

Les critères ergonomiques de Bastien & Scapin, Partie 1

Introduction : les critères comme outil de travail

1. Guidage

2. Charge de Travail

Conclusion : dans la seconde partie...

Pour en savoir plus...

Introduction : les critères comme outil de travail

» Genèse et utilité des critères ergonomiques

Le travail de l'ergonome s'articule autour d'outils qui lui servent à juger de l'utilité et de l'utilisabilité d'un système informatique. Parmi ces outils, il existe de nombreuses normes, recommandations et check-lists visant à fournir un cadre à l'expertise de l'ergonome.

Ce type d'outil est important dans le sens où il permet d'avoir toujours la même base et passe en revue tous les défauts d'utilisabilité potentiels d'une interface informatique. Leur intérêt réside aussi dans leur gradient de précision, le fait qu'ils soient formels et réutilisables. Le problème qui se pose dans l'exercice quotidien de l'ergonome est la compilation de toutes ces sources et la question de leur fiabilité.

Face à la multitude des recommandations existantes, Christian Bastien et Dominique Scapin ont procédé à partir de 1997 à la synthèse d'environ 900 recommandations dans le domaine de l'ergonomie informatique au sens large. Leur travail a abouti à une liste de 18 critères répartis en 8 dimensions.

» Validation des critères

L'évolution des critères ergonomiques de Bastien & Scapin s'est basée sur des résultats expérimentaux.

Les auteurs se sont assurés que disposer de la liste des critères augmentait les performances d'évaluation d'une interface (par rapport à une évaluation libre, non appuyée par ce document). Ils ont de plus testé la fidélité des critères. Ces études ont conduit à un remaniement des critères ergonomiques.

Enfin, et c'est ce qui paraît le plus intéressant, Bastien, Scapin & Leulier ont mené une étude expérimentale comparant les performances d'évaluation de trois groupes :

- un groupe contrôle, ne disposant d'aucun référent pour conduire son évaluation
- un groupe dit "critères", à qui l'on fournissait les critères ergonomiques comme guide d'évaluation

- un groupe dit "ISO", à qui l'on fournissait la partie 10 de la norme ISO 9241 (concernant le dialogue) comme guide d'évaluation

Les résultats montrent que l'utilisation des critères ergonomiques lors de l'évaluation d'une interface entraîne la détection d'un plus grand nombre de problèmes de conception que l'utilisation de la norme ISO 9241-10 ou qu'une évaluation libre.

On n'observe pas de différence de performance entre les groupes ISO et contrôle. Ceci peut notamment être relié au fait que la rédaction des normes ISO est basée sur un consensus inter-juges. Ce sont donc des dimensions sur lesquels tout le monde s'accorde.

» Utilité des critères

Le travail d'évaluation, de diagnostic et de combinaison des sources effectué par les auteurs visait à fournir une structure de travail cohérente pour l'évaluation.

La cohérence attendue d'un tel travail est aussi bien intra-évaluateur qu'inter-évaluateurs. En effet, il s'agit d'abord d'arriver à une fidélité des évaluations pour un même ergonome. D'autre part, cela permet dans l'absolu d'homogénéiser les évaluations selon les évaluateurs. Il paraît en effet intéressant de limiter la variabilité des performances des évaluateurs.

On ne peut pas prétendre que les évaluateurs feront le même travail car ils disposent du même outil. Mais on peut faire évoluer les outils de travail pour qu'ils correspondent mieux aux besoins des ergonomes et donc soient plus utilisés.

En outre, la conception d'un tel cadre de travail permet de dégager une base de discussion commune. Ces outils sont aussi intéressants pour effectuer des évaluations heuristiques, inspections croisées de plusieurs ergonomes se prononçant sur la même interface.

Les critères proposés par Bastien et Scapin peuvent être utilisés en conception comme en évaluation. Ils s'appliquent aussi bien dans le domaine du web que du logiciel. Cependant, leur interprétation sera guidée par les spécificités de chacun de ces domaines.

L'expérience du web permet par exemple de repérer des problèmes classiques d'incitation. L'ergonome sera donc particulièrement attentif à ce type de problèmes, qui sont différents de ceux que l'on trouve dans le domaine logiciel. Le fait que les critères restent généraux permet de trouver de nouveaux problèmes auxquels on n'aurait pas forcément pensé.

