

Les agents intelligents : une question de recherche

Jean-François DAVID¹ et Emmanuel MONOD²

¹ Stratégiste. Précédemment directeur de la recherche et du développement d'IBM Consulting Group France

² Maître de Conférences à la Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de l'Université de Nantes, chercheur au LAGON
(Laboratoire de Gestion des Organisations de Nantes)

RÉSUMÉ

Devant la complexité à laquelle est confronté l'utilisateur d'Internet, les agents intelligents se présentent comme un recours. Il y a deux faces à l'intelligence d'un agent : l'une tournée vers l'accomplissement d'une mission, et l'autre tournée vers les objectifs qu'il s'agit de comprendre et d'adapter. Les différentes définitions des agents intelligents reflètent cette dualité.

Nous appellerons ici l'exécution de la mission la fonction "agent", tandis que la compréhension et l'adaptation des objectifs relèveront de la fonction "intelligence". L'un des objectifs de cet article est de proposer quatre attributs aux agents intelligents à partir des caractéristiques issues des deux types de définitions.

A partir des définitions axées sur la fonction d'agent, nous tenterons d'établir deux attributs : une planification par l'utilisateur et une maîtrise d'œuvre dans l'environnement. Elle trouve son application dans le marketing direct amont où ces agents sélectionnent les fournisseurs sur Internet.

A partir des définitions axées sur la fonction "intelligence", nous nous attacherons à proposer deux autres attributs des agents intelligents : un apprentissage de l'utilisateur et une innovation par l'environnement qui est illustrée par la publicité informative et la veille ciblée sur Internet.

Mots-clés : Agents intelligents, Internet, Maîtrise d'œuvre, Marketing direct amont, Planification, Autonomie, Adaptation, Apprentissage, Emergence.

ABSTRACT

In front of the complexity of the Internet, intelligent agents appear like a solution. There are two aspects of the intelligence of an agent : one oriented towards the fulfilment of a mission, the other oriented towards the objectives that have to be understood and adapted. The different definitions of the intelligent agents are reflecting this duality.

We call here the execution of the mission the "agent" function. On the other hand, we call the understanding and the adaptation of the objectives the "intelligence" function. One of the objectives of this article is to propose four attributes for the intelligent agents from their characteristics related to the two types of definitions.

From the definitions focused on the agent function, we will try to establish two attributes : a planning through the user and an implementation through the environment. This is applicable in the upstream direct marketing where those agents select their suppliers on the Internet.

From the definitions focused on the intelligence function, we propose two other attributes for the intelligent agents : the user learning and the innovation through the environment which is illustrated through informative advertising and targeted scanning on the Internet.

Key-words : Intelligent agents, Internet, Implementation, Upstream direct marketing, Interpretation, Planning, Autonomy, Adaption, Learning emergence.

INTRODUCTION

Pour P. Janca (1997), le concept d'agent intelligent sera le "paradigme" le plus marquant des 10 prochaines années. En l'an 2000, chaque application importante sera facilitée par la présence d'agents. En tout état de cause, si on lance sur le WEB, à travers un "moteur de recherche" de type *Yahoo* ou *Altavista*, le mot "intelligent agent", on trouve aujourd'hui environ 5 000 références. Ceci donne une première idée de l'importance actuelle de la communication sur ce thème. Toutefois, les optiques sont très différentes par nature. D'une part celle des chercheurs engagés depuis longtemps dans l'intelligence artificielle comme le MediaLab du M.I.T. (Maes, 1990 ; 1994 ; 1995), qui, quelquefois agacés par la vogue du concept tentent de montrer qu'il n'y a rien de vraiment neuf et que tout ceci repose sur des recherches entreprises il y a des années. D'autre part des acteurs sur le marché du WEB, de type IBM, Microsoft, ... qui voient bien évidemment les opportunités marketing offertes et proposent des produits. Il y a de plus les créateurs de produits, quelquefois avancés, tentant d'imposer leur standard, les "cyber-marchands" qui souhaitent une explosion des transactions sur les réseaux grâce aux agents, ... etc. L'idée d'employer des agents comme interface de tâches humaines n'est pas neuve. Certains visionnaires comme Negroponte (1970) ont eu cette intuition très tôt. Des constructeurs informatiques (HP, Apple, Digital, ...) ont utilisé ce thème, dès 1990, pour illustrer leur vision.

Cependant, cet article n'a pas pour objet de se placer du point de vue de l'offre, mais de celui de

la demande, ou plus exactement de l'utilisateur d'Internet. Le "réseau des réseaux" confronte tout d'abord son utilisateur à l'"opulence communicationnelle" selon le mot d'Abraham Moles (1986). Cette notion correspond à un monde où la somme des médias et des messages est largement supérieure à la somme des besoins et des désirs des acteurs. Cela transforme chacun en un surfeur, un zappeur, prenant des bribes d'information dans chaque média, sur des critères qui ont été par ailleurs étudiés (fiabilité, répétitivité, "chaleur", prégnance, ...). Concrètement, alors que les sources d'information augmentent de façon exponentielle et que les bandes passantes des réseaux augmentent, la richesse des applications entraîne le fait que les utilisateurs ne les maîtrisent plus. Pour Pattie Maes (1994), les ordinateurs sont désormais aussi répandus que les voitures ou le grille-pain, mais les utiliser suppose un entraînement de pilote supersonique. La distance entre des millions d'utilisateurs inexperts et un nombre équivalent de microprocesseurs sophistiqués apparaît comme évidente. Quelle différence entre le téléviseur, où, en appuyant sur un bouton, toutes les images du monde me sautent à la figure et l'ordinateur que j'allume et où "rien ne vient" sans que j'y investisse des efforts ! Mener une action sur un ordinateur peut prendre un temps infini.

