon analogue aux jeux de simulation, le joueur-concepteur peut devenir son pire ennemi. En conséquence, des questions de psychologie de la conception deviennent tout à fait pertinentes. Malheureusement, on peut constater que tandis que les disciplines existantes sont spécifiées par leur propre objet scientifique, la psychologie de la conception en soi de ces disciplines, ou plutôt de leurs chercheurs, représente soit un sujet tabou — car, il s'agit de l'Art, évidemment — ou bien ne représente pas un terrain d'investigation pris au sérieux ; les chercheurs chevronnés n'écrivent pas leurs « mémoires épistémologiques », et si l'on observe que certaine presse a réussi à faire un simple autodidacte de Léonard de Vinci et un esprit dogmatique et borné de Descartes, on ne peut pas les blâmer. Et pourtant, la question des traits essentiels — aussi bien psychologiques qu'épistémologiques — d'un esprit créatif est une des questions fondamentales à laquelle doit se répondre celui qui est tenté ou, par l'analogie à l'aventure des jeux de simulation, sera tenté, de devenir chercheur ou architecte des systèmes complexes.

Il est évident, qu'il n'est pas très habituel de considérer la psychologie comme une source d'information pouvant servir dans l'effort à effectuer notre « Connais-toi toi-même ! » gravé sur la porte du temple d'Apollon à Delphes. Usuellement, nous nous tournons vers la psychologie plutôt pour entendre des anecdotes, pour garder en mémoire des défauts, des déviations des autres. Néanmoins, personne ne s'opposera à l'attribution de certain *potentiel de reconnaissance* fourni par des classements et des classifications psychologiques. De telles classifications fournissent des *repères* qui nous permettent au moins de *nommer* certaines choses, nommer certaines relations parmi certaines de ces choses ; donc, au moins sur ce vocabulaire, on peut se mettre d'accord — même si on peut être conscient du manque de nuances comprises dans des cas

particuliers ; même si on peut être conscient de la profusion des interprétations tournées dans des directions variées et parfois bien opposées. Et pourtant, tout en admettant ce potentiel de reconnaissance, il se peut que peu nombreux sont ceux qui, en plus de leurs préoccupations professionnelles, prendront un livre de psychologie simplement pour apprendre à se connaître, pour apprendre à *nommer* leurs qualités et leurs défauts, apprendre à les *manipuler* afin d'aboutir à un *équilibre dynamique*, donc, améliorer ou empirer selon les besoins — cas par cas — de la vie réelle. Autrement dit, le **potentiel constructif** du savoir acquis par la psychologie est loin d'être exploité au titre du profit personnel à long terme. Certes, on peut argumenter qu'une telle attitude de l'exploitation consciente du potentiel constructif diminue l'insouciance, la joie de vivre, l'élément de surprise. Mais, je ne sais pas si l'on peut trouver un grand nombre de personnes qui ont la possibilité de vivre dans l'ignorance des relations psychologiques. Car, l'histoire témoigne bien qu'il se peut qu'un « rabat-joie » prendra le temps nécessaire à la compréhension de telles relations et l'utilisera contre cette insouciance, contre cette joie de vivre fondées sur l'ignorance. Donc, apprendre à reconnaître de tels rabat-joie et savoir « jongler » avec sa propre personnalité tout *en gardant son intégrité* peut être considéré comme une sorte d'hygiène dont on apprendra — au besoin ou selon l'envie — à enfreindre les règles tout en sachant évaluer les effets secondaires de telles transgressions, tout en sachant éviter la stérilisation totale après le passage de laquelle rien ne pousse.

Il y a trois raisons pour lesquelles je mentionne l'exemple de l'usage du savoir, donc de la *connaissance potentielle*, des *graines* de la connaissance, disponibles dans les livres de la psychologie.

En premier lieu, ceci me permet à la fois d'introduire et d'illustrer les notions du *potentiel de reconnaissance* et du *potentiel de construction*. D'une certaine manière, ces notions incarnent la stratégie de volonté de tirer le profit maximal d'un savoir susceptible d'être utile dans la recherche d'une solution d'un problème. Donc, cette stratégie étant plus ou moins courante, il me fallait cependant sélectionner et nommer deux de ses aspects, car comme l'on verra, ce sont deux mots clés qui nous aideront à faire apparaître de manière explicite le court et le long terme de la recherche du profit.

