

LES SCIENCES DE L'ARTIFICIEL : UNE CONCEPTUALISATION RÉVOLUTIONNAIRE DE SCIENCES FONDAMENTALES À PARACHEVER

[Marie-José Avenier](#)

De Boeck Supérieur | « [Projectics](#) / [Proyética](#) / [Projectique](#) »

2019/3 n°24 | pages 43 à 56

ISSN 2031-9703

ISBN 9782807393011

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-projectique-2019-3-page-43.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour De Boeck Supérieur.

© De Boeck Supérieur. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

LES SCIENCES DE L'ARTIFICIEL : UNE CONCEPTUALISATION RÉVOLUTIONNAIRE DE SCIENCES FONDAMENTALES À PARACHEVER*

Marie-José Avenier

Directeur de recherche CNRS honoraire associée au CERAG

RÉSUMÉ

Bien que la notion de *sciences de l'artificiel* soit apparue dans les années 1960, elle n'a pas encore reçu toute l'attention qu'elle mérite compte tenu de l'adaptation remarquable que cet archétype de science offre à de nombreuses disciplines scientifiques

pour leur conceptualisation comme des sciences. Probablement leur appellation – sciences de l'artificiel – ainsi que le caractère révolutionnaire et non abouti de la conceptualisation que Simon en avait initiée ont-ils constitué des freins à leur diffusion. Les chercheurs qui se sont saisi des idées pionnières de Simon pour donner corps à cette notion

ainsi qu'à celle de *sciences de conception* qui lui est associée, et pour poursuivre le travail de conceptualisation que Simon avait engagé, ont emprunté des chemins divers. Ce faisant, certains ont parfois fait perdre l'âme que Simon leur avait initialement insufflée : le caractère fondamental des sciences de l'artificiel au même titre que celles de la nature.

Mots-clés : Sciences de l'artificiel, sciences de conception, design sciences, conception sans but final, quasi-décomposabilité

* Cet article prend appui sur des travaux réalisés dans le cadre du Programme de Recherche Finalisé « Management stratégique des PMI et ETI de service aux entreprises » placée sous l'égide de l'Institut Europlace de Finance en partenariat avec l'entreprise Beauvais International.

ABSTRACT

Although the notion of the *Sciences of the Artificial* appeared in the 1960's, it has not yet received the attention it deserves. Indeed, this sciences archetype and the meta-model of the *Sciences of Design* within this archetype are remarkably adapted to conceptualizing

numerous scientific disciplines as sciences which are different from the sciences of nature but as fundamental as them. Probably their naming—sciences of the artificial—as well as their character revolutionary and not fully conceptualized, hampered their diffusion. Scholars who have taken on Simon's pioneering ideas for advancing their

conceptualization as well as that of the sciences of design have gone along different paths. In the process, some of these works lost the soul that Simon had initially breathed into them: the Sciences of the Artificial are fundamental sciences that are different from the sciences of nature but as fundamental as them.

Keywords: Sciences of the artificial, sciences of design, design sciences, design without final goal, near decomposability

« *Sciences of the Artificial is one of the most exciting pieces Simon has ever published. In an oeuvre of over a thousand publications, that is saying a lot. But it is also, in my considered opinion, one of the most irritating. It bursts at its seams with brilliant ideas and mouth-watering possibilities for scholarship and pedagogy, but does not develop many of these into something readers can sink their teeth into, especially in the domains of management and economics. One is left with a sense of the enormity of work to be done, but not quite sure where to begin.* »
Saras Sarasvathy (2003, pp. 210-211)

La conceptualisation des Sciences de l'Artificiel que Simon a initiée dans les années 1960 est un volet de son œuvre qui n'a pas encore reçu l'attention qu'il mérite compte tenu du potentiel de développement que cet archétype de science offre à de nombreuses disciplines scientifiques. Probablement, l'appellation insolite « sciences de l'artificiel », qui s'est parfois transformée en « sciences artificielles » (Simon, 1996, p. 112) lesquelles génèrent des « connaissances artificielles » (Van de Ven, 2007, p. 278), n'a-t-elle pas aidé à la diffusion de cette notion. En effet, le qualificatif « artificiel » semble contraire à la notion de science, il a une résonance péjorative, et il évoque des artefacts physiques ou l'intelligence artificielle plutôt que des organisations humaines.

Bien que non aboutie, cette conceptualisation a été considérée par Callebaut (2007) comme révolutionnaire au sens de Kuhn (1972). Le présent article argumente que les sciences de l'artificiel constituent un archétype de science qui fournit un cadre particulièrement bien adapté à la conceptualisation comme des sciences, des disciplines scientifiques liées à des pratiques professionnelles comme par exemple les sciences médicales, de l'organisation, du

management, de l'architecture, de l'entrepreneuriat, etc. Puis est illustrée la manière dont différents chercheurs se sont saisis des idées pionnières de Simon pour donner corps à cette notion et poursuivre le travail de conceptualisation qu'il avait initié.

