

Comprendre les médias interactifs

Louis-Claude Paquin

4 Les machines à contenu

4	Les machines à contenu	1
4.1	Le triomphe de la pensée machinique.....	3
4.1.1	La communication dialogique.....	5
4.1.2	Les interfaces graphiques à manipulation directe.....	10
4.1.3	Les machines à contenu	15
4.2	Gradation de l'interactivité.....	17
4.2.1	L'interaction dans les mass media	18
4.2.2	L'interaction réactive.....	20
4.2.3	L'interaction proactive	23
4.2.4	L'interaction adaptative	25
4.2.5	L'interaction immersive	26
4.3	La métaphore.....	27
4.3.1	Nature et fonction de la métaphore	28
4.3.2	Types de métaphores	30
4.3.3	La métonymie	32
4.4	L'interacteur	35
4.4.1	Le processeur humain	35
4.4.2	La cognition	38
4.4.3	Les besoins et la motivation	41
4.4.4	Les émotions.....	45
4.4.5	La personnalité.....	51
4.5	L'interface	53
4.5.1	Les dispositifs d'interactions	54
4.5.2	L'analyse de tâche	57
4.5.3	L'approche « usage et gratification »	59
4.5.4	Le design et le développement de l'interface.....	61
4.5.5	L'ergonomie cognitive	63
4.5.6	L'évaluation	67
4.6	Les technologies intellectuelles	69
4.6.1	Augmenter la cognition plutôt que s'y substituer.....	69



Comprendre les médias interactifs de Louis-Claude Paquin est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons 4.0 : Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Pas de modification.

4.7 Bibliographie :..... 74



Comprendre les médias interactifs de Louis-Claude Paquin est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons 4.0 : Attribution - Pas d'utilisation commerciale – Pas de modification.

Les médias interactifs sont basés sur les technologies numériques. Cela dit, l'ordinateur et les différents automates immatériels qu'il permet de déployer ne sont plus utilisés pour automatiser, mais pour médiatiser : informer, raconter une histoire ou encore amuser. Les médias interactifs sont des *médias d'intégration* sur deux plans : ils intègrent les *types d'inscription* et les *formes d'expressions médiatiques*. Les fichiers contiennent des chaînes de codes binaires structurées en textes, en images au format matriciel ou vectoriel, en vidéos, en trames sonores. Les écrans intègrent plusieurs formes d'expressions médiatiques : magazines, cinéma, animation, et d'autres formes d'expression proprement interactives.

Le contenu est l'objet de la diffusion médiatique. Un automate permet d'y accéder interactivement, en produisant certaines stimulations audiovisuelles en réponse aux actions de l'utilisateur. Pour « avancer » dans le contenu, l'utilisateur doit sans cesse agir à partir de ce qu'il perçoit à l'écran, c'est-à-dire effectuer des choix parmi les alternatives offertes en contexte par l'automate. On distingue actuellement deux grands types d'interactivité : *l'interactivité fonctionnelle* et *l'interactivité immersive*. Y correspondent deux types d'automates, les *automates à état finis* et les *automates cybernétiques*, ainsi que deux types de structuration du contenu, les *hypermédias* et les *environnements immersifs*.

L'interactivité fonctionnelle renvoie à une forme de participation du spectateur au spectacle issue du paradigme machinique. Rôle dévolu au spectateur: sélectionner et manipuler des objets symboliques, des informations, accomplir d'autres actions au moyen d'une interface qu'explique une signalétique. La communication entre les utilisateurs et le contenu prend la forme d'interactions de type machinique : appuyer sur un mot, une icône, les draguer, activer la barre de défilement, etc. Cette communication s'opère en manipulant directement les « objets » qui se trouvent inclus — par métaphore — soit au contenu, soit au dispositif machinique lui-même.

4.1 Le triomphe de la pensée machinique

Mettons-nous en situation avec l'histoire d'un renversement singulier. Alors qu'à l'apogée du projet de l'intelligence artificielle, les théoriciens prédisaient que l'ordinateur allait être doté d'intelligence et qu'il remplacerait les humains, c'est en



réalité bien autre chose qui est arrivé : l'ordinateur a remplacé ou pris le contrôle d'une très grande part des machines.

Les technologies numériques (cf. 1.5) ont provoqué un changement radical dans le domaine des machines et des instruments technologiques. Le traitement mécanique d'une représentation analogique de la réalité est remplacé par le traitement algorithmique d'une représentation digitale ou numérique de la réalité, obtenue à partir d'un processus échantillonnage. Indéniablement, c'était là un progrès, qui fut vanté par plusieurs auteurs, comme Pierre Lévy dans *La machine univers* (1987), Joël de Rosnay dans *L'homme symbiotique* (1995) et Nicolas Negroponte avec *L'Homme numérique* (1995). Mais ce changement fut décrié par d'autres, comme Dominique Wolton dans *Internet et après* (1999), ou Paul Virilio dans *Cybermonde, la politique du pire* (2001).

Subsumée en tout ou partie par l'ordinateur, la machine matérielle devient immatérielle. Ainsi, les programmes remplacent intégralement les machines (comme le traitement de texte pour la dactylo), ou, à tout le moins, remplacent les mécanismes de contrôle jusque là analogiques : boutons, manettes, treuils, engrenages, courroies, etc. Les commandes et autres fonctions de contrôle de la machine sont remplacées, dans l'ordinateur, par un mode de contrôle dialogique, beaucoup plus puissant, mais qui changent radicalement la donne pour les utilisateurs.

Ceux-ci doivent en même temps se construire un modèle mental du fonctionnement de la machine, apprendre le langage du dialogue, formuler les commandes qui permettent de faire fonctionner la machine de manière adéquate. La nécessité d'avoir ces compétences élevées, généralement acquises à travers le cursus universitaire en informatique, a mis un frein à l'appropriation de l'ordinateur par le grand public.

En fait, pour que les utilisateurs puissent s'approprier ces nouvelles machines immatérielles qui n'existaient qu'à l'écran, il a fallu régresser, et passer d'un mode de communication dialogique à un mode de contrôle machinique, avec les interfaces graphiques à manipulation directe.