En second lieu, il est très probable qu'un architecte des systèmes complexes, en plus de son propre potentiel d'autodestruction, aura affaire à des rabat-joie de sortes variées, d'origines diverses et plus ou moins nuisibles à la réalisation de son projet. Par exemple, quelqu'un pourrait consciemment ou inconsciemment utiliser contre un tel architecte des rumeurs nourries par l'ignorance des conditions qui déterminent la longueur et lenteur du processus de la conception — donc, ici les obstacles ne sont pas fondés sur la psychologie personnelle, mais relèvent de l'ignorance ou de mépris du contexte épistémologique. En conséquence, un architecte peut avoir grand intérêt à savoir *nommer* les phases de conception par lesquelles il passe dans son travail, à savoir reconnaître où lui, personnellement, est irremplaçable et quels types d'auxiliaires lui sont indispensables pour accélérer la phase de la collection des indices, etc. D'autre part, celui qui « achète » les services d'un architecte, tout en restant très exigeant, devrait savoir ne pas tomber, de manière inconsciente, dans le rôle de rabat-joie. En effet, il me semble qu'il n'y a, peut-être, rien de plus désagréable que de travailler pour quelqu'un qui a vécu personnellement et n'a pas tiré un enseignement juste de l'histoire de *L'habit neuf de l'empereur* de Hans Christian Andersen ; rien de plus désagréable que travailler pour quelqu'un qui ne soit pas en mesure d'apprécier la compétence et

l'effort fourni — peu importe si un tel effort est visible ou invisible à l'œil nu. Donc, il nous faudra apporter des repères terminologiques et culturels nécessaires au respect adéquat du travail « invisible à l'œil nu ».

En troisième lieu, un architecte pourra être forcé à jongler avec des méthodes ou des savoirs disponibles, prendre une petite chose dans un domaine, une autre petite chose dans un autre domaine, les déformant en une forme maladroite aux yeux des domaines d'origine et pourtant astucieuse par rapport à son but — donc, il aura besoin d'*empirer* ou d'*améliorer* selon ses propres besoins, buts et critères, donc, tout en préservant sa propre intégrité ; il aura besoin d'être complaisant pour certaines choses qui, dans la compréhension usuelle, sont considérées avec la « rigueur vétilleuse » explicitement mentionnée déjà par Bacon ; et même, tout en poursuivant son propre but, il peut être obligé de mettre en doute des savoirs déjà acquis dans d'autres domaines. On le sent bien, il suffit de peu de tout cela pour lui coller sur le dos l'étiquette ineffaçable d'un pauvre autodidacte. Il faudra donc bien comprendre qu'un architecte des systèmes complexes est aujourd'hui concerné par des problèmes qui ont un caractère pluridisciplinaire et donc, nécessairement, il est ou sera autodidacte dans certains de ces domaines ; il est tout à fait possible qu'il soit amené à créer de nouvelles disciplines qui encadrent la solution de son propre but. Qui va lui donner le droit de le faire, si ses confrères « n'aiment que ce qu'ils connaissent », si, tout en utilisant presque le même vocabulaire pour décrire une chose ils « ne considèrent pas la même chose » ? Evidemment, ceci ne signifie pas que les sciences établies devraient disparaître. Au contraire. Comme on verra, leur position et leur importance sont redoublées, ainsi que leur responsabilité vis-à-vis de l'absorption adéquate du savoir et du savoir-faire de ces disciplines nouvelles, mais qui au fond, sont destinées à disparaître une fois que l'on a trouvé la solution optimale du problème les faisant naître.

Finalement, quand on parle de jeu, inévitablement, par rapport à la psychologie de l'homme, cela fait penser aux *tricheurs*. Je pense que le profit majeur, au niveau méthodologique, que l'on peut tirer de la familiarisation avec la récurrence est que la récurrence est à la fois une *manière* de « tricher honnêtement » et une *invitation* à « tricher honnêtement » ; la manière concerne le niveau conceptuel et l'invitation concerne le niveau pratique du processus de la conception des systèmes complexes. Bien sûr, ce ne sont que ces « tricheries » particulières et inhérentes à la conception des systèmes complexes susceptibles d'application pratique — où l'on veut gagner, évidemment — qui seront examinées dans cet ouvrage et les moyens de leur légalisation seront discutés.

