

UNE ONTOLOGIE SIMONIENNE

DU MONDE DE L'ARTIFICIEL

Jean-Pierre MICAËLLI, Joëlle FOREST

Université de Lyon, INSA Lyon, STOICA
1, rue des Humanités – 69621 Villeurbanne Cedex – France
jean-pierre.micaelli@insa-lyon.fr, joelle.forest@insa-lyon.fr

Résumé : l'objectif du présent tutoriel est de porter un regard rétrospectif et critique sur les travaux de Herbert Simon (1916-2001). Après avoir expliqué comment cet économiste spécialiste de la décision en est venu à s'intéresser à la conception, ce tutoriel présentera une ontologie synthétisant la façon dont il conceptualisait le monde de l'artificiel. Trois entités clefs seront explicitées. Il s'agit de l'artefact, de la conception vue comme un processus de résolution de problèmes impliquant, chez le concepteur, la mise en œuvre d'une rationalité spécifique, et des sciences de l'artificiel pensées comme distinctes des sciences de la nature. Une fois cette ontologie présentée, un bilan de son appropriation par les chercheurs en conception sera dressé. Pour ce faire, nous nous appuyerons sur une étude bibliométrique réalisée à partir de la littérature produite par la communauté réunie autour de la revue Design Studies. Si celle-ci a multiplié les études sur la résolution de problème de conception, elle n'a toutefois pas approfondi les points relatifs aux fondements empiriques des sciences de l'artificiel ou encore la rationalité créative du concepteur. De ce fait, l'œuvre de Simon peut encore inspirer les recherches en matière de théorie de la conception.

Mots-clefs : computationnalisme, conception, épistémologie, Design Studies, ontologie, rationalité, sciences de la conception, Simon H-A (1916-2001).

Abstract: this tutorial puts Herbert Simon's (1916-2001) work on design into perspective. In fact, in the 1960s, this economist has tried to build a general theory of design. This tutorial gives some biographical references explaining why this decision theorist had an interest in design, which is not a usual object for an economist. Then we propose an ontology that synthesizes Simon's conceptualization of the world of the artificial. This last one integrates three key entities: the artefact, the design process defined as a form of problem-solving involving a specific rationality, and the sciences of the artificial seen as different from the natural sciences. A scientific balance of this ontology is made in order to establish its interests for design researchers. A bibliometrical study based on articles published in Design Studies is then realized. The researchers who edit this journal went further into the analysis of design process as a form of problem-solving. They however failed to explore some issues of Simon's design theory. The first one is related to the empirical foundations of the sciences of the artificial. The second one refers to the creative rationality underlying the designer's activity. Simon's work can still inspire new research issues in design theory.

Keywords: computationalist theory, design, Design Studies, epistemology, ontology, rationality, sciences of design, Simon H-A (1916-2001).

INTRODUCTION

L'objectif du présent tutoriel n'est pas de faire l'état de l'art d'un concept, d'une méthode ou d'un outil de conception contemporains, mais de porter un regard critique sur les travaux d'un économiste, Herbert Simon (1916-2001), qui, dès les années 1960, a tenté de construire une théorie générale de la conception. S'intéresser à Simon en 2009 n'est pas anodin. Tout d'abord, il est exceptionnel qu'un économiste se penche sur la conception. Il s'agit là d'un objet que les sciences économiques considèrent aujourd'hui encore hors de leur périmètre. Il suffit, pour s'en convaincre, de regarder l'absence de travaux mentionnant cet objet dans les revues économiques, alors qu'un terme comme l'innovation abonde. De plus, certains concepts simoniens ont été largement diffusés et sont devenus banals pour les chercheurs en conception, en Informatique, en Intelligence Artificielle, etc. Enfin, 2009 marque le quarantième anniversaire de la première édition des Sciences de l'Artificiel ("*The Sciences of the Artificial*"). Dans les trois versions de ce livre qui se sont succédées en 1969 [1], 1981 [2] et 1997 [3], puis dans des articles beaucoup moins connus publiés en 1992 [4] et 1995 [5], Simon essaie de donner une vue aussi panoramique que possible de ce qu'il appelle le « monde de l'artificiel » ("*man-made world*") dont la conception ("*design*") est le pivot [1].

Fort de ces trois raisons, notre intention sera d'expliquer comment un économiste, spécialiste de la théorie de la décision, en est venu à s'intéresser à la conception. Il s'agira ensuite de synthétiser dans une « ontologie » [6] la façon dont Simon conceptualisait le monde de l'artificiel. Pour ce faire, le contenu de trois entités clefs mérite sera explicité. Il s'agira de « l'artefact » ("*artefact*"), vu comme résultat de la conception, de la conception définie comme une forme de « résolution de problèmes » ("*problem solving*") impliquant, chez le concepteur, la mise en œuvre d'une rationalité spécifique, et de sciences distinctes des sciences de la nature, à savoir les « sciences de l'artificiel » ("*sciences of the artificial*") [1]. Une fois cette ontologie présentée, nous apprécierons la contribution de la pensée de Simon aux recherches menées en théorie de la conception. Pour ce faire, nous dresserons un constat bibliométrique sur la façon dont les concepts simoniens ont été utilisés par la communauté réunie autour de cette revue emblématique qu'est *Design Studies*. Si de nombreux articles s'inscrivent, explicitement ou non, dans la veine simonienne en abordant le processus de conception comme une forme de résolution de problème, ils n'explorent pas deux pistes ouvertes par Simon. La première concerne le statut épistémologique particulier des sciences de l'artificiel : thème sur lequel Simon ouvre d'ailleurs son livre éponyme. Le second concerne la rationalité du concepteur. La mention faite à ces deux questions, non-encore abordées sérieusement, montre combien l'œuvre, accessible, de Simon peut continuer à inspirer les recherches en matière de théorie de la conception.

