

SUR LES PROCESSUS DE CONCEPTION : FORMULATION, RECHERCHE EXPLORATOIRE, ET TRAITEMENT DES PROBLEMES DE CONCEPTION

Par Herbert A. SIMON

Traduction rassurée par l'équipe d'animation de la revue [Projectics / Proyéctica / Projectique 2019/3 \(n°24\)](#), (pages 13 à 25) que l'équipe d'animation du Réseau Intelligence de la Complexité MCX-APC remercie chaleureusement pour son précieux concours. Cette traduction française est celle du texte d'Herbert A. Simon, extrait de A. Collen & W.W. Gasparski (Eds.), *Design and systems: General applications of methodology* (Vol. 3), New Brunswick, NJ: Transaction Publishers, 1995.

Cette conférence (publiée en 1995) a été donnée au premier Congrès International sur la Théorie de la Planification et de la Conception, Boston, 1987. Elle témoigne de la convergence d'étudiants en conception issus de disciplines les plus diverses. C'est un événement très significatif de grande importance. Il est intéressant que la réunion s'adresse à tous pour que vous reconnaissiez tous vos préoccupations communes. Il est intéressant que nous ayons des perspectives approfondies sur le processus lui-même de conception.

Même s'il est prétentieux de parler des « sciences de conception », nous savons au moins maintenant qu'il existe des vérités sur le processus de conception qui peuvent être formulées et communiquées, des propositions générales qui semblent s'appliquer à la conception, tel que chacun le fait, dans son domaine professionnel particulier.

Mais peut-être n'est-il pas vraiment prétentieux de parler des sciences de conception. Certains principes sont largement applicables et, de plus en plus, nous trouvons les moyens de les mettre à l'œuvre sur des ordinateurs électroniques et de garantir ainsi la puissante assistance de ces ordinateurs au cours du processus de conception. Faisons un compromis sur « l'art et la science de conception ».



La prise de conscience de nos communautés au cours de ces dernières années, quel que soit le domaine dans lequel nous travaillons, a été accélérée par le recours aux ordinateurs dans la mise en œuvre effective des processus de conception : systèmes experts, conception assistée par ordinateur, intelligence artificielle. Parce que leurs programmes sont ouverts à l'inspection, les ordinateurs nous permettent d'examiner le processus de conception. Le programme est un objet tangible et concret. Et afin d'établir des programmes de conception ou d'aide à la conception, nous devons essayer de comprendre le processus. Ce processus est fondamentalement le même, qu'il soit effectué par des personnes ou par des ordinateurs, ou, comme c'est de plus en plus le cas, par les deux en collaboration.

1 – Un peu de terminologie

La conception, tel que j'utilise le terme, signifie synthèse. Cela signifie concevoir des objets, des processus, des idées pour atteindre des objectifs, et montrer comment ces objets, processus ou idées

peuvent être réalisés. La conception est le complément de l'analyse, car par analyse, on entend comprendre les propriétés et les implications d'un objet, d'un processus ou d'une idée déjà conçus.

Dans l'analyse, la conception finale est donnée et la question à laquelle il faut répondre est la suivante : quelles sont ses propriétés et comment va-t-elle se comporter ? Dans la conception, les objectifs et les contraintes, tout au plus, sont donnés, et la question à laquelle il faut répondre est la suivante : quelle conception ou quelles conceptions satisferont ces objectifs et contraintes ? Il est rare que les objectifs et les contraintes ne soient satisfaits que par une seule conception unique ; et il serait rarement possible d'examiner toutes les conceptions possibles en vue de déterminer laquelle est, d'une certaine manière, optimale. Concevoir, c'est satisfaire, c'est trouver une solution acceptable.

2 – Le choix en tant que constitutif du processus de la conception

Une des composantes du processus de conception consiste à choisir entre une ou plusieurs alternatives disponibles. Nous disposons de nombreux outils analytiques puissants pour aider à choisir les outils tissés par la science économique, la théorie de la décision statistique et la recherche opérationnelle. Presque tous ces outils s'inscrivent dans le paradigme général suivant : on nous offre un ensemble d'objectifs et de contraintes ; on nous offre également un ensemble d'alternatives au choix. Enfin, on nous fournit des informations assez complètes (même si elles pourraient être probabilistes) sur le niveau d'objectif (utilité) que chaque alternative atteindra.