Outre le domaine d'application, tout le contexte d'utilisation de l'interface permet une interprétation spécifique des critères. Par contexte d'utilisation, on entend aussi bien caractéristiques de l'utilisateur que caractéristiques technologiques de son équipement informatique.

Nous allons d'abord lister les critères définis par Bastien & Scapin. Chacun de ces critères sera brièvement explicité dans la suite de l'article. Pour plus de détails, nous vous renvoyons à la lecture des articles sources des auteurs (voir les lectures complémentaires).

LES CRITERES ERGONOMIQUES

1. Guidage

1.1. Incitation

1.2. Groupement / Distinction entre Items

1.2.1. Groupement / Distinction par la localisation

1.2.2. Groupement / Distinction par le format

1.3. Feedback Immédiat

1.4. Lisibilité

2. Charge de Travail

2.1. Brièveté

2.1.1. Concision

2.1.2. Actions Minimales

2.2. Densité Informationnelle

3. Contrôle Explicite

3.1. Actions Explicites

3.2. Contrôle Utilisateur

4. Adaptabilité

4.1. Flexibilité

4.2. Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur

5. Gestion des Erreurs

5.1. Protection contre les Erreurs

5.2. Qualité des Messages d'Erreurs

5.3. Correction des Erreurs

6. Homogénéité / Cohérence

7. Signifiante des Codes et Dénominations

8. Compatibilité

La première partie de cet article détaillera les dimensions de guidage et de charge de travail (et les critères associés). La seconde partie présentera les dimensions suivantes.

1. Guidage

La dimension de guidage comprend 4 sous-critères. D'un point de vue général, il s'agit d'évaluer la façon dont le système prend en charge l'utilisateur.

L'utilisateur doit comprendre clairement ce qu'il peut faire et comment il peut le faire. Le système doit donc le prendre en main pour le conduire efficacement.

Ceci peut être gênant lorsque la population à laquelle on s'adresse est experte avec l'outil informatique ou avec le système. En effet, certains des procédés permettant d'optimiser le guidage vont de pair avec une augmentation de la vitesse d'exécution des actions.

On ne peut cependant pas remettre en cause l'objectif du guidage. Il s'agit seulement de réfléchir en fonction de la population cible. Si elle est experte, on devra veiller à ne pas entraver ses actions et à lui permettre de les exécuter rapidement.

1.1. Incitation

Le critère d'incitation permet de juger des moyens mis en œuvre pour faire connaître à l'utilisateur le contexte dans lequel il se trouve et les actions qu'il peut effectuer.

Selon le contexte, on doit faire savoir à l'utilisateur quelles alternatives s'offrent à lui. Dans le domaine du web, il s'agit par exemple d'indiquer à l'utilisateur où il se trouve dans le site web et quels éléments sont cliquables. Les éléments propres à la page sont aussi des indicateurs intéressants pour optimiser le guidage. On s'attachera par exemple à concevoir des titres de page clairs et adaptés au contenu.

Nous n'avons pas pour objectif de recenser tous les exemples possibles d'incitation dans cette partie. Cependant, on peut remarquer que les problématiques d'architecture de l'information sont très liées à ce critère.

1.2. Groupement / Distinction entre Items

Il est fondamental de regrouper les éléments qui vont ensemble et de séparer ceux qui ne vont pas ensemble.

Avant de penser à la manière de le faire, il faut réfléchir aux groupes eux-mêmes. On doit principalement se demander si les groupements effectués sont pertinents. Là encore, on revient sur des problèmes d'architecture de l'information.

Lorsque les groupes sont bien définis, on peut réfléchir à la manière de les figurer. Deux procédés sont classiquement employés :

1.2.1. Groupement / Distinction par la localisation

Distinguer des éléments par la localisation, c'est les éloigner ou les séparer d'un point de vue géographique pour signifier leur différence.

1.2.2. Groupement / Distinction par le format

Distinguer des éléments par le format, c'est attribuer des formats différents aux éléments qui sont différents.

Par exemple, dans le menu d'une application, on peut griser les options qui sont inaccessibles pour les différencier des options accessibles.