SIMON, THÉORICIEN DE LA DÉCISION

Avant d'aborder comment Simon théorisait la conception, il n'est pas inutile de décrire le chemin par lequel un économiste en est venu à s'intéresser à cet objet totalement étranger à sa discipline. Pour ce faire, nous n'entendons pas détailler les grandes étapes de sa vie, puisqu'il les a retracées dans un livre publié en 1996 et intitulé *Models of my Life* [7], mais montrer comment l'étude de la décision l'a conduite à celle de la conception.

Un premier terrain : les organisations

Herbert Simon est né en 1916 dans le Wisconsin. Dès ses premiers travaux d'étudiant sur la gestion des services municipaux, en 1937, il constate que, pour comprendre le

fonctionnement des organisations, il faut non seulement étudier les transactions entre agents (relations hiérarchiques, relation employeur-employé, négociation, etc.), mais aussi la façon dont ils prennent leurs décisions [7]. Dès lors, la prise de décision (“*decision making*”) dans les organisations deviendra son sujet de thèse en sciences politiques soutenue en 1943 [8]. Soulignons qu'alors, les concepts, aujourd'hui évidents, d'information, de décision, de comportement régulé, etc., étaient nouveaux et encore mal formulés.

La rationalité limitée

Dès 1955, continuant toujours à s'interroger sur les mécanismes de la décision dans les organisations, Simon constate un décalage croissant entre ce qu'affirme la théorie des choix standard acceptée par les économistes et ce qu'il observe sur le terrain. Il remet progressivement en cause l'un des axiomes de cette théorie, à savoir l'idée selon laquelle l'individu qui effectue un choix instantané entre plusieurs options cherche à maximiser son utilité et exprime une fonction de préférence prédéterminée à la situation de choix. Dans la plupart de ces situations, cet individu n'est pas omniscient, nous dit Simon. Il n'est pas informé complètement. Des limites pèsent sur ses décisions. Il choisit alors même qu'il a une connaissance imparfaite ou « bornée » (“*bounded*”) [12] de son environnement externe (limitations informationnelles). Il lui est impossible de considérer toutes les options ou solutions possibles, de toutes les comparer, de les classer, et de pouvoir ainsi, au final, n'en retenir que la meilleure.

Ces constats signifient-ils que le décideur est irrationnel ? En tant qu'économiste, Simon ne le croit pas. Simplement, la rationalité, qu'il qualifiera de « limitée » (“*bounded rationality*”) qui préside aux choix réels n'est pas celle formalisée par la théorie standard [9]. Aussi, fort de cette idée, Simon va consacrer toute sa vie à caractériser ce qu'est la rationalité limitée. Pour ce faire, il va suivre une double stratégie. D'abord, accumuler des preuves infirmant les postulats de la théorie standard. Ensuite, chercher les preuves validant l'existence de cette rationalité limitée [10].

À mesure qu'il progresse dans sa compréhension de cette réalité empirique qu'est la rationalité limitée du décideur, Simon n'envisage plus la rationalité sous forme d'un résultat, mais d'un processus. L'intérêt de tout économiste réaliste n'est plus d'expliquer comment tout individu doit choisir telle solution optimale, mais la façon dont, en situation, un individu a manifesté son intelligence en s'affranchissant des contraintes propres à la rationalité limitée. Au lieu de s'appesantir sur la « rationalité substantive » (“*substantive rationality*”) — qualifiée ainsi car liée au contenu du choix —, il faut, nous dit Simon, chercher à comprendre les ressorts de la « rationalité procédurale » (“*procedural rationality*”) du décideur [11]. Quel cheminement a-t-il suivi ? À quels approfondissements ou à quels retours en arrière s'est-il livré ? Attendu qu'il est possible de le retracer en faisant verbaliser un décideur observé [12].

En proposant le concept de rationalité limitée à la fin des années 1950, puis, dans les années 1970, celui de rationalité procédurale, Simon dessine un portrait romantique, presque héroïque, de l'aventure de l'esprit humain » par lequel celui-ci joue d'astuces pour décider dans des environnements complexes [10]. Restait alors une question ouverte : comment fonctionne cet esprit humain ?

