



HAL
open science

Design d'interfaces : du dialogue homme-machine au support médiatique

María Inés Laitano, Philippe Bootz

► To cite this version:

María Inés Laitano, Philippe Bootz. Design d'interfaces : du dialogue homme-machine au support médiatique. MEI - Médiation et information, 2018, Design, médias et communication, 41. halshs-01578875

HAL Id: halshs-01578875

<https://shs.hal.science/halshs-01578875>

Submitted on 29 Aug 2017

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

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

Design d'interfaces : du dialogue homme-machine au support médiatique

María Inés Laitano,

Université Paris 8
ines.laitano@gmail.com

Philippe Bootz

Laboratoire Paragraphe
philippe.bootz@univ-paris8.fr

Cet article met en parallèle des approches instrumentales du design d'interfaces et des approches par les théories de la communication, afin de revisiter les contributions des secondes aux premières et d'introduire brièvement un modèle qui serait capable de les concilier. Il le fait à partir d'une revue chronologique des différents modèles de l'interface, en présentant des auteurs qui illustrent des perspectives dominantes ou l'adoption de nouveaux paradigmes. Les approches computationnelle, dialogique et instrumentale sont introduites en premier lieu pour expliquer le passage d'un usager-machine qui traite l'information à un usager qui intervient dans le monde par le biais de l'artefact informatique. L'évolution des abords communicationnels est ensuite retracée en évoquant les modèles taxonomiques, l'Ingénierie Sémiotique, la proposition d'interaction et l'interface comme support médiatique. Le papier se termine par une proposition d'intégration de l'aspect pragmatique des théories instrumentales dans le point de vue communicationnel.

MOTS-CLÉS : DESIGN D'INTERFACES, THÉORIES DE L'INTERFACE, SÉMIOTIQUE, PSYCHOLOGIE INSTRUMENTALE, INTERACTION HOMME-MACHINE.

This paper draws a parallel between instrumental approaches of interface design and communicative approaches, in order to revisit the contributions of the latter to the former and to introduce briefly a model which would be able to reconcile them. It does this through a chronological review of different models of the interface, presenting authors who illustrate dominant perspectives as well as new paradigms. Computational, dialogical and instrumental approaches are introduced first to explain the passage of a user-processor that treats information to a user who intervenes in the world through computer artifacts. The evolution of communicative approaches is then retraced by evoking taxonomic models, Semiotic Engineering, the interaction proposal and the interface as media support. The paper concludes with a proposal to integrate the pragmatic aspect of instrumental theories in the communicative perspective.

KEYWORDS : INTERFACE DESIGN, INTERFACE THEORIES, SEMIOTICS, INSTRUMENTAL PSYCHOLOGY, HUMAN-COMPUTER INTERACTION.

Introduction

Si la finalité du design d'interfaces est définie par les praticiens du design comme « la création de relations riches de sens entre les personnes et les produits et services qu'ils utilisent »¹ c'est parce que l'idée de l'interface numérique comme moyen d'un processus de communication est aujourd'hui largement répandue. Pourtant, cela n'a pas été le cas dès les premiers moments de l'interface, lorsque les approches de l'Informatique et des Sciences Cognitives étaient majoritaires. Revenir sur ces premières conceptions, pour les mettre en parallèle avec les approches de la Communication, est important en vue de comprendre les perspectives contemporaines et afin de les pousser au-delà des limites disciplinaires.

Les approches computationnelle, dialogique et instrumentale

Le Modèle du Processeur Humain proposé par Card, Moran et Newell (1983, 1986) est sans doute le modèle cognitiviste de l'interface qui a connu le plus grand succès. Influencé par le modèle percepto-cognitif d'Atkinson et Shiffrin (1968) ainsi que par la théorie mathématique de la communication (Shannon & Weaver, 1964), le modèle conçoit l'humain comme un système de traitement de l'information et en conséquence comme une machine triviale. Il comprend trois sous-systèmes en interaction : perceptif, moteur et cognitif — chacun ayant des mémoires et des processeurs décrits par des paramètres numériques qui proviennent de calculs expérimentaux—. Le modèle permet de prédire le comportement humain et de répondre à des problèmes concrets de design d'interfaces tels que la fréquence d'images d'une animation, l'emplacement d'un bouton, le temps de réaction motrice face à un évènement visuel, la probabilité de mémoriser certains éléments de l'interface.

