



HAL
open science

Conditions de l'agilité d'un système informationnel, le potentiel d'une approche holonique

Eric Lacombe

► **To cite this version:**

Eric Lacombe. Conditions de l'agilité d'un système informationnel, le potentiel d'une approche holonique. XIVe Conférence internationale EUTIC, MICA - Université Bordeaux Montaigne, Oct 2018, Bordeaux, France. pp.176-194. hal-03870151

HAL Id: hal-03870151

<https://hal.science/hal-03870151>

Submitted on 1 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Conditions de l'agilité d'un système informationnel : le potentiel d'une approche holonique

Eric LACOMBE

Laboratoire MICA, Université Bordeaux Montaigne, France
lacombe.eric@gmail.com

Résumé

Notre recherche explore les conditions d'agilité des Systèmes Informationnels. Notre expérience professionnelle en organisation de l'information nous a conduit au concept de graine d'information, un holon. Les HMS Holonic Manufacturing System s'appuient également sur cette architecture. Nous montrerons l'émergence de ce concept dans ces deux cas d'usage, puis leurs différences, en particulier leur positionnement par rapport à l'humain. Nous montrerons que cette question est liée à l'essence même du SI et de l'informatique. En conclusion, nous évoquerons une piste de convergence.

Mots-clés : graine d'information, architecture holonique, écosystème numérique, support d'information, paradigme de programmation, agilité

Abstract

Our research explores the conditions of agility of Information Systems. Our professional experience in information organization has led us to the concept of information seed, a holon. The HMS Holonic Manufacturing System also relies on this architecture. We will show the emergence of this concept in these two cases of use, then their differences, in particular their positioning in relation to humans. We will show that this question is linked to the very essence of the IS and information technology. In conclusion, we will discuss a path of convergence.

Keywords : information seed, holonic architecture, digital ecosystem, information media, programming paradigm, agility

Introduction

Notre recherche explore les conditions d'agilité des Systèmes Informationnels (SI). Notre parcours professionnel nous a conduit à définir un nouveau concept de structure holonique, la graine d'information (Lacombe, 2016). Ces deux concepts n'étant pas encore d'un usage très répandu, nous commençons par les préciser, ainsi que deux termes dérivés du premier.

Le concept de holon est apparu dans l'intention d'expliquer l'évolution des systèmes biologiques et sociaux. Il désigne « *des entités intermédiaires qui fonctionnent comme totalités autonomes par rapport à leur subordonnées et comme parties dépendantes par rapport à leur supra-ordonnées* ». (Koestler, 2013:61). Pour simplifier, c'est quelque chose qui est à la fois un tout et une partie. Le holon présente plusieurs caractéristiques comme une autonomie, une

auto-suffisance, un certain degré d'indépendance, une influence hiérarchique réciproque. L'architecture holonique présente une propriété partielle de récursivité. Plusieurs concepts lui sont associés comme l'envergure ou la profondeur. L'envergure précise, sur un axe horizontal, le nombre de voisins de même niveau d'un holon. La profondeur précise, sur un axe vertical, le nombre d'emboîtements. Dans la nature, la construction des architectures holoniques s'effectue du bas vers le haut. De l'agrégation de holons émerge un holon qui les englobe. Il s'agit d'un phénomène d'auto-organisation qui apparaît quand une valeur limite est franchie. Entre holons, trois systèmes d'échanges - de communication, voire de transport - peuvent coexister selon que l'échange s'effectue sur le même niveau, vers le niveau supérieur ou vers le niveau inférieur. Une holarchie désigne une hiérarchie de holons. Ce concept a été appliqué aux organisations pour leur apporter de l'agilité. Il conduit à de nouvelles formes de gouvernance, comme l'holocratie, développée par Robertson en 2001, et qui s'appuie sur une holarchie de cercles, fédérés par une "raison d'être" et rassemblant différents rôles, incarnés par des personnes.

La graine d'information est une unité de représentation sémantique. Les graines sont centrées sur l'utilisateur : elles lui permettent de représenter son point de vue personnel (son monde), puis éventuellement de l'accorder avec d'autres représentations. Les graines sont conçues comme des composantes d'un langage destiné d'une part à représenter des transformations nodales (Bonnet et Lacombe, 2016) dans leur différentes dimensions - "dire", "faire", "organiser" – et, d'autre part à, partager ces représentations, dans la double intention de faciliter la communication humaine et de simplifier l'interaction avec la machine. Elles permettent en particulier de modéliser le "faire" en considérant des effecteurs, inducteurs et attracteurs sur 3 niveaux d'organisation : meso, macro et micro, respectivement niveau de base, du multiple (externe) et de l'interne (division). Par exemple, concernant les effecteurs, qu'ils soient selon les cas activateurs ou inhibiteurs, nous pouvons en situant l'humain au niveau de base, nous intéresser d'une part aux différents groupes (équipes, organisations, réseaux...) avec lesquels il interagit et d'autre part à ses rôles, compétences ou capacités.

Le concept de holon est déjà présent dans les SI, plus particulièrement dans les HMS, pour *Holonic Manufacturing System*. Le but est d'optimiser des processus de fabrication en considérant une holarchie d'unités (cf. SOHOMA, *Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing*). Comme nous le préciserons par la suite, le holon dérive du concept d'agent logiciel, qui lui-même dérive de celui d'objet informatique. Nous l'appellerons holon-agent dans le but de le distinguer de notre holon-graine, et du holon-cercle de l'holocratie.

Dans le cadre de l'agilité des SI, nous nous intéresserons uniquement aux holons-graines et holons-agents. En effet, nous avons relevé que le logiciel

officiel⁵ pour supporter et faire progresser la pratique de l'holocratie ne s'appuie pas sur une architecture holonique.

Les deux structures holoniques retenues ont émergé pour répondre à un besoin d'agilité. Si elles partagent cet objectif commun, nous avons cependant relevé des différences notables, tant dans leur genèse, que dans leur positionnement, en particulier par rapport à l'humain.

Nous commencerons donc par exposer le contexte d'émergence du holon-graine. Pour cela, via un retour d'expérience sur notre activité professionnelle, nous présenterons différents défis que nous avons été amenés à relever lors de nos interventions sur un certain type de systèmes d'information, plus particulièrement ceux de gestion de contenus.