Devant cette complexité, la notion de performance de l'utilisateur est à l'ordre du jour. Qui ne s'est pas heurté dans ce cadre au conflit temps/rentabilité ? On peut certes passer ses nuits à surfer sur le WEB, à rechercher des correspondants ou des informations utiles. Mais le ratio effort/bénéfice fait que l'on aban-

donne souvent, avec une frustration au seuil de données utilisables, mais auxquelles on n'a pas le temps d'accéder. L'un de nos objectifs est de montrer que l'enjeu des agents intelligents concerne les sciences de gestion.

Nous proposons temporairement de définir l'intelligence d'un système dans un environnement complexe par son temps de réponse entre la détection du besoin exprimé⁽¹⁾ de son "client" et la réponse adéquate à ce besoin. Cette définition est proche de la systémique (Le Moigne 1990). Quant à l'"intelligence artificielle", on la reconnaît le jour où l'on est incapable de distinguer une réponse faite par la machine de celle faite par un humain "caché derrière"⁽²⁾.

Les systèmes peuvent être en effet définis suivant leur "niveau d'intelligence". Le Moigne (1984) définit 7 niveaux que nous avons simplifiés en 3 :

- Au point 0, le système n'a aucune réaction aux événements.
- Au niveau 1 d'intelligence, le système est capable de réactions sélectives, comme le thermomètre qui monte et descend en fonction de la température (système régulé).
- Au niveau 2, le système est doté de mémoire pour accumuler son expérience, et d'organes de décisions capables de puiser dans cette mémoire, afin d'avoir des réactions sélectives à son environnement. On est déjà là au niveau de la cellule biologique, capable de générer sélectivement un anticorps...

- Enfin au niveau 3, le système peut de plus s'auto-inventer des objectifs - et on est alors au niveau de l'individu, de l'entreprise.

Il y a deux faces à l'intelligence d'un agent : l'une tournée vers l'accomplissement d'une mission, et l'autre tournée vers les objectifs qu'il s'agit de comprendre et d'adapter. Les différentes définitions des agents intelligents reflètent cette dualité. Nous appellerons ici l'exécution de la mission la fonction "agent", tandis que la compréhension et l'adaptation des objectifs relèveront de la fonction "intelligence".

L'idée de se faire assister dans ses recherches par des programmes informatiques mobiles, appelés "agents intelligents" apparaît dans une première catégorie de définitions de ces derniers. Il s'agit en particulier de Smith, Cypher et Spohrer (1994), Russel et Norvig (1995) et Maes (1994). Dans cette première acception, on se focalise sur la fonction "agent" et l'on considère ces programmes comme des serveurs dédiés à une maîtrise d'œuvre. Cette optique trouve son application dans le marketing direct amont (Texier, 1990) où ces agents sélectionnent les fournisseurs sur Internet. Il s'agit ici du niveau 1 de l'intelligence, voire du niveau 2 mais sans pour autant avoir recours à la mémoire.

Mais il y a une autre catégorie de définitions des agents intelligents qui se focalise plutôt sur la fonction "intelligence", ou du moins sur une autre face de l'in-

(1) ou du désir latent.

(2) On voit clairement la relativité du concept. Une machine peut être assez intelligente pour vous battre aux échecs, sans obligatoirement (?) parvenir à battre Kasparov !

telligence que cette réalisation d'opérations pour compte. Il s'agit des définitions données par Hayes-Roth (1995), Franklin et Graesser (1996) et Wooldrige et Jennings (1995). Si les objectifs sont classiquement délibérés et donnés *a priori* par l'utilisateur à l'agent intelligent, il peut arriver que ceux-ci émergent *a posteriori* et soient au contraire suggérés par l'agent intelligent à l'utilisateur. Cette suggestion peut être issue de deux sources : le comportement passé de l'utilisateur ou l'environnement. Dans le cas où la suggestion est issue du comportement passé de l'utilisateur observé par l'agent intelligent, nous parlerons d'apprentissage de l'utilisateur. Dans le cas où il s'agit au contraire d'une suggestion ayant pour source l'environnement compte tenu des intérêts de l'utilisateur et *via* l'agent intelligent, nous parlerons d'innovation par l'environnement. Ceci rend possible une ouverture vers l'innovation. Nous l'illustrerons par la publicité informative (Dubois, 1989) et la veille ciblée sur Internet.

L'un des objectifs de cet article est de proposer quatre attributs aux agents intelligents à partir des caractéristiques issues des deux types de définitions. A partir des définitions axées sur la fonction d'agent, nous tenterons d'établir deux attributs : une planification par l'utilisateur et une maîtrise d'œuvre dans l'environnement. Ceci constituera notre première partie. A partir des définitions axées sur la fonction "intelligence", nous nous attacherons à proposer deux autres attributs des agents intelligents qui constitueront notre seconde partie : un apprentissage de l'utilisateur et une innovation par l'environnement.

LA FONCTION "AGENT"

L'objet de cette première partie est de présenter les définitions des agents intelligents se focalisant sur la fonction "agent". Nous évoquerons tout d'abord la planification par les utilisateurs liée à la fixation des objectifs dans une première section. Ensuite, nous étudierons la maîtrise d'œuvre liée à l'exécution de cette planification dans une seconde section. Enfin, nous verrons l'application de ces caractéristiques dans le marketing direct amont sur Internet qui constituera notre troisième section.

