

# L'ergonome en pays de cognition

## Touriste, immigré clandestin et/ou citoyen ordinaire ?

**Jean-Gabriel Ganascia**

LIP6 - Pôle IA, Équipe ACASA  
Université Pierre et Marie Curie , 4, place Jussieu, Boîte Courrier 169  
75252 Paris cedex 05  
jean-gabriel.ganascia@lip6.fr

## Visas d'entrée au pays de cognition

### Remerciements

En tout premier lieu, je voudrais vous remercier de m'avoir invité à ouvrir ce colloque sur l'ergonomie, quoique je ne sois pas, moi-même, ergonome, et que je n'ai aucune formation, aucune activité, ni aucun titre à faire valoir en ce domaine. Je suis d'autant plus touché par votre invitation que l'ergonomie me tient à cœur à la fois en tant qu'informaticien, spécialiste d'intelligence artificielle et d'ingénierie cognitive, et en tant que responsable du Groupement d'Intérêt Scientifique "Sciences de la cognition", chargé d'animer la communauté française des sciences cognitives.

Ceci étant, je suppose que cette invitation s'adresse d'abord au responsable du Groupement d'Intérêt Scientifique "Sciences de la cognition" ; c'est donc plutôt à ce titre que je vais essayer de parler, même si n'étant pas vraiment schizophrène, l'un et l'autre, l'informaticien et l'animateur de la communauté des sciences cognitives sont, pour moi, difficilement dissociables.

### Fable

Pour parler des liens actuels entre les sciences cognitives et l'ergonomie, je voudrais commencer par une allégorie, ou, plus exactement, par une évocation un peu imagée du paysage des sciences cognitives en France depuis quelques années. Imaginons les sciences cognitives comme un pays ; un pays nouveau ; une sorte d'Amérique, d'eldorado qui ait fait rêver, du moins pendant un temps, quelques aventuriers de l'esprit et qui, peu à peu, ait sécrété des structures organisationnelles après avoir institué des pouvoirs, des juridictions, des polices...

Au début, tous les immigrants d'où qu'ils venaient étaient acceptés ; il suffisait qu'ils témoignent de leur bonne volonté... Puis, progressivement, les habitants ont décidé d'établir des frontières pour prévenir la survenue de brigands ou d'étrangers indésirables. Et, avec les années, les communautés se sont établies avec, chacune, ses rites, ses chefs, ses légendes ; alors, les frontières n'ont plus seulement eu pour fonction de filtrer et de repérer les malfrats mais aussi de discriminer les "bons" des "mauvais" en retenant les uns et en rejetant les autres.

C'est alors que certains ont eu la volonté d'établir un *visa d'entrée au pays de cognition* et des règles très strictes d'attribution de ce visa. J'ai eu la chance, étant très jeune, d'être invité au grand conseil d'attribution de ces visas. C'est là que l'histoire commence... Une histoire parfaitement imaginaire où toute ressemblance avec des personnages et des épisodes de la vie réelle ne saurait être que fortuite.

## **Le grand conseil**

La première fois que j'ai été invité à ce grand conseil je n'étais pas peu fier... Il faut dire que j'étais encore jeune et que, pour un informaticien, côtoyer des docteurs des plus grandes écoles, des chirurgiens, des herboristes, des apothicaires de toutes sortes, des physiciens, des géomètres très érudits, des philosophes, des confesseurs, et tant d'autres savants parlant couramment le latin, c'était vraiment très flatteur. Nous étions tous en rond autour d'une très grande table où étaient réunis tous les barons du pays de cognition. Et nous examinions un à un les dossiers de ceux qui aspiraient à un visa. En général, ceux-ci venaient en famille, ou avec des cousins et amis, pour rentrer en groupe, à moins qu'ils ne se recommandent d'une parentèle déjà reconnue en terre de cognition. Le grand ordonnateur de la cérémonie, le très célèbre C, alchimiste de l'âme et grand collectionneur d'image, dirigeait avec autorité les débats qui s'avéraient parfois houleux. Au vrai, ce n'était pas facile, car chacun avait grand cœur de défendre sa famille, sa confrérie ou sa corporation. Il y aurait beaucoup d'anecdotes à raconter sur ces débats, mais ce n'est pas le lieu ici. Je voudrais relater un seul des épisodes que j'ai vécu alors, car il est propre à éclairer notre débat. Un jour que nous étions en train de deviser sur les principes qui devaient animer notre groupe, un célèbre géomètre qui enseignait dans une école si prestigieuse que ceux qui en sortent l'évoquent avec familiarité, comme étant l'Ecole, avec simplement un E majuscule, sans autre précision, donc, ce fameux géomètre enseignant à l'Ecole, avec un E majuscule, dit, tout de go, "Les visas ne doivent plus être délivrés aux ergonomes, car l'ergonomie, même cognitive, ne doit pas avoir droit de cité en sciences de cognition".