Pour comprendre l'émergence du holon-agent, nous ferons une macro-analyse de l'évolution des technologies sur lesquelles se construisent les SI.

Dans une troisième partie, nous présenterons la différence entre les deux approches, en particulier leur positionnement par rapport à l'humain. Nous montrerons que cette question est liée à l'essence même du SI et de l'informatique.

En conclusion, nous évoquerons une piste de convergence.

Cadre épistémique

Notre approche emprunte le chemin du constructivisme, en accordant une prédominance aux relations. Notre posture relève en premier lieu d'un scepticisme radical (Bitbol, 2010:10), dans l'objectif de déconstruire nos représentations empruntées de positivisme. Nous avons ensuite trouvé des sources d'éclairage dans la compréhension des systèmes, en complétant les apports de la Théorie du Système Général - Théorie de la modélisation (Le Moigne, 2006) par les travaux de différents auteurs : a) en premier lieu, la logique de l'énergie (Lupasco, 1987), qui englobe et étend la bivalence avec le tiers-inclus ; elle permet en particulier d'intégrer le contradictoire, facteur essentiel du processus de ré-organisation. b) au cœur de la transformation, le rôle de l'information dans le processus d'individuation est central (Simondon, 2005). c) enfin, la dynamique des systèmes ago-antagonistes (Bernard-Weil, 2003) a retenu notre attention, elle complète la logique du contradictoire.

Retour d'expérience dans des Systèmes de gestion de contenus

Prémisse du holon-graine

La durée de la période considérée est de 30 ans. Le point de départ est l'étude de la convergence numérique étendue aux trois secteurs informatique,

⁵ Il s'agit de GlassFrog : <https://www.glassfrog.com/>

télécommunication et audiovisuel, effectuée à l'occasion d'un DEA (équivalent master 2). Centré sur l'information, il faisait suite à des études d'ingénieur en production, focalisées sur la matière et l'énergie. Dans ces formations, on pourra noter un déficit potentiel dans les sciences humaines et sociales ; nous avons cherché à le combler progressivement.

La convergence étudiée peut désormais être considérée comme effective. Le smartphone, outil de télécommunication, est un périphérique informatique qui permet de produire et de consulter des vidéos en temps réel. Elle est cependant loin d'être achevée, et nous continuons à chercher des clés d'analyse de ce phénomène. C'est ainsi que nous en avons conçu au début des années 2000 un modèle d'analyse de l'information, puis, plus récemment, un modèle de représentation qui s'appuie sur le concept de la "graine d'information." La graine offre l'agilité que nous recherchions dans la gestion de l'information. Nous le constatons à titre personnel depuis plus de trois ans, et proposons donc systématiquement son usage dans nos interventions récentes sur des usages collectifs. Parmi les premiers terrains, signalons la gestion d'un réseau d'acteurs du tourisme, et la gestion de projets en archéologie. Nous sensibilisons également les adhérents de la Chambre Professionnelle du Conseil à son usage.

Phases du parcours

Notre activité professionnelle s'est déroulée au sein de quatre entreprises. Les deux premières SSII (Sociétés de Services en Ingénierie Informatique : Cedrom Technologies et IDM) seraient aujourd'hui assimilées à des startups, dans leur mode de fonctionnement à la pointe de l'innovation, ainsi que la troisième, CartoClic, qui avait cependant le statut juridique d'une association. Nous sommes co-fondateurs des trois dernières.

Précisons qu'avant la parution du Manifeste Agile (2001) et l'apparition des méthodes de développement telle Scrum, nous adoptons une démarche agile, utilisant avec pragmatisme méthodes et outils, en particulier dans la phase de conception, pour impliquer au maximum le client et maximiser la réactivité à ses demandes. Il s'en est suivi un apprentissage constamment renouvelé, au rythme des évolutions des technologies de l'information et de la communication. Par exemple, nous avons abordé l'internet et le web dès 1994. Ce parcours fut source d'un questionnement continu pour relever au mieux les défis entrevus et résoudre les difficultés rencontrées, voire les problèmes constatés, tant dans la conception que l'exploitation de ces systèmes.

Nos recherches sur le holon-graine s'inscrivent désormais dans un cadre académique, puisqu'elles font l'objet d'une thèse en cours sur "la transformation numérique des organisations en réseau". Notre objectif est de l'enraciner progressivement, par des liens à des modèles et théories existants, n'hésitant pas explorer des paradigmes émergents.

Interventions

Notre activité professionnelle nous a donc conduit à évaluer, concevoir et développer des systèmes d'information. Nous précisons le contexte d'intervention, vue la diversité des définitions constatée derrière le concept de SI (Vidal et Petit, 2009:4), ainsi que la multiplicité de leurs domaines d'application.

Dans un premier temps, nos interventions au sein de SSII se sont positionnées principalement à destination des utilisateurs, mais du côté des développeurs et des opérateurs d'exploitation. Aujourd'hui, dans notre activité d'entrepreneur du conseil, nous accompagnons des décideurs dans la co-construction de leur stratégie numérique. L'accompagnement stratégique peut se prolonger dans les phases organisationnelles, voire opérationnelles : sous forme d'AMO (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage), à l'interface entre les utilisateurs et, selon le cas, des éditeurs, intégrateurs ou développeurs de solutions. Au cours des différents projets abordés, nos interventions ont couvert la conception d'application, la gestion de projet, le traitement de données, le paramétrage de systèmes, le déploiement, la formation des utilisateurs et le support à l'exploitation. Nous sommes ainsi intervenus sur la gestions de données, informations ou connaissances dans différents secteurs d'activité, ce qui correspond à plus d'une dizaine de codes NAF sur les 22 que recense l'INSEE. A cette diversité des secteurs s'ajoute une diversité de modalités, formes, formats et supports d'informations rencontrés : codes, textes, sons, images fixes, animées, interactives, modèles 3D, bases de données, documentaires, support papier, cd-rom, internet, mobile. Sur la production, le traitement et l'exploitation des contenus, nous avons abordé une multitude d'étapes, manuelles ou automatisées, comme celles de création, collecte, analyse, structuration, édition, traduction, validation, indexation, diffusion, révision. A l'interface entre les utilisateurs et les technologies, notre domaine d'intervention s'inscrit clairement au sein de l'IHM (Interaction Homme Machine), soit l'ensemble de dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur de communiquer avec un système informatique.

