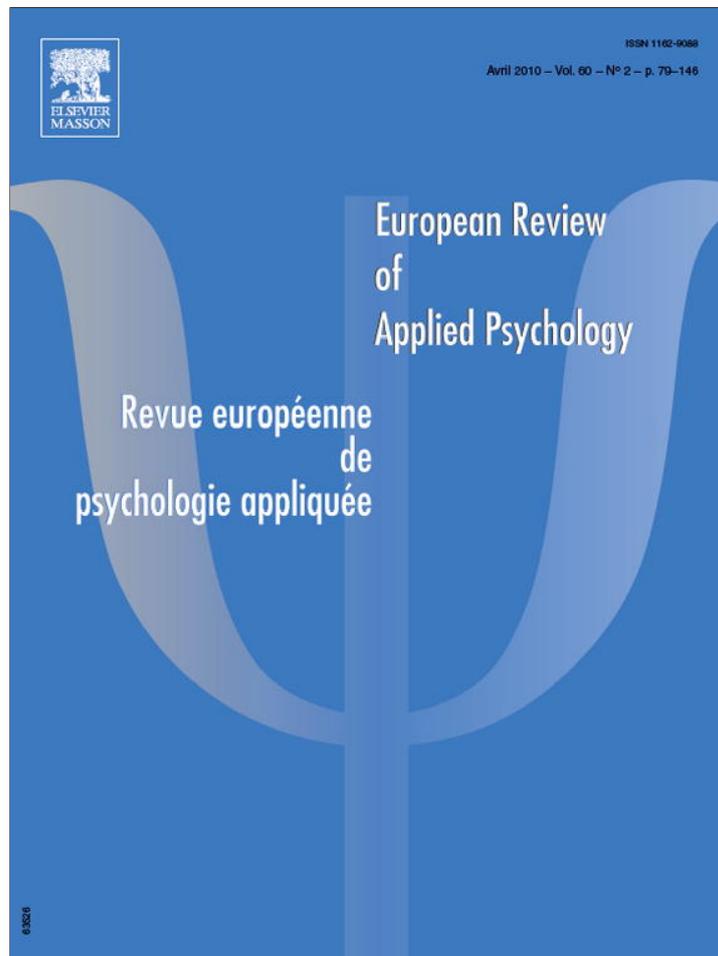


Provided for non-commercial research and education use.  
Not for reproduction, distribution or commercial use.



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/copyright>



ELSEVIER  
MASSON

Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
 www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
 EM|consulte  
 www.em-consulte.com

Revue européenne de psychologie appliquée 60 (2010) 129–146

Revue européenne  
de  
psychologie appliquée

Article original

## Analyse critique des approches de l'acceptation des technologies : de l'utilisabilité à la symbiose humain-technologie-organisation

*Critical analysis of technology acceptance approaches: From usability to  
human-technology-organization symbiosis*

É. Brangier\*, S. Hammes-Adelé, J.-M.C. Bastien

INTERPSY-ETIC, EA 4432 – Expérience utilisateur dans le traitement des interactions technologiques et des conduites humaines et sociales, université  
Paul-Verlaine–Île-du-Saulcy, BP30309, 57006 Metz cedex 1, France

Reçu le 15 septembre 2008 ; reçu sous la forme révisée 10 novembre 2009 ; accepté le 10 novembre 2009

### Résumé

Cet article propose une critique de la notion d'acceptation des technologies. Sur la base de la distinction entre l'acceptation opératoire et sociale, les auteurs effectuent un panorama des concepts et notions mobilisés par le paradigme de l'acceptation, pour ensuite le critiquer et proposer de considérer qu'humains et technologies sont reliés par des interactions si étroites que l'on peut parler de symbiose humain-machine, comme l'avait suggéré Licklider (1960). La première partie est consacrée aux différents aspects ergonomiques de l'acceptation opératoire (utilisabilité, critères ergonomiques, modèles de l'interaction) tandis que la seconde partie évoque les aspects psychosociaux de l'acceptation (modèle de l'acceptation technologique, théorie de la satisfaction de l'utilisateur, théorie de la disconfirmation des attentes, théorie de l'agilité organisationnelle...). L'exercice de la critique de ces deux orientations amène à considérer que la technologie n'est pas forcément à penser comme un corps étranger que l'humain doit accepter ou refuser mais plutôt comme une partie de nous-mêmes qui se comporte, d'un point de vue métaphorique, comme un symbiote. À partir du moment où humains et technologies commencent à former des unités cohérentes et indissociables, la relation entre l'humain, la technologie et l'organisation peut s'appréhender selon une approche symbiotique qui considère qu'humains et technologies sont reliés par des rapports de forte dépendance. En somme, cet article propose de considérer qu'aujourd'hui, la notion de symbiose est plus à même d'expliquer la relation de l'humain à la technologie que celle d'acceptation.

© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

*Mots clés* : Symbiose humain-technologie ; Acceptation des technologies ; Interaction humain-machine ; Néo-symbiose

### Abstract

This article proposes a criticism of the concept of technology acceptance. Starting from a distinction between operational and social acceptance, the authors present an overview of the concepts and notions associated to the paradigm of technology acceptance. Then, they criticize the paradigm and propose the idea that human and technologies are connected by interactions that are so narrow that one can refer to human-machine symbiosis, as Licklider (1960) suggested. The first part of the paper is devoted to the various ergonomic aspects of the operational acceptance (usability, ergonomic criteria, model of the interaction) while the second part addresses the psychosocial aspects of acceptance (Technology Acceptance Model, User Information Satisfaction Theory, Expectancy Disconfirmation Theory, Agile Organizational Development...). The idea behind the authors' point of view is that technology must not inevitably be thought of as a foreign thing that the human must accept or refuse. From a metaphorical point of view, technology is more and more part of ourselves and behaves like a symbiont. From the time human and technologies start to form coherent and linked units, the relation between human, technology and organization can be apprehended according to a symbiotic approach which considers that human and technologies are connected by strong dependent relationships. In short, this article proposes to consider that the concept of symbiosis is more capable to explain the relationships of human with technology than the acceptance concept.

© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

*Keywords*: Human-machine symbiosis; Technology acceptance; Human technology relationship; Neo-symbiosis

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [brangier@univ-metz.fr](mailto:brangier@univ-metz.fr) (É. Brangier).

## 1. Introduction

Dans un environnement technologique à évolution vertigineuse, l'acceptation<sup>1</sup> des technologies de l'information et de la communication (TIC) est souvent un véritable goulot d'étranglement auquel se heurtent tous les praticiens du changement technologique ainsi que de nombreux chercheurs. Pourtant l'usage des TIC est un enjeu social et économique important pour améliorer la qualité de vie des foyers (domotique...), l'éducation (téléformation, didacticiels...), la santé (télé médecine...), les transports (géolocalisation...), la sécurité (télé surveillance...), la production (automatisation...), la communication (technologies nomades...), la vie des personnes âgées (accompagnement à distance...), la culture (gestion des savoirs...), etc. Aussi, pour comprendre l'usage ou le non usage des TIC, plusieurs modèles théoriques ont été mis au point afin d'expliquer les relations entre les attitudes des utilisateurs, la satisfaction d'utilisation, l'utilité des TIC, l'intention d'utiliser une TIC, etc., et le comportement interactif à proprement parler. Ces approches scientifiques sont nombreuses, variées, complémentaires et parfois contradictoires et capitalisent aujourd'hui de très importants travaux de recherche. Situé dans cette perspective, l'objectif de cet article est double. Il s'agit :

- d'une part, de présenter un panorama synthétique des différentes approches théoriques de la relation humain-technologie et d'articuler ces approches en essayant de les positionner d'un point de vue ergonomique et psychosocial, en montrant que ces deux disciplines contribuent chacune à l'étude de l'adoption des technologies par l'humain ;
- d'autre part, de montrer que le développement de la relation humain-technologie-organisation suit une progression qui fait passer la machine d'un statut externe à l'humain à une sorte de symbiote de l'humain. Ainsi, nous soulignerons que l'acceptation des technologies – c'est-à-dire l'étude des conditions qui rendent une nouvelle technologie utilisable et acceptable ou non et qui amènent à l'intégrer à nos propres comportements – ne rend plus suffisamment compte des caractéristiques de la relation entre l'humain et la technologie. En effet, l'actuel développement des technologies tend à produire des effets qui relèvent plus de la fusion, de

l'hybridation ou encore de la symbiose entre l'humain et la machine.

Pour ce faire, la première partie de notre démonstration synthétisera un ensemble de recherches ayant souligné que l'utilisation d'une TIC dépend d'abord de sa simplicité d'utilisation. Ces approches, centrées sur la psychologie ergonomique, ont abordé la question de la relation humain-machine en cherchant à réduire la distance entre l'outil et l'utilisateur. Dans une deuxième partie, nous présenterons les modèles théoriques de l'acceptation sociale des TIC. Enfin, la troisième partie tentera de développer une synthèse des deux précédentes tout en soulignant que la relation entre l'humain et la technologie devrait être abordée sous l'angle symbiotique plutôt que sous celui de l'acceptation, notamment en regard de l'omniprésence actuelle des TIC et de la puissance de leur évolution, qui conduit de plus en plus à une fusion avec l'humain et l'environnement dans lequel ils évoluent. La notion de symbiose humain-technologie-organisation sera ainsi présentée.

## 2. L'utilisabilité ou les approches centrées sur la psychologie ergonomique des technologies nouvelles

Les techniques nouvelles accroissent les tâches d'interaction et l'interface humain-machine a d'abord été appréhendée comme le lieu où se focalise, hier et aujourd'hui encore, un grand nombre de problèmes rencontrés par les utilisateurs. Elle a fait notamment apparaître la question de la compatibilité entre les caractéristiques matérielles et logicielles de la technologie et les caractéristiques physiologiques et mentales de l'opérateur humain. Ainsi, les premières études concernant la charge de travail sur écran ont cherché à préciser les facteurs de contrainte et d'astreinte liés à la réalisation des tâches informatisées : fatigue visuelle, fatigue posturale ou charge mentale (Smith et al., 2003 ; Sperandio, 1987). D'autres travaux se sont plutôt orientés vers la recherche de la compatibilité du logiciel avec les modes de raisonnement de l'utilisateur et, plus globalement, sur la recherche de la simplicité d'usage, ou utilisabilité (Shneiderman, 1980). Ici, la production de connaissances sur l'utilisateur et son environnement est fortement ancrée dans le domaine des sciences cognitives et de l'ergonomie des logiciels en particulier. D'une manière générale, l'ergonomie des logiciels se définit comme étant la discipline étudiant la conception, l'évaluation et l'utilisation des interfaces humain-ordinateur, dans le but de permettre la meilleure compatibilité possible entre les opérateurs, leur tâche et le logiciel, afin de prévenir les défaillances du système humain-machine et de garantir un haut niveau de performance et de confort d'utilisation. Sa finalité est de concevoir, corriger ou modifier les dispositifs, les machines et les logiciels dans un sens qui soit adapté aux capacités humaines, en préservant l'intégrité physique, psychique et sociale de l'homme et en prévenant les conséquences indésirables sur l'activité professionnelle ou domestique. Globalement, les apports scientifiques de l'ergonomie des logiciels sont de trois ordres.

En premier lieu, l'ergonomie des logiciels s'attache à la production de connaissances stabilisées pour concevoir et évaluer des interfaces humain-machine. Elle vise à la définition

<sup>1</sup> Certains auteurs font la distinction entre acceptation et acceptabilité en soulignant que l'acceptation renvoie à un processus sociocognitif tandis que l'acceptabilité serait plus une propriété des systèmes techniques. Plus précisément, selon Bobillier-Chaumon et al., 2006 : « l'acceptation technologique définit l'intérêt que l'individu trouve à s'approprier une technologie. L'acceptation se présente comme la façon dont un individu, un collectif mais aussi une organisation perçoivent les enjeux liés aux nouvelles technologies (atouts, bénéfices, risques, opportunité) et y réagissent (favorablement ou non). » tandis que le terme « d'acceptabilité d'une technologie peut se définir comme la prise en compte de son intégration dans des schémas d'usage, de valeurs et d'organisation préexistante. On s'interroge alors a priori sur la définition de facteurs et de contextes favorables pour mieux adapter les technologies ». Il nous apparaît que pour de très nombreux chercheurs la frontière entre ces deux notions est poreuse. Pour ce qui nous concerne, nous nous référons volontiers à la distinction proposée par Nielsen (1993) entre acceptation opératoire (ou pratique) et acceptation sociale, qui montre clairement les deux disciplines de référence : l'ergonomie et la psychologie sociale.

de préconisations sur le fond et la forme pris par l'interaction. Il s'agit de guider la manière de concevoir, spécifier, organiser les actions et tâches de l'utilisateur en tenant compte du fonctionnement de l'humain en relation avec la technologie. Ces recommandations visent à expliquer ce qu'il faut ou ne faut pas faire pour réaliser des interfaces adaptées aux caractéristiques et besoins de l'utilisateur. Une recommandation est donc une règle dont la justification est basée sur des études expérimentales, des théories, ou des pratiques dont l'efficacité est avérée. Il s'agit aussi de règles dont la portée est parfois dépendante du contexte d'application.