Jakob Nielsen, informaticien reconnu pour ses contributions au web design, propose dans les années 80 un modèle du dialogue homme-machine à sept niveaux d'abstraction (Nielsen, 1986) inspiré du standard de communication des réseaux informatiques *Open Systems Interconnection*. Aux quatre niveaux grammaticaux habituels — sémantique, syntaxique, lexical et alphabétique — s'ajoutent deux niveaux supérieurs — ceux de la tâche et de l'objectif de l'homme — et un niveau inférieur — le niveau physique. Nielsen explique, à partir de son modèle, des concepts fondateurs du design d'interfaces graphiques tels que la manipulation directe (Shneiderman, 1983) ou le *What-You-See-Is-What-You-Get* (WYSIWYG) (Smith, Irby, Kimball, Verplank, & Harslem, 1982). La manipulation directe se produit lorsque le niveau syntaxique « reflète directement » le niveau sémantique et le WYSIWYG résulte d'un couplage

¹ Selon l'Association internationale du Design d'Interaction : « Interaction Designers strive to create meaningful relationships between people and the products and services that they use » (<http://www.ixda.org/about/ixda-mission>, consulté le 06/06/2016). L'expression « design d'interfaces » est préférée dans cet article puisque les théories convoquées abordent principalement les interfaces d'ordinateur et les interfaces hypermédias. Le design d'interaction recouvre le champ plus large des électroménagers, des objets connectés, des robots, etc.

étroit entre le niveau de l'objectif et le niveau syntaxique. Ainsi, la rationalisation du design en niveaux d'abstraction permet, selon Nielsen, de traduire les concepts du monde humain en un langage qui sera interprétable par la machine.

Une deuxième vague de chercheurs réagit à cette conception expérimentale et technocentrique en proposant que l'interface médie davantage une activité humaine. Notamment, Susanne Bødker (1987) soutient qu'un sujet est mobilisé par un besoin pour effectuer une activité et intervenir dans le monde physique et social. L'activité sera dirigée vers un objet — un objet physique ou un autre sujet affecté par l'activité — et sera médiée par des moyens — des artefacts, des techniques culturelles ou des langages. L'artefact informatique est un cas particulier d'artefact qui permet trois types de rapports avec l'objet de l'activité. Dans un premier cas, l'objet peut ne pas exister comme corps séparé de l'artefact, être uniquement présent dans celui-ci. Un tableur par exemple n'existe pas en dehors d'un système informatique. Même imprimé, il n'est plus un tableur parce qu'il a perdu ses propriétés de calcul. Dans un deuxième cas, l'objet peut exister dans le monde réel, être représenté dans l'application informatique mais ne pas être présent au moment de l'activité. L'édition d'un document imprimable par exemple se fait sur une représentation de l'objet imprimé. Enfin, l'objet peut exister physiquement en dehors de l'artefact informatique et permettre une manipulation par l'artefact mais aussi une manipulation de l'objet en dehors de l'artefact. Par exemple, le réglage du volume d'une enceinte informatique peut être fait sur l'enceinte — manipulation physique — ou via le panneau de contrôle — manipulation par l'artefact. Ainsi, le design d'interfaces dans cette perspective d'activité médiée est principalement préoccupé par la représentation de l'objet.

Rabardel (1995) introduit la notion d'instrument pour définir ce troisième pôle qui existe entre le sujet et l'objet d'une activité médiée par les technologies. L'instrument est à la fois l'artefact — la chose susceptible d'un usage — et les schèmes d'utilisation qui lui sont associés — les modes d'usage, anticipés par le concepteur mais construits par les sujets qui utilisent l'artefact. De ce fait, le design d'interfaces doit bénéficier pour l'auteur d'une transparence opérative, c'est-à-dire que les propriétés caractéristiques de l'instrument et pertinentes pour l'action de l'utilisateur doivent être davantage visibles, ainsi que la manière dont l'instrument les rend accessibles, compréhensibles, voire perceptibles par l'utilisateur (*Ibid.*, p. 189).