4.1.1 La communication dialogique

Dès le début, la communication entre l'utilisateur et l'ordinateur a été conçue comme un dialogue, c'est-à-dire comme un échange mutuel d'énoncés du type « je lui dis de ... », ce à quoi l'ordinateur « m'a répondu ... », etc. La séquence de base du dialogue personne — ordinateur permettant de contrôler les processus accomplis repose sur les trois étapes du cycle de traitement de l'information par l'ordinateur : instruction — traitement — réponse. L'enchaînement des cycles de dialogues requis pour un processus complexe est soit prévu à l'avance par l'ordinateur, soit laissé à la discrétion de l'utilisateur. Dans le premier cas, l'ordinateur gère le dialogue en imposant les énoncés et leur ordre. L'avantage, c'est que l'utilisateur peut être un néophyte. Mais une fois qu'il s'est familiarisé avec le programme, il ressentira rapidement les limites de ce genre de séquences rigides. Dans le deuxième cas, la flexibilité d'utilisation est totale. Mais, en revanche, l'utilisateur doit alors posséder une bonne connaissance du langage artificiel, aussi bien de son vocabulaire que de sa syntaxe, s'il veut donner des instructions pertinentes et valides.

Une commande se compose d'une instruction, accompagnée, le cas échéant, des paramètres pertinents. Après avoir traité la commande, l'ordinateur retourne soit un message d'erreur de syntaxe, soit la valeur résultante du traitement effectué. Lors du traitement, s'il y a lieu, l'ordinateur décompose récursivement l'instruction en traitements primitifs. Ceux-ci sont appliqués à des données spécifiques, et retournent un résultat qui devient la donnée du traitement plus général. Une session de travail prend la forme d'une succession des commandes nécessaires pour effectuer une tâche donnée.

Voyons par exemple la commande suivante : COPY F_SOURCE.TXT

F_DESTINATION.TXT. L'instruction COPY prend deux arguments : le nom d'un fichier qui sera copié, et le nom du fichier qui sera créé. L'instruction COPY se décompose en plusieurs traitements primitifs : établir un accès (sur le disque) au contenu du fichier, dont le nom est fourni dans le premier paramètre, transférer le contenu du fichier dans une zone mémoire, créer un nouveau fichier, lui assigner le



nom fourni dans le deuxième paramètre, transférer le contenu de la zone mémoire sur le disque.

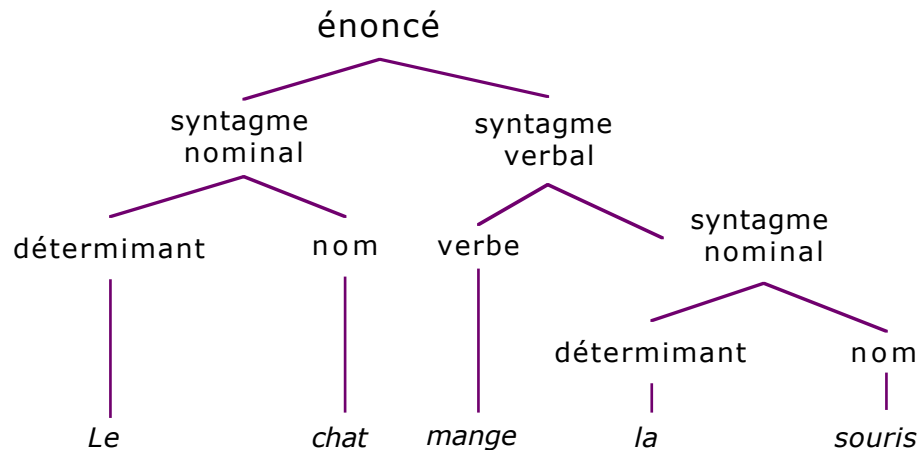
En tant que mode de communication entre l'utilisateur et l'ordinateur, le dialogue est intéressant lorsqu'il va au-delà de l'échange prédéterminé et rigide d'énoncés exprimés dans un langage artificiel de commandes. Le dialogue qui permet de communiquer avec l'ordinateur doit être plus intuitif. En fait, il doit constituer bien plus qu'un processus séquentiel où chaque commande doit être accomplie pour pouvoir accéder à la suivante. En effet, cela impliquerait que l'interacteur soit capable de diagnostiquer la cause de ses erreurs au vu de la logique particulière du langage de programmation utilisé, ce qui n'est pas du tout évident.

Il existe une approche à la communication dialogique entre la personne et l'ordinateur qui a suscité beaucoup d'intérêt, et à laquelle des projets de recherches ont été consacrés. Elle consiste à dialoguer non plus dans le langage artificiel de l'ordinateur, mais dans un langage naturel, comme le français, l'anglais, l'italien, l'espagnol, etc. Cela dit, le traitement des langues naturelles par l'ordinateur soulève deux grands problèmes. Tout d'abord, il faut reconnaître une séquence sonore et la retranscrire en format texte. Ensuite, il faut extraire les commandes à partir d'une formulation libre. Le premier défi a été relevé en partie: des applications solides ont pu voir le jour et s'intégrer dans des produits grand public d'envergure, notamment dans le domaine de la téléphonie, où l'interaction est confinée à un contexte restreint et contraint. Mais il n'en va pas de même pour le second défi. A Montréal, un centre d'excellence dirigé par Anne Marie di Scullio est précisément consacré à cette problématique.

Dans les langues naturelles, l'ordre de combinaison des mots de vocabulaire peut se voir déterminé, dans la plupart des cas, sans référence à la signification des mots, uniquement par les structures syntaxiques qui composent la grammaire. Dès lors, il devient pertinent de traiter la combinaison des mots avec l'ordinateur, lui-même étant basé sur des langages artificiels. Lorsque l'ordinateur repère les structures syntaxiques et décompose la phrase de manière récursive en éléments



syntactiquement étiquetés, une dimension supplémentaire est ajoutée: les mots ne sont plus tous pris sur le même pied.



Les noms qui composent soit le sujet, soit l'objet de l'action principale doivent être distingués de ceux qui sont employés pour composer d'autres compléments. Par exemple, dans l'énoncé « Pierre, le cousin de Paul, est un voleur » il est question de Pierre, et non de Paul, celui-ci étant relégué dans un rôle d'ancrage, c'est-à-dire aide à identifier le thème ou le sujet de la phrase, à savoir Pierre. Tout cela n'est pas si simple: certaines constructions sont ambiguës, c'est-à-dire non interprétables à partir d'un seul découpage syntaxique, parce que plusieurs découpages sont possibles. Les structures à rattachement manifestent cette ambiguïté. Par exemple, l'interprétation d'un groupe nominal comme « le livre de Pierre qui est sous la table » est indécidable sans recourir à la sémantique. Or, faut-il le rappeler, la sémantique se situe au-delà de l'ontologie de l'ordinateur.