1. UN ARCHÉTYPE DE SCIENCE ADAPTÉ À LA CONCEPTUALISATION DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES RELIÉES À DES PRATIQUES PROFESSIONNELLES

Les disciplines scientifiques qui étudient des phénomènes qui ne peuvent pas être tenus pour totalement indépendants de l'intervention humaine, comme celles reliées à des pratiques professionnelles, sont couramment qualifiées de « sciences de l'action » ou de « sciences molles/douces », et/ou sont souvent considérées comme relevant des « sciences sociales » ou des « sciences de l'homme et de la Société » (SHS). Ces désignations suffisent-elles pour identifier valablement ces disciplines en tant que sciences ? Pour instruire cette question examinons ce qui caractérise ces différents types de science.

Les « sciences sociales » et les « SHS » sont définies par ce sur quoi porte leur étude, à savoir des phénomènes humains et sociaux. Pour ce faire, les chercheurs ont développé des méthodes, dites qualitatives et/ou interprétatives¹, qui n'ont généralement pas cours dans le paradigme de la science normale contemporaine (Kuhn, 1972)².

Quant aux « sciences de l'action » (Argyris *et al.*, 1985), elles sont définies par ce sur quoi porte leur étude, à savoir essentiellement le changement dans un système social, ainsi que par un certain nombre de méthodes de recherche spécifiquement développées pour permettre l'étude du changement social : principalement les différentes formes de recherche-action et de recherche-intervention.

Enfin les sciences dites « molles/douces » se définissent par opposition aux sciences dites « dures », selon des expressions populaires calquées sur le jargon informatique (software/hardware). Les « sciences dures » regroupent sous un même chapeau les sciences de la nature et les sciences formelles, un tel regroupement se fondant sur des considérations méthodologiques plutôt qu'épistémologiques, à savoir le recours exclusif à des modèles formels fondés sur la logique déductive et le recours aux outils mathématiques, informatiques et/ou statistiques. De fait, la plupart des manuels d'épistémologie

1. Cf. Hlady Rispal (2002) ou Yanow et Schwartz-Shea (2006) pour des précisions concernant la distinction entre méthodes qualitatives et méthodes interprétatives.

2. Faut-il rappeler que le paradigme de la science normale est celui des sciences de la nature classiques. c'est-à-dire des sciences de la nature telles qu'elles se sont développées jusqu'au milieu du XX^e siècle environ.

ignorent non seulement l'expression « sciences molles/douces » mais même celle de « sciences dures ». On peut néanmoins imaginer que le qualificatif « molles/douces » s'applique tant aux méthodes qu'elles mobilisent (qualitatives et/ou interprétatives) qu'à leurs sujets d'étude (des sujets humains, des phénomènes sociaux).

Ces différents types de science s'identifient donc par leur domaine d'étude et par les méthodes qu'elles mobilisent. Leur identification relève donc de la méthodologie et non pas de l'épistémologie, selon la distinction précisément explicitée par Piaget (1967), et ne va donc pas aux racines de ce qui caractérise une science en tant que science.

En outre, en approfondissant cette question, il apparaît que les recherches menées dans les disciplines scientifiques selon ces désignations s'inscrivent implicitement dans le paradigme de la science normale du XX^e siècle, c'est-à-dire dans le paradigme des sciences de la nature classiques. Ceci même pour la plupart des projets de recherche explicitement déclarés inscrits dans un paradigme épistémologique autre que les « paradigmes cartésiano-positivistes » (Le Moigne, 1995) – comme par exemple ceux du constructivisme pragmatique ou du réalisme critique (Avenier et Thomas, 2015).

Pourtant un certain nombre de voix s'étaient déjà élevées au XX^e siècle, qui proposaient une vision élargie de la science, parmi lesquelles celles de Gaston Bachelard, Jean Piaget, Edgar Morin, et Jean-Louis Le Moigne notamment. Nous allons voir que, dans cette conception élargie de la science, les sciences de l'artificiel (Simon, 1969, 1981, 1996) définissent un versant autre que celui des sciences de la nature – ou plutôt « du naturel », pour faire pendant à l'expression « de l'artificiel ».

Simon (1996) précise que l'idée de cette conceptualisation a émergé de travaux qu'il a menés dans différents champs scientifiques, tels que la théorie de l'organisation, les sciences économiques et du management, et la psychologie. Notons que Simon a excellé dans toutes ces disciplines et même reçu les plus hautes distinctions parmi lesquelles le Prix Turing en informatique (1975), le Prix Nobel d'économie (1978), le Prix de l'Academy of Management (1983), le Prix John von Neuman en recherche opérationnelle (1988), la médaille nationale de la science aux USA (1986)...

Cette conceptualisation part de l'argument selon lequel le monde dans lequel nous vivons peut être vu plus comme étant façonné par l'homme, c'est-à-dire « artificiel », que comme un monde naturel.