Les approches communicationnelles

Les modèles taxonomiques

Des auteurs comme Mihai Nadin ou Peter Bøgh Andersen (1992) sont pionniers dans l'application de la sémiotique au design d'interfaces ainsi qu'à la conception de systèmes informatiques en général. Le postulat principal de ces auteurs est de dire que les éléments de l'interface, tout comme ceux des différentes strates du code de programmation, peuvent être vus comme des signes dans le sens peircien du terme auquel adhèrent les deux auteurs.

Nadin (1988) par exemple propose de construire un modèle du langage de l'interface en repérant les objets et les actions d'un certain environnement (Figure 1). Ensuite il faudra choisir un type de représentation pour chaque objet — iconique, indexical ou symbolique — et un type de commande — préfixe, postfixe, infixe — pour chaque action. La commande de type préfixe spécifie d'abord l'action et ensuite l'objet, par exemple « print document ». L'opposé est la commande de type postfixe qui indique d'abord l'objet et ensuite l'action, par exemple « profile edit ». Enfin, la commande de type infixe est une combinaison des précédentes et implique l'existence de plusieurs opérandes, par exemple « document1 merge document2 »².

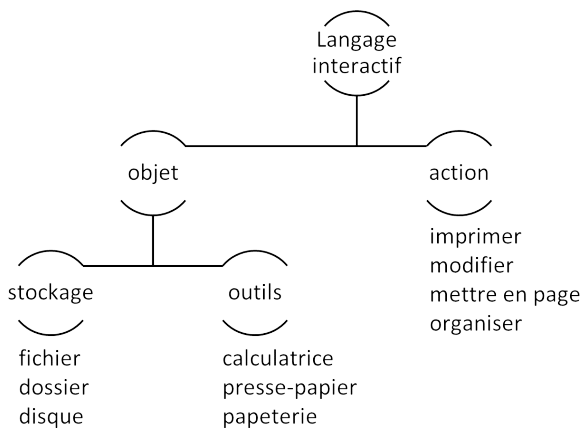


Fig. 1. Taxonomie pour une interface de bureau³

La production de signes

La limitation des modèles taxonomiques de l'interface comme ceux présentés ci-dessus est identifiée quelques années plus tard par de Souza dans sa première proposition d'une Ingénierie Sémiotique (de Souza, 1993). Elle soutient que les modèles taxonomiques peuvent servir à évaluer les codes de communication mais qu'ils ne sont pas opérationnels pour le design d'interfaces puisqu'ils n'expliquent ni ne peuvent prédire ce qui arrive quand les signes sont groupés pour créer un message. Cette conclusion est tirée de la théorie de la production des signes

2 Les exemples des commandes sont de notre fait car Nadin n'en donne pas dans son article.

3 Composition propre à partir de Nadin (1988, fig. 9).

d'Umberto Eco (1975) qui démontre qu'une taxonomie des signes contribue à décrire les systèmes sémiotiques mais ne sert pas à spécifier les processus par lesquels les signes sont utilisés dans la communication.

Le modèle proposé par de Souza, publié pour la première fois en 1993 et réactualisé en 2005, soutient que l'interaction homme-machine est une double métacommunication médiée par l'ordinateur dans laquelle le concepteur envoie un message unique à l'utilisateur (Figure 2). De Souza parle de métacommunication parce que le message indique à l'utilisateur comment communiquer avec lui-même afin de produire un certain nombre d'effets — le message communique sur la communication elle-même. La métacommunication est double car elle ne peut être pleinement réalisée que si l'utilisateur communique avec le message. C'est un message unique parce que, du point de vue du design, il transmet un contenu complet et immuable, codé et mis à disposition par l'interface du système (de Souza, 2005, p. 83-84).