Très complexes, les langues naturelles permettent de formuler une même chose de manière multiple, malgré des différences de surface parfois considérables.

Survolons les différents problèmes que pose le traitement informatique d'énoncés en langue naturelle. Avec un vocabulaire restreint, un très grand nombre de formulations différentes valides peuvent être produites en agrégeant des mots, le plus souvent sous une forme comme NOM + PREPOSITION + NOM (cf. « traitement de texte » ou encore « machine à contenu »). Pour désigner un même objet ou une



même action, plusieurs mots ou constructions de mots sont disponibles: ces mots *synonymes* s'enrichissent de la créativité des locuteurs. Il y a aussi, à l'inverse, des *polysèmes*, c'est-à-dire des mots qui peuvent avoir plusieurs interprétations différentes. Un mot peut aussi être utilisé métaphoriquement, par analogie ou par ressemblance, à la place d'un autre mot.

Les constructions syntaxiques peuvent être variées et complexes. Les langues naturelles permettent de substituer ou d'anaphoriser certains termes dans une suite d'énoncés. Voyons par exemple cette phrase: « *l'ordinateur, c'est l'invention du siècle, cette machine* a fait faire un bond aux capacités intellectuelles de l'humain ». Sans que cela ne soit marqué syntaxiquement, on comprend que le terme « ordinateur » est remplacé par le terme « machine » dans le développement du propos. Cette substitution ajoute de l'information sémantique, en recourant à la relation du spécifique au générique qui relie les deux termes. Cet ajout de sens sera non seulement inaccessible à l'analyse syntaxique, mais en outre, le lien entre les deux termes ne pourra être établi du strict point de vue syntaxique qui est celui de l'ordinateur.

Le langage oral a certaines particularités qui le distingue du langage écrit. Par exemple, il est plus redondant et comporte plus de désignations, car l'accès au contexte par le récepteur est limité dans le temps par les capacités de sa mémoire à court terme. Cela dit, le langage oral est aussi plus lacunaire que le langage écrit. Les mots requis par la structure syntaxique sont souvent escamotés lorsqu'ils sont évidents pour les interlocuteurs.

Pour certains types de tâches, l'interaction en langue naturelle peut être pertinente et s'avérer plus utile que l'interaction en langage artificiel. C'est le cas, par exemple, des requêtes d'information soumises à des moteurs de recherche d'information. Par rapport aux énoncés constitués de termes et d'opérateurs booléens — négation, conjonction, intersection — les énoncés formulés dans une langue naturelle permettent un filtrage plus précis des informations en autorisant la quantification, la distinction entre le genre et l'espèce, etc.



Le dialogue doit se voir comme un processus itératif, qui débouche sur une requête ou sur une commande pertinente et adéquate. Il ne doit pas être imposé par les caractéristiques du média, mais construit lors du processus de la communication. Pour ce faire, un module de dialogue doit être construit à base d'appariement (*pattern matching*). Ce module accepte les formulations équivalentes ou propose des reformulations à partir de certains éléments détectés dans l'énoncé de l'utilisateur. Ces reformulations sont par la suite affichées pour être validées ou invalidées par l'utilisateur, qui se trouve donc conduit à confirmer l'interprétation de son intention par la machine.

Une approche par le dialogue libre plutôt que par le dialogue contraint n'est possible et faisable que dans le contexte d'un langage restreint au seul aspect opérationnel des formulations; la richesse expressive des langues naturelles se voit donc réduite de beaucoup. Dans un tel contexte, seules les formulations simples sont permises, comme par exemple une phrase simple qui commence par « Je veux », suivi d'un verbe à l'infinitif qui nomme l'action, suivi des compléments, à savoir les compléments d'objet (direct et indirect) et les compléments circonstanciels (temps, lieu, durée) de l'action. Plusieurs cycles de clarification peuvent être nécessaires pour que les mots utilisés soient reliés à des instructions. Les reformulations successives permettent de construire des contextes interprétatifs partagés qui jouent un rôle primordial dans l'efficacité du dialogue. La pragmatique du dialogue, — le contexte d'application, les intentions et les buts des agents — doit être restreinte, explicite et claire, aussi bien pour l'ordinateur que pour l'utilisateur. Tout en suivant la règle du « chacun son tour », un mécanisme de reformulation permet de faire progresser la compétence de façon émergente, tout en conservant une spontanéité potentielle.

L'avènement des interfaces à manipulation directe (auquel est consacrée la prochaine section) a permis d'établir une rupture définitive entre les concepteurs et les utilisateurs. La seule exception est le monde UNIX, réservé de ce fait aux initiés; y persiste le dialogue sous forme d'instructions paramétrées, ce qui nécessite un apprentissage des rudiments de la programmation. Un autre cas où l'approche



dialogique est pertinente est celui des interfaces de traitement de la voix, comme on en trouve dans les services téléphoniques. Pour que cela soit efficace à court terme, il faut utiliser une approche par langage de commandes, plutôt qu'une approche « langue naturelle ».

4.1.2 Les interfaces graphiques à manipulation directe

Dans son rapport (1962), Douglas Englebart élabore un cadre conceptuel et certaines solutions concrètes qui permettent d'utiliser l'ordinateur de manière à augmenter ou à optimiser les capacités intellectuelles de l'humain lorsque celui-ci fait face à des problèmes complexes. Il renverse les façons de voir le contrôle des systèmes informatiques, en les envisageant non plus dans la perspective du traitement optimal de l'information, mais dans la perspective de l'utilisateur.

Pour que les programmes puissent être utilisés facilement par des non-spécialistes de l'informatique, de la mathématique ou des sciences qui ne sont ni formés ni motivés pour apprendre un langage de commandes, les programmes doivent être concrétisés, mis en rapport analogique avec l'univers matériel, la plupart du temps dans des situations tirées du monde machinique.