Si le problème n'est pas trop complexe et que le calcul de l'optimum est faisable, la procédure analytique nous annoncera le choix optimal. On doit insister sur la condition « si le problème n'est pas trop complexe ». Dans la plupart des situations réelles, le problème est en fait trop complexe, et il faut faire des approximations drastiques en décrivant la réalité avant qu'il soit informatiquement possible de faire des choix « optimaux », c'est-à-dire des choix qui seraient optimaux si le monde approximatif était le monde réel. Heureusement, les choix optimaux dans le monde approximatif sont souvent satisfaisants dans le monde réel.

3 – Trouver ou générer des alternatives

Cependant, je ne souhaite pas insister sur l'aspect choix de conception, car ce n'est pas l'aspect sur lequel les concepteurs consacrent la majorité de leur temps et de leur énergie. La plupart des ressources de la conception sont consacrées à la découverte et à la génération des alternatives, et non à choisir parmi elles. En fait, il est assez courant qu'une seule alternative émerge du processus de conception, un seul plan pour une maison ou un pont, ou une seule partition pour une sonate. Il ne reste aucun choix ; tous les choix ont été faits au cours de la génération, de la sélection et de la combinaison des éléments et des composantes de la conception. Le choix est entièrement lié à la génération.

Il est certain que les éléments d'une conception ne sont pas entièrement inventés. Le concepteur commence avec des primitives, des composantes dont il ou elle sait qu'ils sont disponibles ou peuvent être produits. La conception est alors un jeu de combinatoire joué autour de ces primitives. On ne doit pas être surpris par le fait que, de primitives aussi banales qu'elles soient, une nouveauté, même admirable, puisse émerger de ce processus combinatoire. Après tout, 92 éléments naturels sont suffisants, par combinatoire, pour produire toutes les substances présentes dans la nature ou créées par des artifices humains. Quatre nucléotides dans l'ADN sont suffisants pour coder les 20 acides aminés ; et ces 20 acides aminés construisent les innombrables protéines de la matière vivante. Le jeu combinatoire de Darwin, joué autour des quatre nucléotides, représente toute la nature vivante. La combinatoire est au cœur même de la création, donc de la conception.

Toutefois, une grande partie de la sélection parmi les alternatives partielles des composantes a lieu au cours du processus de conception. Je tiens à souligner la différence radicale entre le choix parmi les alternatives et la génération d'alternatives. Il n'y a pas de place dans le choix à la surprise du concepteur face aux innovations inattendues qu'il ou elle crée en combinant et en recombinaison les primitives. Dans les domaines d'intérêt scientifique, artistique ou technique, le concepteur ne peut prédire ce qui va émerger que très tard dans le jeu. (Sinon, quel serait le besoin du processus ardu de conception ?)

Intrinsèquement, la conception est un processus computationnel, une sorte de calcul des implications des hypothèses initiales et de leurs combinaisons. Un Dieu omniscient n'a pas besoin de concevoir : le résultat est connu avant le début du processus. Concevoir, c'est rassembler des informations sur ce qui découle de ce que l'on a proposé ou supposé. Il n'intéresse que les créatures comme nous ne disposant que de capacités computationnelles limitées.

4 - Le focus d'attention

Il y a trois manières, toutes critiques pour le processus de conception, dans lesquelles l'exercice de l'humaine rationalité est limité. J'ai déjà fait allusion aux deux premières : on ne connaît qu'une infime fraction des informations qu'on a besoin de connaître, les informations pertinentes pour parvenir à une conception optimale. Et nos capacités computationnelles pouvoirs de calcul ne nous permettent de calculer que quelques-unes des innombrables implications des choses qu'on connaît.

Mais notre capacité de raisonnement est également limitée d'une troisième manière. On stocke ce qu'on connaît dans cette partie encyclopédique du cerveau, généralement appelée « mémoire à long terme ». On stocke d'autres parties de nos connaissances dans des encyclopédies externes et des sources de référence, traditionnellement sur papier, mais de plus en plus dans des mémoires informatiques, où uniquement l'index des informations sera conservé en mémoire. La mémoire à long terme est également indexée et est accessible via le processus de reconnaissance. Un stimulus dans l'environnement externe, un mot sur une page, une image, ou un objet, nous donne accès à des informations déjà stockées en mémoire concernant ce type de mot, d'image ou d'objet. Nous disons que nous le/la reconnaissons.