C'est aussi cette distinction par le format qui est souvent utilisée pour confirmer à l'utilisateur d'un site web la rubrique dans laquelle il se trouve :

On comprend qu'une rubrique est active car le bouton de navigation qui la représente a une couleur différente des autres boutons de navigation.

1.3. Feedback Immédiat

Un troisième critère participant au guidage est le feedback immédiat. Il s'agit d'informer l'utilisateur sur l'efficacité de ses actions.

Le système doit réagir à chacune des actions de l'utilisateur. Par exemple, l'action d'enregistrer un document doit avoir un correspondant visuel permettant à l'utilisateur d'être certain que le système enregistre le document.

L'idée est surtout de penser à fournir ce feedback. Lorsqu'il est présent, on doit juger de sa pertinence et de sa compréhensibilité.

1.4. Lisibilité

La lisibilité est le dernier critère qui permette d'optimiser le guidage. Elle correspond au fait que les informations présentées à l'utilisateur doivent être compréhensibles. Elles doivent donc être adaptées à l'utilisateur.

Par exemple, un langage technique pourra être employé dans une application métier mais pas dans une application grand public.

Pour être compréhensibles, les informations doivent aussi être adaptées au média. La lecture sur écran est une activité différente de la lecture papier. Elle nécessite donc des contenus formatés sur-mesure, que ce soit dans le domaine du web ou du logiciel.

Enfin, pour être lisibles, les informations doivent être facilement perçues. On doit optimiser la taille des polices, leur format (l'italique est par exemple moins lisible qu'un format classique), l'espacement entre les lignes, entre les lettres, les contrastes fond / caractères, etc. (> lire l'article faciliter la lecture d'informations sur le web).

2. Charge de Travail

L'intervention d'un ergonomiste dans un projet informatique doit faciliter l'activité de l'utilisateur. On doit lui fournir des moyens d'atteindre ses objectifs, de les atteindre rapidement et le plus facilement possible.

Dans l'idéal, on doit supporter la tâche de l'utilisateur de bout en bout. La charge de travail doit être reportée sur le système. La perception et la mémorisation des informations doivent être facilitées. Plusieurs critères permettent d'alléger la charge de travail de l'utilisateur :

2.1. Brièveté

La notion de brièveté réfère au fait que le système et son interface doivent être conçus pour limiter le travail de l'utilisateur, en perception et mémorisation comme en action. Deux critères participent de la brièveté :

2.1.1. Concision

La concision concerne les éléments de l'interface pris un par un. Il s'agit de limiter pour chaque paquet d'information l'effort à fournir par l'utilisateur. On doit donc présenter l'information de façon claire et adaptée à ce que connaît l'utilisateur dans le monde réel.

Les aspects perceptifs sont très importants pour alléger le travail de l'utilisateur. On doit optimiser l'interface pour que la perception soit facilitée. De plus, on doit faciliter le traitement cognitif des informations. La taille des groupes comme la taille des éléments individuels (mots, boutons, liens...) doivent donc être adaptées.

2.1.2. Actions Minimales

Le critère d'actions minimales concerne la réalisation d'une procédure, d'une suite d'actions. Pour satisfaire à ce critère, on doit éviter de solliciter une action inutile et fournir des raccourcis. Le nombre d'étapes d'une procédure doit être limité pour que l'utilisateur puisse accomplir sa tâche le plus rapidement possible.

2.2. Densité Informationnelle

Limiter la charge de travail, c'est aussi se poser la question de la pertinence des contenus présentés à l'utilisateur. On doit limiter le nombre d'informations présentées en même temps. Si certaines sont inutiles, il est nécessaire de les supprimer ou de les transférer à un autre endroit.

On doit raisonner de la même façon lorsque l'on propose un choix à l'utilisateur. On ne peut choisir efficacement que parmi un nombre d'informations restreint.

Conclusion

La seconde partie de cet article détaillera la suite des critères ergonomiques de Bastien & Scapin.

Pour en savoir plus

» Ressources en ligne :

Bastien, J.M.C., Leulier, C., & Scapin, D.L. (1998). L'ergonomie des sites web. In J.-C. Le Moal & B. Hidoine (Eds.), *Créer et maintenir un service Web* (pp. 111-173). Paris : ADBS. Disponible à l'adresse suivante (fichier pdf à télécharger, 202Ko) : <http://www.adbs.fr/uploads/ouvrages/inria98/p111-173.pdf>

» Ressources externes :

Bastien J.M.C. et Scapin D.L. (1992). A validation of ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 4, pp 183-196.