En conséquence, quant à la psychologie de la conception des systèmes complexes et la compréhension épistémologique de ce processus de conception, il nous faut apprendre ou ré-apprendre à faire la différence entre la critique constructive et la critique déplacée, il nous faut apprendre à faire la différence entre une faute et une erreur, il nous faudra, peut-être, diminuer l'hypersensibilité vis-à-vis de l'expression « mettre en doute », diminuer l'incompétence dans l'appréciation juste de l'absence des doutes, diminuer les chances des préjugés qui, comme l'a remarqué aussi Alvin Goldman dans son *Epistemology and Cognition*, sont capables de rendre originale une chose plutôt normale — qui devient tout à fait normale une fois que l'opposition des préjugés est vaincue. Donc, il nous faudra un peu plus nous habituer à la « dynamique

de l'oubli » et « bain d'esprit topologique » dont je vais présenter un peu plus tard des traits essentiels. Et ce qui est l'essentiel, il nous faut apprendre à distinguer les contextes dans lesquels il est impératif de formaliser — et chaque fois de manière appropriée pour le contexte considéré — les nuances des expressions « essentiel », « important » et « immatériel ».

Donc, si la question de profit se pose, je pense qu'il ne dépendra que du lecteur s'il exploite dans d'autres contextes, par une *transposition judicieuse*, le potentiel de reconnaissance et le potentiel de construction des notions et analogies présentées dans le contexte « restreint » de la récurrence et de la conception des systèmes complexes de cet ouvrage.

Je pense que la partie précédente de cette préface donne une petite idée de la manière avec laquelle je me propose d'aborder le problème de la conception des systèmes complexes. Je désire illustrer à la fois la simplicité de la conception des systèmes complexes et le labeur qui mène à cette simplicité. Donc, la notion de récurrence sera présentée d'une manière accessible à tous et facile à mémoriser, pour que même ceux qui « ne pratiquent pas », qui ne sont que des « spectateurs », soient en mesure d'apprécier le « ballet » des architectes et comprendre la différence fondamentale entre le travail d'un architecte des systèmes informatiques et d'un programmeur, entre le travail d'un architecte des systèmes complexes et d'un ingénieur de recherche. De plus, la mise en évidence des liens entre la créativité dans le processus de la conception des systèmes complexes et l'aptitude à « tricher honnêtement » n'exige pas la « pratique » de la notion de récurrence. Donc, les bases « théoriques » de la légalisation de certaines « tricheries » présentées dans ce livre sont accessibles à un large public.

But de l'ouvrage

Le **but de cet ouvrage** est d'*augmenter la sensibilité des gens instruits à la reconnaissance de la créativité quand elle concerne la tâche de la conception des systèmes complexes.*

Une telle *sensibilité* ne peut que se baser sur un *savoir*, un *savoir-faire*, l'*expérience* et une *motivation financière*. En conséquence, le but de cet ouvrage se poursuit à travers quatre tâches à accomplir :

- fournir une trousse minimale (de notions) qui est nécessaire à la compréhension de la *créativité* inhérente à la conception des systèmes complexes qui, comparable à la coupole du Duomo conçue par Brunelleschi, sont un résultat de l'effort de créer une nouvelle technologie ;
- fournir une trousse (de « règles pour la direction de l'ingéniosité ») qui est utile dans le processus de la formulation de tâches à effectuer dans la recherche de nouvelles technologies ;
- illustrer l'utilisation de ces deux trousse dans la mise en œuvre d'un « chantier », comparable au chantier du Duomo de Florence, inhérent à une tâche classée impossible ;
- illustrer, que l'on peut et devrait essayer d'exploiter le potentiel de reconnaissance et le potentiel de construction du savoir statique présenté par cet ouvrage dans le contexte juridique du droit de la propriété industrielle afin d'assurer une protection adéquate des œuvres intellectuelles susceptibles

d'application industrielle.

Puisque cette quatrième tâche présuppose le passage *obligatoire* par les trois premières tâches, il peut être judicieux de motiver une telle attente. Ainsi, on verra, par exemple, que la première de ces troupes introduit une possibilité de séparation de logiciels (ou programmes) selon les types de créativité technologiques qu'ils incarnent ; la compréhension de ces types de créativité technologique pourrait, peut-être, suggérer un mode de protection adéquate et appropriée. De plus, dans la législation actuelle, tous les programmes sont « mis dans le même panier », le « panier » des œuvres intellectuelles, donc, dès le départ susceptibles de ne pas être susceptibles d'application dans l'industrie. On verra que, peut-être, une réactualisation de l'interprétation de la notion d'application industrielle d'une invention serait souhaitable. Ou bien cela pourrait être encore une autre chose qui pourrait orienter les débats vers un consensus acceptable et profitable pour toutes les parties concernées.