Or, cette méthode de stockage d'informations nous impose de sévères limites. On ne peut récupérer que les informations indexées et reconnues. Et on ne peut consulter qu'une seule page de l'encyclopédie à un moment donné. On peut disposer d'une grande quantité d'informations, mais seul un petit fragment d'entre elles, qu'il soit stocké à l'intérieur ou à l'extérieur, peut faire l'objet de notre attention à tout moment.

Notre faible capacité d'attention est illustrée par le « magique nombre sept » de George Miller. La mémoire à court terme, la mémoire de l'attention, ne peut contenir que sept « éléments » bien connus. On peut facilement tester cette hypothèse. Recherchez un numéro de téléphone dans le répertoire et conservez-le jusqu'à ce que vous puissiez le composer. La plupart d'entre nous seront capables de le faire, à moins d'être interrompu. Essayez maintenant avec deux numéros de téléphone, tentez de conserver en mémoire le premier numéro pendant que vous composez le second. Je pense que vous n'y parviendrez pas.

En tant que concepteurs, nous savons que nous devons augmenter notre mémoire à court terme avec des aide-mémoire externes. Historiquement, le plus important est le dessin sur une planche à dessin. Aujourd'hui, un écran d'ordinateur remplace souvent la planche à dessin. Au fur et à mesure que des informations pertinentes sont récupérées ou générées, on les fait entrer dans notre dessin en accumulant ainsi une base d'informations plus riche sur notre problème actuel. Mais même le dessin ne fournit

qu'une réponse partielle au problème de l'attention limitée. Au fur et à mesure que la quantité d'informations dans le dessin augmente, on constate qu'on ne peut plus tout gérer simultanément, mais seulement quelques chunks. Ainsi, le problème de récupération d'informations est simplement transféré de la mémoire à court terme et à long terme au dessin. Le problème est toujours là et l'objet momentanément de notre attention demeure limité.

Dans la suite de mon exposé, je répondrai à nos propres limites d'attention en me concentrant sur le magique nombre sept et la planche à dessin en tant que déterminants majeurs des déterminants du processus de conception qui exercent une influence majeure sur les objectifs de conception et sur la forme des problèmes de conception. Cela ne nous donnera qu'une vue partielle de la conception ; mais lorsque des questions complexes sont en discussion, nous ne pouvons avoir que des vues partielles. En fait, c'est la morale de mon histoire.

5 - La planche à dessin

Comme je l'ai déjà dit, la planche à dessin accumule des informations. On s'occupe d'un aspect de la tâche de conception, on prend une décision et on l'enregistre dans le dessin. Elle reste là, combinant avec toutes les autres décisions qu'on a prises et qu'on prendra ultérieurement et se rapportant à elles. Pour utiliser les informations du dessin, on doit s'en occuper de manière sélective, en fonction de nos objectifs actuels et des indices qu'on peut voir.

Mais le dessin fait plus qu'enregistrer et cumuler des informations. Il nous fournit également des inférences, des inférences qu'il serait difficile voire presque impossible de faire sans le dessin (ou sans une image correspondante dans notre esprit). Permettez-moi d'expliquer cela par un exemple trivial, assez simple pour qu'on puisse le faire dans notre tête, sans dessin. Je vous demande d'imager un rectangle deux fois plus large que haut. Laissez tomber une ligne verticale du milieu du haut du rectangle vers le bas. Maintenant, votre esprit effectue de merveilleux calculs. Je vous demande quelle est la forme des deux figures que la division du rectangle a engendrées. Sans hésiter, vous répondez : « Ce sont des carrés, bien sûr ». Le sauriez-vous et pourriez-vous le prouver sans l'image mentale ou le dessin ?

Laissez-moi porter l'exemple un peu plus loin. Je trace une diagonale du coin nord-ouest au coin sud-est du rectangle. La diagonale coupe-t-elle la ligne verticale que vous avez dessinée (ou imaginée) précédemment ? Bien sûr que si. Comment le saviez-vous ? Vous pouvez « voir » le point d'intersection. Ainsi, le dessin, ou l'image mentale, crée de nouveaux objets (par exemple des points) et des relations entre les objets (par exemple des intersections de lignes) qui seraient extrêmement difficiles à générer si vous deviez les déduire par un raisonnement logique ou mathématique. Un dessin, en plus d'être une réserve d'informations, représente un puissant moteur d'inférence (Larkin et Simon, 1987). On effectue une série de choix qu'on enregistre sur le dessin ; le dessin « calcule » sans effort beaucoup de conséquences de l'interaction de ces choix.