1.1. La planification par l'utilisateur

Smith, Cypher et Spohrer (1994) définissent les agents intelligents comme une entité logicielle persistante, dédiée à des buts spécifiques. La première caractéristique des agents intelligents est d'avoir des objectifs planifiés par l'utilisateur. Cette planification est de plus réalisée en langage naturel. Enfin, les agents intelligents sont tolérants aux pannes de réseau du fait ils n'impliquent pas une connexion permanente.

Les premières caractéristiques de ces programmes sont donc les suivantes (voir tableau 1 à la page suivante).

Les agents les plus simples trient le courrier à l'arrivée des messageries électroniques, en fonction de l'émetteur, en fonction de la fréquence de certains mots ("réunion", "urgent", "personnel", "chef"...). Si on regarde à titre d'exemple ce qu'une société comme IBM commercialise dans cette perspective, on trouve par exemple les agents du système de messagerie *Lotus Notes* permettant l'automatisation de nombreuses

Caractéristique	Signification
• Dédiés à des buts spécifiques	Planification par l'utilisateur
• Langage naturel	Usage du langage de l'utilisateur
• Temporellement persistants	Travaillent sans arrêt
• Tolérants aux pannes	N'impliquent pas de connexion permanente

Tableau 1 : Caractéristiques "planifiées" des agents intelligents

tâches (messages automatiques, classements, priorités, recherche automatique périodique sur des mots-clés)... Il en est de même pour *Information Overload Assistant*, agent permettant de réguler le "flow" des courriers électroniques (*E-Mails*).

Le caractère planifié des agents intelligents ne dépasse donc pas le premier niveau d'intelligence et met en évidence l'aspect d'exécutant lié à la fonction d'agent. Il existe toutefois un autre aspect de cette fonction qui tend vers le second niveau d'intelligence : la maîtrise d'œuvre.

1.2. La maîtrise d'œuvre dans l'environnement

Mais si certains agents sont résidents sur l'ordinateur client, d'autres naviguent sur le réseau, d'ordinateur en ordinateur, en accumulant les données. Ce sont ces agents mobiles qui font l'objet d'un intérêt croissant. Ceux-ci diffèrent donc des programmes traditionnels qui déplacent vers eux les données. Au contraire, les agents intelligents mobiles apparaissent comme des programmes qui se déplacent vers les données. L'intérêt est de limiter la consommation réseau, ce qui rend les agents intelligents plus efficaces que le concept de client/serveur.

La réduction des coûts n'est pas le seul facteur de performance pour les agents du fait qu'ils peuvent être également considérés comme des serveurs tentant de répondre le plus rapidement possible aux besoins et désirs de leurs propriétaires (individu ou entreprise). Un tel agent transportable doit par ailleurs vivre dans un environnement de réseau hétérogène.

Une fois leurs objectifs planifiés par leurs utilisateurs, les agents intelligents mobiles sont donc confrontés à l'environnement pour y réaliser une mission. Russel et Norvig (1995) définissent comme agent intelligent tout objet percevant son environnement à travers des détecteurs et agissant sur cet environnement grâce à des actionneurs, définition qui ne s'éloigne guère de celle du robot. Pour Patty Maes (1994), il s'agit de systèmes informatiques qui existent dans un environnement complexe et dynamique, perçoivent et agissent de façon autonome dans cet environnement, et de ce fait réalisent un jeu d'objectifs et de tâches pour lesquels ils sont conçus. Remarquons que le caractère "autonome" ne s'étend pas à la fixation d'objectif puisque, selon Patty Maes, les agents ne réalisent que les objectifs pour lesquels ils sont conçus. Enfin,

l'agent réalise ses missions en faisant des transactions avec d'autres agents.

On peut donc retenir les caractéristiques supplémentaires suivantes des agents :

Caractéristique	Signification
• Transportable	Réduction des coûts
• Mobile	Capable de se transporter d'une machine à l'autre
• Communiquant	Communique avec d'autres agents, dont certains du monde réel
• Réactif	Répond le plus rapidement possible aux demandes de l'utilisateur

Tableau 2 : Caractéristiques de maîtrise d'œuvre des agents intelligents

L'agent peut ainsi être défini comme un mandataire, chargé d'une mission. Ceci correspond à l'intelligence opérationnelle de niveau 2. Confronté au monde externe, il doit adopter un point de vue de serviteur "missionné". On peut dans ce cadre imaginer une série d'agents, plus ou moins spécialisés, coopérants à l'exécution de ces missions. L'un des champs de bataille de standard est d'ailleurs constitué par les protocoles de conversation inter-agents et les environnements de programmation des agents (notamment Java contre Telescript, ...). Mais dans tous les cas de figure, on demeure dans le cadre planifié de la maîtrise d'œuvre. L'agent est un exécutant dont les objectifs ont été fixés par son maître d'ouvrage : l'utilisateur.

Une application spectaculaire de cette fonction "agent" consiste dans le marketing direct amont sur Internet.