Dans *Productive Thinking* (1959), M. Wertheimer a de son côté démontré que les représentations physiques, spatiales ou simplement visuelles sont plus faciles à retenir et à manipuler que les représentations équivalentes textuelles ou numériques. De plus, les représentations des objets sont plus « naturelles » et plus proches des capacités humaines innées : les capacités physiques et visuelles précèdent l'apparition du langage dans l'évolution humaine. Cette régression du langagier vers la manipulation d'objets a contribué à démocratiser l'usage de l'ordinateur.

Ce renversement de l'immatériel au matériel est rendu possible par une série d'innovations qui ont mené aux interfaces personne — ordinateur à manipulation directe : 1) les *gestionnaires d'écrans graphiques* permettent la représentation en continu d'objets arbitrairement disposés sur la surface de l'écran, 2) la *souris* permet de sélectionner et de manipuler ces objets et 3) la *programmation orientée*



objet permet d'opérationnaliser ce nouveau mode de contrôle de l'ordinateur, basé sur les « événements ».

La thèse de Ivan E. Sutherland (1938 -) défendue au MIT en 1963 porte sur un programme graphique appelé *Sketchpad*. Ce programme permet de créer des images graphiques non plus à l'aide de commandes, à l'aide d'un crayon lumineux utilisé directement à l'écran. Les images étaient stockées comme telles dans un espace de la mémoire de l'ordinateur, et pouvaient être rappelées et manipulées à l'instar des autres genres de données, numériques et textuelles.

Ces innovations s'inspirent de travaux réalisés au Palo Alto Research Center sur des modes de dialogue personne — ordinateur évolués, et seront d'abord implantées dans le Xerox Star Interface (1982). Elles seront ensuite reprises et largement diffusées par Steve Jobs dans un ordinateur personnel appelé d'abord *Lisa* puis *MacIntosh*, qui sera le premier micro-ordinateur " amical pour l'utilisateur " (*user friendly*) sur le marché grand public. Ces interfaces sont dites WYSIWYG, pour *What You See Is What You Get* : l'image concrète et l'image perçue sont identiques.

Les écrans graphiques sont constitués d'une matrice de pixels « bitmaps » noirs ou blancs, puis ultérieurement colorés. Les gestionnaires offrent un affichage stable, bonne alternative aux écrans jusque là déroulants et constitués de caractères qui étaient générés ligne par ligne. Le mode d'affichage graphique et l'adressage par pixels a permis de diversifier les polices de caractère et de représenter d'autres attributs typographiques à l'écran que l'on ne retrouvait jusqu'alors que dans l'imprimé. Ce mode d'affichage étend à la représentation graphique les capacités médiatiques de l'ordinateur, jusque là symboliques et restreintes aux calculs de nombres ou au traitement de chaînes de caractères.

Le MacIntosh est le premier ordinateur grand public dont l'utilisation repose uniquement sur les interfaces à manipulation directe. Il était doté d'un pointeur appelé *souris* qui permettait de sélectionner et de déplacer les objets graphiques selon la logique qui leur est propre : pousser sur un bouton, sélectionner un objet, le déplacer s'il est mobile. Il était doté d'une mémoire en lecture seule (ou mémoire ROM, pour *Read Only Memory*) qui contenait plusieurs éléments. Premièrement, elle



reprendait les procédures et algorithmes dédiés à l'affichage graphique. Ceux-ci permettent tout d'abord de tracer les lignes, générer des formes géométriques dotées d'un contour et d'une surface (qui peut être transparente ou opaque, d'une couleur donnée) ou d'un dégradé, et ensuite de générer du texte dans la forme typographique souhaitée. Deuxièmement, la mémoire contenait une structure de programmation orientée objet qui faisait le lien entre les objets graphiques et leurs comportements adoptés en réaction aux événements que provoque la souris contrôlée par l'interacteur.

Le gestionnaire d'écrans graphiques permet d'afficher des images fixes et des objets d'interface « widgets » : des pictogrammes appelés « icones », des menus qui se déroulent sous les yeux de l'utilisateur lorsqu'ils sont activés, et des fenêtres d'affichages indépendantes. D'autre part, le gestionnaire d'écrans graphiques permet de découper et de démultiplier la surface de l'écran en plusieurs fenêtres, gérées de façon indépendante, intégrées dans plusieurs applications différentes.

La manipulation directe d'objets numériques et donc immatériels repose sur la perception par l'interacteur de ce qu'il manipule des artefacts tangibles, qui réagissent à cette manipulation. La souris est un pointeur intégré à l'intérieur du dispositif de génération des écrans graphiques. Elle permet de balayer l'espace de l'écran, de sélectionner des objets en « cliquant » et de les « draguer » sur la surface de l'écran. La souris sert de substitut à la main de l'utilisateur qui, du coup, se sent engagé directement dans l'action, a l'impression d'agir sur les objets sans l'intermédiaire d'un langage de commande. Ainsi, lorsqu'on appuie sur un bouton ou que l'on sélectionne un objet, il est important que leur aspect graphique soit modifié, de manière à signifier l'interacteur que l'action a bel et bien eu lieu. Sinon, il pourrait être appelé à penser que l'ordinateur est « planté ». Cette modification peut être appuyée par un signal sonore qui vient ainsi renforcer la signalétique.

Les interfaces à manipulation directe reposent sur le principe de la modularité: les composants des interfaces sont des objets distincts dotés de propriétés et de comportements spécifiques. Ce principe n'est pas nouveau, puisqu'il était déjà appliqué à l'intérieur des programmes informatiques qui étaient découpés en



« fonctions ». La modularité des fonctions à l'intérieur du programme d'une application se retrouvera au plan de la construction des entités avec lesquelles interagissent les utilisateurs. Ces entités sont indépendantes les unes des autres, et appartiennent à des groupes distincts (les fenêtres, les icônes, les zones de texte). Ces groupes partagent la même structure de données, décrites sous forme de propriétés (les coordonnées, la grandeur, la visibilité), mais prennent des valeurs différentes en contexte. Ces entités partagent aussi certains comportements qui sont des programmes, encapsulés dans les entités, et activés par des « messages ». Ces messages apparaissent soit après une interaction entre les entités elles-mêmes, soit suite à un événement provoqué par les manipulations de l'utilisateur (effectuées à l'aide du clavier, mais surtout de la souris).