Ainsi par exemple, les organisations sociales telles que les entreprises, les administrations, les associations à but non lucratif peuvent être considérées comme des systèmes artificiels (ou artefacts). En effet, une entreprise ne se constitue pas comme un phénomène naturel, comme un objet créé par la nature comme le sont par exemple les volcans. Lorsqu'une organisation sociale se crée, c'est sous l'impulsion d'un certain nombre d'individus, en vue de certains buts, dans un certain contexte qui impose des contraintes sur le fonctionnement de cette organisation. Ainsi, une organisation n'est pas séparée de la nature mais opère dans la nature : rien ne la dispense de respecter les « lois de la nature » telles que les besoins physiologiques de ses employés

et les contraintes physiques dans ses activités de production et de distribution. Notons en outre que, en tant qu'artefacts, les organisations sociales ont des propriétés spécifiques liées au fait qu'elles impliquent des êtres humains qui ne sont pas des objets inertes et passifs mais des acteurs capables de concevoir des actions intelligentes pour tenter d'atteindre les objectifs qu'ils se fixent.

Simon (1996, p. xi-xii) indique que le caractère artificiel d'un artefact provient de ce qu'il « est façonné par ses buts ou par ses intentions, de manière à s'adapter à l'environnement dans lequel il vit. » Il poursuit : « Cette contingence des phénomènes artificiels a toujours fait planer des doutes sur la possibilité de les considérer comme relevant du domaine de la science. Le problème essentiel est de montrer comment il est possible d'élaborer des propositions empiriques sur des systèmes qui, dans des circonstances différentes, peuvent être tout autres que ce qu'ils sont. » Le projet central des sciences de l'artificiel est alors de fournir un cadre épistémique mieux adapté que celui des sciences de la nature pour représenter et comprendre des phénomènes dans lesquels s'incarnent à la fois des intentions humaines et des régulations perçues naturelles. L'expression « sciences de l'artificiel » est donc générique pour désigner un archétype de science fournissant un cadre épistémique de référence pour les disciplines scientifiques qui étudient des artefacts, donc notamment les disciplines scientifiques du management, de l'entrepreneuriat, de l'économie, de l'éducation, de l'informatique, du langage, etc. Cet archétype est évidemment différent de celui des sciences de la nature classiques.

Simon précise enfin qu'une science de l'artificiel est étroitement apparentée à une science d'ingénierie (*science of engineering*), tout en étant très différente de ce que l'on place couramment sous l'appellation « science pour (ou de) l'ingénieur » (*engineering science*). Lorsqu'il explicite ce qu'il place sous l'appellation *science d'ingénierie*, il introduit une autre notion, celle de *science of design*. Cette expression peut se traduire en français de deux manières : « science de LA conception » ou « science de conception ». Cette ambiguïté de traduction nous incite à reporter à la seconde partie de l'article la discussion des développements qui ont été effectués par différents chercheurs à partir de cette notion, et à conserver l'expression anglaise *science of design* jusqu'à, ceci d'autant plus que le terme « conception » est réducteur par rapport à celui de « *design* ».

Pour résumer, alors que les sciences de la nature sont adaptées à l'étude d'objets naturels, les sciences de l'artificiel sont concernées par l'étude d'artefacts évolutifs, existants ou à créer. Elles ont pour but à la fois de faire progresser la compréhension du fonctionnement et de l'évolution d'artefacts (existants) dans leurs contextes, ET de développer des connaissances pertinentes pour la conception et la mise en œuvre d'artefacts évolutifs ayant des propriétés désirées. Comme nous le verrons dans la seconde partie de l'article, ce second but est en fait la raison d'être spécifique des *sciences of design*.

Enfin, Simon (1996 : p. 112-113) argumente que les sciences de l'artificiel sont des sciences fondamentales, à la fois tout autant et autrement que le sont les sciences de la nature classiques. Ceci le conduit entre autres à proposer

d'inclure dans les programmes des écoles d'ingénieur les fondamentaux des sciences de l'artificiel au même titre que les fondamentaux des sciences de la nature. Quelques-uns de ces fondamentaux sont présentés dans l'ouvrage *The Sciences of the Artificial*. Par exemple :