De plus, il peut y avoir une différence énorme entre le coût d'un système complexe « cousu sur mesure » pour une industrie particulière et le coût de particularisation d'un système général valable pour plusieurs industries. Qui doit surveiller de tels cas si intéressants ? Qui est compétent pour le faire ? Dans les conditions économiques et sociales de remise en question de l'utilité de la recherche fondamentale, des chercheurs scientifiquement compétents — pour assurer leurs vieux jours — auraient plutôt intérêt à la « couture sur mesure » et à la « mentalité commerciale du raccommodage ». En effet, des industries essayant de garder leurs secrets ne se rendront pas compte si facilement qu'elles portent « la même robe », elles ne se rendront pas compte si facilement que le coût des raccommodages successifs peut hautement dépasser les prévisions budgétaires et que l'avarice à court terme peut signifier le gaspillage à long terme. Qui doit surveiller de tels cas ? Qui est compétent pour le faire ? De la même manière, elles ne se rendront pas compte — et, bien sûr, auront tout intérêt financier à ne pas se rendre compte — que, dans certains cas, elles « portent » un chef-d'œuvre. Qui va être capable de donner raison à un architecte ou un atelier qui, en s'inspirant de l'exemple du peintre Whistler, ose demander un prix exorbitant pour un programme qui n'est qu'un simple « tableau », une simple « peinture » ? Ainsi, ce n'est peut-être pas la question si un logiciel est, oui ou non, susceptible d'application industrielle qui gêne tellement le législateur répugnant à l'idée de brevetabilité des logiciels, mais c'est plutôt l'absence des critères permettant de prouver qu'un logiciel incarne une invention technologique. Et c'est sur ce point que notre travail s'avère utile. Mais ce n'est pas tout.

Car l'argent est peut-être un mot assez puissant pour stimuler l'envie de devenir plus sensibles tant du côté de ceux qui désirent, tant du côté de ceux qui sont destinés à exécuter ces désirs. Mais, il ne s'agit pas seulement des aspects financiers du gain. Il y a aussi quelque chose plus difficile à mesurer ou évaluer. En effet, afin d'être motivé à gagner de l'argent, il faut aussi des désirs pour le dépenser. Heureusement, l'homme a toujours des désirs liés à la survie, le confort ou le luxe. Puisque cet ouvrage est concerné par des désirs pour lesquels l'invention est nécessaire, ces désirs se présentent sous forme de projets — peu importe, si nous allons les appeler les projets à long terme ou la recherche fondamentale. Comme on le sait, chaque savoir apporte une sorte d'avantage contre ceux qui ne le possèdent pas, mais il peut aussi jouer des tours à ceux qui le possèdent mais ne l'utilisent pas judicieusement. Cet ouvrage va ainsi rappeler

que, dans la conception des systèmes complexes, interviennent — tant du côté de ceux, qui, de manière analogue aux citoyens de la Florence du Trecento, désirent, tant du côté de ceux qui sont destinés à exécuter ces désirs — plusieurs *facteurs humains*, dont certains sont une *source prévisible d'erreurs*, des erreurs qui peuvent, soit tourner en ridicule un projet valable, soit inciter à choisir un mauvais candidat parmi plusieurs projets proposés, soit assurer à un projet une continuation presque éternelle et pourtant inutile, soit arrêter un projet qui semble avoir une continuation presque éternelle mais dans l'évaluation duquel les considérations temporelles ne devraient pas intervenir.

Donc, une erreur dans de tels cas, à long terme, coûte extrêmement cher et, dans la plupart de cas, celui qui a raison se trouve dans

... la situation malencontreuse qui est celle du sage quand il lutte contre une personne moins empreinte de gravité que lui. Dans une affaire de ce genre, qu'il la tourne en plaisanterie ou en sujet de colère ou en ce qu'il voudra, il n'a en aucune façon les moyens de s'en sortir bien.