Bastien, J.M.C. & Scapin, D.L. (1993). Critères Ergonomiques pour l'Évaluation d'Interfaces Utilisateurs (version 2.1). Technical report Ndeg.156, May 1993. INRIA. Programme 3 Artificial intelligence, cognitive systems, and man-machine interaction.

Scapin, D.L. & Bastien, J.M.C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour and Information Technology*, 6 (4-5), 220-231.

Bastien J.M.C, Scapin D.L., Leulier C. (1999). The ergonomic criteria and the ISO/DIS 9241-10 dialogue principles : a pilot comparison in an evaluation task. *Interacting with Computers*, Vol. 11, n° 3, p. 299-322.

Bastien, J. M. C., & Scapin, D. L. (2001). Évaluation des systèmes d'information et Critères Ergonomiques. In C. Kolski (Ed.), *Systèmes d'information et interactions homme-machine. Environnement évolués et évaluation de l'IHM. Interaction homme-machine pour les SI* (Vol. 2, pp. 53-79). Paris : Hermes.

Les critères ergonomiques de Bastien & Scapin, Partie 2

Introduction

Notre premier article sur les critères ergonomiques évoquait les notions de guidage de l'utilisateur et de charge de travail. Nous continuons dans cette seconde partie la description des critères proposés par Bastien et Scapin.

1. Contrôle Explicite

1.1. Actions Explicites

Lorsqu'un utilisateur est amené à interagir avec un système informatique, il s'attend implicitement à ce que le système lui obéisse. On doit donc éviter des actions de la part du système lorsque l'utilisateur n'a rien demandé.

Puisque dans la plupart des interfaces informatiques, l'utilisateur doit avoir le dessus sur le système, il faut que toute action du système corresponde à une demande explicite de l'utilisateur.

Concernant les applications automatisées (par exemple la mise à jour d'un anti-virus), elles sont en général automatisées car l'utilisateur l'a demandé à un moment ou à un autre. Elles correspondent donc bien à une action explicite, conduisant par la suite à l'automatisation d'un traitement.

Note. On doit mettre à part de cette réflexion les domaines à risques (nucléaire, chimique...), où le système peut être amené à réagir à certains indices physiques et à effectuer certaines actions de manière spontanée. Là encore, on reste dans le cadre d'une action explicite: l'humain demande à la machine de le protéger ou de se protéger elle-même de façon automatique, puisque ses capacités de détection de signal, de traitement de l'information ou de vitesse de réaction sont plus importantes que les nôtres.

Les actions du système proviennent donc d'une demande explicite de l'utilisateur.

1.2. Contrôle Utilisateur

Dans le même ordre d'idées, l'utilisateur doit être persuadé qu'il a le contrôle sur le système. Il doit avoir le contrôle du fonctionnement du système, c'est à dire pouvoir annuler un traitement informatique qu'il aurait demandé ou revenir à une étape antérieure du processus.

2. Adaptabilité

Le critère d'adaptabilité comprend deux sous-critères : flexibilité et prise en compte de l'expérience utilisateur.

2.1. Flexibilité

La flexibilité d'un système concerne sa capacité à être adapté en fonction des besoins de l'utilisateur. Ce dernier doit pouvoir choisir de "personnaliser" l'interface selon sa façon de travailler, les

commandes qu'il utilise fréquemment, etc. On doit donc prévoir plusieurs façons d'obtenir le même résultat.

2.2. Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur

Un système qui prend en compte l'expérience de l'utilisateur est susceptible de fournir au novice une aide et à l'expert des raccourcis.

Le novice doit être guidé pas à pas dans sa découverte du système alors que l'expert qui est déjà efficace a besoin d'aller plus vite.

3. Gestion des Erreurs

La gestion des erreurs est une question fondamentale en informatique. Le développement de l'informatique grand public laisse de moins en moins de place pour les systèmes rigides.