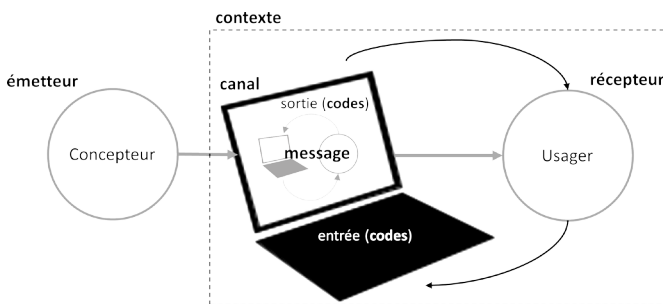


Fig. 2. Le modèle de l'Ingénierie Sémiotique⁴

Pour l'Ingénierie Sémiotique, l'objectif principal du concepteur dans le design d'une interface est de concevoir des signes qui puissent provoquer une sémiose convergente avec l'utilisateur. Le concepteur devrait répondre à des questions telles que : quels aspects de ses propres contraintes, motivations, croyances et préférences devraient être communiqués à l'utilisateur ? Quels aspects des contraintes, motivations, croyances et préférences de l'utilisateur, tels qu'ils sont conçus par le concepteur, devraient être communiqués à l'utilisateur pour étayer sa projection de soi dans le rôle d'interlocuteur ? Quels éléments des contextes attendus par l'utilisateur — psychologique, socioculturel, technologique, physique, etc. — devraient être traités par l'interface et comment ? (de Souza, 2005, p. 87-88).

4 Composition propre à partir de de Souza (2005, fig. 3.2)

La proposition d'interaction

Le modèle de l'Ingénierie Sémiotique, visiblement fondé sur le schéma de la communication verbale de Jakobson (1960), est questionné par des auteurs comme Carlos Scolari dû à son inscription dans la tradition de l'envoi linéaire de messages. Pour Scolari, l'Ingénierie Sémiotique parle une sémiotique ancienne qui n'inclut pas, notamment, la coopération de l'utilisateur dans la construction du sens de l'interface — concept essentiel dans la théorie d'Eco lorsqu'il analyse les processus d'interprétation — ou le conflit entre la stratégie du concepteur et celle de l'utilisateur (C. Scolari, 2009, p. 6).

En paraphrasant le contrat de lecture qu'un lecteur doit accepter et activer pendant l'interprétation d'un texte (Eco, 1984), Scolari (2001, 2004) pose que l'interface est une proposition d'interaction faite par le concepteur que l'utilisateur doit accepter afin d'effectuer des actions dans l'environnement interactif. L'interface inclut un usager implicite, à savoir une hypothèse de comportement de l'utilisateur empirique, une présomption de son expérience, ses compétences et ses attentes interactives. Si l'utilisateur empirique se reconnaît dans cet usager virtuel, la proposition d'interaction sera acceptée et l'interaction aura lieu. Comme la communication entre concepteur et usager s'effectue par le biais de l'interface et de façon différée, l'interface inclut également un concepteur implicite auquel le concepteur empirique délègue ses fonctions⁵.

La proposition méthodologique de l'auteur, qui peut servir de guide pour le design d'interfaces graphiques, consiste à analyser les quatre étapes de l'activité d'interprétation : reconnaissance d'une surface composée de lignes, formes, couleurs, textures, positions, etc. — niveau plastique ; reconnaissance d'une scène composée de différents éléments — niveau figuratif ; reconnaissance de la position de l'utilisateur par rapport à l'interface ou concepteur implicite vs. usager implicite — niveau communicationnel ; reconnaissance de la position de l'utilisateur par rapport à la situation globale — niveau métacommunicationnel (C. Scolari, 2009).

Le support médiatique

Le champ du design d'interfaces semble, selon Pignier et Drouillat, divisé en deux positions marquées : celle de l'utilisabilité, le fonctionnel, l'utilitaire, d'un côté et celle de l'agréable, le désirable, l'esthétique, de l'autre côté. Pourtant aucune d'entre elles ne s'occupe de la question du sens qui est essentielle pour les auteurs : « Les interfaces seraient aussi le lieu où s'effectue, pour l'utilisateur, la prise de sens culturel de l'acte de communication. » (Pignier & Drouillat, 2008, p. 43).