1.3. Le marketing direct amont sur internet

Le marketing direct amont préexistait largement à Internet. Il est défini comme le fait de "mettre à la disposition des consomma-

teurs, sur une grande échelle, des moyens de communication et de traitement de l'information puissants et très faciles à utiliser" allié aux techniques du marketing direct (Tixier, 1989, page 1738). Le concept même de marketing impliquait une rupture par rapport au contrôle par l'offre, donc en amont, hérité du fordisme, pour au contraire passer à un contrôle la demande, et donc par l'aval. En réalité, ces derniers n'ont longtemps pu influencer la production que statistiquement par le biais de l'analyse qui était faite de leurs tendances d'achat. Une seconde phase est intervenue par le biais du marketing direct par une approche finement ciblée par l'exploitation des banques de données. Toutefois, le contrôle s'exerçait toujours par l'amont malgré les possibilités de compréhension et d'adaptation vis-à-vis de l'aval. Avec le marketing direct amont, c'est le contrôle de cette chaîne qui devait changer de sens. Sa manifestation était attendue par cette phrase prémonitoire : "quand les consommateurs remonteront systématiquement dans les arborescences des "menus" informatiques de plusieurs

concurrents à la recherche d'informations sur le même sujet pour les aider à se faire une opinion avant de choisir, il y aura marketing direct amont" (page 1741).

Est-on parvenu à un tel stade d'évolution ? Parmi les systèmes actuels permettant de programmer les agents mobiles, on peut citer *Telescript* de General Magic, *Hot-Java* de Sun Microsystems, *Obliq* de Digital, *Safe-Tcl*, ARA de l'Université de Kaiserslautern, *Tacoma* de Cornell. La disparition du contact humain dans la négociation peut avoir des côtés négatifs, mais beaucoup d'aspects positifs (suppression des incompréhensions, de barrières linguistiques, ...). De nombreux services sur le WEB aident les utilisateurs à acheter, mais très peu automatisent les processus d'achat et de vente. Les applications sont nombreuses, tant pour les biens de consommation que les valeurs financières, les actions, ... Une expérience intéressante est celle du système *Kasbah* (Maes, 1995) qui permet de créer des agents acheteurs, vendeurs, de créer une place de marché où les transactions auront lieu. Les agents acheteurs, tout comme les agents vendeurs, sont pro-actifs, allant sur la place de marché, se vendant eux-mêmes, ils contactent les parties intéressées et négocient le meilleur marché possible. On lui paramètre la date optimale de vente, le prix demandé, le prix au plus bas, la tactique de négociation (algorithme de diminution des prix sur les bases linéaire ou quadratique ou ...) L'utilisateur garde un contrôle permanent, peut demander d'être informé pendant la négociation. Les agents enregistrent par ailleurs toutes leurs "conversations". Ils peuvent ainsi

être comparés à une direction des achats dans une entreprise réalisant un appel d'offres par le biais des agents.

Bien sûr, la tentation est forte pour les vendeurs de "forcer la porte" de l'utilisateur, en lui envoyant malgré lui de nombreux messages, via messagerie ou panneaux WEB, grâce aux nouvelles possibilités qu'offre Internet au marketing direct. Mais l'utilisateur peut désormais filtrer à volonté l'accès, notamment grâce aux agents qui l'aident en un sens à faire son propre marketing direct, mais cette fois-ci inversé en direction des fournisseurs.

Mais dans toutes ces applications, on attend de ces agents qu'ils suivent les "lois de la robotique" : ils doivent développer une intelligence commerciale et juridique dans ce cadre qui fait que leur action ne puisse jamais se retourner contre leur propriétaire... Mais comment dans ce cadre pouvoir seulement espérer qu'une novation puisse franchir la barrière ? L'utilisateur, enfermé dans son propre modèle, risque de voir sa créativité de consommateur freinée par l'existence des barrières qu'il a générées. La planification des objectifs assignés à la maîtrise d'œuvre risque de limiter l'innovation.

C'est ce qui justifie un autre type de définitions axées non pas sur la fonction "agent" mais sur la fonction "intelligence" qui constitue notre seconde partie.

2. LA FONCTION "INTELLIGENCE"

Si les objectifs sont classiquement délibérés et donnés *a priori* par l'utilisateur à l'agent intelligent, il peut arriver que ceux-ci émergent *a posteriori* et soient au

contraire suggérés par l'agent intelligent à l'utilisateur. Cette suggestion peut être issue de deux sources : le comportement passé de l'utilisateur ou l'environnement. Dans le cas où la suggestion est issue du comportement passé de l'utilisateur observé par l'agent intelligent, nous parlerons d'apprentissage de l'utilisateur. Dans le cas où il s'agit au contraire d'une suggestion ayant pour source l'environnement, compte tenu des intérêts de l'utilisateur et *via* l'agent intelligent, nous parlerons d'innovation par l'environnement.

A partir des définitions axées sur la fonction "intelligence", nous présenterons dans une première section l'apprentissage de l'utilisateur et dans une seconde section l'innovation par l'environnement. Enfin, dans une troisième section, nous illustrerons ces nouvelles possibilités par la veille ciblée et la publicité informative sur Internet.

2.1. L'apprentissage de l'utilisateur

Les agents intelligents peuvent également être définis comme des entités logicielles qui transportent un jeu d'opérations pour le compte d'un utilisateur ou d'un programme, avec un certain degré d'indépendance et d'autonomie, et, de ce fait, utilisent quelques connaissances ou représentations des objectifs ou désirs de leur utilisateur (IBM 1997). Franklin et Graesser (1996) les définissent pour leur part comme un système, situé dans un environnement et appartenant à cet environnement, qui perçoit cet environnement, agit sur lui, en pour-

suivant son propre objectif. L'agent intelligent apprend de son utilisateur. Ceci suppose souvent l'existence de moteurs d'inférence. C'est sans doute là une discipline d'avenir, où l'agent va, comme un assistant réel, découvrir mes façons de faire, mes rythmiques, mes besoins, ma sélectivité et modifier dynamiquement mon interface pour m'offrir un outil toujours plus adapté (tableau 3).