Bien entendu, il existe de sérieuses limites aux déductions que les dessins nous fournissent. Une contribution importante de la CAO a été de supprimer la limite particulière imposée par la bidimensionnalité du dessin. L'ordinateur peut stocker des images en trois dimensions (ou plus) et, si nécessaire, les afficher de manière à rendre la tridimensionnalité évidente. Et même sans l'affichage, il peut calculer si des objets se croisent en trois dimensions ou s'ils passent l'un devant ou derrière l'autre.

La possibilité de cumuler des informations dans les dessins et de faire automatiquement de nombreuses inférences, sur les interrelations, exerce une influence dominante sur l'organisation du processus de

conception partout où les dessins peuvent être utilisés. À ce point, le concepteur n'est plus confronté à la tâche impossible de s'occuper de tout en même temps. Une décision de conception, basée sur des considérations spécialisées, peut être enregistrée, puis révisée sous un angle assez différent de celui qui l'a générée.

Lorsqu'un dessin est digitalisé à n'importe quel stade du processus de conception, des indices peuvent évoquer des informations pertinentes sur les détails à prendre en compte, sur les contraintes qui ont été enfreintes, sur des alternatives qui n'ont pas été considérées, sur des informations qui n'étaient pas au centre de l'attention lorsque les décisions précédentes ont été prises. Les applications répétées de ce mécanisme de reconnaissance peuvent garantir que le produit de conception final répondra à une vaste gamme de considérations qui n'auraient pu être traitées simultanément.

Bien entendu, le cycle choisir-enregistrer-réviser-reconnaître-revoir peut être appliqué à tout système d'accumulation d'informations. Ce ne devrait pas être nécessairement un dessin. Cependant, nos yeux sont merveilleusement bien adaptés à la numérisation de dessins et d'autres scènes visuelles, ainsi qu'à la perception d'une grande variété d'indices. En outre, comme nous l'avons observé, le dessin est également un processus déductif puissant. Pour ces raisons, nous utilisons beaucoup les dessins lors de la conception des systèmes disposés dans l'espace, et parfois même lors de la conception d'objets plus abstraits. Nous nous efforçons de trouver des moyens afin de représenter même nos abstractions dans les dessins : par exemple, les programmes informatiques et d'autres processus temporels dans les organigrammes, ou le cycle de vapeur en thermodynamique.

6 – Les objectifs dans la conception

Le processus de conception de tout ce qui est le moins complexe (et si ce n'était pas complexe, on ne l'aurait pas considéré ici) exige l'évaluation et la mise en balance d'un ensemble de considérations. Lors de la conception d'une maison, on doit tenir compte du contrôle de la température, de la vue depuis les fenêtres, de la forme des pièces et des portes, du fenêtrage, de la disposition des pièces. Je ne peux pas commencer à énumérer toutes les considérations qui sont impliquées dans les fonctions critères d'une maison.

En concevant le fonctionnement d'un objet aussi simple qu'un moteur électrique, nous avons à nous assurer qu'il fournit la quantité d'énergie souhaitée, en utilisant la quantité exacte de courant sous la bonne tension. Il doit être conçu de manière à ne pas surchauffer. (J'ai déjà reçu les plaintes d'un employeur qui désapprouvait la formation en ingénierie qui le contraignait à embaucher deux ingénieurs pour concevoir un moteur : un pour faire le circuit électrique, et l'autre pour s'assurer que le moteur ne brûle pas.) Il doit être fabriqué avec les matériaux les moins coûteux, et doit être facile à usiner et à fabriquer.

Des listes similaires de desiderata qui doivent être prises en compte pourraient être établies pour la conception des organisations, des programmes d'études secondaires, des campagnes publicitaires ou toute autre chose que vous souhaiteriez envisager. La fonction critère, ou la combinaison de critères et de contraintes, est invariablement détaillée, bien plus que ce qu'on pourrait garder à l'esprit au même moment.