En deuxième lieu, l'ergonomie des logiciels cherche à caractériser des modèles de l'interaction humain-machine. Elle étudie ainsi la manière dont les opérateurs humains s'engagent dans un dialogue avec une machine, et tente d'identifier les processus cognitifs mis en œuvre par l'utilisateur. Elle participe ainsi à l'élaboration de modélisations du fonctionnement cognitif et interactif de l'utilisateur en relation avec une machine.

En troisième lieu, l'ergonomie des logiciels participe au développement de méthodes et de processus permettant d'assurer la compatibilité entre les caractéristiques des utilisateurs (sensorielles, cognitives, etc.), leurs tâches et les outils informatiques cherchant ainsi à maximiser l'utilisabilité et par voie de conséquence l'acceptation et l'utilisation de ces outils.

Ces trois types d'approches concourent au même objectif : réduire la distance entre l'humain et la machine et ainsi favoriser l'acceptation opératoire des machines par les humains. À présent, détaillons-les.

### 2.1. Les connaissances ergonomiques pour la conception et l'évaluation des interfaces humain-ordinateur

Les sciences humaines et sociales ont produit un corpus scientifique sur la manière dont se conduit un utilisateur dans un environnement technologique, et réciproquement sur les effets des technologies sur les humains. Il s'agit des connaissances relevant de la psychophysiologie (par exemple : perception, sensation, vision, audition, kinesthésie) et de la psychologie (comme l'attention, la vigilance, le langage, l'imagerie, l'intelligence) utilisées dans une perspective ergonomique d'adaptation des interfaces aux caractéristiques humaines.

Dans ce cadre, la conception et l'évaluation des interfaces s'appuient sur des connaissances sur le fonctionnement cognitif, opératoire et social de l'utilisateur. Ce savoir a permis de dégager des grands principes sur la manière de concevoir, d'organiser et d'évaluer des interfaces. Globalement, ce savoir comprend quatre types de contenus : des règles et recommandations ergonomiques, des critères et dimensions ergonomiques guidant la conception et l'évaluation des interfaces, des guides de style et enfin des normes collectivement admises.

#### 2.1.1. Les recommandations ergonomiques

Les recommandations ergonomiques représentent un ensemble de conseils concernant la manière de concevoir l'interface humain-ordinateur. Elles se présentent comme adaptées ou mieux, adaptables à un grand nombre d'utilisateurs. Elles concernent généralement des aspects de « surface » de

l'interaction, en s'attachant à dire ce qu'il faut ou ne faut pas faire pour faciliter les interactions à différents niveaux :

- sensorimoteur, qui concerne l'interaction physique entre l'utilisateur et son système. Par exemple, pour entrer des informations graphiques ou picturales dans un ordinateur, le clavier est quasiment inutilisable. Pour gagner en précision dans le tracé, pour diminuer les erreurs, pour travailler plus vite, l'opérateur doit pouvoir utiliser un dispositif d'entrée compatible avec les exigences motrices de la réalisation de sa tâche. Nous appellerons ce premier niveau d'interaction celui de la compatibilité perceptivomotrice entre l'humain et le logiciel. À ce niveau, un nombre important de recommandations ergonomiques porte sur le choix des dispositifs d'interaction en fonction des tâches à réaliser (souris, écrans tactiles, claviers, crayons optiques, tablettes graphiques, scanners, contacteurs, capteurs, gants de données, casque d'immersion) (Greenstein, 1997 ; Hinckley, 2003 ; Lewis et al., 1997) ;
- perceptif, qui s'attache à présenter les aspects ergonomiques des périphériques de sorties d'informations comme par exemple : l'écran, l'imprimante ou encore la restitution en trois dimensions. Dans ce cas, le dispositif informatique doit tenir compte des caractéristiques perceptives mobilisées par la tâche et l'opérateur. Dans une tâche de traitement de textes, par exemple, par leur taille et leur couleur, les caractères doivent être facilement lisibles par l'usager. Aussi, existe-t-il un ensemble de connaissances ergonomiques relatives, par exemple, aux tailles et aspects des formes présentes à l'écran, couleurs, segmentation des écrans et fenêtres, polices de caractères, segmentation de l'écran en aires de travail, codage de l'information, séquençement des écrans, densité des informations (Tullis, 1997 ; Watzman, 2003) ;
- linguistique, qui définit les signes linguistiques présents dans un logiciel (comme les mots, phrases, abréviations, codes) qui sont parfois arbitraires et n'ont bien souvent de signification que pour l'ordinateur. Ici, les recommandations ergonomiques traitent à la fois des aspects ergonomiques de la forme prise par le dialogue interactif (questions-réponses, grilles de saisie, menus, manipulation directe, boîtes de dialogues, dialogues vocaux-auditifs, Mayhew, 1992) et des aspects ergonomiques du contenu du dialogue interactif (lexique ou vocabulaire du dialogue, organisation des commandes, syntaxe du dialogue, codes, abréviations, icônes, erreurs, messages d'erreurs et protections contre les erreurs accidentelles de l'usager) ;
- global, entre l'utilisateur et la machine, où il s'agit d'analyser comment la structure d'un logiciel est adaptée et adaptable aux modes de raisonnement mis en jeu par l'utilisateur dans la réalisation de sa tâche. À ce niveau, l'ergonomie des logiciels est centrée, par exemple, sur la manière dont un opérateur apprend à se servir d'un logiciel. Ainsi de nombreuses recommandations portent sur la compatibilité de l'interface avec les caractéristiques des tâches réelles de l'utilisateur, la facilité d'apprentissage, la capacité de l'interface à proposer une démarche naturelle d'apprentissage de l'utilisation, l'ergonomie des dispositifs d'assistance à l'opérateur comme les manuels utilisateurs, les aides informatisées implantées

dans les logiciels, les didacticiels, les aides en lignes et la formation des utilisateurs.

Pris dans leur globalité, les recommandations abordent les couches « superficielles » de l'interface, c'est-à-dire sa partie visible. Elles permettent de justifier des choix de conception du contenu et du contenant d'un dialogue interactif. Elles fournissent aux concepteurs et évaluateurs des TIC un ensemble de connaissances sur la manière dont fonctionne l'utilisateur impliqué dans une situation d'interaction avec un ordinateur, où interviennent des dispositifs d'entrée et de sortie d'informations, des modes d'échanges d'informations et le contexte induit par son travail.

### 2.1.2. Les critères ergonomiques pour l'utilisabilité

Une des principales difficultés de la mise en œuvre des recommandations ergonomiques est sans conteste leur trop grand nombre. On trouve par exemple 944 recommandations dans le recueil de Smith et Mosier (1986) et plus de 3000 dans le recueil de Vanderdonckt (1995). Le développement continu des dispositifs de saisie de données, d'interaction, ou de visualisation s'accompagne de l'apparition de nouvelles recommandations sur de nouveaux aspects des interfaces. C'est le cas par exemple des dispositifs de petites tailles comme les nouveaux téléphones portables et les *personal digital assistant* (PDA) ou encore des environnements virtuels pour lesquels de nouvelles règles ergonomiques sont proposées sur la base d'études expérimentales. C'est ainsi, par exemple, que Bach (2004) a répertorié près de 180 nouvelles recommandations ergonomiques pour la conception des environnements virtuels visant à préciser comment ils doivent être conçus afin d'être adaptés aux caractéristiques des utilisateurs et des tâches qu'ils ont à réaliser. En revanche, plus rares sont les démarches fédératrices qui visent à organiser les recommandations ergonomiques selon un critère opérationnel de conception. Une solution à ce problème semble être la définition de patrons de conception (*design patterns*, Dearden et Finlay, 2006), qui sont des solutions de conception d'objets interactifs pour les interfaces graphiques incorporant des recommandations ergonomiques.

Pour remédier au nombre impressionnant de recommandations, d'autres travaux, comme ceux de Scapin et Bastien (1997), ont proposé de structurer les recommandations sous la forme de critères ergonomiques. Ces critères présentent une sorte de catégorisation des recommandations et permettent d'en synthétiser un grand nombre et, jusqu'à un certain point, de définir les dimensions de l'utilisabilité. Les critères cherchent à aider les concepteurs à évaluer et (re)concevoir les interfaces humain-ordinateur. Dans cette perspective, les travaux de Bach (2004) précités ont permis d'étoffer les critères ergonomiques (guidage, charge de travail, brièveté, contrôle explicite, adaptabilité, gestion des erreurs, homogénéité/cohérence, signifiante des codes, dénominations et comportements, compatibilité).

Ces critères ergonomiques proposent donc une organisation des connaissances pouvant être appliquées à la conception des TIC afin d'augmenter les performances et la satisfaction des utilisateurs. Ils correspondent à une sorte de guide, qui repose sur l'idée implicite qu'une interface est mieux

adaptée à l'utilisateur lorsqu'elle satisfait ces différents critères.

### 2.1.3. Les normes ergonomiques relatives aux interactions humain-ordinateur

Une autre façon d'appréhender l'ergonomie des TIC est de les rendre conformes aux exigences des normes. Les normes sont un ensemble de règles pour concevoir et réaliser des systèmes qui garantissent un niveau élevé de confort, de performance, de satisfaction, de bien-être et de sécurité dans l'utilisation de systèmes techniques. Une norme se présente sous la forme d'un document consensuel et approuvé par des autorités reconnues. Dans le domaine des interactions humain-ordinateur, comme dans d'autres secteurs d'ailleurs, les pays tentent de se conformer aux normes internationales publiées par l'International Standard Organization (ISO). On trouve deux catégories de normes relatives aux interactions humain-ordinateur : (1) les normes orientées processus et (2) celles qui sont orientées produit. Dans la première catégorie, on trouve des principes généraux et des recommandations pour la conception des situations de travail (ISO 6385), une introduction générale pour la conception de ces situations avec ordinateur (ISO 9241-1), des recommandations relatives aux exigences des tâches, des considérations générales sur l'utilisabilité (ISO 9241-11), sur l'évaluation des TIC (ISO 14598-1) et, sans doute une des plus connues, sur le cycle de conception centré utilisateur (ISO 13407), cette dernière étant destinée aux gestionnaires de projet. Elle fournit un guide des sources d'information et des principes d'organisation de projet centré sur l'opérateur humain : la planification et la gestion de la conception centrée sur l'utilisateur, les aspects techniques des facteurs humains, l'utilisabilité et les principes généraux d'ergonomie du système et enfin les méthodes pouvant être utilisées.

Dans la seconde catégorie, le concepteur trouve des recommandations pour la conception de l'interface et du dialogue à proprement parler. Plusieurs documents proposent des recommandations comme :

- ISO 9241-10 : le dialogue (adaptation à la tâche, caractère, contrôle utilisateur, conformité aux attentes de l'utilisateur, tolérance aux erreurs, facilité d'apprentissage) ;
- ISO 9241-12 : la présentation de l'information (écran, fenêtre, localisation, emplacement des informations, groupes d'informations, tableaux, champs, etc.) ;
- ISO 9241-13 : le guidage ;
- ISO 9241-14 : les menus (boîtes de dialogues, cases à cocher, boutons radio, etc.) ;
- ISO 9241-15 : les langages de commandes ;
- ISO 9241-16 : la manipulation directe ;
- ISO 9241-17 : les formulaires.

Si les documents précédents portent sur les aspects logiciels, d'autres documents de la norme ISO 9241 concernent les aspects matériels des situations de travail avec ordinateur. On aborde ainsi, par exemple, la conception des claviers (ISO 9241-4) ou encore le positionnement du poste (ISO 9241-5).

D'autres documents concernent la « conception d'interfaces utilisateur multimédia » (ISO 14915) et fournissent des recommandations sur la conception des contrôles, sur la navigation, sur les bornes interactives, sur la formation assistée par ordinateur et plus généralement sur la conception des médias électroniques.

Ainsi depuis les années 1980, l'ergonomie des logiciels a produit un corpus scientifique à même de caractériser le fonctionnement opératoire et cognitif de l'utilisateur impliqué dans une interaction avec un logiciel. Ce savoir est pratique dans le sens où il vise à fournir aux praticiens un ensemble de recommandations, de critères et de normes directement applicables dans la conception ou l'évaluation des interfaces.

#### 2.1.4. Les guides de style

Les guides de style sont des recueils de recommandations pour la plupart développés par des sociétés, dans le but d'assurer la cohérence des interfaces développées. Ces recommandations, proposées par des constructeurs, permettent généralement de distinguer les interfaces des logiciels développés pour des environnements différents (ex., environnement Unix, Windows, Macintosh). Le « Apple Human Interface Guidelines » d'Apple (Apple Inc., 2008) ou encore le « Windows Vista User Experience Guidelines » de Microsoft (2007) sont des exemples de guides de style. Ces derniers, en plus de présenter des recommandations ergonomiques, précisent aussi comment développer les objets interactifs (boutons de commandes, menus, boîtes de dialogue) en respectant un « look » particulier.