L'agent intelligent doit pouvoir suivre mes actions sur mon micro-ordinateur, ma "vitesse de lecture", mon style d'interaction, ma façon de répondre au courrier, ou de ne pas répondre, et simplifier ainsi mon interface, afin d'aboutir à un interface enfin convivial où, en deux clics maximum, j'obtiens une réponse dont la valeur est supérieure à mon effort. Le premier fournisseur de navigateur qui offrira à l'utilisateur toutes ces fonctionnalités intégrées risque de devenir un "standard de fait".

Au lieu de considérer l'agent comme un maître d'œuvre automatisé confiné aux tâches d'exécutions, je peux au contraire le considérer comme un observateur susceptible de reproduire mon comportement (sur Internet), de me proposer des améliorations *via* mon interface électronique et de s'expliquer en langage naturel ("je t'ai supprimé l'icône X car cela fait 4 mois que tu ne t'en est pas servi"...). La capacité d'apprentissage que l'on attend de l'agent vis-à-vis de l'environnement est donc susceptible de s'étendre à l'utilisateur qui peut apprendre de son agent intelligent⁽³⁾.

(3) "Aux vertus que l'on attend d'un domestique, votre excellence connaît-elle beaucoup de maîtres qui fussent dignes d'être valets ?" (Beaumarchais, le Mariage de Figaro).

Caractéristique	Signification
• Téléonomie	orienté vers une finalité moyennant quoi ses actions ne sont pas de simples réactions à l'environnement
• Apprentissage	adapte son comportement en fonction de ses expériences

Tableau 3 : Caractéristiques "d'apprentissage" des agents intelligents

Mais au-delà de cet apprentissage de l'utilisateur, un agent intelligent peut me révéler des phénomènes de l'environnement imperceptibles ou imprévus à partir de mes centres d'intérêts. C'est ce qui constitue le dernier attribut des agents intelligents que nous souhaitons proposer : l'innovation par l'environnement.

2.2. L'innovation par l'environnement

Certes l'agent n'arrivera pas totalement à s'auto-inventer un objectif - et ce n'est peut-être pas souhaitable - mais il peut détecter, d'après leur utilisation habituelle, en regardant "par dessus leur épaule" ce qui intéresse les utilisateurs et leur renvoyer l'information correspondante. L'autonomie de l'agent apparaît dans la définition de Wooldrige et Jennings (1995), qui estiment qu'il s'agit d'un système informatique autonome, social (interaction avec d'autres agents), réactif à l'environnement, et pro-actif. Enfin, Hayes-Roth (1995) identifie trois aspects aux agents intelligents : la perception des changements dynamiques de l'environnement, l'action sur cet environnement, et des modèles de raisonnement permettant d'interpréter les perceptions, de déduire, et de définir les actions. Il nous faudra enfin évoquer la fameuse "personnalité" des agents intelligents.

On voit ici apparaître de nouvelles caractéristiques des agents intelligents (tableau 4).

Alors que les sources d'information augmentent de façon exponentielle, les agents, par des techniques de type "data mining" vont rechercher l'information significative. Mais cette signification peut être émergente. Le navigateur doit bien sûr me permettre les fonctions actuelles de recherche spontanées en mode "pull", mais il doit de plus me permettre d'exprimer un ensemble de champs d'intérêts (je m'intéresse au cognitif, aux agents, au jazz, aux correspondances avec des personnes intéressantes, au cours de l'action de telle société, à Claudia, ...) pour m'offrir, aux heures où je me branche, des synthèses sur ces sujets. Il doit également être capable de me suggérer des actions, de tester mes réactions à ces suggestions, de s'adapter.

C'est dans cette perspective qu'apparaît la "personnalité" de l'agent intelligent Celle-ci reprend bien entendu la possibilité de pouvoir s'exprimer vers l'agent en langage "naturel". C'est le cas des agents de type *Autonomy* à qui l'on peut dire des phrases comme "je recherche tous les renseignements sur Microsoft, surtout ceux concernant les agents". L'agent envoie alors sur le réseau des "meutes" qui, de site en site, collectent l'information et la ramènent sur le disque dur de l'utili-

Caractéristique	Signification
• Autonomie	contrôle ses propres actions
• Personnalité	sa personnalité est crédible et il a des états émotionnels
• Flexibilité	ses actions ne peuvent être totalement programmées

Tableau 4 : Caractéristiques "innovantes" des agents intelligents

sateur, qui peut se livrer à d'autres activités entre-temps... Mais au-delà du langage, des expériences ont été menées au M.I.T. pour visualiser mon agent principal sous la forme d'un visage (souriant, réfléchi, inquiet, ...) réaliste ou caricatural. Il peut également prendre la forme d'un animal domestique, voire être stylisé sous forme de *smileys* (Maes, 1995). Une expérience passionnante dans ce cadre est celle menée sur *Julia*, un agent autonome de Carnegie-Mellon (Mauldin, 1995) qui possède des propriétés de discussion très élaborées avec l'utilisateur, qui a des états d'âme, des sentiments, une très bonne mémoire. *Julia* se rappelle avec qui elle a parlé, les interactions, les conversations précédentes, ...

La source de l'innovation redevient alors l'environnement envers lequel l'agent intelligent adopte une attitude bien plus ouverte que dans le marketing direct amont. Il ne s'agit plus de sélectionner des fournisseurs dans le cadre d'une maîtrise d'œuvre planifiée, mais d'attirer des offreurs innovants à partir de l'apprentissage de mon comportement comme l'illustrent la veille ciblée et la publicité informative sur Internet.