J'étais encore jeune à l'époque et, à ce titre, un peu vif. Aussi, je me suis violemment rebellé contre un principe d'exclusion aussi brutal. Et, ma fougue a eu raison de l'ensemble du comité qui n'a pas osé lever une polémique sur ce point. Il faut dire qu'outre ma jeunesse, j'avais à cœur de défendre ma corporation d'informaticien et que je croyais qu'il y avait là une cause commune, ou, plus exactement, que je devais un certain respect à une confrérie qui avait été à l'origine de la mienne.

## **L'ergonomie ancêtre de l'informatique**

En effet, si l'on se reporte à l'histoire de l'informatique et au premier ordinateur digne de ce nom, la machine de Babbage, on doit se souvenir que celui-ci avait puisé son inspiration dans l'organisation du travail imaginée par De Prony, à l'issue de la révolution française, lorsque le gouvernement lui avait demandé d'établir des tables numériques de logarithmes et de fonctions trigonométriques. En effet, De Prony, qui était un peu inquiet devant l'ampleur de la tâche à accomplir, décida d'appliquer les principes de division du travail posés par Taylor, à l'organisation et à la coordination des personnes chargées d'effectuer les calculs. Dans ce but, il conçut trois niveaux d'organisation :

Dans un premier bureau composé de cinq à six mathématiciens de grand talent, il était prévu que l'on pose les équations requises pour établir les tables, ces équations ne devant comprendre que des opérations algébriques élémentaires d'additions, de multiplications, de division...

Un deuxième bureau comprenant une dizaine de personnes ayant reçu une formation mathématique devait mettre ces équations en nombres, les réduire à des successions d'additions ou de soustractions et les transmettre au troisième bureau.

Enfin, le troisième bureau composé d'au moins cinquante personnes était chargé d'exécuter les opérations élémentaires. Aucun d'entre ces exécutants n'avait de formation mathématique ; il leur suffisait uniquement de savoir compter pour faire des additions et des soustractions...

Babbage imagina d'abord automatiser l'activité routinière du troisième bureau, ce qu'il fit avec sa calculatrice, puis il aspira à mécaniser le travail du deuxième bureau, c'est-à-dire la mise en nombre des équations, à leur réduction à des séquences d'addition, puis à leur transmission au troisième bureau... C'est à la réalisation de cette tâche qu'était destinée la machine analytique qu'il conçut et qu'il essaya de fabriquer toute sa vie durant. Et c'est cette machine qui préfigure les ordinateurs contemporains...

En somme, l'informatique a une dette vis-à-vis de l'ergonomie, c'est-à-dire de l'étude rigoureuse du travail, puisque c'est cette étude qui a donné naissance au premier ordinateur. Était-ce la conscience de cette dette, l'amour de la provocation ou simplement l'audace de la jeunesse qui me poussa à contredire ce géomètre ? Je ne saurais exactement dire aujourd'hui. Néanmoins, avec l'âge et l'expérience, le doute me prend parfois. Et si ce géomètre avait raison ! L'ergonomie n'a peut-être pas sa place dans le concert des sciences cognitives. Le visa que l'on a attribué aux ergonomes est peut-être usurpé. C'est de ce doute dont je voudrais vous faire part aujourd'hui, même si je sais que cela risque de ne pas être très populaire dans cette enceinte.

## L'ergonomie peut-elle être cognitive ?

### Ergonomie

La première raison de douter tient à la notion même d'ergonomie qui, par son étymologie, évoque d'abord le travail physique, l'échange d'énergie. En effet, vous savez très certainement que le mot "ergonomie" a été forgé à partir du radical grec "ergon" dont sont issus les termes "énergie", "organe", "organisation"... C'est donc surtout le travail physique qu'évoque l'ergonomie, et son organisation.