#### 2.2. Les modèles de tâches, des utilisateurs et des interactions

Une autre facette de la conception ergonomique des TIC concerne les connaissances sur les tâches utilisateurs que les TIC sont censées faciliter. La description des tâches utilisateurs est essentielle à la définition des fonctionnalités d'une part, et à la spécification du dialogue humain-machine d'autre part. Toutefois, la spécification des fonctionnalités et du dialogue humain-machine à partir de l'analyse des tâches et de leur formalisation n'est pas simple et aucune méthode ou outils ne permet actuellement de le faire automatiquement. Cette étape pose de nombreux problèmes sur lesquels plusieurs équipes de recherche travaillent depuis plusieurs années (voir à ce propos le *Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction* de Diaper et Stanton, 2004). Les méthodes de description sont nombreuses et leurs objectifs variés (Limbourg et Vanderdonck, 2004 ; Bastien et Scapin, 2004). Les objectifs peuvent être : d'informer les concepteurs sur les problèmes d'utilisabilité potentiels (ex., l'analyse hiérarchique des tâches), d'évaluer les performances (ex., GOMS), de fournir un modèle de tâche décrivant la hiérarchie des tâches, les objets manipulés, la structure des connaissances (ex., TAKD), et finalement de supporter le développement d'un prototype d'interface utilisateur.

Dans la catégorie des modèles hiérarchiques de tâches, le principe du modèle précurseur Hierarchical Task Analysis (HTA, Annett et Duncan, 1967) consistait à décomposer hiérarchiquement la tâche globale en sous-tâches élémentaires pour mettre en évidence les informations nécessaires à l'utilisateur

pour chaque but ou sous-but, compte tenu de la structure du système. Divers modèles ont été élaborés autour de cette structure de buts et de sous-tâches. En complément, renvoyons également au *command language grammar* (CLG, Moran, 1981) qui comporte trois composants (conceptuels, communication, physique) et GOMS (Card et al., 1983).

GOMS décrit les tâches de l'utilisateur en termes hiérarchiques d'objectifs (*goals*) et sous-objectifs, d'opérateurs (*operators*), c'est-à-dire d'actions permettant d'atteindre les objectifs (ex., déplacement du curseur, appuis sur des touches), de méthodes (*methods*), c'est-à-dire de combinaisons ou d'enchaînements d'actions et finalement de règles de sélection (*selection rules*). GOMS décrit en fait la façon dont l'outil peut être utilisé pour réaliser des tâches (Kieras, 2004). À partir du niveau le plus bas du modèle, à savoir les actions élémentaires que l'utilisateur peut réaliser et le temps que nécessite chacune de ces actions (appuyer sur une touche, dérouler un menu, etc.), le modèle est capable de prédire le temps de réalisation d'une tâche pour un utilisateur ayant acquis la connaissance procédurale. Ainsi, deux systèmes interactifs proposant les mêmes fonctionnalités peuvent être comparés en termes de performance et en termes de connaissances procédurales à acquérir. Cette modélisation porte donc sur les tâches des utilisateurs telles qu'elles sont implémentées dans l'outil. Ce modèle des tâches peut être comparé à d'autres modèles et ainsi permettre de vérifier jusqu'à quel point l'implémentation est compatible avec les tâches réelles des utilisateurs.

Au côté des modèles décrivant des procédures, on trouve des modèles dont les objectifs sont d'explicitier les connaissances utilisées par les utilisateurs dans une tâche interactive, à partir de la description de cette dernière. C'est le cas de *task analysis for knowledge description* (TAKD, Johnson et al., 1984).

Dans ces modèles, la conception des interfaces est envisagée comme un processus hiérarchique décomposant la couche la plus abstraite du travail de l'utilisateur en une succession de couches de plus en plus concrètes, allant jusqu'à spécifier certaines caractéristiques physiques de l'interaction humain-ordinateur (comme par exemple, le design des dispositifs d'entrée et de sortie, la signification des commandes, ou encore la segmentation de l'écran en aires de travail. . .).

En ce qui concerne les utilisateurs, on trouve, dans le domaine des TIC, plusieurs approches et les « modélisations » de l'utilisateur sont réalisées à plusieurs niveaux (perceptivo-moteur, traitement de l'information, architecture de la cognition et modèles mentaux). Bon nombre de ces modèles s'appuient sur le modèle du traitement de l'information de Card et al. (1983), le *model human processor*, qui fait explicitement référence aux processus cognitifs tels que l'identification des stimuli, la sélection et l'exécution des réponses, la mémorisation (à court, à moyen et à long terme) et le rappel, l'attention, la résolution de problèmes et la prise de décision. Il s'agit ici de modéliser le fonctionnement cognitif de l'utilisateur. Les modèles, depuis celui de Card et al. (1983), ont évolué et se sont complexifiés. Ces nouvelles architectures cognitives (ex., LICAI/CoLiDeS, Soar, EPIC et ACT-R/PM, voir Byrne, 2003, pour une présentation comparative de ces architectures) constituent « des hypothèses scientifiques sur les aspects de la cognition humaine qui sont

relativement constants dans le temps et relativement indépendants des tâches» (Ritter et Young, 2001). Les architectures cognitives sont conçues pour simuler, de façon automatique, l'intelligence humaine. Ces architectures peuvent par ailleurs être implémentées dans des programmes informatiques même si, en dépit de leur utilité pour les TIC, elles posent certains problèmes comme l'indique Byrne (2003). En effet, ces architectures cognitives mettent l'accent sur la cognition et les performances de la machine alors que les aspects tels que les préférences utilisateurs, l'ennui, le plaisir, les émotions, les aspects sociaux ne sont pas, ou faiblement, pris en compte dans la modélisation.

### 2.3. Démarches de conception

L'évolution et la maturité du domaine des interactions humain-ordinateur et des TIC permettent également de proposer des approches et des méthodes pour la conception et l'évaluation, et de les normaliser. Nous avons évoqué, dans les sections précédentes, plusieurs documents normatifs dont la norme ISO 13407 qui définit un processus de conception (pour une description synthétique, voir Bastien et Scapin, 2004 ; Brangier et Barcenilla, 2003), et la norme ISO 16982 qui propose, pour chacune des étapes de la précédente norme, tout un ensemble de méthodes.

Certaines de ces méthodes (ex., analyse des tâches, analyse de l'activité) alimentent les modèles qui ont été évoqués précédemment. On pourrait ajouter aux sections précédentes que, dans le processus de développement des TIC, diverses approches et méthodes permettent d'identifier les prérequis des systèmes (*requirements specification*), de les développer et de les évaluer. Si l'analyse de tâche a déjà été évoquée, elle est associée à d'autres approches comme par exemple le *contextual design* (Holtzblatt, 2003) et l'approche ethnographique (Blomberg, 1995 ; Blomberg et al., 2003) sans compter les approches basées sur les scénarios (Rosson et Carroll, 2003) ou encore les méthodes participatives (Muller, 2003). Par ailleurs, les chercheurs ont aussi mis au point tout un ensemble de méthodes, techniques et outils pour évaluer les outils développés : les tests utilisateurs, les méthodes d'inspection et les méthodes basées sur des modèles.

Toutes ces approches et méthodes visent une seule chose : assurer une plus grande adéquation entre les besoins des utilisateurs, pris au sens large, et les outils développés. En dépit des divergences théoriques de certaines de ces méthodes, elles peuvent être considérées comme complémentaires. Il semble en tout cas évident qu'aucune d'elles ne peut prétendre satisfaire seule l'objectif fixé.

### 2.4. Synthèse et critique de l'approche opératoire de l'acceptation

Les approches centrées sur l'acceptation opératoire soulignent que les rapports de l'humain aux technologies numériques doivent principalement être étudiés sous l'angle de l'interaction humain-machine, c'est-à-dire de la communication entre les individus et les systèmes techniques, ainsi que des

Tableau 1

Tableau de synthèse des caractéristiques scientifiques des approches centrées sur l'acceptation opératoire.

Caractéristiques des approches centrées sur l'« acceptation opératoire »	
Types de méthodes	Travaux expérimentaux (en laboratoire ou sur terrain contrôlé)
Forme de validation recherchée	Validation expérimentale
Niveau d'analyse	Centré sur l'individu. Niveau d'analyse micro. Analyse individuelle, analyse des processus cognitifs
Présupposés sur la cognition	Centré sur les mécanismes cognitifs individuels de traitement de l'information. Processus cognitifs autonomes. Comportement rationnel et comparaison des performances. Le comportement est planifiable (planification hiérarchique)
Liens disciplinaires	Mise en relation avec les disciplines des sciences cognitives

cognitions en œuvre dans cette relation. Le but des recherches menées dans ce domaine a surtout été de permettre la meilleure compatibilité possible entre les utilisateurs, leurs tâches et les logiciels, afin de prévenir les défaillances du système humain-machine et de garantir un haut niveau de performance, de confort et de satisfaction lors du dialogue. Dans cette perspective d'adaptation de la machine à l'humain, les approches se sont centrées sur les fonctionnalités de la machine, sa capacité à reproduire des performances quasi humaines et son utilisabilité. En fait, pris avec recul, ces premiers types de travaux menés sur l'interaction humain-technologie insistent sur l'acceptation opératoire et, à ce titre, utilisent des méthodes expérimentales de recherche et de validation afin de traiter les points suivants (Tableau 1) :

- le traitement de l'information symbolique chez l'humain ;
- la rationalité limitée du comportement humain par rapport au comportement de la machine ;
- la planification des actions, c'est-à-dire la possibilité pour le concepteur d'anticiper les usages ;
- la possibilité de modéliser les processus cognitifs et l'opportunité de leur implémentation en machine ;
- l'autonomie des processus cognitifs et leur relative indépendance du contexte.

De ce point de vue, l'interaction entre l'humain et la technologie est parfois décontextualisée et les processus cognitifs en partie détachés de leur socle anthropologique. L'objectif principal est de concevoir et aménager des technologies qui soient adaptées à l'humain, indépendamment de son ancrage social, indépendamment de la valeur et du sens de son action. En bref, cette perspective doit être complétée par une perspective plus organisationnelle qui prenne en compte les dimensions sociales de l'acceptation.

### 3. L'acceptation sociale ou les approches centrées sur la psychologie sociale des technologies nouvelles

L'acceptation sociale des TIC par les individus et les organisations est un domaine de recherche effervescent depuis de nombreuses années (Bobillier-Chaumon et al., 2006). Cette notion renvoie à l'intégration de la technologie dans des schémas d'usages et de valeurs préexistants. Elle fait essentiellement référence à la manière dont les utilisateurs se comportent face à l'introduction de nouvelles technologies de l'information dans leur vie professionnelle et domestique. Elle s'applique au niveau individuel et au niveau organisationnel et est envisagée selon un cadre théorique d'inspiration psychosociale et managériale de l'implantation des technologies nouvelles dans la société et dans les entreprises.

Quatre approches de l'acceptation sociale peuvent être globalement distinguées. Ci-dessous, nous passerons en revue le *technology acceptance model* (TAM), le centrage sur la satisfaction de l'utilisateur (*user information satisfaction*), la théorie de la disconfirmation des attentes (*expectancy disconfirmation theory*), la théorie de l'agilité organisationnelle (*agile organizational development*) puis nous synthétiserons cette seconde approche de l'acceptation en en faisant une critique qui nous conduira à proposer une approche symbiotique qui considère qu'humains et technologies sont reliés par des rapports de forte dépendance.

#### 3.1. Le modèle d'acceptation des technologies et les modèles connexes

À l'occasion de son doctorat, Davis (1986, 1989) a eu l'opportunité d'accomplir une recherche pour le compte d'IBM. À partir des observations effectuées, il a abouti à la modélisation du TAM. Ce modèle, issu de la psychologie sociale, repose sur deux modèles classiques de l'explication du comportement humain : la théorie de l'action raisonnée (TAR) (Fishbein et Ajzen, 1975) et la théorie du comportement planifié (TCP) (Ajzen, 1985). La TAR introduit l'idée même que le comportement dépend d'abord des intentions. Ces intentions sont déterminées à la fois par les attitudes (sentiments positifs ou négatifs liés à un comportement spécifique) mais aussi par les normes subjectives. Selon Ajzen (1991), l'attitude varie selon les croyances relatives aux conséquences de ce comportement tandis que la norme subjective évalue les pressions sociales exercées sur l'individu pour réaliser ou pas le comportement attendu. La TCP, qui est une révision/évolution de la TAR visant à éliminer certains problèmes de structure, ajoute un troisième élément : le contrôle comportemental perçu. Ce concept vise à introduire l'idée que les individus, ayant des attitudes positives et estimant que leur entourage approuvera le comportement en question (normes subjectives), ne développeront pas forcément une forte intention d'agir. En effet, ce facteur essentiel restitue une double idée : le rôle des facteurs externes (facilitateurs ou freins) et de la croyance des individus en leur efficacité potentielle (Taylor et Todd, 1995).

Comme ses modèles parents (TAR et TCP), le TAM postule que l'acceptation par les utilisateurs d'une TIC dépend

de l'influence de deux facteurs : l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. Le TAM pose en principe que les perceptions qu'ont les utilisateurs de l'utilité et de la facilité d'utilisation déterminent des attitudes et consécutivement des comportements d'utilisation des TIC. Dans la majeure partie des recherches, l'utilité perçue est le prédicteur de l'utilisation, tandis que la puissance prédictive de la facilité d'utilisation apparaît moindre, puisque l'effet de cette dernière est médiée par l'utilité perçue.