En fait, il serait trompeur de parler de « fonction critère » car cette phrase évoque une image d'une synthèse nette comprenant les divers critères et contraintes en une sorte de moyenne pondérée, une utilité, un nombre magique qui résume notre évaluation de la conception au niveau de tous nos désirs et besoins combinés. Une telle synthèse n'existe pas. On évalue les produits de conception en appliquant un ensemble de critères et de contraintes discrets. Lorsque certains d'entre eux sont

satisfaits et que d'autres échouent, on modifie à la fois la conception ainsi que les critères et les contraintes. Lorsqu'on arrive à un point où on n'est plus sûr si les compromis produisent un gain net ou une perte nette et qu'on ne sait même pas comment les comparer, on est généralement prêt à se contenter du résultat. On recherche une conception qui répond à chacun de nos objectifs et contraintes à un niveau qui exprime le souhait qu'on a formé à l'égard de cette dimension.

7 – Le *satisficing* de la conception

Si c'est ainsi que nous évaluons nos conceptions, il s'ensuit que nous ne devons pas garder tous nos critères en tête en même temps. Plus particulièrement, nous n'avons pas besoin de tenir compte de tous les critères lorsque nous entamons le processus de conception. Nous pouvons compter sur les processus de reconnaissance pour évoquer des considérations que nous n'avions pas traitées auparavant, et ainsi garantir qu'elles ne seront pas négligées définitivement. Non seulement des alternatives émergent au cours du processus de conception, mais les objectifs de conception, les critères et les contraintes à satisfaire se manifestent également. Le problème de conception est continuellement reformulé au cours du processus de conception. La conception est un processus de formulation, de recherche *investigatrice* (*Designing*) et de traitement de problèmes. De même, la formulation et la recherche (*Searching*) ne viennent pas toujours en premier, suivies de la résolution. Les trois sous-processus sont profondément enchevêtrés.

8 – L'émergence des objectifs

À ce point, vous protesterez peut-être contre le fait que je joue sur les mots. Les objectifs n'émergent pas vraiment en cours de conception ; Vos objectifs sont vraiment là depuis le début. C'est juste qu'ils ne sont pas tous pris en compte dès le départ ; ils sont stockés dans la mémoire à long terme (ou dans des sources de référence) pour pouvoir y accéder et les prendre en compte au moment opportun.

Je crois que cette objection omet la principale leçon de la limite des capacités computationnelle Dans l'activité humaine, il ne s'agit pas de ce qu'on sait « en principe », mais de ce qu'on sait consciemment, ici et maintenant. Permettez-moi de vous proposer ce simple exemple. Supposons qu'une papaye vous soit offerte, quelque chose auquel vous n'avez jamais goûté. Quelle serait la fonction objectif qui déterminera votre réponse ? Évidemment l'utilité du goût de papaye ne peut en faire partie, car vous ne savez pas ce que c'est. Vous devrez répondre en termes de « valeur d'expériences nouvelles », ce qui n'a rien à voir directement avec les papayes. Votre première bouchée évoquera une nouvelle dimension d'utilité, celle du goût que vous ressentez. Cela va probablement influencer votre décision concernant la prise d'une deuxième bouchée ou non.

Avec suffisamment d'ingéniosité, vous pouvez maintenant construire une fonction d'utilité qui tiendra compte de cet exemple. Elle renferme le désir de nouvelles expériences ainsi que des utilités pour différentes dimensions et combinaisons de dimensions relatives au goût. Avec une telle fonction, les première et deuxième bouchées pourraient avoir des utilités très différentes. Mais je soutiens qu'une telle construction est un pur artifice. Il est beaucoup plus utile de décrire la situation en disant qu'après avoir goûté et aimé une papaye, vous vous êtes fixé le nouvel objectif de manger une papaye de temps en temps, surtout lorsqu'elle vous est offerte. En particulier, le goût de la papaye n'a joué aucun rôle dans la décision de prendre la première bouchée et pourrait être omis de la fonction critère initiale. Après cette bouchée, la fonction critère a changé.