2.3. La veille ciblée et la publicité informative sur Internet

Historiquement, le consommateur a eu tendance à considérer que déjà il s'engageait en partie en demandant de l'information. Cet état de fait, hérité d'un système de distribution capillaire dans lequel le contact personnalisé avec le commerçant était systématique et incontournable a, d'évidence, beaucoup changé, ce qui rend possible la publicité informative. Une des grandes mutations actuelles est l'explosion de la demande de produits "mass-customized"⁽⁴⁾ (Pine, 1993). Le consommateur veut désormais un produit ou un service sur mesure, au même prix qu'un produit de masse, sans négliger la qualité. Un récent article des Enjeux (Mai 97) montre la fin de la standardisation dans l'hôtellerie, les voitures, les bicyclettes, les coiffures, les chaussures, les jeans, les journaux. Indépendamment des mutations profondes que cela implique en production dans les métiers matériels, les agents fournissent de puissants outils aux entreprises pour à la fois connaître leurs consommateurs potentiels et leur offrir un produit adapté. Ceci signifie que l'on utilise envers le marché, pourtant grand public des utilisateurs d'in-

(4) en "sur mesure de masse", ou "sur mesure industriel".

ternet, des techniques qui étaient jusqu'ici réservées au marketing industriel. Elles ont en effet les caractéristiques d'être non seulement en "sur mesure" mais également d'avoir fréquemment une certaine technicité des produits proposés et, bien sûr, un caractère relationnel et interactif obligé sur Internet.

Ceci ouvre des voies de recherche sur les nouvelles techniques de marketing induites. Le consommateur est désormais libre de définir ses besoins ou de les masquer, la publicité, au lieu d'être "de masse", devient sur mesure.

Les agents proposés par IBM dans cette logique sont par exemples les suivants :

- WBI (Web Browser Intelligence) permet à l'utilisateur Web de se rappeler ce qu'il a déjà trouvé, le temps de réponse des sites visités, grâce à des agents intégrés ;
- Knowledge Utility, permet de connecter des connaissances inter-disciplinaires ;
- World Avenue, système de repérage des habitudes d'achat afin de permettre le "micro-merchandizing". L'un de ces agents, "Intelligent Miner" a recours à des techniques avancées, dont les réseaux neuronaux, pour analyser les informations.

Il faut donc permettre à l'utilisateur d'exprimer son besoin sous forme de profil (sujets d'intérêt, périodicité, ...) et il recevra alors, à chaque connexion, des informations ciblées, accompagnées en général d'une publicité ciblée sur ses sujets d'intérêt... Des exemples sont par exemple *Pointcast*, *My Yahoo*, ... Ceci permet par ailleurs de leur faire de la publicité

"personnalisée". En tant qu'enseignant en gestion, je peux souhaiter être informé de toutes les annonces de livres en systèmes d'information pour améliorer mes enseignements et ma recherche. En tant que dirigeant je peux désirer connaître toutes les annonces de logiciels de gestion de production pour améliorer la productivité de mes usines. Ces publicités précises ne sont plus alors pour moi une agression mais au contraire une veille ciblée concourant à ma compétitivité. Ceci a permis l'éclosion de nombreuses sociétés se proposant aux entreprises comme médiateurs pour faire de la revue de presse sélective, de la veille ciblée, marché temporaire profitant de la non généralisation des outils. Autre exemple, le journal *First!* est fait entièrement sur mesure, à la lumière des attentes de l'acheteur.

Internet aura donc suivi l'évolution inverse du marketing industriel. Alors que celui-ci est issu des approches "push" dans la logique de l'offre fordisme pour être à présent dominé par des logiques "pull", ou "relationnelles", l'explosion du WEB a amené les fournisseurs d'offres, à donner d'abord accès à l'information en mode "pull". L'utilisateur va de lui-même à la recherche d'informations. Le langage HTML, qui a fait le succès du WEB, permet par un simple "clic" de naviguer de page en page. Puis sont apparus les moteurs de recherche, de type *Yahoo* ou *Altavista*, permettant de rechercher par mots-clés tous les sites ou pages intéressants, en affinant la recherche par des opérateurs "ET" et "OU". Mais face à l'explosion informative, cela ne suffisait pas. Sont apparues alors des approches "push", tentant d'envoyer aux utilisateurs des in-

formations correspondant à leurs "besoins". Le marketing direct amont serait ainsi moins révolutionnaire sur Internet que la publicité informative... Ceci est sans doute dû au fait que le WEB vit en 1997 essentiellement de la publicité, ... en attendant l'explosion du commerce électronique qui pourrait à nouveau inverser la tendance.

CONCLUSION

Cette recherche a sans doute un certain nombre de limites. Par exemple, il n'a pas été possible de parler ici du rôle des agents intelligents dans la constitution des réseaux informels (Krackhardt et Hanson, 1993). Dans un monde suffisamment stable, des réseaux figés conviennent : on sait où s'adresser, à qui, pour quoi... Dans un monde éphémère, instable, ce sont les réseaux dynamiquement reconfigurables qui sont efficaces. Ceci trace la limite des outils permettant aux consommateurs, aux organisations d'exprimer leurs besoins. Ceux-ci changent, les finalités aussi, les cibles sont variables, non définies, souvent non exprimables. Il faut récupérer des "bruits" et les transformer en "information". C'est dans ce domaine que les agents issus des recherches de l'intelligence artificielle ou de la vie artificielle vont être les plus efficaces : trouver pour moi les réseaux dont j'ai besoin, négocier les contacts, me permettre (ou à mon entreprise) d'être présent dans les multiples réseaux informels du monde moderne. Cette problématique renvoie à la définition des systèmes d'information qui peuvent être considérés comme des systèmes technologiques ayant des conséquences so-

ciales ou au contraire comme des systèmes sociaux mis en œuvre par la technologie dont l'enjeu est l'établissement des significations partagées (Hirschheim, Klein et Lyytinen, 1995).