- La notion de « *rationalité limitée* », qui est en rupture avec la vision d'une rationalité pure et parfaite de l'*homo economicus* en vigueur dans la communauté de sciences économiques de l'époque. Puis celle de « *rationalité procédurale* » brièvement évoquée dans le chapitre 2 et approfondie par ailleurs (Simon, 1976).
- La notion de solutions « *satisficing* », pour décrire les solutions dont on se satisfait faute de pouvoir, en pratique, déterminer une solution optimale. Il s'agit de solutions que l'on trouve acceptables via une « *recherche heuristique* » modérée c'est-à-dire via une recherche sélective tâtonnante basée sur des règles empiriques. Cette vision contraste avec l'approche de la recherche opérationnelle dans les années 1960. Celle-ci se focalisait sur le développement d'algorithmes visant à calculer une solution optimale, ce qui se faisait au prix de la réduction du problème pour qu'il puisse satisfaire les contraintes de modélisation. Mais la solution optimale ainsi calculée sur une représentation simplifiée du problème avait peu de chances d'être optimale en pratique.
- La notion de « *conception sans but final* », qui part de l'idée selon laquelle la confrontation à de nouvelles expériences entraîne presque toujours une évolution des critères de choix. Il en résulte que dans un processus de conception, les buts ont pour fonction de motiver de l'activité finalisée, laquelle fera évoluer les buts chemin faisant. Il s'agit d'une conception « *téléologique de l'analyse fins/moyens* » : les moyens mis en œuvre en contexte pour atteindre les fins suscitent souvent une évolution des fins.
- La notion de « *quasi-décomposabilité* » comme outil pour modéliser une catégorie de phénomènes que l'on perçoit complexes, à savoir ceux qui peuvent être représentés par une structure arborescente où les liaisons intra-parties sont plus fortes que les liaisons inter-parties : les systèmes quasi-décomposables.
- La distinction entre « *description d'état et description de processus* ». Simon illustre cette distinction sur l'exemple d'un cercle. Sa description d'état est : lieu géométrique de tous les points équidistants d'un point donné. La description d'un processus possible pour construire un cercle : faire tourner un bras d'un compas jusqu'à ce qu'il revienne à son point de départ, l'autre bras restant fixe. Simon argue que la substitution de descriptions d'états au profit de descriptions de processus a joué un rôle central dans le développement de la science moderne. Il ajoute que la

mise en relation d'une description d'état et d'une description de processus est à la base de la capacité de tout organisme adaptatif à agir en référence à des buts dans son environnement.

Ces fondamentaux ainsi que d'autres ont été développés, précisés et raffinés au fil de l'œuvre gigantesque de Simon – plus de 1000 publications selon Sarasvathy (2003). La plupart de ces notions ainsi que celles qui viennent d'être citées nous sont devenues familières. En cohérence avec l'importance des descriptions de processus soulignée par Simon, ces notions présentent la particularité de se centrer sur les processus en jeu dans la conception d'artefacts, plutôt que sur les artefacts auxquels ces processus conduisent à un instant donné, ainsi que sur l'adaptativité. Par exemple, attention portée aux processus de modélisation plutôt qu'au modèle « substantif » final, qui est toujours contingent ; rationalité procédurale et pas seulement rationalité substantive ; modélisation de la décision comme un processus comportant essentiellement trois sous-processus opérant de manière imbriquée et itérative³.

Examinons maintenant comment la notion de sciences de l'artificiel a été interprétée par les chercheurs qui s'en sont saisi, et comment ils ont donné corps à ces fondamentaux, qui pour la plupart étaient alors extrêmement novateurs ?

2. APPROPRIATIONS ET PROLONGEMENTS : EXEMPLES

Dans cette partie nous illustrons sur quelques exemples la manière dont des chercheurs qui ont tôt perçu le potentiel considérable de la notion de sciences de l'artificiel ont contribué à lui donner corps et à la développer plus avant. Nous commençons par l'exemple de la vision de la discipline scientifique de l'entrepreneuriat comme une science de l'artificiel que Saras Sarasvathy a argumentée en 2003. Puis nous nous concentrons sur la manière dont les *sciences of design* ont été développées dans la littérature académique en sciences du management et de l'organisation.

Dans sa recherche doctorale, Sarasvathy (2001) a développé une théorie entrepreneuriale, la théorie de l'effectuation, qui est désormais largement mobilisée dans la recherche contemporaine en entrepreneuriat. C'est ensuite au cours d'un travail collaboratif avec Simon qui visait à mettre au jour de possibles liens entre la théorie de l'effectuation et la théorie Simonienne de la quasi-décomposabilité, que cette auteure a commencé à entrevoir des liens entre l'effectuation et diverses notions en jeu dans les sciences de l'artificiel.

3. A savoir les processus d'*intelligence* de la situation et formulation du problème, de *conception* de solutions possibles, et de *choix* parmi ces solutions ou, si aucune de ces solutions ne paraît satisfaisante, retour au processus de conception de solutions possibles ou même d'*intelligence* de la situation. Soulignons qu'une telle conception de la décision est en rupture avec celle en vigueur à l'époque en sciences économiques, qui réduisait la décision à un choix entre des alternatives données.