Le computationnalisme décisionnel

Pour répondre à cette question, Simon a dû rompre avec le comportementaliste dominant dans les États-Unis de l'immédiat après-guerre. En matière de décision prise en situation réelle, il n'y a pas de « déterminisme situationnel » [11] : on ne peut dire que dans telle ou telle situation, face à tel ou tel stimuli, tout décideur répondra forcément de telle ou telle façon. Pour comprendre ce qui se passe entre la perception d'un stimulus, la manifestation

d'une intention ou d'un besoin, ou encore la perception d'un problème et la production d'un choix ou d'une solution, une véritable machinerie doit être mise à jour. Pour la révéler, il importe de disposer d'une psychologie de l'esprit ("*mind-centered psychology*") [13] s'inspirant d'un cadre théorique alors émergent, à savoir la « théorie computationnelle de l'esprit » [14]. Simon réalisera ainsi de très nombreux travaux avec Allen Newell (1927-1992) en « psychologie de la résolution de problème » ("*psychology of problem solving*") [7]. Il sera aussi à l'origine, en 1954, des premiers doctorats délivrés en Intelligence Artificielle, alors baptisé « sciences de la computation » ("*computational sciences*"), dans un établissement universitaire spécialisé en sciences de gestion [7] !

En 1959, Simon a ainsi proposé un « modèle comportementaliste du choix humain » ("*behavioral model of human choice*") [9]. Ce modèle qu'il qualifie de descriptif — pour le distinguer du modèle normatif de la théorie des choix standard —, part de l'idée qu'à la base du choix, il y a un besoin de décision suivi par la recherche d'alternatives répondant à ce besoin. Computationnalisme oblige, il existerait un algorithme de recherche de ces alternatives, et ce même si, du fait de l'hypothèse de rationalité limitée, il est impossible de prédire si le décideur aboutira à une solution optimale, voire à une solution tout court ! Simon ajoute que rien ne dit que l'on pourrait en trouver une si la recherche continuait [9]. Pour le dire de façon plus formelle, Simon a postulé que l'espace des options ou des solutions peut être représenté sous forme d'un arbre. L'individu explore cet arbre en appliquant des heuristiques, spontanées ou acquises, visant à minimiser le coût de la recherche ("*search*"). Celle-ci se termine grâce à l'application d'une « règle d'arrêt » ("*stop rule*") intégrant un « niveau d'aspiration » ("*aspiration level*") [9]. Plus celui-ci est élevé, plus la recherche pourra durer. Le choix final de la solution relève alors d'un « comportement de satisfaction » ("*satisficing behavior*") et non d'un comportement d'optimisation [4]. Ce modèle a donné lieu, au début des années 1960, à un programme d'Intelligence Artificielle, appelé « General Problem Solver » (GPS) [7]. Celui-ci permet d'abord la décomposition hiérarchique des buts ("*goals*") d'un problème en sous-but, jusqu'à en trouver un à partir duquel initier une recherche de solution décrit en début de paragraphe.

Le tournant computationnaliste pris par Simon va l'amener à remettre en cause l'intérêt de se focaliser sur le choix instantané. Du fait des contraintes liées à sa rationalité limitée (on ne peut tout connaître) et de ses dotations cognitives (on sait calculer et appliquer des heuristiques pour décomposer un problème ou chercher des solutions), l'individu rationnel ne réalise pas des choix, il est un décideur engagé dans de véritable « processus de décision » ("*decision making*"). Pour Simon, ce processus est générique. Il s'applique aussi bien à l'individu, qu'à des petits collectifs (par exemple, une équipe d'enseignants réunis dans un jury) ou à des organisations entières. Il en présente un « modèle canonique » [15] de quatre étapes faisant se succéder : (1) l'intelligence du problème, (2) la génération de solutions candidates, (3) le choix d'une solution parmi les candidates et (4) le bilan qui permet d'itérer sur les étapes précédentes jusqu'à satisfaction de la règle d'arrêt [16]. Selon le type de décision, Simon précise que ce processus peut être ou non structuré ("*ill-defined process*"). Il est structuré s'il s'agit de déterminer un point de commande en gestion des stocks. Il ne l'est pas s'il s'agit de définir une stratégie d'entreprise [16]. S'il est structuré, il est alors possible de le faire réaliser en partie par un ordinateur [16].

S'avouant lui-même comme un « monomane » de la décision [17], Simon va chercher à affiner le modèle précédemment décrit et à en étendre les applications, de son terrain initial, à savoir la décision dans les organisations, vers des domaines exotiques pour un économiste tels que l'architecture, la planification urbaine [1], etc. On peut d'ailleurs présumer que sa nomination en 1949 à l'Institut de Technologie Carnegie-Mellon de Pittsburgh n'était pas étrangère à une telle volonté [7]. Simon, comment expliquer l'intérêt, pour une école d'ingénieurs, d'accueillir dans ses rangs un économiste ? La généricité revendiquée du

modèle de décision décrit ci-dessus et sa proximité institutionnelle avec le milieu des ingénieurs va conduire Simon à se demander si la conception n'est pas, au final, qu'une forme du processus de décision. Ce faisant, après avoir introduit dans le champ de la théorie économique un objet incongru, la rationalité limitée, il en introduit un second, qui est la conception. Un peu plus d'une décennie après avoir initié ses travaux sur la décision, Simon va commencer à élaborer une véritable théorie de la conception [1].

SIMON, THÉORICIEN DE LA CONCEPTION

Simon aborde la conception avec un point de vue externe, d'économiste. Il n'entend pas en expliciter le contenu de sorte à mieux comprendre comment il agit en tant qu'architecte, concepteur mécanicien, etc., mais apprécier quelles sont les relations qui existent entre elle et le domaine, central chez lui, de la décision. En systématisant ses propos et ses travaux épars, la théorie de la conception simonienne peut se comprendre en mettant en rapport trois entités majeures : l'artefact, le processus de conception et les sciences de l'artificiel. Détaillons-les.