Parmi les entités, on trouve les *fenêtres*, zones d'affichage et d'interaction qui peuvent appartenir à des applications différentes. La construction en objets est récursive: une entité est composée d'un groupe d'entités, elles-mêmes constituées d'entités. La valeur de leurs propriétés peut être transmise par héritage en fonction de la hiérarchie qui existe entre les entités. Les fenêtres, par exemple, sont composées d'une barre de titre, d'une case de fermeture, d'une case d'agrandissement, de barres de défilement verticales ou horizontales. Les barres de défilement sont elles-mêmes composées d'une flèche vers le haut, d'une flèche vers le bas et d'un gradateur situé entre les deux. Les fenêtres peuvent être déplacées à l'aide du pointeur sur la barre de titre ; elles peuvent être empilées les unes sur les autres, seule la fenêtre située à l'avant-plan étant active.

Les *icônes* constituent un autre type d'objets entrant dans la composition des interfaces. Les icônes représentent les entités impliquées dans la tâche à accomplir, comme la feuille pour le fichier, le dossier pour le répertoire de fichiers. Les icônes symbolisent également certaines commandes ou certaines applications; la "poubelle", par exemple, permet d'effacer un fichier. Les représentations graphiques doivent instaurer une communication instantanée et non ambiguë, sinon, le gain par rapport aux mots serait nul.



Au moyen des attributs graphiques et même sonores des objets, il devient possible de produire une représentation qui renvoie au monde matériel, concret, connu et bien balisé pour l'utilisateur. Ce recours à une imagerie plus ancienne et donc plus familière rend le dispositif computationnel transparent. Le résultat de cette " traduction " (de l'immatériel au matériel) constitue une métaphore, ou, pour être plus exact, une allégorie fonctionnelle. Le « dessus de bureau » (*desktop*) est l'une des métaphores les plus célèbres: c'est lui qui permet de commander le système d'exploitation des fichiers et des applications. Ce procédé a rendu l'ordinateur accessible et maniable par un plus grand nombre de personnes ; telle est la grande force de cette innovation.

Les interfaces à manipulation directe augmentent les capacités de l'utilisateur sans pour autant l'obliger à apprendre un langage de commandes ni à s'entraîner à énoncer ou à enchaîner les commandes, ou à corriger ses erreurs éventuelles. En d'autres mots, les utilisateurs n'ont pas besoin d'acquérir des connaissances spécifiques ou un certain savoir-faire pour manipuler l'interface: ils n'ont qu'à s'en servir. Pour ce faire, deux conditions doivent être réunies. L'interface doit être auto-explicatif (on ne doit pas avoir besoin d'informations qui ne seraient pas fournies par les objets de l'interface eux-mêmes) ; il doit aussi être adapté aux aptitudes que possède déjà l'utilisateur. En fait, *il y a*, en réalité, apprentissage, mais il ne se fait pas de manière passive, par mémorisation de règles prédéterminées, mais de manière active et dynamique. Du coup, il y a un danger que les utilisateurs moins motivés pour explorer l'interface soient moins performants que les autres.

Par le biais des métaphores, les utilisateurs ont l'impression que la tâche est accomplie directement, et non pas par l'intermédiaire d'un langage artificiel. Les actions sont explicites, visibles et leur résultat est immédiatement apparent, ce qui donne l'impression que l'interface disparaît en tant qu'intermédiaire. Ce type d'interface encourage l'utilisateur à se faire explorateur lorsqu'il communique avec l'ordinateur. Toutefois, la manipulation directe peut s'avérer fastidieuse pour accomplir de longues séries d'opérations répétitives, comme celle qui consiste à ajouter un caractère au-devant du nom de tous les fichiers d'un répertoire donné;



une seule commande suffirait à accomplir la même tâche. De plus, pour les manipulations très fines, la précision du pointeur laisse à désirer, et le geste de la main devient trop approximatif pour une désignation précise par coordonnées. Un dernier inconvénient de l'interface à manipulation directe, c'est qu'en recourant à des objets concrets pour contrôler l'ordinateur, on décourage la planification abstraite de l'enchaînement de commandes, pourtant requise pour accomplir des tâches complexes.

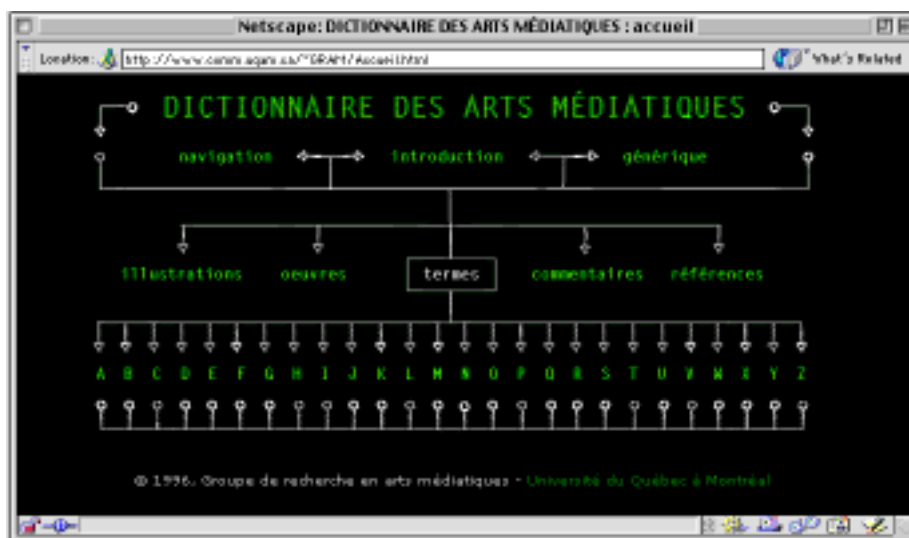
4.1.3 Les machines à contenu

Le principal apport de l'interface graphique à manipulation directe, c'est qu'ils concrétisent les machines internalisées dans un programme d'ordinateur. L'utilisateur peut visualiser en temps réel ce qui se passe dans la machine, et éventuellement intervenir dans le processus de façon pertinente, sans formation pointue ni longue expérience. Cette approche a favorisé l'accès des ordinateurs au grand public dont le taux de scolarisation est relativement faible. Lorsqu'elle est appliquée aux séquences d'une histoire ou à un ensemble de connaissances, l'interface graphique à manipulation directe constitue un type de médias interactifs qui seront appelées ici *machines à contenu*. Cette expression sera dorénavant utilisée pour désigner les œuvres ou les productions dont l'accès au contenu se fait par des dispositifs extérieurs au contenu lui-même, comme les dispositifs qui appartiennent plutôt au monde de la machine : fenêtres, icônes, boutons, menus.