Si vous acceptez cette dernière façon d'observer la situation, on peut en tirer des conséquences relatives au processus de conception. Il existe deux sources de connaissances qui, non initialement prises en

compte, peuvent être intégrées au processus. La première source est la mémoire : les connaissances évoquées au cours du processus qui n'ont pas été prises en compte au départ. La deuxième est la nature : au cours du processus, on pourrait apprendre des choses qu'on ne savait pas auparavant, ou expérimenter des choses qu'on n'avait jamais connues auparavant, et cet apprentissage ou cette expérience peut modifier nos préférences.

Dans les deux cas, on ne peut pas vraiment considérer les objectifs de la conception comme donnés, pas plus qu'on considère les alternatives comme données. Un processus de conception commence par quelques critères et possibilités (ou des primitives à partir desquelles les alternatives peuvent être construites). À mesure que le processus avance, de nouveaux critères et de nouvelles possibilités sont constamment évoqués à partir des sources qu'on a identifiées.

En concevant, on apprend ce qu'on peut avoir ; mais on apprend également ce qu'on veut.

9 – L'ordre dans la conception

On ne commence pas à concevoir des objectifs et des contraintes totalement innocents. On commence par les objectifs initiaux qui guident les premières étapes du processus de conception. Ces objectifs initiaux sont bientôt complétés par d'autres qui sont évoqués au fur et à mesure que le processus avance.

L'ordre selon lequel les objectifs sont générés n'est pas anodin, car différents enchaînements produiront différentes conceptions finales. (Dans mon article intitulé « Le style dans la conception », j'ai soutenu que l'ordre dans lequel les choses sont prises en compte dans le processus de conception est un facteur déterminant de ce qu'on appelle habituellement le « style ».) Les objectifs et les contraintes postulés au début représentent des engagements qui limitent les alternatives qu'on peut générer. De nombreuses conceptions possibles seront exclues de ces engagements initiaux.

En choisissant l'ordre dans lequel les objectifs seront introduits, les concepteurs sont guidés par un certain nombre d'heuristiques, dont certaines sont spécifiques à des domaines particuliers de la conception, tandis que d'autres sont assez générales. Par exemple, une heuristique de base consiste à inclure les objectifs et les contraintes les plus importants parmi ceux postulés initialement. La conception d'une maison commence par des critères qui régissent l'emplacement et le plan de niveau, et non pas la plomberie de la salle de bain. En omettant d'inclure des critères importants dans la formulation du problème initial, le concepteur risque de se retrouver dans des impasses où il n'y a pas de reprise sans recommencer à zéro.

Une deuxième méthode heuristique consiste à définir d'abord les critères globaux avant de traiter ceux qui régissent les spécificités. Lors de la conception d'un bâtiment, il est généralement avantageux de spécifier le coût et le volume total avant de déterminer l'emplacement et le plan de surface.

Une troisième heuristique consiste à postuler d'abord les critères les plus restrictifs, car les restrictions réduiront l'explosion combinatoire des possibilités et maintiendront ainsi la tâche de conception dans des limites raisonnables. Les êtres humains créent souvent leurs meilleures conceptions quand ils sont confrontés à de lourdes contraintes, car ils sont alors protégés contre la désorganisation et la nullité que peut créer un excès de possibilités. Les constructeurs de cathédrales gothiques ne sont pas défavorisés par la difficulté de se limiter à la construction de systèmes en plaçant pierre sur pierre. Bien au contraire, faire face à ces difficultés a abouti à la création de certaines des beautés essentielles de ces structures.

Toutefois, la discipline des contraintes présente un autre aspect. Si les contraintes initiales sont trop rigides, de nombreuses directions de développement possibles seront fermées et il sera peu possible que les objectifs non inclus dans l'ensemble initial exercent une grande influence sur la conception finale. Les objectifs auront peu de chance d'être modifiés par l'expérience.

Je voudrais aborder ce besoin de flexibilité comme dernier sujet. Mais pour conclure cette section, je dois réaffirmer son thème de base : déterminer l'ordre dans lequel les objectifs et les contraintes doivent être pris en compte est une étape importante dans la conception et un facteur déterminant du style du produit de la conception.

10 – Concevoir pour la flexibilité

Parce que la capacité cognitive des humains est sévèrement limitée, toute pensée repose sur des modèles très incomplets de la situation problématique. L'antidote à cette vision étroite incurable est de conserver la flexibilité, de sorte que lorsqu'un problème est examiné ultérieurement sous un nouvel angle, les décisions prises précédemment puissent être modifiées. Les engagements doivent être provisoires. Sans cette flexibilité, les contraintes ne peuvent pas être appliquées de manière séquentielle.