L'Artefact

Simon part du constat que l'Homme vit non dans un environnement évolutif, mais dans un monde anthropisé, constitué d'artefacts, c'est-à-dire d'objets tangibles ou non (logiciels), de dispositifs (ex. un centre ville) ou d'environnements (ex. une organisation) créées par lui pour répondre à ses besoins [1]. Simon ne se contente pas de recenser les artefacts créés et utilisés par l'Homme, comme l'ont fait par exemple les Encyclopédistes [18], et de définir ainsi l'ensemble des artefacts en extension. Il le définit en intension, comme toute entité répondant à une fonction (« postulat fonctionnaliste » [19]), et ce qu'elle que soit la forme concrète prise. Anticipant le modèle FBS de John Gero ("*Function, Behavior, Structure*") [20], Simon ajoute que, partant d'une fonction attendue, le concepteur dote l'artefact d'un comportement, c'est-à-dire d'une interface entre son environnement interne et externe, et d'une structure interne. Une conception réussie est une conception à l'issue de laquelle un artefact satisfaisant, c'est-à-dire fonctionnel, est produit.

Enfin, à suivre Simon, pour être qualifié d'artefact, il faut non seulement que l'entité considérée réponde à un besoin et satisfasse une fonction, mais il faut aussi que la réponse apportée à ce besoin ait nécessité une synthèse réalisée par un acteur idéal-typique appelé concepteur [1]. Ce point est souvent ignoré des anthropologues ou des philosophes des techniques. Pour eux, par exemple, caler à l'aide d'un galet proche la roue d'une voiture dont le frein de stationnement ne fonctionne plus et susceptible, de ce fait, de dévaler une pente, fait de la pierre utilisée un artefact. D'un point de vue simonien, il ne l'est pas. Par contre, si nous nous posons la question générale de savoir comment empêcher ou pallier un tel dysfonctionnement, si nous créons plusieurs objets répondant à cette fonction, indépendamment de la situation précise évoquée ci-dessus, alors nous créons un artefact appelé cale. La conception suppose donc un détour conceptuel : elle ne peut être confondue avec un usage [19].

Concepteur et conception

Pour Simon, si la conception n'est pas triviale, elle n'a rien d'héroïque et met en œuvre des aptitudes humaines communes [1] [19]. Elle peut être le fait d'un concepteur « institué » [21] (l'ingénieur d'un bureau d'études), d'un concepteur qui s'ignore (le médecin imaginant et prescrivant un traitement [1]) ou « tout venant » [22]. Quel que soit son statut, il s'engage dans un processus qui hérite des propriétés de la décision et de la résolution de problème, et

ce même si le processus de conception présente des spécificités dont Simon a conscience. Celles-ci sont au moins au nombre de cinq :

(1) le « problème de conception » (“*design problem*”) est souvent « non-structuré » (“*ill-defined problem*”) [4] [5]. Il appartiendra au concepteur de mieux le structurer, par exemple en traitant les données du problème non pas en vrac, mais en les décomposant, en les regroupant par modules et en créant ainsi une architecture « semi-décomposable » [1]. Un outil comme une matrice structurelle peut l’aider dans cette tâche délicate [1] ;

(2) la majeure partie des ressources du concepteur sont mobilisées pour formuler le problème (par exemple : identifier les exigences et contraintes du futur artefact) (“*problem setting*”), générer les alternatives (proposer différentes solutions de principe), plutôt que pour en choisir une (utiliser telle méthode de choix multicritère pour classer les solutions créées) ;

(3) les objectifs du problème de conception et les solutions alternatives trouvées par le concepteur se trouvent reformulés à flux continu. L’identification, la formulation et la résolution de problème sont dès lors intriqués : « *Designing is satisficing, finding an acceptable solution* » écrit lapidairement Simon [5] ;

(4) le concepteur doit avoir une attitude créative, c'est-à-dire être volontaire, tenace [23], et mettre en œuvre des heuristiques visant non à verrouiller d’emblée une solution, mais à proposer des solutions suffisamment flexibles pour utiliser au mieux les futures opportunités que le processus de conception lui fera découvrir [5] ;

(5) le résultat d’un processus de conception achevé consiste, outre en un artefact satisfaisant, en un apprentissage sur les façons de concevoir [2] [5].