Par ailleurs, on pourrait considérer que les agents intelligents n'ont rien de nouveau en systèmes d'information du fait que l'on retrouve en définitive quatre questions techniques qui sont présentes depuis les débuts de la discipline, à savoir la relation de l'homme avec respectivement : la machine, les réseaux, les programmes et les données.

- ① La planification des objectifs de l'agent renvoie à la relation homme/programme depuis les premiers systèmes transactionnels.
- ② La maîtrise d'œuvre apparaît dans la relation homme/réseau depuis les premières banques de données externes ou internes.
- ③ L'apprentissage des ordinateurs est au centre de la relation homme/machine depuis les langages de 5^e génération liée aux systèmes experts et à l'intelligence artificielle.
- ④ Enfin, l'innovation informationnelle est l'un des thèmes classiques de la relation homme/données.

Il est incontestable que les agents intelligents sont, par leur nature, à une intersection multidisciplinaire entre :

- l'informatique, avec ses technologies, ses programmes, ses réseaux, ses données,
- l'intelligence artificielle,
- la vie artificielle, avec ses robots,

- l'économie, avec les opportunités du cybermarketing,
- l'ergonomie cognitive, avec ses relations homme/machine,
- la sociologie, avec la problématique homme/communication.

Toutefois, malgré cette pluridisciplinarité, l'un des apports de cette recherche a été de montrer que les enjeux des agents intelligents concernent également les sciences de gestion.

Du point de vue de la fonction d'agent, les agents intelligents sont des logiciels qui agissent en lieu et place des acteurs. Face à la complexité d'Internet, qui reflète celle du monde physique, ils jouent le rôle d'assistants semblables à des assistants personnels (réels) dans le monde réel. Les agents vont réguler le flot d'informations et par conséquent contribuer à la réduction de la complexité. Ils sont également susceptibles d'effectuer des missions en se déplaçant sur l'ensemble de la planète rendant ainsi possible l'avènement du marketing direct amont sur Internet. Mais cette fonction ne dépasse pas le second niveau de l'intelligence systémique.

Mais ces agents peuvent non seulement automatiser des tâches répétitives (telles que repérer les pages intéressantes sur le WEB), mais également se souvenir de choses oubliées, résumer intelligemment des données complexes, apprendre de vous, vous faire des recommandations, vous permettre d'apprendre. Cette seconde fonction axée sur l'intelligence, sous-entendu du troisième niveau systémique, permet alors une innovation par l'environnement comme l'illustrent la veille ciblée et la publicité informative.

Ces apports indiquent trois pistes de recherche sur les agents intelligents : le modèle de décision, la justification des investissements et le commerce électronique.

Du point de vue du modèle de décision, dans la fonction "agent", la décision est délibérée et elle est séparée de l'exécution dans l'espace (planification) et dans les rôles (maîtrise d'œuvre / maîtrise d'ouvrage). En revanche, dans la fonction "intelligence", l'agent intelligent est à l'origine d'une décision en suggérant des améliorations que l'utilisateur n'aurait pu imaginer qui sont déduites *a posteriori* de son propre comportement. On délègue également à l'agent intelligent une créativité en laissant l'accès aux offreurs de publicité informative. La décision tendrait alors vers l'émergence.

Du point de vue de la justification des investissements ces deux perspectives sur les agents intelligents renvoient aux différents modes de justification des systèmes d'information (Monod, 1996).

La première approche des agents intelligents par la fonction "agent", centrée sur la séparation de la décision et de l'exécution du fait des notions de planification et de maîtrise d'œuvre, a fait apparaître tout à tour trois modes de justification. Tout d'abord, la justification financière du fait des réductions de coûts autorisées par rapport au client serveur. Ensuite, la justification par les activités (processus) du fait du temps de réaction à une demande client. Enfin, la justification "cognitive" par le biais de l'amélioration de la décision d'achat dans la perspective du marketing direct amont. Chacune de ces justifications (coût,

vitesse, qualité de la décision) relève de l'efficacité.

En revanche, la seconde approche des agents intelligents par la fonction "intelligence", centrée sur l'émergence de la signification, a pour sa part utilisé trois modes alternatifs de justification. Il s'agit tout d'abord de la justification par l'apprentissage. Il s'agit en second lieu de la justification managériale par l'identification d'opportunités commerciales et d'innovations. Il s'agirait enfin de la justification "environnementale" par l'adaptation à l'environnement pour la survie, mais ceci impliquerait que notre utilisateur soit une entreprise.