Par ailleurs, la référence aux normes subjectives n'interviendra que beaucoup plus tard (Davis, 1993). Nous pouvons donc penser que le TAM s'est inspiré des théories précitées sans en restituer la totalité. Plus précisément, le TAM soutient que la croyance dans le fait que la TIC soit utile et facile à utiliser, est un déterminant primaire de son acceptation. De ce point de vue, l'utilité perçue est définie comme le degré selon lequel une personne croit que l'utilisation d'une TIC augmenterait son rendement professionnel ou domestique. Quant à la facilité d'utilisation perçue, elle est définie comme le degré selon lequel une personne bénéficierait lors de l'utilisation d'une TIC d'un faible niveau d'effort mental. En bref : l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue affectent les attitudes de l'individu, qui déterminent quant à elles les intentions comportementales, qui mènent à leur tour à l'utilisation réelle des technologies.

Même si le TAM a été validé à de très nombreuses reprises (Mathieson, 1991 ; Taylor et Todd, 1995 ; Venkatesh et Brown, 2001 ; Venkatesh et Davis, 2000 ; Venkatesh et al., 2003) et sur des populations particulières (Colvin et Goh, 2005 ; Hsu et Lu, 2004 ; Roberts et Henderson, 2000) et qu'il est sans doute un des modèles d'acceptabilité parmi les plus admis et répandu, il n'en demeure pas moins très rationnel et déterministe. On pourrait même dire qu'il peut être considéré comme le modèle le moins social de ceux qui peuvent être classés dans la catégorie des modèles psychosociaux. À ce titre, il est l'objet de nombreuses critiques (Brangier et al., 2009). Tout d'abord, les validations répétées du TAM se basent pour la plupart sur les mêmes items de questionnaires initialement développés par Davis (1989), Venkatesh (1999), Taylor et Todd (1995) ou encore Ajzen et Fishbein (1980) pour la mesure des attitudes et des intentions, et pourtant les résultats obtenus sont parfois divergents, voire contradictoires (King et He, 2006 ; Legris et al., 2003). De plus, dans une des études initiales, Davis (1986) a étudié l'adoption par les employés d'IBM, de deux systèmes (email et éditeur de textes) qui étaient déjà en service lors de l'étude. Pourrait-on alors parler « d'acceptation » dans ce cadre ? En effet, il ne s'agissait pas de voir si des non-utilisateurs acceptent d'utiliser une nouvelle technologie mais plutôt s'ils vont poursuivre cet usage dans le temps.

Ceci dit, le TAM a fait de très nombreuses fois l'objet d'enrichissements dans le but d'accroître sa puissance prédictive et ce, par l'auteur lui-même. Par exemple, Davis (1993) a décidé d'ajouter les normes subjectives dans une seconde version du TAM. D'autres auteurs ont complété le modèle par une multitude de facteurs divers et variés. Sun et Zhang (2006) les regroupent en trois types : organisationnels (volontariat, nature de la tâche et profession), technologiques

(complexité, technologies de groupe versus individuelles, but de la technologie) et individuels (sexe, capacités intellectuelles, expérience, âge, origines culturelles). Faire une liste exhaustive de tous ces ajouts serait sans doute un travail fastidieux, tant le TAM a évolué. À ce propos, dans leur méta-analyse du TAM (sur 20 articles), Legris et al. (2003) notent plus de 20 variables ou facteurs ajoutés au modèle initial de Davis (1986) (par exemple : l'engagement, les expériences antérieures, le support, le rôle de la personne dans l'organisation, le niveau d'éducation, la compatibilité aux tâches, le genre, l'écart de mise en œuvre, l'efficacité personnelle perçue, l'utilisabilité objective, la possibilité de constater les résultats). Depuis les premières publications, la méta-analyse de King et He (2006) constate que le TAM a été modifié selon quatre catégories de facteurs :

- les facteurs antérieurs ou relevant de l'histoire de l'individu (implication situationnelle, usages antérieurs, expérience, efficacité perçue. . .) ;
- les facteurs suggérés par d'autres théories (normes subjectives, attentes, ajustement de la technologie à la tâche, représentation des risques, confiance. . .) ;
- les facteurs contextuels (genre, culture, caractéristiques technologiques. . .) ;
- les conséquences de l'utilisation sur l'humain (attitude, usage. . .).

Bien évidemment, les ajouts et évolutions du TAM ont cherché à améliorer la puissance explicative du modèle. Mais là réside une limite du TAM : même en y incluant d'autres variables, le modèle n'explique que 40 % de la variance dans l'intention d'usage ou 30 % dans l'usage réel, ce dernier étant plus rarement mesuré (King et He, 2006 ; Legris et al., 2003). Une explication avancée serait, selon Legris et al. (2003), la trop faible prise en compte de variables organisationnelles et sociales : « *Another important limitation of TAM is in considering Information Systems to be an independant issue in organisational dynamics. [ . . . ] Orlikowski and Hofman (1997) acknowledge that the effectiveness of any change process relies on the interdependence between the technology, the organisational context and the change model used to manage the change. This support the suggestion that it may be difficult to increase the predictive capacity of TAM if it is not integrated into a broader model that includes organisational and social factors.* » (Legris et al., 2003, p. 202). Afin de pallier ce problème, Venkatesh et al. (2003) ont proposé d'intégrer le TAM à un modèle plus global et plus orienté vers ces aspects lacunaires : l'Unified Theory of Acceptation and Use of Technology (UTAUT), ou modèle unifié de l'acceptation et de l'utilisation de la technologie. Ce modèle combine huit autres modèles déjà élaborés : le TAM, la TRA, la TCP, le modèle motivationnel, un modèle combinant TAM et TCP, le modèle de l'utilisation du PC, la théorie de la diffusion de l'innovation et enfin la théorie de la cognition sociale. Le résultat de cette combinaison est un modèle à huit construits : performance attendue, effort attendu, influence sociale, conditions facilitatrices, intention comportementale d'usage de la technologie, efficacité personnelle, anxiété et attitude relative à l'usage de la technologie ; les trois derniers étant considérés

comme des déterminants indirects. Cette richesse conceptuelle a permis d'atteindre un niveau de 70 % de variance expliquée.

D'autres approches se sont écartées des attitudes et intentions de l'utilisateur individuel pour se tourner davantage vers des concepts tels que la qualité, la satisfaction de l'utilisateur mais aussi pour s'intéresser aux impacts individuels et organisationnels que peut avoir l'usage. Examinons à présent ce courant.

### 3.2. Les modèles basés sur la satisfaction de l'utilisateur

Nous allons à présent rendre compte de l'approche théorique qui s'est intéressée à la maximisation de la satisfaction en l'estimant gage du succès d'une technologie. L'acceptation et l'utilisation deviennent alors déterminées par une évaluation subjective du système technique : la satisfaction (DeLone et McLean, 1992 ; Doll et Torkzadeh, 1988). Bailey et Pearson (1983) ont été parmi les premiers à développer des mesures de la satisfaction à travers un questionnaire de 39 items, qui évaluait la participation des personnes, les relations avec les informaticiens, le soutien des fournisseurs, la qualité de l'information, le volume de rendement et la confiance en la sécurité des données. Contrairement à la précédente, cette approche envisage l'acceptation d'un système technique, non seulement au travers de la qualité du système (qui est élargie à la cohérence de l'interface, la maintenabilité, la robustesse du système) en tant que tel mais aussi au travers de l'information portée par ce système et de manière plus qualitative (par exemple : pertinence, fidélité, efficacité, utilité, prévention de l'obsolescence informationnelle) (DeLone et McLean, 1992). En fait, le point important de cette approche est de considérer que l'utilisation d'une TIC et la satisfaction qui en résulte sont les antécédents de différents impacts et notamment d'impacts organisationnels, et non plus seulement d'effets annexes. De ce point de vue, la satisfaction prime sur les impacts socio-organisationnels. Par voie de conséquence, la qualité du système et la qualité de l'information sont vues comme deux variables massives qui affectent conjointement l'utilisation du système et la satisfaction de l'utilisateur. Cette approche suggère donc une relation circulaire entre l'utilisateur, la technologie et le contexte. L'utilisation de la technologie secrète ses propres impacts, qui à leur tour modifient la relation à la technologie.

En complément de cette approche, d'autres travaux ont identifié des critères de satisfaction comme la qualité du service (Kettinger et Lee, 1994, 1997 ; Landrum et Prybutok, 2004). Parasurama et al. (1985) définissent la qualité de service en termes de compatibilité entre le service attendu et perçu, c'est-à-dire que si le service fourni est cohérent avec les attentes du client, celui-ci l'évaluera de bonne qualité. Ils ont ainsi souligné que la bonne qualité de service est assurée par la satisfaction et l'anticipation des attentes des clients. D'autres tentatives d'enrichissement ont cherché à rapprocher le TAM de la satisfaction de l'utilisateur. Par exemple, Seddon (1997) et Rai et al. (2002) lui ont adjoint l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue en tant que déterminant de la satisfaction.

En somme, la théorie de la satisfaction de l'utilisateur a permis d'étendre la problématique de l'acceptabilité vers le domaine de l'organisation : l'utilisation d'une TIC et la satisfaction de l'utilisateur affectent directement les impacts individuels

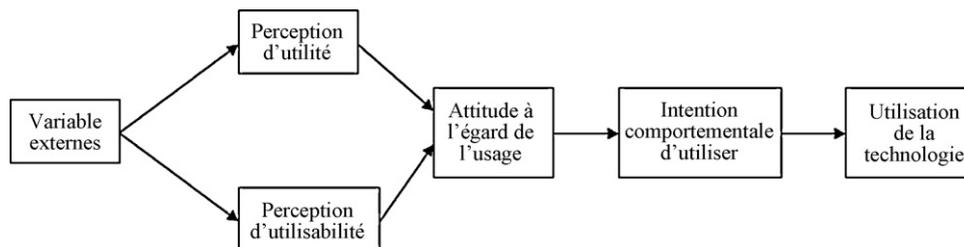


Fig. 1. Le modèle d'acceptation technologique TAM (Davis, 1989).

et organisationnels, et réciproquement. Cela étant, cette théorie s'est vue en partie démentie par deux expériences de terrain. Au cours d'une étude de trois ans sur la productivité de l'utilisateur et l'efficacité organisationnelle, Jurison (1996) a constaté que les différents avantages se produisent d'abord au niveau de l'utilisateur, alors que les améliorations de l'efficacité organisationnelle se développent sur une plus longue période. Dans le même ordre d'idée, Igarria et Tan (1997) ont considéré que la satisfaction de l'utilisateur est un facteur important affectant l'utilisation de système et que cette satisfaction de l'utilisateur a un impact plus élevé et plus direct sur le plan individuel que sur le plan organisationnel. L'acceptation d'une TIC aurait donc tendance à suivre un déroulement chronologique qui impacterait d'abord les aspects individuels puis organisationnels.

Finalement, le TAM et la théorie de la satisfaction ne sont pas à opposer. Elles représentent deux angles différents (l'une ancrée en psychologie sociale, l'autre ancrée en sciences du management) pour envisager la même problématique. La théorie de la satisfaction étant issue des sciences du management, elle se centre davantage sur l'abord managérial et gestionnaire de l'acceptation ; d'ailleurs certains l'ont même qualifiée d'approche marketing des TIC (Fig. 1).

### 3.3. Les modèles basés sur la théorie de la disconfirmation des attentes

L'approche marketing initiée implicitement avec les modèles basés sur la satisfaction a été renforcée par une série de recherches débutées à partir d'Oliver (1980, 1981) autour du modèle de la disconfirmation des attentes. Ce dernier se donne pour objectif d'expliquer le maintien de l'usage d'un produit qui pourrait être une TIC. Cette approche cherche non seulement à expliquer pourquoi une personne utilise ou pas un produit, mais elle cherche surtout, cette fois, à comprendre ce qui la motive à continuer de l'employer. Cette question est d'autant plus importante que nous vivons dans un monde où les générations et nouvelles versions de TIC se succèdent à si vive allure que les ruptures dans l'usage deviennent des éléments à prendre en compte (Bhattacharjee, 2001 ; Khalifa et Liu, 2003). Pour comprendre ces évolutions, les changements et les ruptures d'utilisation qui peuvent y être associés, Oliver (1980, 1981) suggère que la satisfaction ou l'insatisfaction faisant suite au premier usage d'une technologie détermine si celle-ci va être utilisée durablement ou non. L'utilisation durable serait donc le fruit d'une expérience satisfaisante.

Le modèle de la disconfirmation des attentes développé par Oliver (1993) estime que la satisfaction affecte directement le comportement et est directement affectée par la disconfirmation, c'est-à-dire par le résultat de la comparaison entre les attentes initiales de l'utilisateur et la performance perçue lors de l'usage réel (Fig. 2).

Selon la théorie initiale, la construction de l'intention de continuer à utiliser une technologie repose sur cinq étapes :

- la formation d'attentes (*expectation*) à propos du produit, avant même l'usage, basées sur les informations reçues des médias, de ses expériences ou des avis d'utilisateurs antérieurs ;
- l'utilisation et la formation d'une image de sa performance à partir de l'expérience. Cette image peut être très sélective selon la focalisation de l'attention de l'utilisateur ;
- la comparaison des attentes préformées et de la performance perçue. Ces attentes sont-elles satisfaites et si oui, à quel niveau ?
- la formation d'un niveau de satisfaction selon la confirmation ou disconfirmation (positive ou négative) des attentes ;
- la construction de l'intention d'utiliser ou de continuer à utiliser selon le niveau de satisfaction ressenti.