Les sciences de l’artificiel

Simon pousse jusqu’au bout son raisonnement en affirmant que l’étude poussée de la conception amène non seulement à changer notre vision de la rationalité, mais aussi celle que nous portons sur les sciences. Pour Simon, en effet, une science de la conception ne peut être une science de la nature permettant à un observateur extérieur d’expliquer le « merveilleux » (ici, la conception) par un ensemble de lois concises, empiriquement testées [1]. Pour Simon, une science de l’artificiel vise à comprendre ce qu’est l’artefact, pour bien le distinguer de la chose naturelle [19], et ce qu’est la conception, pour mieux l’instrumenter, l’enseigner [1] ou plus généralement en rationaliser l’exercice [24]. Il y a bel et bien science et non un ensemble d’outils, d’habiletés à acquérir, de bonnes pratiques, dans la mesure où des concepts spécifiques, problématiques pour les sciences de la nature, doivent être développés [21], tels ceux de fonction (donc de finalité), de concepteur, de conception, de créativité, etc. Enfin, et même s’il ne l’explique pas, pour Simon, les sciences de l’artificiel doivent avoir à la fois un fondement empirique (elles décrivent ce que sont les artefacts et ce que le concepteur fait pour en créer) et un fondement théorique (elles reposent sur des concepts, des modèles computationnalistes)

ONTOLOGIE DU MONDE DE L’ARTIFICIEL

Il est habituel, pour un économiste, de faire de l’histoire de la pensée, c'est-à-dire de préciser le contenu des concepts proposés par tel ou tel auteur ou de telle ou telle École au regard du contexte historique dans lequel ils ont été produits. Lorsqu’on s’adresse à des chercheurs de sciences pour l’ingénieur, il est toutefois possible d’aller plus loin dans la modélisation et de considérer que l’ensemble de concepts proposés par un auteur peuvent être représentés à l’aide d’une ontologie. Celle-ci se veut une « la spécification explicite d’une conceptualisation » donnée [6]. Spécification reposant sur des entités et des relations représentées à l’aide d’un langage diagrammatique.

Dans le cas présent, l'ontologie n'a pas de vocation instrumentale. Il ne s'agit pas de proposer une représentation des connaissances indépendantes de l'application informatique dans lesquelles celles-ci seront ensuite mises en œuvre. L'ontologie présentée a une vocation compréhensive. Il s'agit de s'aider d'un diagramme pour représenter de façon aussi concise que possible la conceptualisation qu'avait Simon du monde de l'artificiel. Dans l'ontologie proposée figure 1, toutes les entités sont définies, associées par des relations causales, ensemblistes ou épistémiques. Ses trois entités clefs sont l'artefact, la conception et les sciences de l'artificiel. La principale relation d'héritage concerne le processus de conception et celui de résolution de problème. Ce qui signifie que le concepteur n'est pas l'individu conceptualisé par la théorie standard du choix : il s'engage dans un processus et manifeste des comportements relevant de la rationalité limitée. Certaines entités placées en bas de l'ontologie relèvent des spécificités de la conception. Si des entités ajoutées modifient le sens du diagramme présenté figure 1, c'est alors tout simplement que celles-ci ne relèvent pas d'une ontologie simonienne !

PÉRENNITÉ DE L'ONTOLOGIE SIMONIENNE

Si la théorisation de la conception était peu avancée dans les années 1960, les décennies 1980 et 1990 ont été marquées par un foisonnement de travaux, empiriques ou théoriques, qui nous permettent de disposer aujourd'hui de résultats substantiels sur cet objet [25]. L'immense majorité d'entre eux ont été le fait de communautés relevant de différentes sciences pour l'ingénieur. Ils ont pris certaines entités de l'ontologie simonienne décrite figure 1. Qu'en est-il aujourd'hui ? Nous voudrions maintenant montrer quelle pérennité a cette ontologie. Pour ce faire, il est intéressant de faire une recherche bibliométrique sur les articles parus dans une revue aussi emblématique de la théorie de la conception *Design Studies*. Cette revue d'audience internationale a été créée en 1979 par des membres de la *Design Research Society*. Comme l'annonce son comité éditorial, son objet est d'étudier tous les aspects de l'activité de conception.

La recherche bibliométrique a été effectuée sur tous les numéros de *Design Studies* paru entre 1979 et mai 2009 (soit 235 numéros et environ 2 200 articles) à partir des informations disponibles en ligne. Notons qu'aucune institution française ne paraît avoir la série complète de *Design Studies* : la plupart des abonnements ayant commencé au mieux au milieu des années 1980. Ce qui signifie que les articles publiés aux dates les plus proches de la parution de *The Sciences of the Artificial* sont difficiles d'accès.

Les requêtes ont été de trois types. Dans un premier temps, il s'est agi de calculer les occurrences de « Simon » dans les intitulés d'articles, leur corps de texte ou leurs références. Ensuite, les requêtes ont consisté à apprécier les occurrences du livre *The Sciences of the Artificial* dans les intitulés d'articles, leur corps de texte ou leurs références. Enfin, une extraction a été faite avec les termes correspondant à des entités de l'ontologie présentée figure 1 comme étant les plus significatives. Il s'agit des termes : *artefact*, *design process*, *problem solving*, *bounded rationality*, *satisficing*, *search* et *procedural rationality* [].

Avant de présenter nos résultats, soulignons d'emblée les premières limites de cette étude :

(1) l'étude des premiers exemplaires de *Design Studies* supposerait de disposer des revues papier, ce qui est impossible pour les numéros parus avant 1986 ;

(2) un sondage portant sur quelques articles récents a montré que des auteurs utilisent des concepts simoniens sans se référer à Simon ;

(3) les termes *Sciences of the Artificial* et *artefact* sont ambigus. Le premier renvoie au livre de Simon ou au concept épistémologique. Le second, tantôt au concept simonien, tantôt à l'acception commune.