Le point commun à tous les projets traités a sans doute été d'apporter la bonne information à la bonne personne, au bon endroit, au bon moment. Il s'agit d'optimiser l'accès et les usages, quels que soient les utilisateurs, les contenus et les technologies. Pour ce faire, notre activité pourrait se résumer en deux mots : "organiser l'information".

Avant d'approfondir ce processus, nous présentons notre retour d'expérience sur l'évolution des supports de l'information avec lesquels nous avons travaillé dans l'organisation de l'information. Chaque nouveau support ouvrait un nouveau degré de liberté dans la gestion de l'information et, avec ses contraintes, posait conjointement un nouveau défi.

L'évolution des supports

Le papier a été le support principal de l'information pendant plusieurs siècles. Au début des années 1990, il répondait à toutes sortes de besoins, du contact de l'annuaire téléphonique à l'encyclopédie, en passant par la publicité, et ce dans une multitude de formats : de la fiche à l'affiche, en passant par la page. Seule l'image animée et le son avaient leur propre support, film tri-acétate et bande magnétique. Le papier fut un support de départ pour certains projets, mais également de destination pour d'autres, dans le cadre d'une publication multi-supports.

Le premier support que nous avons chronologiquement abordé fut cependant le CD-ROM (*Compact-Disc Read Only Memory*). Avec une capacité d'environ 700 Mo, l'équivalent de 500 disquettes à l'époque, il a permis d'appréhender l'information en volume, mais en lecture seule. Nous citons de mémoire, sans avoir retrouvé les sources, qu'un slogan de promotion de ce support signalait que la documentation papier relative à un avion pesait le poids de l'avion, et tenait sur quelques CD-ROM de 15 grammes. Concomitant avec la démocratisation du multimédia, ce support était porteur d'attentes et de défis. L'enjeu technique était centré sur l'accès, attendu rapide et adapté aux contenus, plus ou moins structurés. Il combinait ainsi différentes formes de classements, de représentations et de navigations, utilisant principalement des thesaurus, index raisonnés thématiques (lieux, personnes, dates), moteurs de recherche en texte intégral, liens hypertextes, frises chronologiques, cartes géographiques...

Avec internet et surtout le Web, un lien dynamique a été créé avec l'internaute donc des possibilités d'édition, de *feedback* (commentaires, avis, traces), d'indexation par la foule (*folksnomie*), dès l'amélioration de la connexion, en bas débit et discontinue pour la plupart des pionniers.

On notera que le CD-ROM et le Web s'inscrivent dans le paradigme de la page, hérité du papier. Avec la page web, le courrier électronique, les fichiers au format PDF (*Printable Document Format*), la page continue de structurer notre pensée.

Le mobile bouleverse ce paradigme. Nous passons à celui de la data, une unité élémentaire disponible en quantité. S'il prolonge la connexion apportée par l'internet, et la mobilité par les ordinateurs portables, c'est avant tout un outil de communication dont la taille réduite permet un usage extensif, à la fois dans le temps et l'espace : partout et à tout moment. Il libère la communication interpersonnelle. Il est à la source d'un big bang des écosystèmes numériques (Vieira, 2015). Cette miniaturisation pose l'enjeu du contexte, forcément personnel, variable à la fois dans le temps et l'espace. Du téléphone mobile au smartphone se produit une intégration des services délivrés par des applications. Multifonctionnel, il est personnifié, c'est un assistant personnel, intime, qui capture une grande partie de notre attention. Pour connaître le

contexte de son usage, il appelle à la multiplication des traces, fondatrices d'une identité numérique comme l'a montré Louise Merzeau (2009). Compilées et comparées, ces traces en disent beaucoup. Par déduction, elles permettent l'anticipation. Concentrées chez quelques acteurs, les géants du web, ces traces ont été transformées par ces acteurs en annonces publicitaires, voire de propagande. L'enjeu est donc la répartition des pouvoirs, le contrôle des données, comme le montre l'évolution des réglementations actuelles au niveau européen, avec la RGPD.

Cette bascule illustre également la distinction entre information et communication comme l'analyse Dominique Wolton (2009). D'une information rare et difficile à transmettre nous passons à une information abondante et accessible. La communication interpersonnelle devient prioritaire. Mais un tiers est inclus, le gestionnaire du service. Le smartphone favorise une forme d'échange immédiat, superficiel et pulsionnel. Comme l'a analysé Google, l'enjeu est de répondre aux micro-moments : « *je-veux-aller* », « *je-veux-savoir* », « *je-veux-faire* », « *je-veux-acheter* »⁶. Si le service n'est pas en phase avec ces besoins, il perturbe. On notera que cette vision marketing ignore un moment comme « *je-veux-échanger* » ou « *je-veux-donner* ».

L'évolution se poursuit avec l'informatique ambiante, pervasive (Resmini et Rosati, 2011). Une multitudes d'objets connectés et interactifs émergent. Comme l'a signalé Simondon, lorsque la technologie se diffuse elle se fait oublier. Si certains sont mis en avant, comme signe distinctif, de nombreux deviennent invisibles, en particulier les capteurs. L'enjeu technique devient la communication avec ces objets, qu'il faut doter d'intelligence, ce qui se traduit en capacité d'apprentissage. Dans les formes de communication, le clavier perd progressivement de l'importance. La voix s'impose avec les assistants vocaux. Le geste est une alternative. Or, une grande partie de ces objets à destination du grand-public sont développés, produits et contrôlés par un nombre réduit de sociétés commerciales, qui se rémunèrent en partie sur les données qu'elles aspirent. L'enjeu pour l'utilisateur dépasse le simple contrôle de ses données et de son activité, c'est devenu l'autonomie, ce qui suppose de réussir l'intégration avec la technologie. Nous distinguons radicalement l'intégration de toute forme de transhumanisme, dont l'objectif est d'améliorer l'humain par la technologie, ni même de l'hyperhumanisme qui consiste à augmenter l'humain par la technologie. Nous écartons tout solutionnisme technologique. Cette intégration peut en revanche être mise en perspective avec le paradigme d'intégration (Billeter, 2016) qui a analysé ce phénomène et ses lois, simplement d'un point de vue personnel. Pour cette raison, les graines d'information sont indépendantes des technologies numériques. Elles se limitent à proposer des représentations centrées sur les relations et les transformations. Le calculateur est optionnel, au service de l'utilisateur. Elles sont de ce fait un moyen d'aborder la métamorphose numérique, en cherchant à dépasser les limites de