Le modèle de la disconfirmation envisage donc la satisfaction comme le produit d'une évaluation comparative des attentes et de la réalité de l'usage. Elle est conceptualisée comme un résultat de l'évaluation d'une expérience ou finalement comme une attitude vis-à-vis d'une utilisation d'une technologie. L'utilisation durable serait donc le fruit d'une expérience satisfaisante (McKinney et al., 2002 ; Patterson et al., 1997). Sur un plan plus applicatif, Bhattacharjee (2001) a notamment souligné que cette théorie pourrait très bien expliquer le ré-achat d'une TIC.

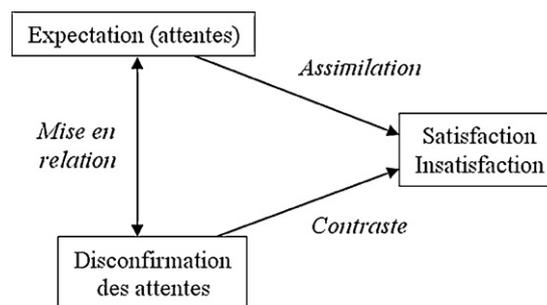


Fig. 2. Le modèle de la disconfirmation des attentes (inspiré d'Oliver, 1993).

Cependant, un problème d'ordre général se fait jour dans cette théorie. Lorsque l'on utilise les attentes comme prédicteur de la satisfaction, comment définir ces attentes ? Disposons-nous d'un modèle précis, gradué, stable des attentes ou au contraire l'attente n'est-elle pas plutôt une construction sociale ? Liao et al. (2006) proposent de distinguer trois types d'attentes :

- ce qui pourrait arriver (l'envisageable) ;
- ce qui devrait arriver (l'attendu) ;
- ce que l'on souhaiterait voir arriver (l'idéal).

On comprend bien la conséquence de ces trois versions des attentes sur leur réalisation et leur évaluation subjective. Par voie de conséquence, les attentes seront plus ou moins fortes et les disconfirmations plus ou moins conséquentes selon les niveaux et les types d'attentes initiales.

Cette théorie est bien ancrée dans le marketing où l'acte d'utilisation s'apparente à un acte de consommation technologique. C'est sans doute la raison pour laquelle cette théorie a été très rapidement appliquée aux sites web. Dans le cas des sites commerciaux, McKinney et al. (2002) ont, par exemple, souligné que l'écart entre les attentes, d'une part, et la qualité perçue du site, d'autre part, entraînent une disconfirmation qui influence la satisfaction de l'utilisateur lors de la recherche sur Internet. Ils ont ainsi identifié huit variables influençant la satisfaction de l'utilisateur : pertinence informationnelle, actualité de l'information, fiabilité de la source, utilité perçue, accessibilité, utilisabilité, navigation, interactivité du système. De même, dans une recherche portant sur l'utilisation d'un système d'information bancaire, Bhattacharjee et Premkumar (2004) ont montré que le déterminant le plus significatif de l'intention de continuation d'utilisation était la satisfaction, qui était alternativement déterminée par la disconfirmation-confirmation des utilisateurs et par l'utilité perçue. Ainsi, cette étude a souligné que la confirmation des attentes est prédictive de la satisfaction et de l'utilité perçue ; ces deux données influençant l'intention de l'utilisateur de continuer d'employer des services d'e-commerce, par exemple.

La théorie de la disconfirmation des attentes permet d'expliquer l'acceptabilité des technologies de l'information dans un contexte qui est celui de l'achat d'une TIC, d'une relation commerciale d'usage, voire aussi du commerce en ligne. Cependant, ce modèle occulte grandement les pratiques d'accompagnement socio-organisationnel de la mise en place des TIC, ce que souligne précisément le courant de l'agilité organisationnelle.

### 3.4. Les modèles basés sur l'agilité organisationnelle

La notion d'agilité organisationnelle renvoie à l'idée que la vitesse de transformation de l'environnement et les évolutions des marchés impliquent des changements incessants auxquels les entreprises doivent s'adapter. L'agilité organisationnelle est envisagée comme une réponse aux défis posés par un environnement techno-économique dominé par des changements continus et des incertitudes perpétuelles (Martin, 2003 ; Vickoff, 2003). L'agilité organisationnelle suggère un type de comporte-

ment organisationnel qui exige d'être réactif en répondant aux demandes de clients dans un environnement de marché instable et aux changements continus et imprévus. Elle représente donc la capacité d'une entreprise à produire l'information exigée pour décider efficacement dans un environnement turbulent, capacité souvent basée sur des notions comme la flexibilité, la réactivité, la culture du changement, l'intégration des fonctions, la faible complexité interne, l'innovation des produits centrée sur les clients, la mobilisation de compétences clés (Sherehiy et al., 2007).

De ce point de vue, les technologies nouvelles sont, à la fois, des machines pour changer, tant elles imposent des modifications rapides de l'organisation du travail, et des moyens pour adapter l'organisation par des processus d'accompagnement qui soient ajustés aux nouvelles contraintes. Cette approche estime que la somme des diverses formes de performances obtenues par les organisations dépend de leur agilité. Globalement, l'agilité est envisagée de deux manières :

- comme une réponse à l'accroissement et au renforcement des environnements concurrentiels qui permet d'insuffler à l'organisation réactivité et performance ;
- comme une réponse opératoire et pratique à l'évolution de la complexité des systèmes organisationnels.

Dans son second aspect, l'agilité propose des méthodes, des démarches de changement, des principes de développement de logiciels qui soulignent l'importance de l'adaptabilité sur la prédictivité et l'efficacité d'une réponse adéquate par rapport à une analyse finie de la complexité (Baker, 2005).

Le principal apport de cette approche pour l'acceptation des technologies est de considérer que le succès va dépendre des modalités organisationnelles de sa mise en œuvre. De ce point de vue, la manière dont se conçoivent les technologies nouvelles et en particulier le fonctionnement des équipes projets devient un enjeu pour la performance ultérieure des TIC (Robinson et Sharp, 2005). Ainsi dans le cas de changements d'environnements de programmation dans une entreprise informatique, les travaux de Bobillier-Chaumon et Brangier (2000) ont montré que l'appropriation et l'acceptation des nouvelles technologies de conception informatiques par les informaticiens dépendaient moins de la complexité technique intrinsèque de ces dispositifs, que de la série de ruptures qu'ils engendrent sur les modes de raisonnement, sur les conditions de mise en œuvre de l'activité et sur les principes de coopération au sein du cycle de travail. Plus largement, l'acceptation du changement technologique ne doit plus être considérée comme une simple opération de transition technique ; elle doit être envisagée comme un processus de changement et d'innovation dans les organisations. Plus que la simple transposition d'une technique dans un contexte de conception, le changement technologique conduit à des modifications et/ou à des ajustements des structures socio-organisationnelles et humaines préexistantes. Il provoque, bien sûr, des changements techniques (matériels, logiciels, infrastructures techniques, réseau...), mais conduit aussi et surtout à la reconfiguration des savoir-faire et des modèles organisationnels en place (Bobillier-Chaumon et al., 2003). En définitive, changer

Tableau 2

Tableau de synthèse des caractéristiques scientifiques des approches centrées sur l'acceptation sociale.

Caractéristiques des approches de l'« acceptation sociale »	
Types de méthodes	Travaux de terrain ou méthodes quantitatives par questionnaires
Forme de validation recherchée	Validation écologique et statistique
Niveau d'analyse	Centré sur l'individu en tant que porteur de références sociales ou sur les groupes d'acteurs. Niveau d'analyse macro. Analyse sociale et organisationnelle
Présupposés sur la cognition	La cognition est sous l'influence du social, elle dépend des représentations individuelles et sociales de l'individu. La cognition est distribuée entre l'humain, la technologie et l'organisation. La connaissance est présente dans l'environnement, dont les technologies sont un élément important. Le comportement humain est émergent et interprétatif
Liens disciplinaires	Mise en relation avec les disciplines des sciences sociales et managériales (avec comme point de départ : Fishbein et Ajzen, 1975)

de technique de programmation et l'accepter revient à introduire de nouveaux principes de travail dans un ensemble de règles socioprofessionnelles dont l'équilibre s'exprime dans un réseau d'habitudes.

La relation entre l'acceptation des technologies de l'information et l'agilité organisationnelle a également été étudiée au niveau de certains pays. En Malaisie, Zaina et al. (2005) ont constaté que les TIC offraient de nouvelles ressources pour la réalisation d'affaires, à condition que la capacité des entreprises à assimiler les TIC soit établie. Ces auteurs ont identifié des relations entre l'acceptation des TIC et l'agilité organisationnelle afin de voir comment l'acceptation de la technologie contribue à la capacité d'une entreprise à être et devenir un « concurrent agile ». Menée sur 329 dirigeants d'entreprise, leur étude a souligné deux résultats très intéressants. Premièrement, l'utilisation réelle d'une TIC a un effet direct et élevé sur l'agilité organisationnelle. Deuxièmement, l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue des TIC influencent l'agilité organisationnelle et les attitudes favorables à l'usage des TIC.

### 3.5. Synthèse et critique des approches sociales de l'acceptation

À l'inverse de l'approche opératoire, les théories de l'acceptation sociale abordent le problème de l'insertion de nouvelles technologies dans le tissu socio-organisationnel (Tableau 2). Ces études ont surtout insisté sur les formes de régulation des transformations grâce à de nouveaux apprentissages liés au changement technologique (Bobillier-Chaumon et Dubois, 2009). Elles ont globalement identifié plusieurs niveaux différents et complémentaires d'impacts sur les organisations. D'une manière générale, ces travaux présentent toujours trois types de résultats :

- la technologie est un objet social, avant d'être un objet technique : ses conditions d'usage dépendent d'abord de facteurs sociaux (Bobillier-Chaumon et Brangier, 2000) ;
- l'impact de la technologie est dépendant de l'acceptation sociale qui est, d'une part, une interprétation des variables déterminantes de l'acceptation opératoire (par exemple : utilité perçue ou utilisabilité perçue) (Davis, 1986, 1989) et, d'autre part, déterminée par des facteurs de perturbation impliquant des régulations sociales (changement économique, organisationnel, social, culturel. . .) (Bobillier-Chaumon et al., 2003) ;
- les technologies contiennent des modèles implicites de l'humain et de son fonctionnement, modèles qui sont tôt ou tard dépassés par les individus, c'est-à-dire que les utilisateurs inventent des modes d'utilisation qui ne sont pas initialement prévus par les concepteurs de la machine, et qui constituent des ajustements à leur situation de travail et de vie.

Les Tableaux 1 et 2, et leurs contradictions et complémentarités, montrent la possibilité d'une intégration de ces deux dimensions ou, diraient certains, d'un dépassement dialectique. Ils indiquent l'opportunité d'intégrer des concepts cognitifs et psychosociaux, et d'articuler des niveaux d'analyse qui ont parfois été opposés. La segmentation des Tableaux 1 et 2, qui conduit à séparer les fonctionnalités et l'utilisabilité d'un côté, et l'acceptation sociale d'un autre côté, nous semble trop réducteur. Nous chercherons, ci-après, à démontrer que ce clivage entre acceptation opératoire et acceptation sociale peut être dépassé par l'approche symbiotique.

### 4. La symbiose ou les approches centrées sur l'intégration des technologies nouvelles à l'humain et à l'organisation

À travers toutes les approches précédentes, nous avons pu constater que nous sommes placés actuellement face à un paradigme dominant qui consiste à envisager la technologie comme une entité externe à l'humain. Toutes se sont donc engagées dans des recherches de modèles causaux visant à déterminer les conditions d'acceptation des TIC qu'elles soient internes (attitudes, cognitions, représentations, perceptions. . .) ou externes (satisfaction attendue, contexte organisationnel, démarche d'accompagnement. . .). Cette façon d'envisager la relation humain-technologie pose unilatéralement l'humain en tant qu'agent d'acceptation qui jugerait de tous les éléments en jeu pour décider s'il souhaite utiliser une certaine technologie. Or nous pensons que cette façon d'envisager les choses est dépassée. Dans un monde où les artefacts technologiques prennent de plus en plus de place, sont parfois utilisés inconsciemment, développent de plus en plus de proximité, de ressemblances avec les humains (Brangier, 2002 ; Brangier et Vallery, 2004) voire même se lient à l'humain dans une sorte de fusion humain-machine ou d'un interfaçage des cerveaux avec les machines (Kurzweil, 2005), d'autres paradigmes doivent être explorés. Il paraît nécessaire à présent de rendre à tous les paramètres de l'interaction (humains, technologiques et contextuels) une place dans la construction de l'usage. Le terme acceptation

lui-même en deviendrait éculé pour laisser la place à des expressions plus représentatives de la réalité comme pourrait l'être « vivre avec ». Partant de ce principe, plusieurs auteurs (Bender et al., 1995 ; Brangier, 2002 ; Griffith, 2006) ont utilisé la notion de symbiose pour restituer le fait que la relation entre l'humain et la technologie qui était peut-être au départ plus utilitaire, se mue au fur et à mesure en dépendance, en lien intime ou encore en mutuelle influence. Bien sûr, la symbiose, qui est un terme utilisé pour qualifier des phénomènes du monde vivant, est à envisager ici comme une métaphore selon laquelle TIC et humains « vivent » ensemble et s'influencent de manière réciproque. Alors, plus que de chercher les conditions d'acceptation d'une technologie par l'humain, l'approche symbiotique cherche à identifier les conditions de couplage entre les humains, les TIC et leur contexte. Cette approche repose sur plusieurs idées :

- l'humain déplace dans les TIC ce qui de lui-même est programmable ; ainsi faisant, les TIC exécutent des fonctionnalités qui assistent l'humain dans son quotidien ;
- les systèmes techniques et humains co-évoient dans le sens où le déplacement et la recombinaison de fonctionnalités anciennement dévolues à l'humain vers la machine, impliquent que l'humain évolue en modifiant ses attitudes, cognitions et comportements ;
- l'humain s'est développé au cours de son évolution, phylogénétique et ontogénétique, dans des univers artificiels. L'humain est technologique, au même titre qu'il est affectif, social, biologique ou cognitif. Son évolution s'est construite en relation avec la technologie et son usage des technologies l'a fait évoluer et continue de le faire évoluer. L'humain se définit en rapport avec la technologie, il vit et réalise toutes ses activités dans des espaces technologiques qui contiennent un peu de lui-même et le construisent en même temps.