Enfin, du point de vue du commerce électronique, les agents intelligents vont provoquer une révolution des habitudes. D'après Gilbert (1996) les prochaines années vont connaître une rapide évolution sur ces thèmes. Les universités et les centres de recherche sont au seuil de pouvoir mettre sur le marché le fruit de leurs avancées dans des domaines afférents (Intelligence artificielle, ...). Beaucoup de ces produits peuvent déjà être obtenus gratuitement sur le réseau. Déjà plus de 80 sociétés fournissent des logiciels et des services utilisant des agents. Les dates prévisibles pour une généralisation sont, 1998 pour une gestion des *E-mails* par agents ; 1999 pour les assistants administratifs, les accès aux informations par des techniques de *data-mining* et pour de nouveaux interfaces homme/machine. Mais il faudra attendre l'an 2000 pour les agents acheteurs et vendeurs réalisant le commerce électronique... Ces logi-

ciels assistants, qui permettent aux utilisateurs de déléguer ce qu'ils devraient autrement faire eux-mêmes, peuvent automatiser, simplifier, apprendre, et trouver des réponses sans se heurter à la complexité. Ces agents vont donc être instruits des intérêts de leur utilisateur ; ils vont travailler pour eux. Chacun aura ainsi des maîtres d'œuvre, travaillant pour soi en différents lieux, jouant le rôle de secrétaire, de représentant, d'acheteur, d'assistant, ... En tout état de cause, les agents intelligents sont l'une des conditions nécessaires pour avoir une réelle croissance de l'informatique grand public. Certes aux Etats-Unis, chacun va avoir désormais son "E-Mail". Mais si l'on veut un vrai développement, il faut des outils intelligents d'accès à l'information⁽⁵⁾, apprenant de leur utilisateur le langage optimal à employer, pour que "faire de l'informatique" soit (enfin ?) aussi simple que d'appuyer sur sa télécommande de téléviseur.

BIBLIOGRAPHIE

Don, A. (1992), « Anthropomorphism : From Eliza to Terminator 2, panel description » in *Proceedings of the CHI'92 Conference*, ACM Press.

Dubois, P.L. (1989), « Publicité » in *Encyclopédie de gestion*, Tome 3, Economica, Paris, p. 2427-2465.

Franklin, S. (1995), *Artificial Minds*, Cambridge, MA : MIT Press.

Franklin, S. et Graesser, A. (1996), « Is it an Agent, or Just a Program ? : A Taxinomy for Autonomous Agents » in *Proceedings of third International Workshop on Agent Theories*, Springer-Verlag.

(5) Voir à l'action virtuelle, par le biais de l'achat ou de la vente électronique, par exemple.

Gibert, D. (1997), « The future of intelligent agents » in <http://www.research.ibm.com/iagents/>

Krackhardt, D., Hanson, J.R. (1993), « Informal Networks : the Company Behind the Chart » in *Harvard Business Review*, Volume 35, n° 3.

Hayes-Roth, B. (1995), « An Architecture for Adaptive Intelligent Systems » in *Artificial Intelligence : Special Issue on Agents and Interactivity*, 72, p. 329-365.

Hirschheim, R., Klein, H. et Lyytinen, K. (1995), *Information Systems Development and Data Modeling : Conceptual and Philosophical Foundations*, Cambridge University Press.

Janca, P. (1997), « Intelligent agents » in <http://www.research.ibm.com/iagents/>

Kozierok, R. and Maes, P. A Learning (1993), « Interface Agent for Scheduling Meetings » in *ACM SIGCHI International Workshop on Intelligent User Interfaces*, ACM, Orlando, Florida, January, 1993.

Le Moigne, J.-L. (1984), *Théorie du Système Général*, PUF, Paris.

Le Moigne, J.-L. (1990), *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod, Paris.

Maes, P. (1990), ed., *Designing Autonomous Agents*, Cambridge, MA : MIT Press.

Maes, P. (1994), « Agents That Reduce Work and Information Overload » in *Communications of the ACM*, Vol. 37, n° 7, ACM Press : New York.

Maes, P. (1995), « Artificial Life Meets Entertainment : Life like Autonomous Agents » *Communications of the ACM*, 38, 11, p. 108-114.

Minsky, M. (1985), *The Society of Mind*, New York : Simon and Schuster.

Moles, A. (1995), *Les sciences de l'imprécis*, Le Seuil, Paris.

Moles, A. (1986), *Théorie structurale de la communication et société*, Masson, Paris.

Monod, E. (1996), *Efficacité du développement des systèmes d'informa-*

tion : le cas de la transformation d'IBM France (1965-1994), Doctorat de sciences de gestion, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, décembre, Paris.

Negroponte, N. (1970), *The Architecture Machine ; Towards a More Human Environment*, MIT Press.

Negroponte, N. (1995), *Being Digital*, The Alfred A. Knopf : New York.

Pine, J. (1993), *Mass Customization* Harvard Business School Press.

Pine J., Victor et Boyton, A. (1993), « Making mass customization work » in *Harvard Business Review*, Sept.

Russell, S.J. et Norvig, P. (1995), *AIMA Artificial Intelligence : A Modern Approach*, Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.

Smith, D.C., Cypher, A. et Spohrer, J. (1994), « KidSim : Programming Agents Without a Programming Language » in *Communications of the ACM*, 37, 7, p. 55-67.

Tixier, D. (1989), « Le marketing direct amont », in *Encyclopédie de gestion*, Tome 3, Economica, Paris, p. 1738-1753.

Wooldridge, M. et Jennings, N.R. (1995), « Agent Theories, Architectures, and Languages : a Survey » in Wooldridge et Jennings Eds., *Intelligent Agents*, Berlin : Springer-Verlag, p. 1-22.

Quelques sites sur le Web comportant des informations de synthèse sur les agents intelligents

La multiplicité des sites interdit de les citer tous. On trouvera des "white papers" intéressants et des pointeurs vers d'autres sites sur :

<http://www.research.ibm.com/iagents/> (particulièrement les articles de P. Janca et de D. Gilbert)

<http://media.mit.edu/groups/agents> (particulièrement les contributions de Patty Maes)

<http://www.agent.org>

<http://www.psyc.menphis.edu.....>