D'où son idée de conceptualiser la discipline scientifique de l'entrepreneuriat comme une science de l'artificiel. Cette conceptualisation retient particulièrement quatre idées-clés argumentées dans *Les Sciences de l'Artificiel* (1996) : (1) les « lois de la nature » contraignent mais ne dictent pas nos conceptions (« *our designs* ») : nos conceptions ne sont pas déterminées par les « lois de la nature » mais contingentes à notre imagination ; (2) considérer la conception comme s'effectuant sans but final : les buts servent à motiver l'activité de conception, laquelle, effectuée en contexte, à son tour suscitera généralement de nouveaux buts ; (3) les artefacts que nous concevons sont situés et contingents ; et (4) la quasi-décomposabilité, qui est la propriété des systèmes dans lesquels il est possible d'identifier des sous-systèmes au sein desquels les interactions sont fortes et entre lesquels les interactions sont faibles mais non négligeables. Il s'agit d'une caractéristique essentielle des artefacts qui durent car les échecs peuvent être cantonnés localement sans porter à conséquence sur l'ensemble du système. Ainsi, la tension entre l'interdépendance forte entre éléments au sein des parties et l'interdépendance faible entre les parties procure aux artefacts quasi-décomposables un avantage important en matière d'évolution.

Les exemples ci-après illustrent la manière dont Sarasvathy (2003) relie certains préceptes de l'effectuation aux quatre idées ci-dessus. Exemple 1 : Etant donné qui nous sommes, ce que nous savons (et savons faire) et qui nous connaissons, nous *pouvons* construire toute une variété d'artefacts *effectuals* (c'est-à-dire conçus selon un processus d'effectuation) en nous concentrant sur ce que nous *pouvons* faire, plutôt que de nous soucier continuellement de ce que nous *devons* faire pour atteindre des buts prédéfinis. Exemple 2 : La conception sans but final nous permet de nous libérer de contraintes suscitées par des prévisions qui sont toujours incertaines, et les imprévus sont alors à appréhender comme des opportunités à exploiter plutôt que comme des sources de problèmes. Exemple 3 : Même si les réussites et les échecs dépendent toujours du contexte local et de circonstances externes, un apprentissage entrepreneurial cumulatif est toujours possible. Exemple 4 : Les processus *effectuals* qui tirent parti des caractéristiques locales et des contingences à travers la conception de systèmes organisationnels quasi-décomposables ont plus de chances de déboucher sur la création d'entreprises qui durent dans le temps.

Dans la citation placée en exergue, Sarasvathy souligne à la fois le potentiel considérable de la notion de sciences de l'artificiel mais aussi l'ampleur de la tâche à accomplir pour parachever sa conceptualisation. À titre d'illustration de ce propos, pointons une ambiguïté qui demeure dans la dernière édition de l'ouvrage (1996). Ce point peut apparaître comme un détail fastidieux négligeable, mais le basculement entre « *ought to* » et « *might* » dans la définition de la conception a des conséquences considérables sur la manière dont on conçoit la conception⁴.

Dès la 1^{ère} édition (1969), Simon présente la *science of design* (le terme « science » étant au singulier) comme un corps de doctrine relatif aux processus de conception, qui soit solide intellectuellement, organisé, partiellement

4. Cf. par exemple l'argument développé par Sarasvathy (2003, p. 208), dans le cas particulier de l'entrepreneuriat.

formalisable et partiellement empirique, et enseignable. Simon précise ensuite (1996, p. 114-115) : « Design (...) is concerned with how things *ought to be*, with devising artifacts to attain goals. We might question whether the forms of reasoning that are appropriate to natural science are suitable also for design. One might well suppose that introduction of the verb « *should* » may require additional rules of inference, or modification of the rules already imbedded in declarative logic ».

Mais dans la préface de la 2^e édition (rédigée en 1981, et qui figure dans l'édition 1996), Simon écrit : « Engineering, medicine, business, architecture, and painting are concerned not with the necessary but with the contingent—not with how things are but with how they *might* be—in short, with design. » (Simon, 1996, p. xii, italiques ajoutés par nous).

L'exemple 1 ci-dessus montre que Sarasvathy a opté pour la vision développée dans la préface de la 2^e édition, mais cette vision ne fait pas l'unanimité.

C'est aussi cette vision que Jean-Louis Le Moigne a d'emblée adoptée dans sa traduction de la 1^{ère} édition des sciences de l'artificiel en 1974 : « La conception (...) s'intéresse au comment des phénomènes tels qu'*ils pourraient être*, à l'invention d'artefacts permettant d'atteindre des buts ». (italiques ajoutés par nous). Cette traduction, a priori erronée, a conduit Le Moigne (2006) à enrichir la conception Simonienne des *sciences of design* en la mettant en lien avec les travaux de Bachelard, un enrichissement qui, finalement, s'avère ne pas être en contradiction avec l'évolution de la pensée de Simon.

Restant sur le sujet de *science of design*, examinons maintenant les développements divergents auxquels cette notion a donné lieu. Ainsi que nous l'avons déjà signalé cette expression peut se traduire en français de deux façons différentes. Selon les mots-mêmes de Le Moigne, la manière dont il l'a traduite en 1974, *science de LA conception*, le satisfaisait assez peu car il trouvait le terme « conception » réducteur (Le Moigne, 2006). Il indique aussi avoir été tenté par l'expression « science du génie » utilisée au XVI^e et XVII^e siècles ; mais les connotations du terme « génie » l'a dissuadé de le faire. Ultérieurement il a proposé l'expression « science d'*ingenium* », mais qui n'a pas vraiment réussi à s'imposer.