⁶ <https://www.thinkwithgoogle.com/marketing-resources/micro-moments/>

la raison computationnelle (Bachimont, 2014), avec la prise en compte de concepts, principes, modèles ou théories que les SI n'abordent guère, comme le tiers-inclus avec la logique du contradictoire de Lupasco ou la dynamique des système ago-antagonistes mis à jour par Bernard-Weil.

Pour chaque nouveau support, nous avons donc identifié un nouveau défi à relever, dans l'organisation de l'information : l'accès (cd-rom), l'interaction (web), le contrôle (smartphone), l'intégration (internet des objets). Nous les résumons ci-après.

Organiser l'information, les quatre défis

Aujourd'hui ces défis s'additionnent.

L'accès, avec la multiplicité des chemins vers une abondance d'information, qui dépasse les limites cognitives de l'humain. Si l'espèce cd-rom peut être considérée comme éteinte, l'internet renouvelle le défi de l'accès à une autre échelle et un niveau d'hétérogénéité extrême.

L'interaction, par le potentiel d'échanges en temps réel de l'internaute en connexion instantanée avec une multitude d'individus et de communautés.

Le contrôle, de son espace d'information, d'une part entre l'intime et le social avec les risques de court-circuits proxémiques, d'autre part entre le commun distribué et le privé concentré, qui pose la question de la concentration des pouvoirs et de l'engendrement de forces de manipulation. Notons que ce phénomène obéit à une loi analogue à celle de la gravité : la force d'attraction est proportionnelle à la masse.

L'intégration, malgré une expérience dans ce domaine limitée à la veille ou l'expérimentation de dispositifs de type Arduino, c'est le défi que nous identifions clairement aujourd'hui. Ce défi est celui annoncé du changement d'ère (Robin, 1989 ; Baranski et Robin, 2008) : une révolution interne à l'humain, après celle externe, sur son milieu, c'est à dire l'environnement, et qui se poursuit, ayant commencée au néolithique⁷. L'intégration présente donc deux facettes interdépendantes : l'intégration de l'humain dans son milieu, et sa propre intégration. Avec son milieu, il s'agit plutôt d'une réintégration, comme nous le précisons en troisième partie.

Ces quatre défis justifient pleinement l'emploi du holon en tant que modèle d'organisation de l'information, puisqu'il modélise le mode de gestion des hiérarchies dans la nature. C'est une solution d'inspiration biométrique.

Notre expérience n'a permis d'aborder qu'une petite facette du numérique. Nous complétons donc notre constat par une macro-analyse sur l'évolution des techniques sur lesquelles se construisent les SI. Ce qui nous permettra de

⁷ Pour un schéma récapitulatif sur la métamorphose numérique : <http://lacombe.eu/img-schema/numerique.svg>

positionner l'émergence du holon-agent, dans l'évolution des langages informatiques.

Points de vue sur les SI

Notre analyse est découpée en deux volets. Nous commençons par rappeler l'évolution du contexte techniques des SI.

Evolutions du contexte technique

Nous croisons deux points de vue complémentaires : le premier est centré sur le concept de protocole, le second sur celui d'objet, par l'intermédiaire des langages de programmation qui en sont à l'origine. L'évolution de l'architecture des réseaux et des langages est concomitante, les deux histoires sont interpénétrées.

Point de vue techniques centré sur les protocoles (réseau)

Aujourd'hui, les systèmes d'informations se structurent en s'appuyant sur le réseau internet. Nous en rappelons quelques caractéristiques techniques essentielles.

Internet est avant tout un ensemble de protocoles de communication. L'*Internet Protocol* (IP), à la base de l'internet, et l'*Hypertext Transfert Protocol* (HTTP), à la base du Web, sont sans état, c'est à dire qu'ils n'enregistrent pas l'état d'une session de communication entre deux requêtes successives. Ils sont sans mémoire. L'historique des échanges est à conserver par les serveurs ou les clients, typiquement dans des mémoires caches ou des cookies, qui stockent temporairement des données de l'internaute afin de faciliter la navigation et permettre certaines fonctionnalités. Les relations ne portent pas de sémantique.

La simplicité de ce design a permis l'interconnexion des réseaux respectant ces protocoles, pour former un réseau mondial distribué. Il s'agit d'un phénomène d'agrégation qui a eu pour effet la domination d'un standard au détriment des autres, et à la quasi disparition des autres formes de réseau.

Les systèmes d'information qui s'appuient sur ce réseau, se structurent selon une architecture de médiation. C'est une forme d'architecture en flot de données (*dataflow*) distribuée, un style d'architecture informatique, caractérisé par plusieurs composants logiciels reliés entre eux par des flux de données. Les deux usages originaux sont la synthèse dynamique d'informations pour l'informatique décisionnelle, l'intégration d'applications d'entreprise. Le premier correspond à un besoin de micro-échange, le second de macro-échange.

Cette architecture de médiation se décline selon différentes formes comme des architectures orientée événement (EDA, *Event Driven Architecture*) ou orienté service (SOA, *Service Oriented Architecture*). La notion de service reste centrale dans les deux cas. Dans l'EDA, un service prévient par émission d'un événement qu'il a réalisé une opération donnée. Dans la SOA, un fournisseur

rend un service à la demande d'un consommateur. La SOA prend le nom de WOA (*Web Oriented Architecture*), lorsqu'elle s'appuie intégralement sur le Web. Ces solutions se distinguent principalement par le degré de liaison entre le client et le serveur. L'interopérabilité des logiciels s'obtient selon les cas avec le protocole SOAP et plus récemment l'architecture REST, les données étant formatées dans des standard comme XML ou JSON.