À cet égard, notons que parmi les dérivés du grec "ergon" on trouve "ergastule" qui désigne la chambre où étaient enfermés les esclaves condamnés à des travaux de forces... Il y a là, dans le langage, une association implicite entre l'homme au travail, que décrit l'ergonome, et l'homme soumis au supplice dans une chambre de torture. C'est peut-être la raison pour laquelle, en même temps qu'elle me tient à cœur, l'ergonomie, tout du moins dans sa version la plus classique, rebute un peu en moi, je dois le confesser, le spécialiste des sciences de l'information et de la cognition. Il y a dans le langage neutre de l'ergonome décrivant l'homme soumis au travail une dimension un peu froide qui évoque les grandes machineries de Franz Joseph Kafka. Jugez en par ce petit texte de Kafka... N'est-il pas d'une précision et d'une exactitude qui ravirait bien des ergonomes :

"L'appareil qui est ici devant nous se compose de trois parties. On a inventé au cours du temps des appellations quasiment populaires pour désigner chacune de ces trois parties. La partie inférieure s'appelle le lit, celle d'en haut s'appelle la dessinatrice et celle qui pend là, au milieu se dénomme la herse.[...] La herse, c'est bien le mot adéquat. Les aiguilles sont disposées comme sur une herse et l'ensemble est manœuvré comme une herse, à cette seule différence près qu'il reste sur place et qu'il est d'une conception bien plus ingénieuse. Vous allez d'ailleurs le comprendre tout de suite. On étend l'opérateur ici, sur le lit qui est entièrement recouvert d'une couche d'ouate dont vous saurez bientôt la raison d'être. L'opérateur est étendu sur cette ouate ; voilà les courroies qui servent à l'attacher, celle-ci pour les mains, celle-là pour les pieds et cet autre pour le cou. Ici, à la tête du lit, où l'opérateur, comme je vous l'ai dit, est d'abord couché sur le visage, il y a ce petit tampon de feutre, qu'on peut aisément régler de telle sorte qu'il entre juste dans la bouche. Il est destiné à l'empêcher de crier et de se mordre la langue. L'opérateur est naturellement

obligé de prendre le feutre dans sa bouche, sinon la courroie du cou lui briserait la nuque. [...]

Dès que l'opérateur est installé, on met le lit en mouvement. Il se produit alors de minuscules vibrations très rapides à la fois de gauche à droite et de bas en haut, qui font trembler le lit. Vous aurez certainement vu des instruments semblables dans les établissements hospitaliers ; mais dans notre lit, tous les mouvements sont exactement calculés ; ils doivent en effet être rigoureusement réglés sur les mouvements de la herse.

Quand l'opérateur est étendu sur le lit et qu'on a mis en route les vibrations de ce dernier, on abaisse la herse sur le corps. Elle se place d'elle-même de telle façon que les pointes ne font que le frôler.

Au bout de deux heures, on retire le feutre. Ici, à la tête du lit, dans cette écuelle chauffée électriquement, on met du riz, dont l'opérateur, quand il en a envie, peut prendre ce qu'il parvient à attraper avec sa langue..." in *La colonie pénitentiaire*, J. Kafka.

Usuellement, les machines qu'ont à étudier les ergonomes sont moins effrayantes que celles-ci ; du moins, en tant que concepteur de telles machines, je l'affirme. Mais en tant qu'utilisateur occasionnel, je le confesse, il m'arrive d'en douter et d'éprouver un sentiment de gêne. Sans aller jusqu'à de tels excès, le travail auquel sont soumis nos semblables, s'il s'avère de moins en moins physique, n'en est pas moins éprouvant. Et parfois, il s'apparente à une forme de torture psychique. À l'épuisement physiologique qui avait pendant longtemps miné le travailleur succède désormais une fatigue morale qui l'atteint aujourd'hui et qui le conduit à la dépression et à la consommation de psychotropes. Ainsi, le supplice physique, auquel était soumis l'homme au travail, est désormais remplacé par une épreuve psychique, tout aussi éprouvante. Et, de même que l'ergonomie ancienne rationalisait au mieux le geste de l'ouvrier, de même, l'ergonomie moderne œuvre à l'établissement d'une économie de l'effort intellectuel.