On pense généralement à la flexibilité, non pas comme une caractéristique du processus de conception mais comme une caractéristique du produit de conception. On pense que la flexibilité consiste à concevoir quelque chose qui sera adaptable aux conditions futures, et actuellement inattendues, qui sont différentes de celles qui prévalaient au moment de la conception. Mais on a vu que le processus de conception est lui-même un flux temporel, un enchaînement continu de décisions avec un passé, un présent et un futur.

La flexibilité dans le processus de conception permet d'utiliser les nouvelles connaissances dès leur émergence, tôt ou tard. De même, la flexibilité permet de répondre à de nouveaux critères chaque fois qu'ils sont évoqués. Elle permet de modifier et de renforcer les objectifs et d'introduire de nouvelles contraintes. Ce qu'on considère d'habitude comme processus de conception, les étapes suivies jusqu'au point où on a créé une conception à réaliser, n'est que la première étape d'un processus plus long. On conçoit d'abord un bâtiment, ensuite on l'utilise ; c'est-à-dire, on le reconçoit continuellement.

Le rôle de la flexibilité dans ces deux étapes est essentiellement le même. On a besoin de flexibilité tout au long du processus de conception pour que la conception puisse évoluer, en répondant à de nouvelles considérations à chaque étape. On a besoin de flexibilité dans le produit de conception afin qu'il puisse continuer à évoluer dans son utilisation, en répondant aux nouveaux besoins et aux nouvelles conditions. En bref, on a besoin de flexibilité car notre rationalité limitée est incapable d'anticiper toutes les éventualités qui surviendront durant le processus de conception ou toutes celles qui surviendront lors de l'utilisation ultérieure de l'objet conçu.

Le besoin de flexibilité est implicite dans toute conception, mais la flexibilité peut également être un objectif de conception explicite. Par exemple, lorsqu'on conçoit un langage informatique, on ne prévoit les programmes qu'on voudrait y écrire que du point de vue statistique, voire d'un point de vue plus vague encore.

Lorsqu'on conçoit un langage informatique pour écrire des programmes d'intelligence artificielle, le besoin d'une flexibilité délibérée devient encore plus grand. L'intelligence artificielle utilise la recherche heuristique, et la recherche heuristique sollicite des solutions aux problèmes via des voies imprévisibles. La mémoire de l'ordinateur doit être organisée de manière à ce que des structures de

taille et de conformation arbitraires puissent être stockées, consultées et modifiées de manière arbitraire. Ainsi, la caractéristique la plus impressionnante des langages de l'IA tels que LISP est qu'ils soutiennent cette flexibilité d'organisation de la mémoire. Ce sont les spécifications essentielles de leur conception.

11 – La conception des systèmes sociaux

Le critère de flexibilité revêt également une importance particulière dans la conception d'objets destinés à vivre longtemps, tels que les bâtiments, les villes et les institutions.

Un plan de ville ne peut guère être considéré comme un simple indice de certaines étapes initiales qui inciteront au développement ultérieur dans une direction donnée. Lorsque Pittsburgh, au début des années 50, a mis au jour son Triangle d'Or, une série d'événements, pour la plupart imprévus à l'origine, ont ensuite été déclenchés pour réaménager le centre-ville autour de son cadre dramatique, celui de la confluence de deux rivières. La configuration particulière des bâtiments qu'on connaît aujourd'hui est une réponse à cette première initiative, mais elle est totalement différente de la configuration qui figurait sur les dessins des années 1950. On peut considérer toute la durée des trente-cinq années comme un exercice de conception réalisé, non sur une planche à dessin, mais sur le site même de la ville. Il n'y a pas de frontière claire entre conception et action. Chaque étape de la pensée ou de l'action est simplement un point de départ vers la pensée ou l'action suivante.

Il ne faut pas non plus supposer que les objectifs de conception ont été entièrement spécifiés dans les plans initiaux. À mesure que la nouvelle ville émerge, on l'observe. On y vit et on expérimente ses qualités. Cela change nos valeurs et nos aspirations. On acquiert de nouvelles conceptions de ce qu'est une ville.