Les machines à contenu constituent actuellement la très grande majorité des œuvres ou des productions interactives, tous genres et supports confondus. Au moyen d'une interface machinique, les utilisateurs accèdent librement au contenu, terme générique pour désigner ce qui est communiqué. Ce contenu peut constituer soit de la connaissance (cf. chap. 6), soit une histoire (cf. chap. 7) ou, plus fréquemment encore, un mélange particulier de connaissances et d'histoires, organisées selon une certaine intention communicationnelle. Celle-ci s'actualise dans une architecture ou dans un scénario, et s'inscrit dans un genre (cf. chap. 8), un cadre qui commande la structure, l'organisation et le traitement des segments ou des séquences.



L'interface machinique est fondée sur une métaphore (concept discuté dans la section suivante). En l'absence de métaphore évidente, c'est la machine elle-même qui est utilisée, avec ses fenêtres, ses boutons et ses menus. Deux métaphores initiales et fondamentales sont construites à partir de deux dispositifs médiatiques analogiques préexistants : la *publication en page* et la *projection à l'écran*. Ces deux métaphores, encore largement utilisées aujourd'hui, peuvent se retrouver confondues dans une même production. L'utilisateur accède aux segments ou aux séquences par le biais d'une interface machinique, ou bien indirectement, en formulant une requête au moyen d'un formulaire, ou bien directement, au moyen d'une table des matières ou d'un index alphabétique, thématique, chronologique, ou bien encore en répondant aux injonctions particulières relatives au contenu, comme les liens associatifs du type hypermédia.



Les menus et les boutons peuvent être textuels ou iconiques. Certaines des icônes désignent directement la machine elle-même, sans recours à la métaphore. Un exemple de ce genre d'icônes est la flèche vers la droite qui permet d'accéder à la page-écran suivante, et la flèche vers la gauche qui permet d'accéder à la page-écran précédente. Il en va de même pour la série de boutons d'une télécommande qui permettent de mettre l'animation en marche avant ou arrière, à vitesse normale, lente ou accélérée, de l'arrêter, ou encore d'accéder à une de ses séquences précises.



Pour pallier la froideur du dispositif mécanique, les concepteurs tentent de le dynamiser avec des images fixes animées ou encore avec des animations vectorielles. Pour diminuer la distance entre l'utilisateur et le contenu, une partie de sa structure et de sa référence peut être reportée dans le dispositif. Par exemple, dans une machine à contenu consacrée à une culture aborigène de l'Océanie, les boutons de contrôle d'accès peuvent prendre la forme d'artefacts tirés du contenu ; de même, une palette de couleurs tirée d'une parure utilisée dans un rituel peut être utilisée pour démarquer les différentes sections ou rubriques du contenu, etc. Un piège se camoufle toutefois derrière cette stratégie, même si elle est appropriée au plan sémiotique. C'est de croire que la machine à contenu, dispositif rationnel occidental, est capable de rendre compte, par le biais de fiches thématiques comprenant des images, des prises de sons et des textes explicatifs, d'une culture transmise habituellement par l'oralité ou par les rituels.

Tributaire d'une conception mécanique de la communication personne-ordinateur, l'interface permet d'utiliser la pensée et le savoir-faire mécanique accumulés au cours des deux derniers siècles. Il faut garder en tête que la machine s'est développée en même temps que le capitalisme. En fait, la machine constituait évidemment un facteur important dans une économie de marché où il faut réaliser une production de masse au moindre coût, tout en maximisant le profit, c'est-à-dire la différence entre le prix de vente et le coût de production. Ce modèle économique qui est le nôtre a mené au concept industriel de la chaîne de montage. Les produits sont standardisés et leur fabrication s'accomplit étape par étape par des travailleurs différents, éventuellement remplacés par des robots. Ce modèle économique tend à mondialiser les marchés et la production. En appliquant cette pensée mécanique capitaliste aux médias interactifs, on a d'une part standardisé l'interface, et d'autre part consolidé une méthodologie uniforme dans sa conception.

4.2 Gradation de l'interactivité

Le terme *interactivité* recouvre l'ensemble des interactions entre une personne et un ordinateur. Dans la perspective plus spécifique des médias interactifs, cette



définition doit être reformulée. L'interactivité désigne alors l'ensemble des interactions réalisées par l'entremise d'un ordinateur entre un utilisateur ou un spectateur d'une part, et un contenu ou un spectacle d'autre part. Il existe deux types d'interactivité, qui constituent chacune une révolution médiatique : l'*interaction fonctionnelle* permet d'abolir l'ordre strict des contenus que prévoit l'auteur du scénario, et l'*interaction immersive* abolit la distance entre le spectateur et le spectacle.

Dans une perspective fonctionnelle, le spectateur doit effectuer des choix qui déterminent l'enchaînement des contenus. L'interactivité augmente le niveau de contrôle qu'exerce l'utilisateur sur l'ordinateur par le biais d'automates à états finis. Ces automates peuvent avoir diverses envergures: ils vont de la simple commande au programme constituant une application à part entière, en passant par la macro-commande (assemblage de commandes qui permet d'effectuer des tâches ponctuelles). Les modalités de communication réciproque entre la personne et l'ordinateur permettent de distinguer trois catégories d'interactivité : l'interactivité réactive, proactive ou adaptative.

Dans une approche immersive, le spectateur se trouve inclus dans la représentation même du contenu. Ce contenu prend la forme d'un environnement, qui peut être abstrait, ou bien constituer un espace informationnel ou documentaire. Le spectateur se trouve " en boucle fermée " avec le monde représenté, constamment remodelé par les interactions avec le spectateur en fonction de ses contraintes (gravité, dynamique, bornes, etc.).

Avant d'en venir aux différents modes d'interaction proprement dit, traçons d'abord une petite histoire de l'interaction, déjà en germes, on va le voir, dans la réception des médias de masse : journaux, radio et télévision.