Le travail qui était essentiellement d'ordre mécanique a mué en un travail intellectuel où le psychisme et les capacités cognitives sont de plus en plus sollicités. De ce fait, l'ergonomie a bien changé ; elle est devenue d'abord cognitive en ce qu'elle prend en compte les dysfonctionnements des facultés supérieures de l'intelligence comme la distraction de l'attention, les défaillances de la mémoire, la fatigue mentale, etc. Mais cela ne suffirait certainement pas pour donner à la cognition et surtout aux sciences cognitives une place centrale dans l'ergonomie.

En fait, le rôle que prennent aujourd'hui les sciences cognitives dans l'ergonomie ne tient ni à leur popularité, ni à la médiation obligée de la cognition dans le travail moderne, mais à une évolution technologique majeure qui atteint toutes les machines : l'avènement et la banalisation des systèmes de traitement de l'information, c'est-à-dire des ordinateurs, fait que l'interaction entre les hommes et les machines se ramène de plus en plus, et presque exclusivement à des échanges d'information, autrement dit à une interaction entre les hommes et les ordinateurs ; en conséquence, la cognition est amenée à prendre une place centrale dans l'étude de l'homme au travail et, plus généralement, dans l'étude des relations entre les hommes et les machines. Par cette évolution, le geste se fait désormais imperceptible ; il n'est plus que de frapper sur les touches d'un clavier ; l'effort physique disparaît ainsi totalement. Dès lors, la fatigue et l'épuisement qui guettent l'homme au travail ne sont plus d'ordre physique ou physiologique, mais d'ordre *cognitif*. Les limites de l'homme sont de nature cognitive ; les sources de dysfonctionnements tiennent elles aussi à des déficiences des capacités cognitives. Tout ceci suffirait amplement à légitimer les liens étroits entre ergonomie et sciences cognitives. En effet, l'étude des dysfonctionnements engendrés par des défaillances cognitives, que celles-ci soient dues au surmenage, ou, plus généralement, à une mauvaise

adéquation des machines aux capacités cognitives des hommes, sollicite hautement et légitime pleinement les sciences cognitives.

De plus, la contribution des sciences cognitives, leur rôle crucial et l'importance qu'elles revêtent deviennent évidents au regard de la place que prend l'ordinateur dans les activités humaines. Et, compte tenu de cette place des ordinateurs dans le renouveau cognitif de l'ergonomie, il apparaît naturel que ce soit un informaticien qui le souligne. C'est parce que le caractère cognitif de l'ergonomie avait été induit par la présence généralisée des ordinateurs que j'avais répondu au géomètre lorsque j'étais jeune, pour défendre l'ergonomie. Mais ce caractère cognitif de l'ergonomie suffisait-il à me donner raison ? Aujourd'hui je n'en suis plus aussi certain que je l'étais alors.

En effet, ce n'est pas parce qu'une discipline touche à la cognition qu'elle fait partie intégrante des sciences cognitives. Le fait que toute l'ergonomie devienne cognitive, cas extrême, encore loin de la réalité, ne résout pas le problème initial posé par le géomètre. Pour le comprendre, rappelons rapidement la signification de quelques termes.

## **Sciences cognitives et cognitivisme**

“Cognition”, “Sciences cognitives”, “cognitivisme”. Une même racine et pourtant, des significations qui divergent. La morphologie lexicale recèle bien des subtilités ! Pour nous y retrouver, reprenons les vocables un à un.

### **Cognition, cognitif**

Les termes sont anciens. Forgés sur le verbe latin “cognoscere” (connaître), ils sont attestés en français dès le XIV<sup>e</sup> siècle au sens général de “ce qui se rapporte à la connaissance” ; repris au XIX<sup>e</sup> siècle, puis au XX<sup>e</sup> siècle dans le champ scientifique au sens d’“étude de la connaissance”, ils évoquent aujourd'hui le rendez-vous des disciplines qui traitent à divers égards de la connaissance, de ses sources, de ses supports et de ses véhicules.

### **Sciences cognitives**

Au croisement des sciences de l'information, des sciences du vivant et des sciences de l'homme, les sciences cognitives dissèquent la connaissance sous tous ses rapports et sur tous ses supports. Elles renouvellent les problématiques scientifiques et philosophiques en introduisant les systèmes de traitement de l'information, c'est-à-dire les ordinateurs dans la modélisation et la simulation des processus cognitifs.