Passons d'une description des réseaux, à celle des objets qu'ils relient.

Point de vue technique centré sur les objets (informatiques)

La modélisation par objets a été introduite dans le but de faciliter la programmation de logiciels de simulation.

Signalons déjà que l'objet (conteneur symbolique) n'est pas un objet technique matériel mais conventionnel. Nous percevons cependant un phénomène qui relèverait de la concrétisation (Simondon, 2012). Dans son évolution, nous distinguons 8 étapes : notre objet se naturalise et s'individualise, les deux premières étapes relèvent même du processus de pré-individuation. Un phénomène similaire est-il observable sur le protocole, le réseau ou le système d'information ? C'est une piste de recherche à poursuivre. Ce constat rejoint les propos du rédacteur en chef fondateur du magazine Wired qui considérant que « *la vie organique est la technologie ultime, et toute la technologie s'améliorera vers la biologie.* » (Kelly, 1995)

Reprenons brièvement l'historique des familles de langages de programmation :

- 1) langage machine : commandes de bas niveau (assembleur)
- 2) programmation procédurale : agrégation des commandes dans des fonctions
- 3) programmation orientée objet : naissance du concept l'objet, agrégation des fonctions, appelées méthodes, définissant des comportements, et des états. Le tout forme une instance, qui a une identité et appartient à une classe d'objets. La classe est un générateur d'objets, il s'agit d'un processus de duplication. L'objet se reproduit.
- 4) programmation orientée objet distribuée : les objets sont répartis sur plusieurs machines, le *downsizing* consistant à remplacer une machine puissante par un réseau de petites machines, comme les PC Personal Computer. Les objets se diffusent.
- 5) programmation orientée composants : les objets deviennent réutilisables, configurables, interchangeables, évolutifs, mobiles, sont surveillés à chaud. L'objet interagit avec son milieu.
- 6) programmation orientée service : ils sont rendus disponibles à d'autres applications distantes, hétérogènes via des protocoles transportant des

données. L'objet dispose d'un langage de communication permettant de dialoguer avec d'autres espèces.

7) programmation orientée agent. Un agent (logiciel) est une entité adaptative, rationnelle, autonome, capable de communication et d'action. Elle se combine dans des SMA, pour Systèmes Multi Agents, utilisés entre autre en intelligence artificielle et dans la modélisation de systèmes vivants. L'agent prend en compte trois dimensions l'environnement, l'interaction et l'organisation. L'objet prend son autonomie.

8) programmation holonique. Le concept de holon (logiciel) est proche de celui d'agent (Giret et Botti, 2004) : c'est une sorte d'agent qui intègre la récursivité. Il est considéré comme un nouveau paradigme de programmation⁸. L'objet s'intègre dans un modèle de structure proche du vivant. C'est une façon d'aborder l'émergence et l'auto-organisation.

En résumé, le holon informatique dérive du concept d'agent (logiciel) qui lui-même dérive de celui d'objet (informatique).

Dans les HMS (*Holonic Manufacturing System*), il est intéressant de constater que le concept de holon est appliqué aux unités de production, éléments les plus stables. Une alternative serait de considérer comme des holons non pas les outils de production mais les composants d'un produit. L'agent logiciel aurait alors le rôle d'assembler ou de désassembler ces composants, en cas de réparation ou recyclage par exemple. Mais les processus de fabrication des produits manufacturés sont actuellement éloignés de ceux de génération du vivant, par ontogenèse, ce qui peut expliquer que cette voie, d'inspiration biomimétique, ne soit apparemment pas encore mise en œuvre.

En 2018, l'enjeu est le passage à l'échelle comme l'indique le thème des dernières conférences SOHOMA (*Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing*)⁹.

La problématique de l'échelle est centrale. Le déploiement progressif des systèmes d'information, passage du réseau local au réseau mondial, ajoute à la gestion de la réactivité celle de la volumétrie.

Cette expansion est à rapprocher du phénomène d'amplification organisante (Bontems, 2008). C'est un phénomène comparable qui, en cherchant à résoudre de nouveaux problèmes, conduit à l'apparition de nouveaux paradigmes de programmation et des langages associés.

L'analyse précédente reste embryonnaire. Elle mériterait d'être affinée, par exemple, en précisant les contextes d'émergence, les conditions de prédominance ou la cohabitation de ces différents paradigmes et langages.

⁸ <https://www.agentgui.org/index.php/agents-a-mas/the-holonic-paradigm>

⁹ Cf. <http://www.incom2018.org/sohoma18/>

Nous avons cependant identifié un second phénomène qui mérite attention, une oscillation entre plusieurs paradigmes de programmation.

Trois paradigmes de programmation principaux

Le numérique s'appuie sur deux piliers : la data, qui définit un état et permet de construire des descriptions, et le programme, qui définit un processus à l'aide d'un langage. L'enjeu de la programmation est de traiter les deux vues complémentaires, de la structure et du comportement des choses, dans un milieu donné, le contexte.

Les langages de programmation s'appuient sur des paradigmes, qui définissent un style fondamental de programmation, encadrant la manière de formuler les solutions aux problèmes rencontrés. Nous distinguons trois paradigmes principaux (Alhir, 1998) : le paradigme "pilotage par les fonctions" donne la priorité aux constructions procédurales, le paradigme "pilotage par les données" donne la priorité aux constructions déclaratives. Le "paradigme objet" se positionne entre les deux puisque les objets, représentations dynamiques de la réalité, encapsulent attributs et méthodes. Les méthodes sont propres à la classe d'objet, elles se transmettent entre classes par héritage. On notera cependant une prédominance de la chose par rapport aux relations dans cette représentation.

Chacun des paradigmes est lié à une culture, du code ou de la donnée. S'intéressant à l'Open Data, Christian Fauré suggérait ainsi de distinguer deux cultures l'*APICulture* et la *DataCulture* (API, *Application Programming Interface*). Il signalait également que « *les deux approches s'inscrivaient toutes deux dans une logique de publication "pour les machines"* » (Fauré, 2012). A la lumière du facteur temps, l'*APICulture* se rattache au temps réel ; elle relève de l'économie de l'attention et s'inscrit dans la *Business Culture*. La *DataCulture* est quant à elle rattachée au temps long, à la durée. Elle relève de l'économie de la mémoire.