Dans cette perspective, la technologie n'est pas extérieure ou étrangère à l'individu, ce qui justifierait qu'on l'accepte ou pas. La technologie est profondément constitutive de notre être. Elle est en nous comme nous sommes en elle : tout se passe comme si l'humain entamait une sorte de techno-symbiose où il fait glisser dans les TIC ce qui de lui-même est programmable et qu'en même temps ces TIC deviennent des agents symbiotiques qui transforment l'humain.

Afin de clarifier nos propos, quelques illustrations s'imposent. Le téléphone portable est un exemple de choix pour saisir quelles peuvent être les manifestations concrètes de la symbiose. Tout d'abord, de par sa fonction « répertoire », le téléphone modifie petit à petit nos capacités de mémorisation. Nous en arrivons à ne plus retenir les numéros importants. Nous laissons-nous entraîner dans une recombinaison de la capacité de notre mémorisation vers ses adjuvants technologiques qui aura peut-être pour effet de faire évoluer nos fonctions cognitives ? Toujours à propos de cette technologie mais cette fois plus dans l'idée d'une réciprocity entre l'humain et la technologie, nous souhaiterions évoquer un phénomène qui est déjà ancien. Au départ, le nombre de fonctionnalités était assez limité mais les utilisateurs ont détourné l'utilité initiale de ces fonctionnalités. Par exemple, le répertoire a pu servir de pense-bête

pour des codes d'immeuble, des anniversaires, des rendez-vous. Cet usage détourné ayant retenu l'attention des concepteurs, il a ensuite conduit à la création de certaines fonctionnalités comme l'agenda, le rappel automatique, le pense-bête. On perçoit bien, dans cet exemple des plus simples, la co-évolution entre l'humain et les technologies dans une spirale qui ne paraît pas avoir de fin. Il serait possible de s'étendre encore sur divers aspects comme la dépendance qui naît de cette symbiose : dépendance affective (lien avec les amis), cognitive (support de mémoire et aide à la planification de l'activité), psychologique (angoisse née de l'oubli de son téléphone à la maison). . . Chacun reconnaîtra en lui des usages symbiotiques de son « téléphone portable ».

Cet exemple rend bien compte de la réflexivité de la relation dans laquelle les trois partenaires (humain, technologie et contexte) agissent réciproquement les uns sur les autres. Ainsi, la technologie agit sur l'humain et sur le contexte dans lequel il vit en même temps que l'humain et le milieu façonnent les technologies et vice versa. Métaphoriquement, nous sommes placés face à une situation comparable à des symbioses de type naturel comme c'est le cas pour les hippopotames du lac Mzima au Kenya où les hippopotames sont à la base d'une chaîne alimentaire qui implique une grande variété d'organismes. Le lac Mzima, essentiellement alimenté par des sources d'origine volcanique, possède des eaux cristallines peu propices au développement de la vie. Pourtant, les hippopotames rendent possible la vie et, en retour, leur quotidien est optimisé grâce à tout un système qui s'est mis en place dans la durée. Un peu de la même manière, dans sa relation à la technologie, l'humain a construit tout un système qui optimise sa vie en même temps qu'il produit la technologie.

Le GPS constitue un autre exemple suffisamment parlant de la symbiose technologique. Outil de guidage, il rassemble une connaissance importante de la géolocalisation et aide les humains dans leurs déplacements, en même temps qu'il tient compte des déplacements des autres personnes pour ajuster les flux de véhicule et temps de parcours. Toutes ces illustrations – que nous pourrions compléter par des exemples de téléthèses dédiées à de grands handicapés, de systèmes de maintenance en entreprises, de jeux vidéo sur Internet, etc. – illustrent bien l'idée qu'humains et TIC sont à considérer comme des symbiotes (Tableau 3). Nous pensons donc pouvoir légitimement parler de symbiose, ou de néo-symbiose, terme proposé par Griffith (2006), pour qualifier la relation de l'humain à la technologie.

Pour autant, le terme de symbiose peut paraître abusif. Rappelons qu'il vient de la biologie où il est couramment utilisé pour qualifier une relation d'interdépendance durable entre deux êtres vivants dans lequel chaque organisme va profiter des avantages découlant de l'association. Le lien entre la biologie et le rapport qu'entretiennent l'humain et la technologie peut sembler lointain. Pourtant, le psychologue Licklider<sup>2</sup>, le premier à avoir parlé de la symbiose humain-technologie, est souvent présenté comme

<sup>2</sup> Après l'obtention en 1942 de son doctorat en psychologie, Licklider va rejoindre l'université d'Harvard, puis le MIT où il créera une section de psychologie dans le département de génie électrique, pour enfin être nommé directeur du « Information Processing Techniques and Behavioral Sciences » de l'ARPA

Tableau 3

Mise en évidence des différences entre les approches « acceptation opératoire et sociale » et l'approche symbiotique.

Acceptation opératoire et acceptation sociale	Symbiose humain-technologie-organisation
Humains et machines sont étrangers. Étant lointains, l'acceptation opératoire et sociale vise à les rapprocher	Humains et machines sont reliés par des liens d'étroite dépendance
La machine doit se rendre utilisable (acceptabilité opératoire)	La machine profite d'améliorations continues provenant des concepteurs qui analysent les usages et re-conçoivent de nouvelles machines
L'humain accepte ou rejette la machine (acceptabilité sociale) et par voie de conséquence l'utilise ou pas	L'humain vit avec les machines, ils co-évoquent. C'est le niveau de symbiose entre l'humain et la technologie qui définit le niveau et le mode d'utilisation
L'humain vit à côté des machines. Lorsqu'elles présentent des critères d'acceptation opératoire et sociale suffisants alors elles sont utilisées	Les humains se développent avec les machines qui se développent (par le biais des concepteurs) à leurs contacts
Adapter les machines à l'humain et gérer les transformations psychosociales pour favoriser l'acceptation qui est vue comme étant à la source des usages	Équilibrer les éléments de la relation humain-technologie-organisation en agissant sur les processus de la symbiose (fonctionnalités, utilisabilité, régulations sociales)
Considérer les TIC comme étant des outils ou instruments	Considérer les TIC comme étant des symbiotes de l'humain

un des fondateurs de l'informatique personnelle, de l'Internet et des dispositifs modernes de communication. Si l'on considère cette idée d'un point de vue métaphorique, on peut comprendre l'emploi du terme de symbiose, car l'humain construit des technologies visant à l'aider dans son travail ou tout simplement dans sa vie quotidienne et bénéficie au quotidien de ces dispositifs techniques pour l'aider ou totalement le suppléer dans ses activités (dans le cas des grands handicaps, par exemple). En retour, il fait progresser la technologie et l'améliore en continu (Tableau 4).

Au cours de son histoire, l'humain n'a jamais autant été en contact permanent avec la technologie qu'actuellement ! Pour tenir compte de cette réalité, plusieurs auteurs ont abordé la relation humain-technologie grâce à cette notion de symbiose. En précurseur, Licklider (1960) avait prédit l'évolution de l'informatique en imaginant que l'ordinateur passerait du statut de machine à celui de communicateur en devenant de plus en plus similaire à l'humain. Il illustre cette idée en comparant l'ordinateur à une sorte de collègue éventuel. Plus largement, Licklider imaginait que les usages de plus en plus vastes de l'ordinateur avaient pour but l'évolution de l'humain dans tous les champs de sa vie. À sa suite, d'autres auteurs ont exploré cette

idée de symbiose en l'appliquant au domaine de la relation entre l'humain, la technologie et l'organisation des systèmes de travail (Bender et al., 1995), en l'insérant dans une approche résolument systémique (systèmes moléculaires, sociétés d'insectes, systèmes sociaux, écosystème) pour de Rosnay (2000). Avec une volonté de modélisation et d'application de la théorie à la relation humain-technologie en contexte, Brangier (2002, 2003) a opérationnalisé le concept de symbiose autour de critères permettant l'atteinte d'une compatibilité optimale entre un système technique et l'activité humaine en contexte. Ainsi, plusieurs publications présentent le modèle théorique de la symbiose, en illustrent des exemples concrets et en valident le modèle (Brangier, 2002, 2003 ; Brangier et Hammes, 2007a). À ce titre, une échelle de mesure de la symbiose humain-technologie-organisation a été conçue et validée sur une population de 172 personnes (Brangier et Hammes, 2006, 2007b). Globalement, le modèle proposé retient trois variables principales qui se présentent comme des conditions nécessaires à la symbiose :

- les fonctionnalités : la symbiose supposerait une adaptation optimale des fonctions proposées par la technologie aux objectifs à atteindre pour l'homme, en relation avec son activité et son environnement socio-organisationnel ;
- l'utilisabilité : c'est-à-dire la simplicité ou la facilité d'utilisation du système technique ;
- les formes de régulation liées aux comportements socio-organisationnels (par exemple, appropriation, rejet, résistance, innovation sociale) construites par l'homme en relation à son environnement social et organisationnel transformé par les nouvelles technologies.

## 5. Reprenons ces trois points

### 5.1. La symbiose au niveau des fonctionnalités

Une fonctionnalité est une action utile réalisée avec un système technique. Les fonctionnalités à mettre en œuvre dans une TIC sont dégagées lors de l'analyse du travail d'un opérateur réalisant ce travail. Il y a symbiose si le système propose des fonctionnalités valides, c'est-à-dire des fonctionnalités dont l'utilisateur a réellement besoin et que le système a la possibilité technique de fournir.

D'un point de vue formel, la fonctionnalité « f » proposée par une TIC doit être compatible avec le travail « T » de l'humain « H ». On a alors :

- la réalisation de f par le système « S », soit S(f) ;
- le modèle mental que l'humain se fait de la réalisation de la fonctionnalité par la technologie, soit H(f) ;
- la tâche à réaliser avec la fonctionnalité f, soit T(f).

Si les modèles de connaissance en jeu dans S(f), H(f) et T(f) sont proches, alors on peut dire que la symbiose est optimisée au niveau de la fonctionnalité. Autrement dit, les fonctionnalités proposées par la technologie sont conformes à ce que l'homme souhaite réaliser (H(f)) pour effectuer une tâche donnée (T(f)).

qui fera naître l'Arpanet puis l'Internet pour enfin revenir au MIT comme professeur. Très influencé par les travaux de Norbert Wiener sur la cybernétique, Licklider va développer la notion de symbiose humain-technologie dans un fameux article de 1960. Les travaux de Licklider sont mondialement connus, mais assez méconnus des psychologues francophones.

Tableau 4

Modèle de connaissance en jeu aux différents niveaux de l'interaction humain-technologie-organisation croisés avec les processus de la symbiose : fonctionnalité, utilisabilité, régulations, selon Brangier (2002, 2003).

	Fonctionnalité	Utilisabilité	Régulation	Conditions de symbiose
Niveau de la technologie	S(f)	U(S(f))	R(S)	S(f)≈U(A(f))≈ R(A) Symbiose optimisée au niveau de la technologie
Niveau de l'humain	H(f)	H(S(f))	R(H)	H(f)≈H(S(f))≈ R(H) Symbiose optimisée au niveau de l'humain
Niveau du contexte organisationnel	T(f)	T(S(f))	R(O)	T(f)≈T(S(f))≈ R(O) Symbiose optimisée au niveau de l'organisation
Conditions de symbiose	S(f)≈H(f)≈ T(f) Symbiose optimisée au niveau des fonctionnalités	U(S(f))≈ H(S(f))≈ T(S(f)) Symbiose optimisée au niveau de l'utilisabilité	R(S)≈R(H)≈ R(O) Symbiose optimisée au niveau des régulations	

≈ : correspond à la proximité, à la compatibilité des modèles en jeu.