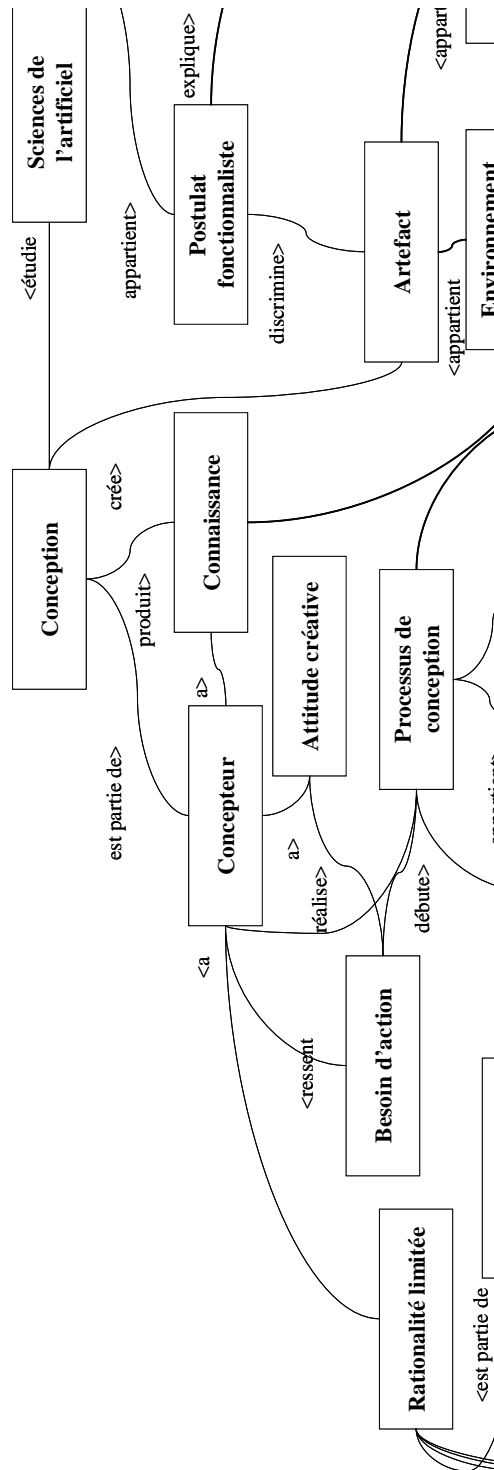


Figure 1. *Ontologie simonienne du monde de l'artificiel.*

Tableau 1. *Données bibliométriques brutes.*

Année	Simon			Sciences of the Artificial			Thème						
	Titre	Texte	Références	Titre	Texte	Références	Artefact	Design process	Problem solving	Bounded rationality	Satisficing	Search	Procedural rationality
2009	1	4	4	1	2	4	17	25	14	2	3	0	0
2008	0	12	11	0	0	7	23	31	15	0	1	0	0
2007	0	11	14	0	1	6	16	26	15	0	3	0	0
2006	0	11	11	0	1	4	11	31	17	0	1	0	0
2005	0	5	6	0	1	1	14	28	11	0	0	0	0
2004	0	2	9	0	0	3	11	25	9	0	2	0	0
2003	0	3	6	0	0	1	18	30	14	0	0	0	0
2002	0	5	6	0	1	4	14	29	18	0	1	0	2
2001	0	9	10	0	0	6	8	27	20	0	0	0	0
2000	0	7	9	0	2	3	15	26	13	0	3	0	0
1999	0	5	8	0	0	2	9	28	18	0	1	0	0
1998	0	4	7	0	1	2	11	20	6	0	0	0	0
1997	0	7	6	0	0	0	13	29	15	0	0	1	0
1996	0	12	8	0	4	3	15	25	17	0	1	0	0
1995	0	10	7	0	2	3	13	27	16	0	0	0	0
1994	0	6	5	0	1	1	11	31	11	0	1	0	0
1993	0	3	3	0	0	1	9	22	10	0	0	0	0
1992	0	8	6	0	2	2	8	20	10	0	0	0	0
1991	0	9	8	0	4	3	14	42	22	0	1	0	0
1990	0	10	8	0	4	5	14	25	8	1	0	0	0
1989	0	7	7	0	2	2	9	32	15	0	0	0	0
1988	0	7	7	0	4	4	13	27	9	0	0	0	0
1987	0	4	4	0	1	1	7	20	12	1	0	0	0
1986	0	5	2	0	1	2	11	22	15	0	0	0	0
1985	1	4	1	0	1	1	6	28	7	1	0	0	0
1984	0	0	0	0	0	0	14	31	12	0	0	0	0
1983	0	1	1	0	0	0	7	19	6	0	0	0	0
1982	1	11	3	1	5	3	16	29	21	0	3	0	2
1981	0	6	4	0	2	2	15	26	34	0	0	0	0
1980	0	7	6	0	9	6	17	29	17	0	1	0	0
1979	0	5	6	1	3	3	6	20	12	0	1	0	0

Malgré ces limites, deux résultats ont été obtenus.