Ces deux temporalités, instantanéité et durée, correspondent évidemment à des besoins qui sont pris en compte simultanément par les organismes vivants : leurs structure et comportement sont organisés pour les traiter. A titre d'exemple et pour l'humain, nous pourrions mentionner les aires cérébrales avec le *startium* correspondant au cerveau reptilien qui gère les réponses immédiates, et le néocortex impliqué dans le processus de mémoire, qui elle-même se différencie en différents modes dont les MCT et MLT (Mémoire à Court et Long Terme).

Pour revenir aux langages de programmation, ces remarques coïncident avec l'apparition de langages multi-paradigmes comme Scala, les langages précédents n'étant pas en mesure de résoudre efficacement cette gestion du temps dans le réseau mondial. De même, la mise à jour des programmes sans arrêter le système, problématique du secteur des télécommunications, a par ailleurs donné naissance à des langages comme Erlang, qui évolue avec Elixir.

Ces différents constats sont révélateurs à la fois de l'immaturité des technologies numériques par rapport au fonctionnement du vivant et de l'impossibilité de réellement les contrôler, de par leur multiplication et leur imbrication. L'agilité de l'humain est plus que nécessaire dans ce contexte. Abordons maintenant le potentiel du holon dans ce domaine.

Deux usages opposés du holon pour l'agilité

Usage du holon-graine

Le holon-graine est centré sur l'utilisateur. Dans un collectif, les graines s'utilisent généralement en deux temps : 1) Construire des représentations personnelles en sélectionnant ce qui a de la valeur du point de vue de l'utilisateur. 2) La mise en commun des représentations permet dans un second temps de les aligner, pour construire une représentation partagée. Cette représentation est opérationnelle, elle est conçue pour pouvoir s'interfacer avec la machine.

Par ce choix nous postulons que la capacité d'adaptation de l'humain reste supérieure à celle de la machine, même pilotée par les dernières avancées de l'intelligence artificielle (IA ou AI). En considérant les 3 niveaux ANI, AGI, ASI (respectivement *Narrow*, *General* et *Super*) nous sommes d'ailleurs encore loin du niveau AGI, c'est à dire d'une intelligence artificielle capable de réaliser de très nombreuses activités différentes, comme un être humain.

Usage du holon-agent

Le holon-agent est centré sur la machine, pour maximiser la modularité des unités de fabrication. Comme toute unité de fabrication, l'humain est modélisé par un holon : « *They are viewed as ordinary resources that show holonic behavior* » (Giret et Botti, 2004). Cette ressource humaine est simplement à interfacer avec les autres unités. La tendance naturelle est alors d'aligner ses performances et son comportement sur celle de la machine. En effet, l'intention sous-jacente à cette architecture est d'optimiser la production, donc la rentabilité des outils de production. Le bénéfice en revient à ceux qui les possèdent, et qui contrôlent les holons-agents-humains, simples ressources interchangeables. Au risque d'aliénation s'ajoute donc un risque d'accentuation des inégalités. Pour les limiter, sans doute serait-il pertinent d'encadrer les règles de valorisation économique du travail de chaque holon. Cela suppose d'ajouter à une vision principalement technique, un regard sur les implications humaines, avec une valeur de solidarité.

En résumé, la différence entre le holon-graine et le holon-agent pourrait s'exprimer ainsi : le holon-graine sert l'humain pour des "représentations constructives" et le holon-agent sert la technique pour des "représentations de constructeurs". Ces deux approches étant complémentaires, la question de les associer se pose, rejoignant ainsi notre idée de réintégration.

Le défi de réintégration

Le problème n'est pas simple. Il concerne notre rapport à la nature. Or si nous pouvons constater une prise de conscience progressive sur l'importance de tenir compte de l'environnement, on constate par ailleurs que l'ordre humain s'est développé dans le déni de la nature, pour se décliner en quatre grands ordres : des bâtisseurs, des représentations, des techniques et de l'information (Chazal, 2006).

Ce chemin nous a conduit à un développement socio-technique qui mène à un paradoxe, puisque l'humain est en train de s'exclure lui-même de ce système.

Une voie apparaît cependant avec la prise de conscience du potentiel du biométisme, qui nous fait progressivement découvrir les solutions ingénieuses développées le vivant depuis l'Archéen pour construire et communiquer. Notons que le holon-graine est conçu ainsi, d'après des modèles du vivant et de l'énergie. Le premier principe est celui d'une transformation continue, par état, et qui, quelle que soit la structure considérée, peut s'effectuer à la fois par l'interne et l'externe.

Signalons enfin qu'en nous focalisant sur l'humain, le holon-graine nous a permis d'identifier ce que nous appelons le point aveugle des SI.

Le point aveugle des SI

Ce point aveugle peut s'observer selon différentes facettes.

L'utilisateur hors-jeu

Le SI d'une organisation, commerciale ou non, qu'il assemble des briques provenant d'éditeurs ou développée sur mesure, est évidemment conçu pour répondre à l'objectif de cette organisation. Quant aux plate-formes multifaces, des GAFAs et autres licornes, elles n'ont pas pour objectif de s'adresser à un utilisateur, autonome, responsable et bien informé, mais plutôt à analyser son comportement, en s'appuyant éventuellement sur des biais cognitifs, afin de capter son attention, recueillir des données personnelles, les analyser, pour au final optimiser l'incitation à consommer. Au filtre des graines d'information, nous identifions ainsi des SI agissant au niveau macro, c'est à dire de l'organisation, et désormais au niveau micro sur deux rôles de l'internaute : producteur de données et client. Trois attracteurs de niveaux différents sont mis en œuvre : le produit (meso), le service (macro), la marque (micro) via la publicité. Le système personnel d'information de l'utilisateur n'est qu'un bricolage de systèmes, non intégrés à moins de disposer de compétences avancées en informatique, sur lesquels il n'a qu'un contrôle très limité.