### **Cognitivistes, Cognitivisme**

Forgés en 1985, ces deux néologismes évoquent l'un, les partisans, l'autre la doctrine, ou plus exactement le mouvement de pensée auquel adhèrent les partisans d'une science unitaire et unificatrice de la connaissance qui regrouperait toutes les sciences traitant à divers titres de l'esprit : neurosciences, psychologie, linguistique, anthropologie, philosophie, intelligence artificielle...

Bref, il est des travaux dans le champ des sciences cognitives qui ne se revendiquent aucunement de la mouvance cognitiviste, car ils ne prétendent ni accéder, ni contribuer à l'édification d'une théorie unitaire de la connaissance. Et, il est des questions d'ordre cognitif qui ne relèvent pas des sciences cognitives, car elles ne recourent pas aux systèmes de traitement de l'information.

Pour corser les choses, les sciences cognitives ne sont pas unitaires. Certaines prétendent élucider le rôle des structures cérébrales dans les facultés supérieures de l'intelligence, comme la capacité à raisonner, à calculer, à mémoriser, à lire, à percevoir, à se déplacer etc. ; celles-ci fondent les sciences cognitives sur les neurosciences en explorant les supports matériels des phénomènes cognitifs. D'autres abordent les manifestations linguistiques et sociales de nos capacités cognitives en élucidant les écrits, les échanges verbaux ou l'activité quotidienne des hommes tant au travail qu'à la maison. Ces dernières recourent plutôt à l'anthropologie, aux sciences sociales ou à la psychologie pour démontrer les mécanismes cognitifs et en comprendre les ressorts. De même, les philosophes d'orientation cognitiviste se disputent selon qu'ils reconnaissent ou qu'ils dénie l'existence d'états mentaux, selon qu'il revendiquent un dualisme méthodologique ou qu'ils aspirent à un matérialisme éliminativiste etc.

Ainsi, si l'on considère à nouveau la place de l'ergonomie, on se convainc, à l'évidence, qu'elle aborde la cognition, au sens retenu ci-dessus. En revanche, il est peu probable qu'elle contribue ou qu'elle nourrisse le débat qui oppose les partisans et les adversaires de la doctrine cognitiviste. Toutefois, il reste à élucider les liens qu'entretient l'ergonomie avec les sciences cognitives.

### **Rôle des sciences cognitives**

En effet, même si la généralisation des systèmes de traitement de l'information renforce la place de la cognition dans le travail et, plus particulièrement, dans les échanges de l'homme avec les machines contemporaines, une interrogation demeure : en quoi les sciences cognitives sont-elles impliquées ? La première réponse qui vient à l'esprit, la plus simple, c'est que les sciences cognitives étudient la cognition sous toutes ses coutures, et, en particulier, la cognition humaine et ses limites, aux différentes échelles de temps qui sont les leurs. Il est donc naturel et légitime de voir les résultats des sciences cognitives mis à profit dans les études sur l'ergonomie, lorsque le travail mobilise essentiellement nos capacités cognitives. Une telle réponse, parfaitement satisfaisante au demeurant, apparaît toutefois un peu courte, car il y a dans les sciences cognitives contemporaines plus qu'une simple étude de la cognition ; il y a des méthodes qui sont propres aux sciences cognitives et qui sont originales. Plus précisément, il y a, dans toute démarche cognitive, la médiation d'un modèle qui fait, la plupart du temps, l'objet d'une simulation, ou tout au moins d'une simulation potentielle. En d'autres termes, ce qui fait la place des sciences cognitives actuelles dans la pensée moderne ne tient pas seulement à leur objet d'étude, mais aussi à l'introduction, au sein de la démarche scientifique elle-même, des ordinateurs et des systèmes de traitement de l'information. Or, ceux-ci ne sont pas là simplement au titre d'outils anonymes ; leur fonction n'est pas uniquement ancillaire ; ils modifient l'approche scientifique en tant que telle parce qu'ils transforment la nature des procédures de validation. Pour faire bref, la preuve n'est plus simplement établie par une concordance entre les résultats d'observation et les prévisions obtenues au terme d'un calcul, mais par l'adéquation d'une simulation à un phénomène.

En quoi cette évolution épistémologique qu'ont provoquée les sciences cognitives nous facilite-t-elle l'abord du travail et des échanges entre les hommes et les machines ? La réponse à cette dernière question n'apparaît plus aussi évidente. Pourtant, paradoxalement, nous sommes là au cœur de ce qui appartient vraiment à notre sujet ; c'est là, dans l'appareil conceptuel et dans la démarche scientifique elle-même, que l'apport des sciences cognitives à la sécurité des hommes dans leurs échanges avec les machines, apparaît patent.