Puisqu'il est dans la nature de l'être humain de se tromper, on doit prévoir que l'utilisateur fera des erreurs. On doit surtout concevoir des moyens de pallier ce problème. 3 composantes sont à prendre en compte. On doit pouvoir :

- protéger l'utilisateur contre d'éventuelles erreurs
- l'avertir lorsqu'il a commis une erreur que l'on peut détecter
- corriger ou l'aider à corriger ses erreurs :

3.1. Protection contre les Erreurs

La protection contre les erreurs doit passer par une détection de la part du système. On peut prévenir des erreurs minimales (exemple la saisie d'une lettre dans un champ de numéro de téléphone) ou plus importantes (exemple la suppression d'un document). Dans tous les cas, le système doit avoir été conçu pour empêcher l'utilisateur de faire des erreurs.

Lorsque l'utilisateur est sur le point d'accomplir une action irréversible, le système doit demander confirmation. Dans ce cas, le choix par défaut devrait être celui qui annule l'action demandée. On évite ainsi que l'utilisateur détruise des données par mégarde.

Cette recommandation entre toutefois en conflit avec les standards utilisés dans certains systèmes d'exploitation et applications. Il s'agit donc de choisir en fonction du contexte le choix par défaut proposé par le système.

3.2. Qualité des Messages d'Erreurs

Un problème fréquemment rencontré dans le domaine informatique est que les messages d'erreurs sont conçus par des techniciens. Ces messages sont donc souvent exprimés dans un langage technique, qui n'a aucun sens pour un utilisateur grand public.

De plus, et de façon conséquente, les messages d'erreur n'ont souvent aucune utilité pour l'utilisateur. Ils devraient être plus contextuels, informer l'utilisateur sur la raison de l'erreur, sur sa nature et sur les façons de la corriger si elles existent.

3.3. Correction des erreurs

Un système optimisé en termes de correction des erreurs est capable de fournir à l'utilisateur des moyens de faciliter la tâche de correction. Il doit donc guider l'utilisateur concernant les étapes à suivre afin de rectifier l'erreur.

Un pré requis à cette possibilité est l'identification précise de l'erreur. Si le système a clairement identifié l'erreur, il devrait pouvoir la mettre en valeur et proposer de modifier précisément ce qui est erroné.

4. Homogénéité / Cohérence

Le critère d'homogénéité est un critère qui recouvre la totalité de l'interface et du système sous-jacent. Juger de l'homogénéité d'une interface c'est donc s'intéresser à tous les aspects de cette interface, du global au particulier.

Il faut veiller à ce que les choix que l'on fera pour les éléments de l'interface soient respectés dans la totalité de l'application. Cet aspect touche à la fois le visuel des éléments, leur appellation, les réactions du système, les procédures...

Le revers de ce critère est que les éléments qui ne se ressemblent pas doivent être différenciés visuellement et dans leur terminologie. L'utilisateur ne doit pas confondre deux éléments parce qu'ils se ressemblent. La recherche de la cohérence ne doit donc pas faire oublier que l'hétérogénéité est souvent pertinente et qu'on doit aussi la travailler.

5. Signifiante des Codes et Dénominations

Les informations dans une interface informatique sont transmises de plusieurs façons. Il ne suffit pas de transmettre à l'utilisateur un message, encore faut-il que ce message soit compréhensible et utile. Pour cela, on doit faire attention au style employé (éviter les termes techniques), à la culture de l'utilisateur et à la pertinence des informations du point de vue de l'utilisateur.

Tous les éléments que l'utilisateur doit interpréter doivent être explicites. L'utilisateur doit être à même de savoir ce qui se cache derrière un bouton, une icône, le titre d'une rubrique ou l'intitulé d'un lien. On doit donc travailler à la fois sur le texte et sur les représentations visuelles d'un concept.

La réflexion sur les codes et dénominations devra prendre en compte les standards existants dans des interfaces comparables, afin de capitaliser sur les connaissances préalables des utilisateurs.

Pour les applications professionnelles ou spécialisées, il sera essentiel de s'imprégner du vocabulaire des personnes afin de concevoir une interface signifiante pour eux.

Il est important de faire participer les utilisateurs pour optimiser ce critère. Encore une fois, ce sont les plus à même de révéler des défauts des codes et dénominations et d'en proposer de plus appropriés.