4.2.1 L'interaction dans les mass media

À partir des années 1930 se développe le cinéma parlant ; par ailleurs, la radio, la presse quotidienne, l'affichage et les magazines cultivent le contact le plus direct possible avec le plus large public possible. La télévision, apparue plus tard, suivra



cette même tendance. La communication de masse devenait un véritable phénomène de société, et constitua un objet d'étude important à partir des années 1940 jusqu'aux années 1960. Dans une approche behavioriste, révolutionnaire, capitaliste ou fasciste de la communication, les mass media ont suscité beaucoup d'intérêt pour l'efficacité qu'ils pouvaient avoir dans des domaines tels que la propagande politique, la publicité, ou même l'éducation. Le problème, c'est que le diffuseur devient ainsi un acteur social prépondérant, étant donné le fait qu'il peut s'adresser à un public extrêmement large. En théorie, dans les sociétés libérales, le contenu des mass media n'est pas unilatéralement déterminé par le diffuseur (contrairement aux régimes totalitaires, communistes ou intégristes qui contrôlent l'information), mais résulte d'une adaptation réciproque de l'offre et de la demande. En pratique, la programmation est fonction de la part de marché qu'un diffuseur peut occuper dans son média.

Par contre, dans les milieux intellectuels, les mass media ont suscité de vives craintes quant à l'emprise que ces acteurs sociaux pourraient avoir sur la population, et quant à leurs conséquences sociales et culturelles. Certaines théories pessimistes à la mode aux environs de la Seconde Guerre mondiale attribuent à ceux qui contrôlent les mass media le pouvoir de « manipuler » à leur gré le public. Celles-ci fondent toujours la réticence que suscite la concentration des médias, et justifient l'assujettissement des médias à un organisme gouvernemental de réglementation (comme le CRTC au Canada, c'est-à-dire le " conseil de la radiotélévision et des télécommunications du Canada ").

Sans aller jusqu'à la manipulation, les moyens de communication de masse, radio et télévision surtout, touchent la quasi-totalité des individus dans les sociétés industrielles. Cela tend à uniformiser la culture, au profit de la culture américaine dominante. Dans son style bien particulier, Marshall McLuhan avait bien compris la force des médias audiovisuels sur l'imprimé. Pour lui, ils élargissaient l'impact du média sur le système nerveux à l'intégralité du « sensorium », c'est-à-dire du siège des sensations et des émotions. Les expressions de « village global » ou de « village planétaire » font leur apparition dans les années 1960, et désignent la suppression



de la ligne de démarcation entre une puissance culturellement hégémonique et les autres nations. Les mass media ont ainsi tendance à gommer les différences et les différenciations.

Dans les médias de masse, la communication ne se fait que dans un seul sens — de l'émetteur aux (nombreux) récepteurs — et ne permet pas la réponse sur le canal d'émission. L'auditeur ou le téléspectateur se retrouve face à une alternative simple: regarder ou écouter la programmation offerte, syntoniser une autre chaîne, ou faire autre chose. Cette interaction simple mais fondamentale du spectateur influence la programmation de manière directe par le biais des cotes d'écoutes. Celles-ci permettent aux stations de vendre la publicité, qui fournit les revenus leur permettant de compenser les coûts de production. La pratique du zapping consiste à passer d'une chaîne à l'autre pour éviter la publicité ou l'ennui. Cette pratique s'est développée grâce à l'expansion de la télécommande qui permet d'exercer un contrôle à distance du téléviseur. Par le zapping, le spectateur reprend en charge, en quelque sorte, sa personne et sa culture, en exerçant un choix sur le type de spectacles ou de contenus présentés, et sur les idéologies que les diffuseurs et les publicistes cherchent à inculquer.

Toutefois, ont lieu depuis toujours des interactions inverses, du public vers la direction des stations ou vers les concepteurs des émissions, à travers des canaux autres que l'émission. L'interaction sera dite *asynchrone* lorsque le public est invité à participer à des concours au moyen de coupons, à faire parvenir ses opinions par lettre sur au sujet traité ou ses commentaires sur l'émission, etc. Les lignes ouvertes constituent en revanche un mode d'interaction *synchrone*: lorsqu'il participe aux débats ou au choix des pièces musicales qui seront diffusées, l'auditoire détermine en tout ou partie le contenu de l'émission. Une quantité non négligeable d'émissions pratique l'interaction synchrone, surtout à la radio. Dans ce type d'émission, les spectateurs sont appelés à participer au spectacle via leur téléphone, et leur participation est arbitrée par un animateur.

4.2.2 L'interaction réactive



L'interaction *réactive* entre la personne et le système se fonde sur le fonctionnement primaire de l'ordinateur : input, traitement, output. Au départ, la communication avec l'ordinateur était asynchrone. Les données et les programmes étaient poinçonnés sur des cartes, elles-mêmes soumises par lot à l'ordinateur central qui les traitait et ensuite imprimait le résultat sur du papier paravent. Puis, avec l'accroissement de la capacité de traitement des ordinateurs, et, surtout, la mise au point de machines à écrire connectables ainsi que de systèmes de visualisation à tube cathodique, la communication en temps réel avec l'ordinateur devenait possible.

Le dialogue est alors réactif : une partie répond à l'autre partie. Incitation, traitement, réaction: telle est la séquence de base. Cette approche par le dialogue est exigeante pour l'interacteur, car un apprentissage ou une connaissance préalable du domaine sont nécessaires pour produire et pour interpréter correctement les messages. L'utilisateur doit en outre connaître le langage approprié, c'est-à-dire d'une part le vocabulaire qui associe les termes aux concepts ou aux actions (sous la forme de commandes), et d'autre part la syntaxe qui prédétermine la structure des énoncés admissibles. L'interaction réactive peut prendre deux visages différents selon que l'initiative est prise par l'interacteur ou par la machine par programme interposé.