En 2006, Le Moigne mit en relief la différence essentielle de significations des deux traductions françaises possibles. L'expression « *science de conception* », particulièrement lorsqu'elle est utilisée au pluriel renvoie à une différence de postures dans les deux archétypes de science : essentiellement une posture d'analyse dans les sciences de la nature classiques ; et une posture de conception/synthèse dans les sciences de l'artificiel, qui, sans exclure l'analyse, ne se réduit pas à elle.

Une allusion à de possibles *sciences of design* faite dans la préface de la 2^e édition de l'ouvrage (1981) donne à penser que Simon a sans doute eu l'intuition de ce méta-modèle de science. Toutefois il n'a pas développé plus avant cette idée.

Au-delà de Le Moigne, différents auteurs anglophones ont travaillé à la conceptualisation de ce méta-modèle en prenant appui sur les travaux

de Simon, mais le plus souvent⁵ avec une vision différente de la nature des connaissances produites et en remplaçant l'expression « *sciences of design* » introduite par Simon par celle de « *design sciences*⁶ » – une dénomination qui s'est désormais imposée dans la littérature anglophone.

Ainsi, pour Joan Van Aken (2005) notamment, la mission d'une *design science* est de développer de la connaissance que les professionnels du champ de pratiques concerné peuvent utiliser pour concevoir des solutions aux problèmes pratiques qu'ils affrontent. Cette vision s'inscrit dans celle argumentée par Georges Romme (2003) pour le domaine spécifique de la recherche en organisation, c'est-à-dire pour l'*organizational design research* (Mohrman, 2007). Dans cet article, Romme distingue trois idéaux-types pour la recherche en organisation : (1) la science, autrement dit la vision *mainstream* de la science des organisations, qui s'inscrit la conception classique des sciences de la nature ; (2) les humanités qui apportent des compréhensions et des réflexions critiques sur l'expérience humaine dans les pratiques organisationnelles ; et (3) le *design* qui se focalise sur la recherche de manières d'atteindre une situation désirée.

Pour cet auteur, les connaissances élaborées dans la recherche en *design*, qu'il appelle *design propositions*, sont construites progressivement de manière itérative en prenant appui sur les connaissances développées dans la science (classique) des organisations et les retours d'expérience de leurs mises en œuvre pragmatiques. Ensuite les *design propositions* sont testées empiriquement de manière hypothético-déductive classique. Les *design propositions* prennent généralement la forme de *design rules* du type « Dans la situation S, pour atteindre l'objectif O, mener l'action A » (Romme, 2003, p. 568).

Ainsi, la conception argumentée par Romme relève plus d'une *organizational engineering science* que d'une *science of organizational engineering*, selon la distinction exprimée par Simon (1996, p. 5) et précisée dans le chapitre 5 de l'ouvrage.

Cette conception des *design sciences* comme des « sciences appliquées » apparaît donc extrêmement réductrice par rapport à la conception des *sciences of design* comme des sciences fondamentales, initiée par Simon et approfondie par Le Moigne. De fait, les *design rules* sont des propositions opératoires pour les pratiques professionnelles, il ne s'agit pas de connaissances fondamentales. Pour faire comprendre cette notion, Salvatore March et Gerald Smith (1995) offrent un exemple de connaissance fondamentale en science médicale : la compréhension de pourquoi et dans quelles conditions un médicament parfois administré depuis longtemps se montre efficace pour combattre telle ou telle maladie. Plus généralement, les connaissances fondamentales en sciences de l'artificiel et en *sciences of design* s'expriment comme des *propositions d'intelligibilité* : propositions d'intelligibilité du réel pour les recherches conduites dans les paradigmes épistémologiques post-positivistes et réalistes critiques ; ou propositions d'intelligibilité de l'expérience du réel pour

5. A cet égard, les contributions de March et Smith (1995) et Avenier (2010) constituent des exceptions notoires, mais qui ne semblent pas avoir fait école.

6. Cette appellation conduit par exemple à parler de *organizational design science* pour faire référence à la science de l'organisation vue comme une science de conception (Mohrman, 2007).

les recherches conduites dans le paradigme épistémologique constructiviste radical/pragmatique⁷. Ces connaissances sont élaborées de manière itérative entre conjectures émises par le chercheur en prenant appui sur le matériau empirique qu'il a constitué pour sa recherche ainsi que sur des connaissances scientifiques⁸ déjà publiées, et retours d'expérience de la mise à l'épreuve pragmatique de ces conjectures en situation (Avenier, 2010).