6. Compatibilité

Le critère de compatibilité est très large. Il comprend toutes les interactions utilisateur / système. Ces interactions doivent être conçues pour que le système s'adapte au mieux aux caractéristiques de l'utilisateur.

Ces caractéristiques peuvent être intrinsèques (l'utilisateur est un enfant, il est déficient visuel, il est expert avec l'outil informatique...) ou liées à la tâche de l'utilisateur (l'utilisateur doit aller le plus vite possible, ne pas faire d'erreurs, obtenir telle information à tel moment...).

Le système doit aussi être compatible avec les différentes technologies. Dans le domaine du web, cet aspect prend une importance particulière. En effet, l'utilisateur final ne dispose pas du même environnement technologique que le concepteur.

Ce dernier doit donc vérifier que le site qu'il développe est compatible avec tous les navigateurs et leurs différentes versions, qu'il s'affiche correctement dans toutes les résolutions, avec les vitesses de téléchargement les plus faibles... Pour la plupart des sites, on ne doit pas exiger de l'utilisateur qu'il dispose d'un plug-in particulier. On peut faire exception pour certains sites dont le contenu justifie la nécessité de ce plug-in. Cependant, on doit penser en amont de la conception à ce type de problème et essayer d'adapter les choix de conception pour ne pas avoir besoin de plug-in spécifiques.

Conclusion

Nous avons détaillé sommairement chacun des critères élémentaires et leurs implications pour la conception. Etant donné que les critères ergonomiques de Bastien & Scapin doivent être utilisés comme cadre de travail, il est important de bien cerner quels problèmes implique chaque critère.

Pour être certain de ce que signifie l'un ou l'autre des critères, il est indispensable de se documenter en profondeur et de relier ces critères à d'autres recommandations, normes ou check-lists existantes. Nous invitons donc le lecteur intéressé à poursuivre la découverte des critères ergonomiques grâce aux références citées ci-après.

Enfin, chacun dans son exercice professionnel utilise et interprète les critères en fonction des projets sur lesquels il travaille. Le contexte dans lequel s'insèrent les interfaces est primordial dans l'attention que l'on porte à tel ou tel critère et à ses implications. Il conditionnera aussi l'importance que l'on accordera à chacun des critères. Cette pondération est toujours différente en fonction des caractéristiques du projet sur lequel on intervient.

Pour en savoir plus

» Ressources en ligne :

Plusieurs présentations des critères ergonomiques :

- sur ergonomia.ca (<http://www.ergonomia.ca/CriteresErgonomiques.pdf>)
- sur ergoweb.ca (<http://www.ergoweb.ca/criteres.html> ergoweb.ca)
- sur le site de Mireille Bétrancourt (<http://tecfa.unige.ch/~mireille/CriteresB&S.html>)
- sur Idéactif(http://www.ideactif.com/testnet/criteres_ergo_courts.html)

» Ressources externes :

Bastien, J.M.C., Leulier, C., & Scapin, D.L. (1998). L'ergonomie des sites web. In J.-C. Le Moal & B. Hidoine (Eds.), *Créer et maintenir un service Web* (pp. 111-173). Paris : ADBS.

Bastien J.M.C. et Scapin D.L. (1992). A validation of ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 4, pp 183-196.

Bastien, J.M.C. & Scapin, D.L. (1993). *Critères Ergonomiques pour l'Évaluation d'Interfaces Utilisateurs (version 2.1)*. Technical report Ndeg.156, May 1993. INRIA. Programme 3 Artificial intelligence, cognitive systems, and man-machine interaction.

Scapin, D.L. & Bastien, J.M.C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour and Information Technology*, 6 (4-5), 220-231.

Bastien J.M.C, Scapin D.L., Leulier C. (1999). The ergonomic criteria and the ISO/DIS 9241-10 dialogue principles : a pilot comparison in an evaluation task. *Interacting with Computers*, Vol. 11, n° 3, p. 299-322.

Bastien, J. M. C., & Scapin, D. L. (2001). Évaluation des systèmes d'information et Critères Ergonomiques. In C. Kolski (Ed.), *Systèmes d'information et interactions homme-machine. Environnement évolués et évaluation de l'IHM. Interaction homme-machine pour les SI* (Vol. 2, pp. 53-79). Paris : Hermes.