Les conceptions pour les organisations ont la même qualité provisoire et émergente. Mon exemple préféré est du même type que celui du plan de Pittsburgh : l'Administration de la coopération économique (ECA) créée en 1948 pour gérer l'aide du plan Marshall proposé en vue d'assurer la reprise économique de l'Europe après la Seconde Guerre mondiale. L'objectif de la législation était de fournir aux pays européens des fonds et des biens leur permettant de réanimer leurs propres potentiels productifs. Cependant, il existe plusieurs façons par lesquelles une telle organisation aurait pu être structurée.

L'ECA aurait pu être une organisation chargée de traiter et de valider les listes de courses européennes, et d'aider à la passation des marchés. C'était un seul modèle. Un autre modèle a conçu l'EGA comme une extension du département d'État, organisé pour entamer des négociations bilatérales avec des nations individuelles afin d'établir les conditions dans lesquelles l'aide pourrait être accordée. Un troisième modèle, celui qui a été suivi, a conçu l'organisation comme un noyau autour duquel la coopération économique entre les États européens pourrait se développer, de sorte qu'ils soient orientés vers une économie européenne très différente de la fragmentation d'avant-guerre.

Pour atteindre cet objectif à long terme, le moyen consistait à établir un bureau solide de l'EGA à Paris et de lui attribuer une grande autorité pour mener des négociations avec une organisation homologue des États européens. La Communauté économique européenne d'aujourd'hui est le produit direct de cette décision, bien qu'elle n'ait certainement pas été anticipée sous sa forme actuelle. Le plan d'organisation n'avait pas planifié l'avenir, mais cela a certainement entraîné les événements dans une direction particulière.

Ces deux exemples, de la ville et de l'organisation internationale, nous révèlent un critère essentiel dans pratiquement toute la planification sociale, une forme particulière du critère de flexibilité. La

conception d'un système social étant un processus interminable, on ne peut pas concevoir de configurations spécifiques. On ne peut concevoir que pour un « état stable », un flux continu d'événements qui maintiendront un présent satisfaisant tout en préservant le potentiel d'un avenir satisfaisant. Le principe fondamental de cette conception est que chaque génération doit se voir garantir une gamme d'options aussi large que celle offerte à la génération qui l'a précédée.

12 – Conclusion

Le processus de conception est façonné de manière fondamentale par le fait que la rationalité formelle est limitée et modelée spécialement par la réduction postulée du centre à un seul champ très étroit de l'attention humaine (celui d'un seul *'point de vue'*, exclusif). Les ordinateurs nous permettent de manipuler un peu plus d'informations qu'auparavant, et un peu plus des implications de nos connaissances. Mais ils ne changent pas le fait fondamental de la rationalité formelle est limitée. Avec ou sans ordinateur, on peut prendre en compte au même moment une infime partie de la complexité du monde réel.

Il s'ensuit que la conception est un processus de recherche et de découverte de nouvelles informations sur les alternatives disponibles et sur les conséquences qui en découleront si ces alternatives sont choisies. Mais la conception est aussi un processus de découverte des objectifs à atteindre et des contraintes à satisfaire. Les objectifs et les contraintes ne sont pas plus fixes que n'importe quel autre paramètre du processus de conception.

La conception est toujours tentative. À tout moment, la conception est sujette à la révision. Et jusqu'à la fin de la vie de l'objet conçu, cet objet et ses utilisations sont sujets à la révision. La réalisation des objectifs tout en laissant ouvertes toutes les options pour l'avenir est un objectif principal à viser à chaque étape du processus de conception.

La conception doit être abordée avec modestie quant à notre capacité à anticiper l'avenir et encore moins à le contrôler judicieusement. Une bonne conception détermine les objectifs et choisit les alternatives sans anticiper les choix des objectifs que nos successeurs pourraient vouloir faire.

Notes

[*] Cette traduction française est celle du texte d'Herbert A. Simon, extrait de A. Collen & W.W. Gasparski (Eds.), *Design and systems: General applications of methodology* (Vol. 3), New Brunswick, NJ: Transaction Publishers, 1995.

[1] Cette conférence a été donnée au premier congrès international sur la théorie de planification et de conception, Boston, 1987.

Mis en ligne sur Cairn.info le 25/09/2019 <https://doi.org/10.3917/proj.024.0013>