Pour illustrer la distinction entre connaissances fondamentales et connaissances opératoires en *sciences of design*, ci-après nous proposons des exemples de propositions d'intelligibilité et de propositions opératoires en science du management vue comme une science de conception, qui ont été développées dans le cadre épistémologique du constructivisme pragmatique (Avenier et Bloch-Dolande, 2018 ; Bloch-Dolande, 2018).

Exemples de principes d'intelligibilité :

- Le principe dialogique au sens d'Edgar Morin (1986) permet d'appréhender valablement certaines problématiques managériales perçues complexes.
- La force interne de l'activation délibérée du principe dialogique dans le management d'une entreprise est de créer de la valeur par la mise en lien des deux pôles, de manière dynamique.
- Pour fonctionner de manière satisfaisante, l'*empowerment* est à concevoir selon la dialogique *empowerment* & mise sous contrainte.

Exemples de principes d'action (ou propositions opératoires) tirés des propositions d'intelligibilité précédentes.

- Pour toute situation perçue complexe dans une entreprise, rechercher si elle implique des dialogiques et, dans l'affirmative, veiller à ce que l'action envisagée pour améliorer la situation instaure des liens créateurs de valeur entre les pôles des dialogiques identifiées.
- Lors de l'instauration d'un *empowerment* d'équipes, définir en même temps la régulation qui accompagnera cet *empowerment* (par exemple, un système d'information qui cadre le fonctionnement opérationnel de l'équipe).
- Dans le cadre d'un *empowerment* d'équipes, si certaines équipes se contentent d'exploiter les routines existantes sans chercher à les améliorer ou les adapter en fonction de l'évolution des contextes, envisager une mise sous tension temporaire de ces équipes destinée à les *challenger* sur un objectif précis.

7. Avenier (2010) montre en effet que archétypes de science et cadres épistémologiques de la recherche relevant de deux registres différents, des recherches menées dans n'importe quel archétype de science peuvent a priori être inscrites dans n'importe quel paradigme épistémologique solidement conceptualisé. Niehaves (2007) prône un pluralisme épistémologique dans la recherche en *design sciences*, alors que d'autres auteurs comme par exemple Hodgkinson et Starkey (2011, 2012) prônent une inscription systématique des recherches en *design sciences*, dans le réalisme critique.

8. Le terme « scientifique » est entendu ici au sens de la conception élargie de la science qui intègre les sciences de la nature et les sciences de l'artificiel car, comme le souligne Simon, les artefacts sont dans la nature et rien ne les dispense de respecter les « lois de la nature ».

CONCLUSION

La conceptualisation de l'archétype des sciences de l'artificiel distinct mais non séparé de celui des sciences de la nature donne corps à la conception élargie de la science appelée par Bachelard, Piaget, Morin, et Le Moigne notamment.

Contrairement à l'archétype des sciences de la nature, celui des sciences de l'artificiel est adapté à la conceptualisation comme des sciences, des disciplines scientifiques liées à des pratiques professionnelles. Inscrire ses recherches dans cet archétype, et plus particulièrement dans le méta-modèle des sciences de conception (*sciences of design*), permet en outre d'apporter une réponse solidement argumentée à une problématique persistante qui suscite encore de vifs débats dans diverses communautés de chercheurs : la problématique du « fossé entre recherche/théorie et pratiques », qui est inopportunément appelée dans la littérature anglophone en science du management le « fossé entre rigueur et pertinence » (*rigor and relevance gap*).

Les prolongements que différents chercheurs ont apportés aux travaux pionniers de Simon ont emprunté des directions différentes, parfois même divergentes. Ainsi, dans la littérature francophone, les développements autour des sciences de l'artificiel et des sciences de conception ont respecté une idée-force de de Simon : les sciences de l'artificiel sont des sciences fondamentales tout autant que les sciences de la nature mais différentes d'elles. Dans la littérature anglophone, plus que la notion de sciences de l'artificiel, c'est surtout l'idée de *sciences of design* qui a été reprise et développée, mais sous l'appellation *design sciences*. En changeant d'appellation, ces sciences se sont essentiellement développées comme des sciences appliquées classiques et ont perdu l'âme que Simon avait insufflée aux sciences de l'artificiel : leur caractère de sciences fondamentales au même titre que les sciences de la nature. Étant donné l'emprise croissante de la littérature anglophone sur la recherche mondiale – tout au moins dans les sciences du management et de l'organisation – peut-on espérer voir un jour réapparaître ce qui faisait des sciences de l'artificiel une idée révolutionnaire ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Argyris, C., Putnam, R. & Smith, D.M. (1985). *Action Science: Concepts, Methods and Skills for Research and Intervention*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Avenier, M.J. (2009). Par le paradigme des sciences de l'artificiel, déployer la pensée complexe dans l'interaction de pratiques et de recherches, *Synergies Monde*, n°6, Mai, pp. 51-81.
- Avenier, M.J. (2010). Shaping a Constructivist View of Organization Design Science, *Organization Studies*, Vol. 31, n°9/10, pp. 1229-1255.
- Avenier, M.J. & Bloch-Dolande, M. (2018). Dialoguer dans un projet de recherche commun afin de progresser dans nos métiers respectifs, in N. Fabbe-Costes et L. Gialdini (coord.), *Stratégie organisationnelle par le dialogue, Economica*, pp. 135-143.