⁵ Cette idée de présences virtuelles ou implicites dans l'interface est déjà évoquée par Thierry Bardini dans les années 90 (Bardini, 1997). Il soutient qu'au premier moment de la création le concepteur conçoit l'utilisateur comme un reflet de lui-même et c'est avec cette inscription du concepteur dans l'interface que l'utilisateur communiquera une fois la technologie diffusée.

Leur démarche consiste alors à mettre en valeur l'énonciation de l'interface, l'univers spatio-temporel proposé en partage par l'énonciateur aux usagers. Mais cette énonciation n'a pas un sens unique : loin d'être un destinataire passif, l'utilisateur est co-énonciateur « dans la mesure où l'interface [...] l'invite à jouer des rôles, à vivre une pratique de communication plus ou moins singulière. » (*Ibid.*, p. 45). Pour Pignier et Drouillat l'interface est un média emboîté dans d'autres médias — le logiciel ou navigateur, celui-ci étant emboîté dans le système d'exploitation — qu'ils définissent à partir de ses fonctions de support — d'appui, de soutien. L'interface est donc un support médiatique à triple titre, à la fois : (a) Support formel car elle permet « de loger du contenu dans une structure, dans des cadres prévus à cet effet, qui peuvent être des grilles mais aussi des carrousels, des vignettes sur calque, des nuages de mots-clés, etc. » (Pignier & Drouillat, 2008, p. 37). (b) Support matériel figuré car elle offre par son design une métaphore d'objet : une page, un théâtre, un écran de cinéma, un paysage, etc. (c) Support ergonomique (Aarseth, 1997) ou support « de navigation » car elle offre un travail de construction physique du parcours de l'information et du trajet de manipulation.

Apports des approches communicationnelles et possibles conciliations

L'apport majeur des modèles communicationnels par rapport aux conceptions computationnelle, dialogique et instrumentale de l'interface est l'intégration du concepteur de l'interface dans l'analyse. En effet, autant le Modèle du Processeur Humain, que le dialogue homme-machine de Nielsen et les théories de l'activité humaine restent focalisés sur un seul acteur : l'utilisateur. Le premier calcule la performance de sa perception, sa cognition et sa motricité face à la machine ; le deuxième vise à traduire ses représentations mentales en langage machine ; alors que le troisième analyse ses interventions dans le monde au moyen de l'interface. En revanche, les approches communicationnelles, ou tout au moins celles qui ont précédé les modèles taxonomiques, mettent en scène le concepteur de l'interface et s'intéressent à l'utilisateur en rapport avec celui-ci. Ainsi, de Souza parle de message unique du concepteur à l'utilisateur, Scolari de proposition d'interaction du concepteur à l'utilisateur et Pignier d'une énonciation partagée entre les deux. On voit dans ces trois perspectives une implication croissante de l'utilisateur — de simple récepteur à co-énonciateur — qui toutefois devient possible grâce à l'intégration de ce deuxième acteur qu'est le créateur de l'interface.

L'intégration du concepteur établit essentiellement des conséquences épistémologiques pour le design d'interfaces. Penser au concepteur dans l'activité de conception est une démarche réflexive propre de la pensée complexe et, plus généralement, des épistémologies de second ordre (Morin, 2005). Les épistémologies de second ordre considèrent que le sujet est le résultat des processus biologiques et sociaux, et que, de ce fait, la connaissance ou les interfaces produites par ce sujet