Ce point en cache d'autres comme celui de la décision, celui de la prédominance du critère économique, et celui de la mesure.

Décision, autonomie et sens

Né de la systémique et du modèle OID, le système d'Information se positionne initialement comme un intermédiaire entre les systèmes Opérant et Décisionnel. Positionné à l'interface de la commande et de la décision, il sert avant tout à l'action. Un *feedback* permet d'assurer le décisionnaire que la commande a eu l'effet escompté, et à défaut d'ajuster. On notera que, potentiellement, la commande s'adresse à l'humain ou à la machine, et que la décision peut être prise par l'humain ou la machine. Nous pouvons approfondir cette approche avec les travaux de Simon, sur la distinction, selon un continuum, entre décision structurée, c'est à dire programmable, et non structurée. Cette vision technique, qui s'intéresse au comment, élude cependant deux questions : d'une part notre rapport à la technologie et au pouvoir qu'elle induit, et d'autre part l'objectif : pourquoi prenons-nous cette décision ? La première question est celle du contrôle, et donc de l'autonomie, la seconde du sens. Il s'agit de questions personnelles, chacun peut se la poser, s'il prend le temps de le faire.

Décision, données et prédominance du critère économique

La décision s'appuie sur des données, descendantes sous forme d'ordres et montantes sous forme de traces, qui sont regroupées dans des bases. Elle est multicritères. Devant leur multiplicité, un critère s'est imposé, à de multiples niveaux, séduisant par sa simplicité : le critère financier. La question est : que représente-t-il réellement, depuis que le système monétaire international est déconnecté du réel (15 août 1971), et fait pression sur le vivant ? Des réponses sont sans doute à trouver du côté de la bioéconomie, en particulier avec les travaux de Georgescu-Roegen et Passet (1979).

Données, mesure, approximation et incertitude

Une donnée n'est que le simple résultat d'une mesure. Le processus de mesure met en œuvre un certain nombre d'éléments, définis par le VIM, Vocabulaire International de Métrologie : mesurande (la grandeur que l'on veut mesurer), instrument, procédure, opérateur, milieu. Il est à noter que les mesurages ne s'appliquent qu'aux propriétés quantitatives, s'effectuent par rapport à un référentiel, influent parfois sur l'objet mesuré, et sont susceptibles d'erreurs et d'incertitudes. La donnée devient information par acquisition d'un contexte, qui reste cependant souvent implicite.

Prendre la bonne décision nécessite plus que des données ou des informations, mais des connaissances, formalisées pour être utilisables à des fins opératoires. La distinction entre connaissance explicite et implicite qui permet d'envisager quatre processus de transformation (Nonaka et al., 2005) pose cependant question selon le point de vue de la dualité de la connaissance (Hildreth et Kimble, 2002). De manière plus générale c'est la logique bivalente, sur laquelle repose la quasi-totalité des systèmes d'information qui interroge. Le

pré-supposé "être vérifiable" a ses limites. Il suppose des approximations, et ne se vérifie pas dans de nombreux cas de la réalité.

Nous terminerons cet inventaire par une remarque encore plus critique, puisqu'il s'agit des fondations de l'informatique. L'informatique s'appuie sur l'algèbre de Boole, sur une logique bivalente, qui gère donc très difficilement le contradictoire. Cette simplification de la représentation est la source de nombreux dysfonctionnements, qui mériterait une communication spécifique. C'est pourquoi nous terminerons simplement par l'exploration d'une piste de convergence, s'appuyant sur le potentiel du holon.

Une piste de convergence

L'autonomie du holon

Les trois formes de holons mentionnées, qu'il s'agisse du cercle, de la graine ou de l'agent, partagent un point commun. Ils font redescendre le paradigme "prévision-contrôle", actuellement dominant, du système au niveau de l'unité élémentaire. Ce choix a pour effet une orientation vers le paradigme du vivant, "ressentir-ajuster". Il s'agit en quelque sorte du passage d'un système à un écosystème, c'est à dire un système dans lequel chaque entité dispose d'une autonomie relative.

Le potentiel du holon-graine

Pour se représenter ce passage le holon-graine nous semble parfaitement adapté. En effet, il intègre en son cœur un ensemble des notions élémentaires autour desquelles se construisent nos organisations, leurs projets et leurs productions : objectifs, ressources, services, actions, rencontres, rôles, acteurs...

Vers un nouveau paradigme

En proposant la graine d'information comme une unité d'information autonome, nous introduisons un niveau meso, entre deux structures intermédiaires, la page au niveau macro, et la donnée au niveau micro. La page est utile au groupe, pour collecter des données (formulaire) ou sceller un contrat. C'est un support qui permet de raconter des histoires, mémoriser pour transmettre. La donnée est un attribut, une unité élémentaire. Le holon est un moyen de comprendre cette position : la graine est à la fois une partie, un élément de la page, et un tout, une ensemble signifiant de données.

Signalons enfin que la graine s'aborde de 3 façons, comme : 1) une entité autonome, par exemple une carte de visite 2) un tout, par exemple toute l'information que l'on a souhaité conserver sur la personne, c'est à dire un ensemble de graines, 3) une partie, c'est à dire un élément d'une graine, par exemple sa participation à un projet, ou son appartenance à une organisation. Nous n'avons pas trouvé mieux pour organiser l'information.

Perspectives

Nous avons positionné la graine par rapport au holon, deux concepts émergents. Si nous en semons régulièrement, la phase de germination n'est pas assurée : il y a en effet un double obstacle à franchir, humain et technique. Notre objectif est de démontrer son potentiel. Notre stratégie n'est pas de la positionner trop rapidement dans le champ de l'informatique, comme nous l'avons fait dans un premier temps, mais comme langage, permettant de construire des méthodes, agiles, pour résoudre des cas singuliers.

Nous avons par exemple constaté la possibilité de s'interfacer avec d'autres méthodes de conception. En particulier, nous avons identifié une compatibilité avec la théorie C-K (Hatchuel et Weil, 2003), qui facilite la bissociation (Koestler, 2011) entre la logique créative et la logique de modélisation et de création de connaissances.