- Avenier, M.J. & Thomas, C. (2015). Finding one's way around various methodological guidelines for doing rigorous case studies: A comparison of four epistemological frameworks, *Systèmes d'Information et Management*, vol. 20(1), pp. 61-98.
- Bloch-Dolande, M. (2018). De la dialogique visible & invisible au management dialogique, in N. Fabbe-Costes et L. Gialdini (coord.), *Stratégie organisationnelle par le dialogue*, Economica, pp. 81-91.
- Callebaut, W. (2007). Herbert Simon's Silent Revolution, *Biological Theory*, 2(1), pp. 76-86.
- Hlady Rispal, M. (2002). *La méthode des cas. Applications à la recherche en gestion*, Bruxelles, De Boeck.
- Hodgkinson, G.P. & Starkey, K. (2011). Not simply returning to the same answer over and over again: reframing relevance', *British Journal of Management*, 22, pp. 355-369.
- Hodgkinson, G.P. & Starkey, K. (2012). Extending the foundations and reach of design science: Further reflections on the role of critical realism, *British Journal of Management*, 23, pp. 605-610.
- Huff, A.S. & J.O. Kuhn T. S. (1972). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris, Flammarion.
- Le Moigne, J.L. (1995). *Les Epistémologies constructivistes*, Paris, Que Sais-Je ?
- Le Moigne, J.L. (2006). Quelle conception de la Science entre Sciences de conception et Sciences de la conception ? postface in P. Boudon, *Conceptions, épistémologie et poétique*, Paris, L'Harmattan.
- March, S.T. & Smith, G.F. (1995). Design and Natural Science Research on Information Technology, *Decision Support Systems*, vol. 15, pp. 251-266.
- Mohrman, S.A. (2007). Having relevance and impact. The benefits of integrating the perspectives of design science and organizational development. *Journal of Applied Behavioral Science* 43/1: pp. 12-22.
- Morin, E. (1986). *La Méthode, Tome 3 : La connaissance de la connaissance*. Paris: Seuil.
- Niehaves, B. (2007). On Epistemological Pluralism in Design Science, *Scandinavian Journal of Information Systems*, Vol. 19, n°2, pp. 93-104.
- Piaget, J. (1967), *Logique et Connaissance Scientifique*, Paris, Gallimard.
- Romme, A.G.L. (2003). Making a Difference: Organization as Design, *Organization Science*, Vol. 14, pp. 558-573.
- Sarasvathy, S. (2001). Causation and effectuation: Towards a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency, *Academy of Management Review*, 26(2), pp. 243-288.
- Sarasvathy, S. (2003). Entrepreneurship as a Science of the Artificial, *Journal of Economic Psychology*, 24, pp. 203-220.
- Simon, H.A. (1969). *The sciences of the artificial*, 1st edit. ; 1981, 2nd edn. ; 1996, 3rd edit., Cambridge: MIT Press. Trads. françaises par J.L. Le Moigne de la 1^{ère} édit., 1974, *La science des systèmes, science de l'artificiel*, édition de l'Epi ; et de la 3^e édit., 2004, *Les sciences de l'artificiel*, Paris, Gallimard.
- Simon, H.A. (1976). From substantive to procedural rationality, in Latsis S.J. (edit), *Methods and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, pp. 129-148.
- Van Aken, J.E. (2005). Management Research as a Design Science: Articulating the research products of mode 2 knowledge production in management, *British Journal of Management*, Vol. 16, pp. 19-36.
- Van de Ven, A.H. (2007). *Engaged Scholarship: A Guide for Organizational and Social Research*, Oxford University Press, Oxford.
- Yanow, D. & Schwartz-Shea, P. (eds.). (2006). *Interpretation and method. Empirical research methods and the interpretive turn*, London, Sharpe.

Marie-José AVENIER, ancienne élève de Normale Sup Fontenay-aux Roses, Agrégée de maths, Ph.D. Berkeley, Docteur d'état en Sciences économiques, est désormais directrice de Recherche CNRS honoraire associée au CERAG (Université Grenoble Alpes). Elle a été très tôt convaincue de la pertinence de l'archétype des sciences de l'artificiel pour conceptualiser comme des sciences les disciplines scientifiques associées à des pratiques professionnelles. Son intérêt pour cet archétype de sciences l'a conduite à le présenter dans les séminaires doctoraux de diverses universités où elle intervient sur le sujet de l'épistémologie ainsi que dans diverses publications, en particulier un article d'*Organization Studies* et un chapitre co-écrit avec Marie-Laure Gavard-Perret d'un ouvrage de méthodologie de la recherche en sciences de gestion.