sont directement liées à sa constitution. Intégrer le concepteur est donc refuser que le sujet ait des attributs universels qui lui permettent de saisir le monde tel qu'il est et qu'un design puisse être libre de toute influence subjective. Intégrer le concepteur dans l'activité de conception revient à contextualiser l'objet à concevoir. Les premières approches divergent également des théories de la communication dans un aspect pragmatique. Le Modèle du Processeur Humain, celui de Nielsen ainsi que les propositions de Bødker et Rabardel analysent respectivement la tâche et l'activité de l'utilisateur. Ils réfléchissent au design en imaginant l'utilisateur en action. Les traits de l'interface émergent de cette action : l'emplacement du bouton est choisi selon la vitesse motrice de l'utilisateur (Processeur Humain) ; la tâche de l'utilisateur est représentée de façon sémantique, syntaxique, lexicale et alphabétique dans l'interface (Nielsen) ; l'objet de l'activité est représenté dans l'interface (Bødker). Les approches communicationnelles, par contre, s'attachent aux signes et aux processus d'interprétation. Des systèmes sémiotiques divers sont mis en œuvre pour décortiquer le design d'interface jusqu'à ses formes minimales — plastiques (Scolari), structurelles (Pignier), etc. Tout ce que les premières approches ont de pragmatisme, les deuxièmes l'ont de rigueur dans la description.

Pourtant, chaque action humaine dans le monde est source de signification et dans ce sens une question reste à notre avis ouverte : peut-on concilier les approches pragmatiques de l'interface avec celles qui proviennent du champ de la communication ? Les auteurs de cet article ont proposé par ailleurs deux modèles de l'interface qui tentent de répondre à cette question en intégrant aux théories communicationnelles la notion d'activité médiée. L'interface sémiotique (Bootz, 2007; Saemmer, Bootz, Fenniche, & Hachicha, 2011) est définie comme l'ensemble de signes qui « font sens » pour l'utilisateur et qui peuvent jouer un rôle dans trois strates : (a) La strate indicielle, qui représente la présence d'une fonctionnalité ou l'état de celle-ci. Le *rollover*, la forme des boutons, la barre de chargement, le changement de la forme du pointeur sont des signes de cette strate. (b) La strate transactionnelle, qui représente la nature des contenus interfacés ou des fonctionnalités disponibles — ceux-ci étant pour Bootz l'objet de l'activité (Rabardel, 1995). Les labels ou vignettes des zones actives et certains processus d'affichage lors de la navigation intègrent cette strate. (c) La strate communicationnelle, qui énonce les valeurs de l'entité émettrice et les représentations qu'elle se donne d'elle-même et de l'utilisateur. Cette strate se caractérise notamment par la pluralité des axes communicationnels qu'elle manifeste : l'utilisateur et l'entité émettrice peuvent y apparaître selon plusieurs rôles — marchand/client, organisme/membre d'une communauté...

Afin de faire évoluer ces notions, le modèle trifocal (Laitano, 2015) propose que l'interface médie en même temps les rapports de l'utilisateur à la machine, de celui-ci à l'objet de son activité et du concepteur de l'interface à l'utilisateur. Ces rapports établissent trois cadrages (Mucchielli, 2006) qui permettent d'interpréter l'interface par contextualisation (Figure 3). Parce qu'elle focalise sur les échanges signifiants

(*ibid.*) et non sur les signes, l'interface comprend notamment les indices mais aussi la représentation des actions de l'utilisateur. Par exemple, un champ de formulaire labellisé *Password* indique que l'utilisateur doit saisir son mot de passe et l'apparition successive d'astérisques dans ce champ exprime la saisie de l'utilisateur. D'autre part, la distinction entre interface sémiotique et contenu interfacé cesse d'exister vu que, pour le modèle trifocal comme pour Bødker, l'objet de l'activité ou sa représentation sont toujours présents dans l'interface.

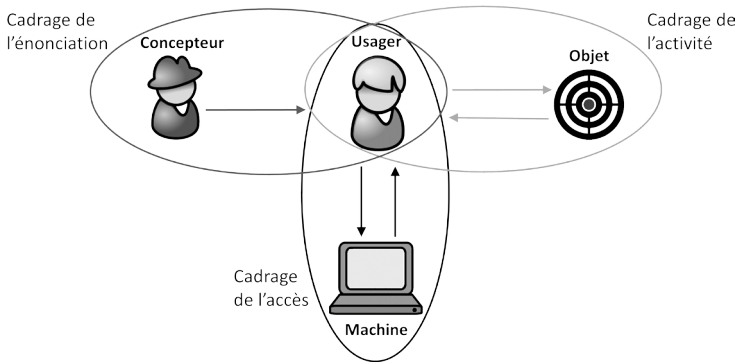


Fig. 3. Le modèle trifocal

L'interface sémiotique et le modèle trifocal constituent deux manières de concilier les théories de la communication avec l'approche instrumentale. Ils collaborent ainsi à une voie de recherche interdisciplinaire sur le design d'interfaces qui mérite d'être approfondie, d'autant plus que l'objet d'étude se multiplie, se diversifie, se complexifie.