Tout d'abord, depuis la création de la revue, on note qu'environ 10% des articles font référence à Simon dans leur corps de texte ou leurs références. Son ouvrage *The Sciences of the Artificial* est mentionné 85 fois. Ce qui tend à faire de Simon un auteur reconnu et légitime au sein de la communauté des sciences de la conception, avec un regain d'intérêt sensible pour son travail depuis 2006.

Ensuite, si Simon est un auteur reconnu par les théoriciens de la conception, quels seraient alors les aspects de sa pensée les plus largement mentionnés ? Si nous nous référons à l'ontologie présentée figure 1, nous trouvons certains items bien représentés. C'est le cas pour l'occurrence *artefact* (385), *design process* (830) et *problem solving* (439). Notons que cette dernière occurrence intervient autant dans des articles pro-simoniens que d'autres qui sont farouchement opposés à cet auteur [24]. Par contre, les concepts de *bounded rationality*, de *procedural rationality*, de *satisficing*, de *search*, avec respectivement 5, 23, 1 et 4 occurrences, ne sont quasiment pas abordés. Ce point est surprenant, dans la mesure où il s'agit de concepts centraux chez Simon.

Comment expliquer cette omission ? Sans doute parce que les rédacteurs des articles parus dans *Design Studies* ont cherché à comprendre la dimension décisionnelle et computationnelle de leur activité de concepteur plus qu'à s'interroger sur ses fondements conceptuels, avec l'idée d'une rationalité propre au concepteur, et ses fondements épistémologique, avec celle de sciences de l'artificiel. Pourtant, de telles interrogations nous paraissent ouvrir des voies de recherche fructueuses.

EMPIRISME ET CREATIVITE

D'un point de vue épistémologique, actualiser le programme simonien décrit les pages précédente revient à donner aux sciences de l'artificiel le statut de sciences fondées à la fois sur des théories et sur un corpus empirique consistant, ou ce que l'épistémologue Mario Bunge appelle les sciences « ratio-empiristes » [26]. En effet, chez Simon, il y a un paradoxe : il a multiplié les observations de terrain ou de laboratoire pour ce qui concerne l'étude de la décision ou la rationalité limitée et n'a tout simplement pas suivi cette méthode empirique dès qu'il s'est agi de conception. Ce fait peut sans doute s'expliquer par son parti pris computationnaliste, donc dualiste [26]. Il croyait possible de comprendre et d'analyser l'esprit du concepteur en modélisant les processus computationnels intervenant principalement lors de la résolution de problème. Or, pour un empiriste, l'esprit ne désigne rien de plus que le (dys)fonctionnement et le développement du cerveau tels qu'ils peuvent être observés par les neurosciences, et la conception n'est rien d'autre que ce que fait concrètement le concepteur. Pour l'empiriste, il est donc impossible de saisir les processus cognitifs de la conception sans observer méthodiquement les modalités avec lesquelles le concepteur réalise son « activité » [27]. Ce biais computationnaliste explique sans doute pourquoi Simon a omis des pans significatifs de la conception, que ce soit la dimension collective, organisationnelle ou sociale, voire sa dimension instrumentée (usage des schémas, plans, etc.) ou symboliques (recours à des modèles de plus en plus abstraits). Ce biais pourrait nous aider à comprendre pourquoi les sciences de l'artificiel ne sont, à ce jour, que des sciences programmatiques [21]. Elles ne peuvent progresser qu'à la condition de s'appuyer sur un corpus empirique spécifique, qu'une science de la nature ne pourrait produire. Bien évidemment, ce corpus reste à construire.

Notre étude bibliométrique a montré les faibles occurrences des termes relatifs à la rationalité du concepteur. En n'approfondissant pas la question des spécificités de la rationalité limitée et de la rationalité procédurale du concepteur, les théoriciens de *Design Studies* ont peut être manqué un point critique. En pointant les contraintes informationnelles (incomplétude des informations disponibles [9]) et computationnelles (attention et mémoire

de travail limitées [4]) qui pèsent sur le concepteur, Simon semble minorer sa capacité créatrice, alors même que, dans certains articles, il a abordé la question de l'intuition ("insight") [11] ou de la pensée créative [23]. La première reposerait sur la reconnaissance globale d'une forme associée au problème traité ou à la solution générée [11]. La seconde, sur une attitude particulière du concepteur et sur une dynamique de ses processus cognitifs lui permettant d'imaginer des solutions nouvelles, impensables *a priori*. En supposant possible d'explicitier les conditions cognitives de l'intuition et de l'imagination dans le cours de l'action, Simon a pointé du doigt ce que serait la « rationalité créative » [28] du concepteur. Curieusement, certains travaux très récents en théorie de la conception détaillent les formes ou les explications de la créativité [29], sans mentionner la raison de l'action créative du concepteur, c'est-à-dire sans chercher à préciser ce que serait sa rationalité créative. On le voit, tout comme dans le cas de sciences de l'artificiel à étayer empiriquement, il y a là un projet de recherche largement ouvert.