Nous poursuivons donc nos travaux dans le sens de l'intégration de la graine dans des systèmes existants. Cette démarche peut être vue comme une forme de l'individuation. Élément d'un langage elle peut nous apporter des clés pour comprendre la métamorphose numérique, et faciliter notre propre intégration. Entre les deux extrêmes de l'intégration, l'intégration totale, qui ne permet plus de distinguer la part biologique de la part technologique, et la désintégration, nous pouvons sans-doute nous attendre à un entre-deux, dans la continuité du « *bricolage du vivant* » (Jacob, 1970

Bibliographie

- 2001, Manifesto for Agile Software Development. [En ligne sur le site Agile Manifesto, <http://agilemanifesto.org/>, consulté le 17/09/2018]
- Alhir S.S., 1998, *UML in a nutshell, a desktop quick reference*, Sebastopol, CA, O'Reilly.
- Bachimont B., 2004, « Pourquoi n'y a-t-il pas d'expérience en ingénierie des connaissances ? », Matta N., *15èmes Journées francophones d'ingénierie des Connaissances*, Lyon, France, pp. 53–64. [En ligne sur le site de HAL, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00348389>, consulté le 17/09/2018]
- Baranski L., Robin J., 2008, *L'urgence de la métamorphose, inscrire notre conscience humaine dans l'aventure de l'univers*, Paris, In Libro Veritas.
- Bernard-Weil E., 2003, « La science des systèmes ago-antagonistes et les stratégies d'action paradoxale », in : Peret V., Josserand E., *Le paradoxe, penser et gérer autrement les organisations*, Paris, Ellipses.
- Billeter J-F., 2016, *Un paradigme*, Paris, Éditions Allia.
- Bitbol M., 2010, *De l'intérieur du monde, pour une philosophie et une science des relations*, Paris, Flammarion.

- Bonnet D., Lacombe É., 2016, « La transformation nodale », communication présentée aux journées TICIS 2016, Nîmes.
- Bontems V., 2008, Quelques éléments pour une épistémologie des relations d'échelle chez Gilbert Simondon, Individuation, Technique, et Histoire », *Appareil*, n°2. [En ligne sur le site de OpenEdition, <http://journals.openedition.org/appareil/595>, consulté le 16/09/2018]
- Chartron G., Chaudiron S., Ihadjadene M., 2014, *L'architecture de l'information, un concept opératoire ?*, Villeneuve d'Ascq, Université Charles-de-Gaulle-Lille 3. [En ligne sur le site de OpenEdition, <https://journals.openedition.org/edc/5227>, consulté le 16/09/2018]
- Chazal G., 2006, *L'ordre humain, ou, Le déni de la nature*, Seyssel, Champ Vallon.
- Fauré C., 2012, « APICulture et DataCulture à la lumière du facteur temps ». [En ligne sur le site de Christian Fauré, <http://www.christian-faure.net/2012/12/19/openculture-et-dataculture-a-la-lumiere-du-facteur-temps/>, consulté le 17/09/2018]
- Giret A., Botti V., 2004, « Holons and agents », *Journal of Intelligent Manufacturing*, n°15, pp. 645–659.
- Hatchuel A., Weil B., 2003, « A new approach to innovative design: an introduction to C-K theory », *DS 31 : Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm. [En ligne sur le site de Design Society, <https://www.designsociety.org/publication/24204/A+NEW+APPROACH+OF+INNOVATIVE+DESIGN+%3A+AN+INTRODUCTION+TO+C-K+THEORY.>, consulté le 17/09/2018]
- Hildreth P., Kimble C., 2002, « The duality of knowledge », *Information*, vol.8, n°1. [En ligne sur le site de Information Research, <http://www.informationr.net/ir/8-1/paper142.html>, consulté le 12/09/2018]
- Jacob F., 1970, *La logique du vivant, Une histoire de l'hérédité*, Paris, Gallimard.
- Kelly K. (1995), *Out of Control: The New Biology of Machines, Social Systems, & the Economic World*, New York, Basic Books
- Koestler A., 2013, *Le cheval dans la locomotive*, Paris, Les Belles Lettres.
- Koestler A., Fradier G., 2011, *Le cri d'Archimède, l'art de la découverte et la découverte de l'art*, Paris, Les Belles lettres.
- Lacombe É., 2016, « Graines d'information et schémas de transformation », pp. 108–124, in : Barlette Y, Bonnet D, Plantié M and Riccio P-M., *Désordres numériques, incertitudes et opportunités*, Revue management des technologies organisationnelles, Paris, Presses des Mines.
- Le Moigne J-L., 2006, *La théorie du système général Théorie de la modélisation*. [En ligne sur le site du Réseau Intelligence de la Complexité, <http://www.mcxapc.org/inserts/ouvrages/0609tsgtm.pdf>, consulté le 17/09/2018]
- Lupasco S., 1987, *Le principe d'antagonisme et la logique de l'énergie*, Monaco, Le Rocher.
- Merzeau L., 2009, « Du signe à la trace, l'information sur mesure », *Hermès, La Revue- Cognition, communication, politique*, CNRS-Editions, pp.23–29.

- Nonaka I., Takeuchi H., Ingham M., 2005, *La connaissance créatrice, la dynamique de l'entreprise apprenante*, Bruxelles, De Boeck.
- Passet R., 1979, *L'Économie et le vivant*, Paris, Payot.
- Resmini A., Rosati L., 2011, *Pervasive information architecture, designing cross-channel user experiences*, Burlington, MA, Morgan Kaufmann.
- Robin J., 1989, *Changer d'ère*, Paris, Editions du Seuil.
- Simondon G., 2005, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, Grenoble, Millon.
- Simondon G., Simondon N., 2012, *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier.
- Vidal P., Petit V., 2009, *Systèmes d'information organisationnels*, Paris, Pearson education.
- Vieira L., 2015, *Les écosystèmes numériques , le Big Bang. Aux sources des logiques de l'information en réseau*, Paris, Presses des Mines. [En ligne sur le site de HAL, <https://hal.univ-antilles.fr/hal-01276701/document>, consulté le 19/06/2018]
- Wolton D., 2009, *Informé n'est pas communiquer*, Paris, CNRS Éditions.