### 5.2. La symbiose au niveau de l'utilisabilité

Pour profiter pleinement des fonctionnalités, il est nécessaire que l'humain puisse s'en servir facilement. Elles doivent donc être adaptées aux caractéristiques humaines, le but étant de réduire au maximum l'écart entre le fonctionnement de l'humain et le système. L'utilisabilité apprécie donc la fluidité des échanges entre l'humain et le système (Brangier et Barcenilla, 2003). Sur le plan formel, si nous reprenons la fonctionnalité  $f$  et sa réalisation par un système technique, soit  $S(f)$ , l'utilisabilité de cette fonctionnalité serait  $U(S(f))$ . L'utilisabilité peut être formalisée par la proximité des modèles de connaissance en jeu au niveau de l'humain, soit  $H(S(f))$  et au niveau de la tâche  $T(S(f))$ . Moins il y a de différence entre  $U(S(f))$ ,  $H(S(f))$  et  $T(S(f))$ , et plus l'utilisabilité du système ( $U(S(f))$ ) est proche de ce que les gens ont dans la tête ( $H(S(f))$ ) et est proche de la manière dont le travail se retrouve dans le système ( $T(S(f))$ ); alors on peut considérer l'utilisabilité comme appropriée. À ce niveau, la symbiose vise donc à qualifier le type de compatibilité entre les caractéristiques de l'utilisabilité du système  $U(S(f))$ , la tâche ( $T(S(f))$ ) et la représentation que l'humain ( $H(S(f))$ ) se fait de la fonctionnalité implantée dans l'instrument.

### 5.3. La symbiose au niveau des régulations socio-organisationnelles

Pour être utilisée, une technologie ne doit pas seulement fournir des fonctionnalités pertinentes et facilement utilisables ; elle doit encore être située dans un contexte social qui l'accepte (c'est le principe symbiotique de tolérance du contexte de l'organisme extérieur par l'hôte). Autrement dit, une condition supplémentaire porte sur les régulations socio-organisationnelles qui généreront des attitudes et des représentations plus ou moins favorables. Lors de l'implantation d'une nouvelle technologie, les humains qui l'utilisent produisent des compromis, des arrangements socialement acceptables avec ces technologies, qui produisent par conséquent des changements durables des comportements personnels et professionnels, individuels et collectifs. Les

humains doivent mettre en œuvre des moyens nouveaux pour adapter la technologie à leur fonctionnement, s'adapter eux-mêmes ou adapter le mode de fonctionnement social et organisationnel, si la technologie ne s'adapte pas elle-même. On a donc :

- des régulations en jeu au niveau de l'homme :  $R(H)$  ; c'est-à-dire ses adaptations psychosociales et psychologiques en lien avec la technologie. Selon leurs possibilités, les humains régulent les usages des technologies ;
- des régulations en jeu au niveau de la technologie :  $R(S)$  ; c'est-à-dire son adaptabilité à la situation d'utilisation ;
- des régulations en jeu au niveau du contexte socio-organisationnel  $R(O)$  : c'est-à-dire les modifications collectives (i.e. relatives au groupe social) mises en place lors de l'introduction de la technologie.

La régulation est maximisée lorsque l'on peut observer la concordance de ces trois formes de régulations. La symbiose est alors optimisée au niveau des régulations sociales.

En somme, la symbiose repose sur une compatibilité cognitive (Streitz, 1987) des modèles en jeu à trois niveaux différents : humain (utilisateur), technologique (concepteurs) et contextuel (environnement physique, social, organisationnel...) et pour trois domaines différents : les fonctions, les formes de facilité d'utilisations et les modes de régulations sociales. L'équilibre des trois éléments pour les trois niveaux peut permettre de qualifier la relation en jeu de « symbiotique ». Les six pôles de la symbiose constituent des éléments interdépendants et enchevêtrés, tant les variables qui les composent sont nombreuses, complexes et diversifiées. Par ailleurs, il faut signaler que la symbiose, une fois optimisée (on pourrait dire aussi dans un état d'homéostasie), ne peut pas être prise comme un état stable, c'est un processus de recherche d'équilibre qui évolue dans le temps. La technologie est partie de l'humain en même temps que l'humain évolue avec la technologie. En effet, chaque partie du tout étant elle-même actrice de la relation, et ayant également sa vie propre, en relation avec d'autres systèmes, il est très probable que des évolutions surviennent qui peuvent modifier

Tableau 5  
Panorama théorique de l'interaction humain-technologie-organisation.

	Approche « acceptation opératoire »	Approche « acceptation sociale »	Approche « symbiose »
Fondements disciplinaires	Ergonomie cognitive. Modélisation cognitive. Ingénierie des facteurs humains. Interaction humain-machine	Psychologie sociale. Théorie de l'action raisonnée. Sociologie du travail. Management des organisations	Métaphore biologique. Intégration de la relation humain-technologie-organisation. Influence cybernétique
Concepts clés	Utilisabilité. Efficience. Efficacité. Satisfaction. Recommandations, critères et normes ergonomiques. Modèles de l'interaction. Modèles des tâches	Modèle d'acceptation. Satisfaction de l'utilisateur. Disconfirmation des attentes. Stratégie d'acteur, culture du changement, agilité organisationnelle	Co-évolution humain-machine. Régulation des déséquilibres. Couplage structurel. Fonctionnalités. Utilisabilité. Régulations socio-organisationnelles
Objectifs	Simplifier les interactions. Agir sur la facilité d'utilisation des technologies en tenant compte des besoins des utilisateurs et des caractéristiques des tâches	Tenir compte des interpénétrations des mondes sociaux et technologiques et des transformations organisationnelles qu'elles engendrent pour favoriser l'usage des technologies	Ajuster les niveaux d'interdépendance entre humain, systèmes techniques et contexte. Recherche des optimisations entre fonctionnalités, utilisabilité et régulations sociales
Exemples d'auteurs	Shackel, Norman, Nielsen, Bastien, Scapin, Mayhew . . .	Davis, Venkatesh, Oliver, DeLone et MacLean, Parasurama, Vickoff, Pal . . .	Licklider, Bender, De Haan, Bennett, De Rosnay, Brangier, Kurzweil . . .
Idée générale	La technologie est externe à l'humain : pour l'utiliser, l'humain doit l'accepter. L'amélioration de l'acceptation passe par des interventions sur les aspects interactionnels et psychosociaux		La technologie est un prolongement de l'humain et ils entretiennent ensemble une relation bilatérale de changements réciproques continus

l'équilibre d'ensemble et entraîner des changements d'états. Le Web 2.0 et les réseaux sociaux sont des exemples patents de technologies conçues pour évoluer et se transformer en fonctions des besoins des utilisateurs et des organisations. Ces changements, s'ils ne sont pas intégrés favorablement dans la relation humain-technologie-contexte, peuvent conduire à des manifestations négatives d'insatisfaction, résistance, rejet, malveillance, inutilisation, sabotage, etc.

## 6. Conclusion

Les centaines de millions d'ordinateurs implantés dans le monde ont profondément remanié nos comportements et nos organisations, si bien que les technologies de l'information et de la communication ont opéré, depuis les années 1980, une transformation sans précédent de nos vies professionnelles et domestiques. Dans cette même période, de nombreuses théories ont cherché à comprendre et expliquer les transformations individuelles et organisationnelles liées aux changements technologiques. Ces théories se sont progressivement élaborées, discutées, défendues, débattues à partir des travaux initiés dans ces années 1980, qui ont mis à jour la notion d'acceptation à la fois en donnant un éclairage ergonomique et psychosocial. Mais dans le même temps, ces travaux avaient écarté la notion de symbiose (évoquée pourtant dans les années 1960), qui prend à présent, à cause du développement technologique, un sens profond. Si bien qu'aujourd'hui nous sommes en présence de trois grandes approches qui cherchent à expliquer les conditions d'usage en contexte des TIC. Prises synthétiquement, ces approches sont restituées par les courants de l'acceptation opératoire, de l'acceptation sociale et de la symbiose humain-technologie-organisation (Tableau 5).

La question fondamentale abordée dans cet article est de souligner que la technologie n'est pas forcément à penser comme un corps étranger que l'humain doit accepter ou refuser. La technologie est de plus en plus une partie de nous-mêmes. Nos manières de vivre et de penser se trouvent transformées en même temps que le système technique dans lequel elles se déroulent ; la technologie agit sur l'être humain qui, à son tour, agit sur les facteurs technologiques qui le déterminent. Humains et technologies commencent à former des unités cohérentes et indissociables. Les dispositifs techniques, et en particulier les assistants techniques, ne peuvent pas seulement être envisagés comme une application de connaissances visant à la substitution de l'homme par des technologies sophistiquées. Mais ces TIC doivent être appréhendées comme des conditions d'existence de l'humain, c'est-à-dire des extensions de nos propriétés et qualités perceptives, motrices, cognitives, sociales et affectives dans les situations de travail ou de vie. Vues sous cet angle, les notions d'acceptation, de satisfaction de l'utilisateur, d'agilité de l'organisation semblent moins appropriées que celle de symbiose, qui souligne une forte dépendance de l'humain et de la technologie et peut-être aussi une sorte de fusion entre l'humain et la technologie. Si cette fusion n'est encore que d'une faible réalité, il n'en demeure pas moins que diverses technologies sont déjà introduites dans notre corps soit pour le soigner (pace-maker), soit pour le diagnostiquer (pharmatique), soit pour le localiser (géo-identification), soit encore pour payer des biens et services (puces électroniques implantées sous la peau pour le paiement). Dans ce contexte, la notion d'acceptation initialement développée par Davis ne nous semble plus suffisante pour restituer la relation de l'humain avec les TIC. Aussi, le fondement général de notre orientation théorique est de considérer que les nouvelles technologies donnent à la conduite humaine

une structure symbiotique. L'humain programme des symbiotes technologiques et profite de leur travail. Dans le même temps, ces symbiotes transforment l'humain. Par voie de conséquence, un modèle théorique d'inspiration symbiotique trouve sa pertinence en complétant les approches de l'acceptation opératoire et sociale. C'est là un enjeu scientifique intéressant pour la psychologie et l'ergonomie qui amène une série de questions qu'il faudrait aborder dans d'autres recherches. Par exemple, si la symbiose permet de bien comprendre en quoi la technologie peut s'adapter à l'humain, avec cette approche on pourrait aussi se poser les questions systémiques suivantes :

- quelles dimensions psychologiques permettent à l'humain de s'adapter en continu aux technologies conçues, d'enclencher un processus symbiotique et ainsi de refaçonner ses cognitions tout en maintenant un haut niveau d'inventivité de manière à toujours améliorer les technologies ?
- de même, quelles formes de créativité sont à la base du détournement de l'usage d'une technologie et qui, une fois comprises des concepteurs, les amènent souvent à reconcevoir des TIC plus innovantes, plus ajustées ou encore plus symbiotiques ?
- toujours au niveau de l'innovation, quels sont les points de rupture à ne pas dépasser dans la construction de la symbiose entre ces deux éléments compte tenu des co-développements et des co-apprentissages évolutifs entre les deux entités ?
- quels sont les processus psychologiques modifiés par l'usage de la technologie, et en quoi leur modification est-elle une adaptation évolutive de l'humain ?
- autant de questions que l'approche symbiotique doit encore appréhender pour étoffer ses concepts, pour fournir des résultats utiles à la conception et à l'évaluation des technologies et surtout pour comprendre les évolutions de l'humain engendrées par les symbiotes technologiques avec lesquels il vit.

### Conflit d'intérêt

Pas de conflit d'intérêt.