CONCLUSION

1969 a été marquée par la parution de la première édition des *Sciences de l'Artificiel*. Avec ce livre, trois fois réédité et complété, Herbert Simon a tenté de donner une vue panoramique du monde de l'artificiel. Celui-ci peut être décrit à l'aide de trois entités clefs : l'artefact résultant de la conception, le processus de conception vu forme de résolution de problèmes impliquant, chez le concepteur, la mise en œuvre d'une rationalité spécifique, et les sciences de l'artificiel jugées comme distinctes des sciences de la nature. Une partie de cette ontologie a été reprise par la communauté de théoriciens réunis autour de *Design Studies*. Si les aspects relatifs à l'analyse décisionnelle du processus de conception ont été approfondis ou amendés, deux thèmes majeurs de la pensée simonienne sont curieusement absents. Le premier concerne le statut épistémologique des sciences de l'artificiel, qui, à ce jour, demeurent des sciences en projet plus que des sciences ratio-empiristes incontestables. Le second concerne l'étude et la formalisation de la rationalité spécifique du concepteur, de sorte à expliciter ce que serait la rationalité créative. Si certains aspects du programme de recherche initié par Simon paraissent datés et justifient le caractère rétrospectif du présent tutoriel, il n'en demeure pas moins vrai que chercher à développer nos connaissances sur ces deux thèmes peut ouvrir des pistes fructueuses pour les théoriciens de la conception. Simon peut encore inspirer les recherches en matière de théorie de la conception.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Simon H-A, 1969. *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MA, MIT Press, 1^o édition.
- [2] Simon H-A, 1981. *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MA, MIT Press, 2^o édition.
- [3] Simon H-A., 1997. *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MA, MIT Press, 3^o édition.
- [4] Simon H.A., 1992. Methodological Foundations of Economics. In : Auspitz J.L., Gasparski W.W., Mlicki M.M., Szaniawski K. (Eds.), *Praxiologics and the philosophy of economics*. New York, NY, Transaction Publishers, 25-41.
- [5] Simon H-A, 1995. Problem Forming, Problem Finding and Problem Solving in Design, In: Collen A, Gasparski W.W (Eds.), *Design and system, Praxiology*. New York, NY, Transaction Publishers.
- [6] Gruber R-T, 1995. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing, *International Journal of Man-Computer Studies*, Vol 43, pp 907-928.
- [7] Simon H-A, 1996. *Models of my Life*. Cambridge. Cambridge, MA, MIT Press.
- [8] Simon H-A, 1959. *Administrative Behavior*. New York, NY, The Free Press.
- [9] Simon H.A., 1959. Theories of decision-making in economics and behavioral science. *The American Economic Review*, XLIX(3), 253-282.
- [10] Simon H-A, 1978. Rational decision-making in business organizations. Nobel Memorial Lecture, Stockholm, S, Nobel Foundation, 343-371.

- [11] Simon H.A., 1992. Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution. In: Egidi M., Marris R. (Eds.), Economics, Bounded Rationality and the Cognitive Revolution. London, UK, Edward Elgar.
- [12] Ericsson K-A, Simon H-A, 1983. *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*. Cambridge, MA, MIT Press.
- [13] Crowther-Heyck H., 2005. Herbert A. Simon: The Bounds of Reason in Modern America. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press.
- [14] Fodor J., 2000. *The Mind doesn't Work That Way: The Scope and Limits of Computational Psychology*. Cambridge, MA, MIT Press.
- [15] Le Moigne J-L., 1990. *La Modélisation des systèmes complexes*. Paris, F, Dunod.
- [16] Simon H-A, 1977. *The New Science of Management Decision*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- [17] Simon H.A., 1993. Entretien donné à la Revue Française de Gestion, *Revue Française de Gestion*, (94).
- [18] Micaëlli J-P, Forest J, 2003. *Artificialisme : Introduction à une théorie de la conception*. Lausanne, CH, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- [19] Forest J., Micaëlli J-P., 2007. Artefact, les apports de l'approche simonienne. *Revue du GRESEC*, Mai, 8 p.
- [20] Gero J.S, Kammengiesser U., 2004. The situated function-behaviour-structure framework. *Design Studies*, 25(4), 373-391.
- [21] Forest J., 2005. Finalités, modalités et résultats d'une science de la conception. In: Forest J, Méhier C. and Micaëlli J-P (Dir.), *Pour une science de la conception: Fondements, méthodes, pratiques*. Sévenans, F, Pôle éditorial de l'UTBM, 11-23.
- [22] Bonnardel N., 2006. *Créativité et conception : Approches cognitives et ergonomiques*. Marseille, F, Solal Éditeur.
- [23] Simon H-A, Newell A., Shaw J-C, 1962. The Processes of Creative Thinking. In: Simon, H-A (Ed.), *Models of Thought*. New Haven, NJ, Yale University Press, 144-174.
- [24] Coyne R., 2004. Wicked problems revisited. *Design Studies*, (26), 5-17.
- [25] Perrin J., 2002. *Concevoir l'innovation industrielle*. Paris, F, Éditions du CNRS.
- [26] Bunge M., 2004. *Matérialisme et humanisme : pour surmonter la crise de la pensée*. Montréal, PQ, Liber.
- [27] Engeström Y., 1987. Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research. Helsinki, FIN, Orienta Kosultit.
- [28] Forest J., Faucheux M., 2007. Expliquer l'inexplicable. Sciences de la conception et créativité. *Cahiers de RÉCITS*, N°5, 211-222.
- [29] Howard T-J., Culley S-J., Dekoninck E., 2008. Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design Studies*, Vol.29, pp 160-180