[bacon01], p. 239

La mise à mort de Giordano Bruno, la fin, dans la misère — matérielle de Lobatchevski, psychologique de Bolyai — sont des échantillons du caractère aventureux — mais certainement pas désirables dans une telle ampleur — de la vie des découvreurs et inventeurs du passé. Heureusement, le présent se réserve des moyens moins radicaux à l'originalité incompressible. Mais il ne faut pas oublier que la société s'octroie le droit d'ignorer les esprits incompris ; comme on dit, « il n'y a pas d'omelette sans casser des œufs » et, au demeurant, ceux qui ont la vocation de faire la recherche ou un « métier » créatif sont assez conscients de ce dicton et doivent rester assez naïfs pour être convaincus que « cela n'arrive qu'aux autres ». Néanmoins, chaque perte d'un esprit créatif ou ingénieux, de son *engagement moral*, coûte cher à la société et peut se manifester par la *présence* de ce que l'homme ne désire pas — les virus informatiques sont un exemple assez parlant — mais aussi par l'*absence* de ce qu'il aurait pu avoir.

En effet, une fois que l'invention a laissé quelques traces, si son côté technique n'est pas divulgué par l'inventeur, il n'est pas tout à fait évident que le secret technologique soit percé dans l'immédiat ; je n'ai pas choisi l'exemple de Brunelleschi par hasard :

On remarquera ... l'arrangement insolite des briques : ... Cette particularité paraît répondre à une convenance de la construction sans cintrage ; voici, croyons-nous, comment elle peut s'expliquer ...

[choisy01], Histoire de l'architecture, p. 617

On le sent bien, François-Auguste Choisy n'exprime ici qu'une hypothèse sur l'assemblage fonctionnel et architectural de Brunelleschi ; le lecteur attentif remarquera que, dans son *Histoire de l'architecture*, l'ouvrage publié en 1899, il n'y a pas beaucoup de descriptions qui sont colorées par ce ton hypothétique. Brunelleschi « a trouvé », et même quatre siècles plus tard, malgré tout le progrès technologique, malgré cette explosion informationnelle dont nous nous vantons, il y a certaines difficultés à expliquer « comment ça marche ». On ne peut qu'être heureux que la ville de Florence ait été forcée à lui donner la main-d'œuvre nécessaire à son œuvre, pour prouver ce qu'il avançait. Et, nous ne pouvons qu'apprécier que Brunelleschi ait prouvé aussi

qu'un autre architecte, celui qu'on lui a associé à titre de collaborateur plus expérimenté, n'était pas capable, sans lui, sans Brunelleschi, de faire avancer le chantier. Ce fait divers est très pertinent pour le contexte de la conception des systèmes complexes. Il serait tout à fait dommageable pour le progrès de croire que la conception des systèmes complexes, informatiques ou pas, est purement une affaire collective, et que, une fois que l'arôme d'une idée est perceptible, une fois qu'un but est formulé, que tous perçoivent cette idée, ce but, de la même manière, que tous « considèrent la même chose ». En effet, la conception des systèmes complexes peut amener à des pluridisciplinarités tellement complexes et à des gestions de mélanges de facteurs humains tellement sophistiqués, qu'il est tout à fait possible que la constellation de circonstances dans lesquelles une invention, un « Euréka », sont obtenus ne se répétera pas si facilement.

Ainsi, l'alchimie de processus de l'invention et le dosage homéopathique de quelques constituants de genres variés semble bien une invitation à un suivi rationnel.

Cet ouvrage est un des pas vers l'élaboration d'un savoir et savoir-faire répondant — *dans le cadre de la conception des systèmes complexes* — à cette invitation.

Références

- [andres01] G. M. Andres, J. M. Hunisak, A. R. Turner: *L'Art de Florence*; vol. I, Bordas, 1989.
- [bacon01] F. Bacon: *Du progrès et de la promotion des savoirs*; Gallimard, 1991.
- [choisy01] A. Choisy: *Histoire de l'architecture*; Bibliothèque de l'Image, 1996.
- [galilei01] G. Galilei: *Dialogues et lettres choisies*; Hermann, 1997.
- [gombrich03] E. Gombrich: *L'art et l'illusion: psychologie de la représentation picturale*; Gallimard, 1996.
- [vasari03] G. Vasari: *Les Vies des meilleurs peintres, sculpteurs et architectes*; vol. 3, Berger Levrault, 1989.