### Références

- Annett, J., Duncan, K.D., 1967. Task analysis and training design. *Occupational Psychology* 41, 211–221.
- Ajzen, I., 1985. From intention to actions: a theory of planned behaviour. In: Kuhl, J., Beckman, J. (Eds.), *Action Control: From Cognitions to Behaviour*. Springer-Verlag, New York, pp. 11–39.
- Ajzen, I., 1991. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50, 179–211.
- Ajzen, I., Fishbein, M., 1980. *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ (50, 179–211).
- Apple Computer Inc., 2008. *Apple Human Interface Guidelines*. Apple Inc, Cupertino, CA.
- Bach, C., 2004. *Élaboration et validation de critères ergonomiques pour les interactions homme-environnements virtuels*. Thèse de doctorat (non publiée), université Paul-Verlaine, Metz.
- Bailey, E., Pearson, S.W., 1983. Development of a tool for measuring and analyzing computer-user satisfaction. *Management Science* 29 (5), 530–545.
- Bastien, J.M.C., Scapin, D.L., 2004. La conception de logiciels interactifs centrée sur l'utilisateur : étapes et méthodes. In: Falzon, P. (Ed.), *Ergonomie*. Presses Universitaires de France, Paris, pp. 451–462.
- Baker, S.W., 2005. Formalizing agility: an agile organization's journey toward CMMI accreditation. *IEEE Proceedings of Agile Conference*, 185–192.
- Bender, J., De Haan, J., Bennett, D., 1995. *The Symbiosis of Work and Technology*. Taylor & Francis, London.
- Bhattacharjee, A., 2001. Understanding information systems continuance: an expectation-confirmation model. *MIS Quarterly* 25, 351–370.
- Bhattacharjee, A., Premkumar, G., 2004. Understanding changes in belief and attitude toward information technology usage: a theoretical model and longitudinal test. *MIS Quarterly* 28, 229–254.
- Blomberg, J.L., 1995. Ethnography: aligning field studies of work and system design. In: Monk, A.F., Gilbert, G.N. (Eds.), *Perspectives on HCI: Diverse Approaches*. Academic Press, London, pp. 175–197.
- Blomberg, J., Burrell, M., Guest, G., 2003. An ethnographic approach to design. In: Jacko, J.A., Sears, A. (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 964–986.
- Bobillier-Chaumon, M.E., Bessière, C., Brangier, E., 2003. Les effets du changement technologique sur le travail collaboratif. *Revue d'Interaction Humain-machine* 4 (1), 37–58.
- Bobillier-Chaumon, M.E., Brangier, E., 2000. Évolutions de l'activité et de l'organisation du travail lors du changement d'environnement de programmation chez les informaticiens. *Terminal, Technologies de l'Information, Culture et Société* 82, 47–66.
- Bobillier-Chaumon, M.E., Dubois, M., 2009. L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ? *Le travail Humain*. Décembre 2009. Numéro spécial sur « L'acceptabilité des technologies : bilans et nouvelles perspectives » 72(4), 301–315.
- Bobillier-Chaumon, M.-E., Dubois, M., Retour, D., 2006. L'acceptation du changement technique : le cas des nouvelles technologies dans le milieu bancaire. *Psychologie du Travail et des Organisations* 12, 247–262.
- Brangier, E., 2002. L'assistance technique comme forme de symbiose entre l'homme et la technologie. Esquisse d'un modèle de la symbiose homme-technologie-organisation. *Revue d'Interaction Humain-Machine* 3 (2), 19–34.
- Brangier, E., 2003. La notion de « symbiose homme-technologie-organisation ». In: Delobbe, N., Karnas, G., Vandenberghe, C. (Eds.), *Évaluation et développement des compétences au travail*. Presses Universitaires de Louvain, Louvain, Belgique, pp. 413–422.
- Brangier, E., Barcenilla, J., 2003. *Concevoir un produit facile à utiliser : adapter les technologies à l'homme*. Éditions d'Organisation, Paris.
- Brangier, E., Dufresne, A., Hammes, 2009. Approche symbiotique de la relation humain-technologie : perspectives pour l'ergonomie informatique. *Le Travail Humain* 72(4), 333–353.
- Brangier, E., Hammes, S., 2006. Élaboration et validation d'un questionnaire de mesure de l'acceptation des technologies de l'information et de la communication basée sur le modèle de la symbiose humain-technologie-organisation. In: Brangier, E., Kolski, C., Ruault, J.-R. (Eds.), *Actes de la Conférence Ergo'IA 2006*. Estia, Biarritz, France, pp. 71–78.
- Brangier, E., Hammes, S., 2007. Comment mesurer la relation humain-technologies-organisation ? Élaboration d'un questionnaire de mesure de la relation humain-technologie-organisation basée sur le modèle de la symbiose. *PISTES*, 9(2), <http://www.pistes.uqam.ca/v9n2/articles/v9n2a1s.htm>.
- Brangier, E., Hammes, S., 2007b. Les approches psychosociales du management des technologies de l'information et de la communication. In: Trognon, A., Bromberg, M. (Eds.), *Psychologie sociale et ressources humaines*. Presses Universitaires de France, Paris, pp. 463–478.
- Brangier, E., Vallery, G., 2004. Aspects psychologiques et organisationnels du développement des nouvelles technologies de la communication et de l'information. In: Brangier, E., Lancry, A., Louche, C. (Eds.), *Les dimensions humaines du travail : théories et pratiques de la psychologie du travail et des organisations*. Presses Universitaires de Nancy, Nancy, pp. 213–250.
- Byrne, M.D., 2003. Cognitive architecture. In: Jacko, J.A., Sears, A. (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 97–117.
- Card, S.K., Moran, T.P., Newell, A., 1983. *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Colvin, C.A., Goh, A., 2005. Validation of the technology acceptance model for police. *Journal of Criminal Justice* 33, 89–95.

- Davis, F.D., 1986. A technology Acceptance Model for empirically testing new end-user information systems: theory and results. Thèse de doctorat (non publiée), MIT Sloan School of Management, Cambridge.
- Davis, F.D., 1989. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly* 13, 319–339.
- Davis, F.D., 1993. User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions, and behavioral impacts. *International Journal of Man-Machine Studies* 38, 475–487.
- Dearden, A., Finlay, J., 2006. Pattern languages in HCI: a critical review. *Human-Computer Interaction* 21, 49–102.
- DeLone, W.H., McLean, E.R., 1992. Information systems success: the quest for the dependent variable. *Information Systems Research* 3, 60–95.
- Diaper, D., Stanton, N. (Eds.), 2004. *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum, London, UK.
- Doll, W.J., Torkzadeh, G., 1988. The measurement of end-user computing satisfaction. *MIS Quarterly* 12 (2), 259–274.
- Fishbein, M., Ajzen, I., 1975. *Belief, Attitude, Intention and Behavior: an Introduction to Theory and Research*. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Greenstein, J.S., 1997. Pointing devices. In: Helander, M., Landauer, T.K., Prabhu, P. (Eds.), *Handbook of Human-Computer Interaction*, 2nd edition. Elsevier, Amsterdam, pp. 1317–1348.
- Griffith, D., 2006. Neo-symbiosis: a system design philosophy for diversity and enrichment. *International Journal of Industrial Ergonomics* 36, 1075–1079.
- Hinckley, K., 2003. Input technologies and techniques. In: Jacko, J.A., Sears, A. (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 151–168.
- Holtzblatt, K., 2003. Contextual design. In: Jacko, J.A., Sears, A. (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 941–963.
- Hsu, C.L., Lu, H.P., 2004. Why do people play on-line games? An extended TAM with social influences and flow experience. *Information & Management* 41, 853–868.
- Igbaria, M., Tan, M., 1997. The consequences of information technology acceptance on subsequent individual performance. *Information & Management* 32 (3), 113–121.
- Johnson, P., Diaper, D., Long, J., 1984. Tasks, skills and knowledge: task analysis for knowledge based descriptions. In: Shackel, B. (Ed.), *Proceedings INTERACT'84*. North Holland, pp. 499–503.
- Jurison, J., 1996. The temporal nature of IS benefits: a longitudinal study. *Information & Management* 30, 75–79.
- Kettinger, W.J., Lee, C.C., 1994. Perceived service quality and user satisfaction with the information services function. *Decision Sciences* 25, 737–767.
- Kettinger, W.J., Lee, C.C., 1997. Pragmatic perspectives on the measurement of information systems service quality. *MIS Quarterly* 21, 223–240.
- Khalifa, M., Liu, V., 2003. Satisfaction with internet-based services: the role of expectations and desires. *International Journal of Electronic Commerce* 7, 31–50.
- Kieras, D., 2004. GOMS models for task analysis. In: Diaper, D., Stanton, N. (Eds.), *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 83–116.
- King, W.R., He, J., 2006. A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management* 43, 740–755.
- Kurzweil, R., 2005. *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. Penguin Books, New-York.
- Landrum, H., Prybutok, V.R., 2004. A service quality and success model for the information service industry. *European Journal of Operational Research* 156, 628–642.
- Legris, P., Ingham, J., Collette, P., 2003. Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management* 40, 191–204.
- Lewis, J.R., Potosnak, K.M., Magyar, R.L., 1997. Keys and keyboards. In: Helander, M., Landauer, T.K., Prabhu, P. (Eds.), *Handbook of Human-Computer Interaction*, 2nd edition. Elsevier, Amsterdam, pp. 1285–1315.
- Liao, C., Chen, J.L., Yen, D.C., 2006. Theory of planning behavior (TPB) and customer satisfaction in the continued use of e-service: an integrated model. *Computers in Human Behavior* 23, 2804–2822.
- Licklider, J.C.R., 1960. Man-computer symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-1, 4–11.
- Limbourg, Q., Vanderdonckt, J., 2004. Comparing tasks models for user interface design. In: Diaper, D., Stanton, N. (Eds.), *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 135–154.
- Mathieson, K., 1991. Predicting user intentions: comparing the technology acceptance model with the theory of planned behavior. *Information Systems Research* 2, 173–191.
- Mayhew, D.J., 1992. *Principles and Guidelines in Software User Interface Design*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Martin, R., 2003. *Agile Software Development*. Prentice Hall, New-York.
- McKinney, V., Yoon, K., Zahedi, F.M., 2002. The measurement of web-customer satisfaction: an expectation and disconfirmation approach. *Information Systems Research* 13, 296–315.
- Moran, T.P., 1981. The command language grammar: a representation of the user interface of interactive computer systems. *International Journal of Man-Machine Studies* 15, 3–50.
- Muller, M.J., 2003. Participatory design: the third space in human-computer interaction. In: Jacko, J.A., Sears, A. (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 1051–1068.
- Nielsen, J., 1993. *Usability Engineering*. Academic Press, New-York.
- Oliver, R.L., 1980. A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research* 17, 460–469.
- Oliver, R.L., 1981. Measurement and evaluation of satisfaction processes in retail settings. *Journal of Retailing* 57, 25–48.
- Oliver, R.L., 1993. Cognitive, affective, and attribute bases of the satisfaction response. *Journal of Consumer Research* 20, 418–430.
- Orlikowski, W.J., Hofman, J.D., 1997. An improvisational model for change management: the case of groupware technologies. *Sloan Management Review*, 11–21.
- Parasurama, A., Zeithaml, V.A., Berry, L.L., 1985. A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of Marketing* 49, 41–54.
- Patterson, P.G., Johnson, L.W., Spreng, R.A., 1997. Modeling the determinants of customer satisfaction for business-to-business professional services. *Journal of the Academy of Marketing Science* 25, 4–17.
- Rai, A., Lang, S.S., Welker, R.B., 2002. Assessing the validity of IS success models: an empirical test and theoretical analysis. *Information Systems Research* 13, 50–69.
- Ritter, F.E., Young, R.M., 2001. Embodied models as simulated users: introduction to this special issue on using cognitive models to improve interface design. *International Journal of Human Computer Studies* 55, 1–14.
- Roberts, P., Henderson, R., 2000. Information technology acceptance in a sample of government employees: a test of the technology acceptance model. *Interacting with Computers* 12, 427–443.
- Robinson, H., Sharp, H., 2005. Organisational culture and XP: three case studies. *IEEE Proceedings of Agile Conference*, 49–58.
- Rosson, M.B., Carroll, J.M., 2003. Scenario-based design. In: Jacko, J.A., Sears, A. (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 1032–1050.
- de Rosnay, J., 2000. *L'homme symbiotique*. Seuil, Paris.
- Scapin, D.L., Bastien, J.M.C., 1997. Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour & Information Technology* 16, 220–231.
- Seddon, P.B., 1997. A respecification and extension of the DeLone and McLean model of IS success. *Information Systems Research* 8, 240–253.
- Sherehly, B., Karwowski, W., Layer, J.K., 2007. A review of enterprise agility: concepts, frameworks, and attributes. *International Journal of Industrial Ergonomics* 37 (2007), 445–460.
- Shneiderman, B., 1980. *Software Psychology: Human Factors in Computer and Information Systems*. Winthrop Publishers, Cambridge, MA.
- Smith, M.J., Carayon, P., Cohen, W.J., 2003. Design of computer workstations. In: Jacko, J.A., Sears, A. (Eds.), *The human-computer interaction handbook*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 385–395.
- Smith, S.L., Mosier, J.N., 1986. Guidelines for Designing User Interface Software (Rep. No. ESD-TR-86-278). Mitre Corporation, Bedford, MA.
- Sperandio, J.C., 1987. L'ergonomie du travail informatisé. In: Levy-Leboyer, C., Sperandio, J.C. (Eds.), *Traité de psychologie du travail*. Presses Universitaires de France, Paris, pp. 161–176.

- Streitz, N.A., 1987. Cognitive compatibility as central issue in human computer-interaction: theoretical framework and empirical finding. In: Salvendy, G. (Ed.), *Cognitive Engineering in the Design of Human-Computer Interaction and Expert System*. Elsevier science, Amsterdam, pp. 75–82.
- Sun, H., Zhang, P., 2006. The role of moderating factors in user technology acceptance. *International Journal of Human-Computer Studies* 64, 53–78.
- Taylor, S., Todd, P.A., 1995. Understanding information technology usage: a test of competing models. *Information Systems Research* 6, 144–176.
- Tullis, T.S., 1997. Screen Design. In: Helander, M., Landauer, T.K., Prabhu, P. (Eds.), *Handbook of Human-Computer Interaction*. Elsevier, Amsterdam, pp. 377–411.
- Vanderdonckt, J., 1995. *Guide ergonomique des interfaces humain-machine*. Presses Universitaires de Namur, Namur, Belgique.
- Venkatesh, V., 1999. Creation of a favourable user perceptions: exploring the role of intrinsic motivation. *MIS Quarterly* 23, 239–260.
- Venkatesh, V., Brown, S.A., 2001. A longitudinal investigation of personal computers in homes: adoption determinants and emerging challenges. *MIS Quarterly* 25, 71–102.
- Venkatesh, V., Davis, F.D., 2000. A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science* 46, 186–205.
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G.B., Davis, F.D., 2003. User acceptance of information technology: toward a unified view. *MIS Quarterly* 26, 425–478.
- Vickoff, J.-P., 2003. *Systèmes d'information et processus agiles*. Hermès, Paris.
- Watzman, S., 2003. Visual design principles for usable interfaces. In: Jacko, J.A., Sears, A. (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 263–285.
- Zaina, M., Che Rose, R., Abdullah, I., Masrom, M., 2005. The relationship between information technology acceptance and organizational agility in Malaysia. *Information & Management* 42 (6), 829–839.