RÉFÉRENCES

- Aarseth, E. J. (1997). *Cybertext: Perspectives on Ergodic Literature*. Baltimore : Johns Hopkin University Press.
- Andersen, P. B. (1992). Computer semiotics. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 4, 3-30.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. Dans K. W. Spence & J. T. Spence (Éd.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 2, p. 89-195). Academic Press. Repéré à <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079742108604223>
- Bardini, T. (1997). Bridging the Gulfs: From Hypertext to Cyberspace. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2). Repéré à <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00069.x>
- Bødker, S. (1987). Through the interface - A human activity approach to user interface design. *DAIMI Report Series*, (224), 1-192.
- Bootz, P. (2007). Éléments d'analyse de l'interface sémiotique des sites Web. Dans I. Saleh, K. Ghdira, B. Badreddine, N. Bouhai, & B. Rieder (Éd.), *Collaborer, Echanger, Inventer : Expériences de réseaux* (p. 107-121). Paris : Hermès Lavoisier.
- Card, S. K., Moran, T. P., & Newell, A. (1983). *The Psychology of Human Computer Interaction*. London : Routledge.
- Card, S. K., Moran, T. P., & Newell, A. (1986). The model human processor: An engineering model of human performance. Dans *Handbook of Perception and Human Performance* (p. 1-35).
- De Souza, C. S. (1993). The semiotic engineering of user interface languages. *International Journal of Man-Machine Studies*, 39(5), 753-773.
- De Souza, C. S. (2005). *The semiotic engineering of human-computer interaction*. Cambridge : MIT Press.
- Eco, U. (1975). *Trattato di semiotica generale*. Milan : Bompiani.
- Eco, U. (1984). *Semiotica e filosofia del linguaggio* (Vol. 151). Turin : Einaudi.
- Jakobson, R. (1960). Closing statement: Linguistics and poetics. In *Style in language* (p. 350-377). Cambridge : MIT Press.
- Laitano, M. I. (2015). *Le modèle trifocal : une approche communicationnelle des interfaces numériques* (Thèse de doctorat). Université Paris 8, Saint Denis. Repéré à <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01218246>
- Morin, E. (2005). *Introduction à la pensée complexe*. Paris : Éditions du Seuil.
- Mucchielli, A. (2006). *Étude des communications : nouvelles approches*. Paris : Armand Colin.
- Nadin, M. (1988). Interface Design: A Semiotic Paradigm. *Semiotica*, 69(3-4), 269-302.
- Nielsen, J. (1986). A virtual protocol model for computer-human interaction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24(3), 301-312. Repéré à [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(86\)80028-1](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(86)80028-1)
- Pignier, N., & Drouillat, B. (2008). *Le Webdesign. Sociale expérience des interfaces web*. Paris : Hermès Lavoisier.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Scolari, C. (2009). The Sense of the Interface: Applying Semiotics to HCI Research. *Semiotica*, 2009(177), 1-27. Repéré à <https://doi.org/10.1515/semi.2009.067>
- Scolari, C. A. (2001). Towards a Semio-Cognitive Theory of Human-Computer Interaction. Dans *CHI '01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (p. 85-86). New York : ACM Press. Repéré à <https://doi.org/10.1145/634067.634120>
- Scolari, C. A. (2004). Hacer clic. Hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales. *de-Signis*, 5, 73 - 84.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1964). *The Mathematical Theory of Communication* (First Edition). Urbana : University of Illinois Press.
- Shneiderman, B. (1983). Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages. *Computer*, 16(8), 57-69.
- Smith, D. C., Irby, C., Kimball, R., Verplank, B., & Harslem, E. (1982). Designing the STAR user interface. *Byte*, 7(4), 242-282.