En effet, le rôle central pris par la simulation dans la démarche scientifique a bien vite amené à se défier de la complexité des calculs induits par ces simulations : personne, même un être

doué d'une prodigieuse intelligence, n'est à même de suivre pas à pas les opérations qu'exécute une machine. Pour appréhender leur comportement à distance, et de façon approximative, mais opératoire, en dépit de leur extraordinaire complexité, on a conçu des notions appropriées dont, en particulier, la notion d'*agent rationnel* qui sert de support à la notion plus générale d'*agent*. Et, les notions d'agent elles-mêmes font appel au concept d'*invite* — traduction littérale de l'anglais "affordance", tiré de "to afford", offrir — pour désigner ces signes extérieurs qui, par leurs connotations, nous invitent à projeter tel trait de caractère ou tel psychisme sur un individu, sur un animal ou sur une machine. Les notions de *contexte* ou de *cognition située*, elles aussi tirées de réflexions sur la cognition, ont une importance décisive dans l'étude de l'ergonomie des machines contemporaines et de leur sécurité. Certaines études ont même conduit des chercheurs comme Clifford Nass à assimiler les règles du comportement social et les règles auxquelles obéissent les interactions entre hommes et machines : de même que l'on aime être flatté et que l'on apprécie les spécialistes, une machine saura d'autant mieux se faire accepter qu'elle gratifie les utilisateurs de quelques compliments et qu'elle se pare, au grès des besoins, de la qualité d'expert...

En somme, les sciences cognitives apportent beaucoup à l'étude et à l'amélioration de l'ergonomie tant par l'accumulation de résultats permettant de mesurer, avec une précision tous les jours accrue, l'adéquation de la cognition humaine aux sollicitations des machines, que par leur méthodologie, leur démarche et, surtout, par l'appareil conceptuel qu'elles ont été amenées à mettre en place.

### Réponse au Géomètre...

Au terme de ce court article sur l'ergonome en pays de cognition, il convient de souligner l'apport des sciences cognitives non seulement en tant qu'étude de la cognition, mais aussi au titre de la démarche scientifique employée et en référence aux modèles et aux concepts qui y sont utilisés. En effet, l'ergonomie ne se limite pas seulement à être un champ d'application des sciences cognitives ; nous avons essayé de montrer ici qu'elle en bénéficie sur bien des plans. Les problématiques qu'abordent les sciences cognitives sont proches de celles de l'ergonomie, certains des appareils conceptuels qu'elles déploient s'avèrent opératoires dans le champ de l'ergonomie et enfin car les méthodologies qu'elles emploient sont utilisables pour l'ergonome.

En somme, et en conclusion je ne me repens pas de la réponse que j'ai faite au géomètre, il y a quelques années, lors du grand conseil de la cognition quand nous décidions de l'établissement des visas d'entrée pour la terre de cognition. S'il fallait défendre à nouveau l'ergonome pour lui attribuer un visa d'entrée en pays de cognition, je le referai sans aucun doute même si, avec le temps, j'ai considérablement mûri et si mes arguments actuels diffèrent aujourd'hui de ce qu'ils furent à l'époque.

### RÉFÉRENCES

- GANASCIA J.-G., *Les sciences cognitives*, Collection DOMINO, Flammarion, 1996.
- GANASCIA J.-G., *Sécurité et cognition*, Actes du colloque " Sécurité et cognition " organisé par le Groupement d'Intérêt Scientifique " Sciences de la cognition " les 16 et 17 Septembre 1997. Préface et coordination de J-G Ganascia. Editions Hermès, Paris 1998.
- GANASCIA J.-G., 2001, *l'Odyssée de l'esprit*, Flammarion, 1999.
- MAES P., KOZIEROK R., "Learning Interface Agents" actes de la conférence AAAI-93 (American Association for Artificial Intelligence) Washington D.C., juillet 1993.
- NORMAN D. *Turn Signals Are the Facial Expressions of Automobiles*, Addison Wesley, 1992.

REEVES B., NASS C., "The Media Equation. How People Treat Computers, Television, and Media Like Real People and Places", Cambridge University Press, CSLI Publications, 1996.