À l'initiative de l'interacteur, on retrouve d'une part les commandes adressées au système d'exploitation des fichiers, comme le DOS ou UNIX, et, d'autre part, le mode question/réponse qui caractérise les systèmes de base de données. Aucune séquence n'est imposée à l'interacteur qui effectue ses commandes : imprimer, copier, déplacer, effacer un fichier, compiler, exécuter un programme, rechercher une chaîne de caractères, etc. L'enchaînement des commandes dépend entièrement de la tâche que l'interacteur veut effectuer. Lorsque le système est prêt à recevoir une commande, il affiche habituellement un caractère d'incitation. L'interacteur inscrit la commande lettre par lettre au clavier et la soumet ensuite à l'aide de la clé « retour ». L'ordinateur affiche alors un message d'erreur si le vocabulaire ou la syntaxe ne sont pas respectés, ou bien le résultat de la commande s'il y a lieu, et



réaffiche alors le caractère d'incitation. Une requête à une base de données se formule de la même manière, et la réponse sera constituée par l'ensemble des fiches ou des pages qui présentent l'occurrence recherchée.

Lorsque l'interacteur doit fournir au système une grande quantité d'informations, le formulaire est plus approprié que la séquence rigide de questions et de réponses successives. Celle-ci obligerait en effet à recourir à la mémoire pour garder l'ensemble en tête, ce qui est nécessaire pour éviter les pertes de focus. Les dialogues formulaires prennent la même forme que les formulaires papier: l'effort de structuration est fourni au préalable. Cette structure explicite l'organisation des éléments et met en relief les relations qu'ils entretiennent, ce qui facilite et accélère leur entrée, leur manipulation, la validation, etc.

Les principaux dispositifs médiatiques analogiques sont le livre de papier d'un côté, et la bande magnétique défilant devant une tête de lecture de l'autre. Une fois ces dispositifs transposés dans le contexte des médias interactifs, l'interactivité permise est essentiellement réactive. Par exemple, les pages des livres numérisés contiennent des boutons qui permettent de passer à la page suivante ou précédente, la page qui reprend la table des matières permet d'accéder sélectivement au contenu. De même, la technique qui permet de contrôler le visionnement des vidéos ou des animations transfère elle aussi des schèmes analogiques dans le monde numérique : on y retrouve la télécommande avec les boutons qui contrôlent le " défilement " (avant, arrière, pause, arrêt) et la vitesse (normale, accélérée ou ralentie).

Il est souhaitable de laisser le dialogue à l'initiative du système lorsque le système est utilisé par un grand public ni formé ni entraîné (comme le guichet automatique ou les bornes interactives), ou encore lorsque le système implique un niveau haut d'expertise, mais est manipulé par un novice. Le dialogue suit alors une séquence rigide, conditionnée par les réponses antérieures. Ainsi, par exemple, les guichets automatiques font précéder la distribution des billets du retrait de la carte pour minimiser le risque que les gens oublient leur carte après avoir empoché l'argent retiré. Cette approche se révèle surtout pertinente lorsque les interacteurs sont



inexpérimentés ou que les tâches ne sont pas fréquemment effectuées. Dans le contexte des médias interactifs, certains services informationnels offerts par les grands portails Web établissent ce type de dialogue avec l'utilisateur, tout comme la télévision interactive.

Le *menu* est la forme la plus commune de dialogue laissé à l'initiative du système. L'interacteur se voit présenté à la fois un texte explicitant les consignes ou la question, et l'ensemble des réponses, habituellement présentées ligne par ligne et précédées d'un numéro, servira à l'interacteur devant alors faire son choix.

4.2.3 L'interaction proactive

La navigation est une forme d'interaction *proactive*. Ce mode d'interaction plus libre invite l'utilisateur à s'impliquer davantage que lorsque l'interaction est réactive. La navigation est le type d'interaction propre au dispositif de l'hypertexte et de l'hypermédia (cf. 1.6.5) Elle est beaucoup pratiquée pour accomplir certaines tâches intellectuelles comme l'exploration encyclopédique, la formulation d'hypothèses, la prise de décision, la simulation et même la création.

Il y a interaction proactive lorsque l'interacteur se voit offrir un accès non linéaire aux unités de contenu (récit ou information), qui permet de les parcourir et de les assembler à sa façon. Le nombre de permutations possibles est toujours très élevé; toutefois, les associations retenues parmi toutes celles qui sont possibles doivent présenter un certain intérêt pour retenir l'attention de l'interacteur.

Comparés au cinéma ou, dans une certaine mesure, à l'imprimé, on dit que les hypermédias seuls permettent d'accéder de façon non linéaire au contenu. De prime abord, cette affirmation est discutable, car au cinéma et dans l'imprimé, on retrouve bel et bien des oeuvres non linéaires. En effet, c'est là une des caractéristiques de l'esthétique postmoderne, fondée entre autres sur la fragmentation et sur le mélange. Il suffit de penser aux films de David Lynch ou aux textes de Borgès, pour ne nommer que deux artistes qui transgressent par toutes sortes de figures l'ordre spatio-temporel des événements qui constituent l'histoire.



Une certaine forme de linéarité est par ailleurs incontournable au plan cognitif: notre attention baisse lorsque trop de stimuli se présentent simultanément à nous ; les informations s'assimilent les unes après les autres. Plutôt que de parler d'accès non-linéaire au contenu, il faudrait plutôt dire qu'il est libre, ou sous-déterminé. En fait, le renversement est complet : la séquentialité des éléments de contenu est non plus le fait de l'auteur, mais de l'utilisateur qui devient interacteur. L'utilisateur voit son rôle traditionnel d'interprète des contenus doublé d'un second rôle: il doit désormais choisir, ordonner et structurer les contenus.

Aujourd'hui, après plus de vingt-cinq années d'expérimentation, force est de constater que la non linéarité annoncée (ou bien encore, comme on le propose ici, la liberté de construction et de sélection) ne se retrouve pas dans la très grande majorité des oeuvres ou des productions qui empruntent cette forme d'interactivité proactive.

Dans les faits, cette idéologie de la sous-détermination a priori de la structure s'est toujours heurtée à l'effet de désorientation que provoquent ces pratiques chez les utilisateurs. Les liens non pertinents sont assimilés à du bruit, et détournent l'attention du but poursuivi, ce qui provoque souvent le désintérêt. De plus, les utilisateurs sont habitués à recevoir et à assimiler les informations qui leur sont transmises, et non pas à prendre en charge leur élaboration, voire leur structuration. Pour éviter cet écueil, les hypertextes et les hypermédias sont *contraints*, c'est-à-dire que les liens entre les segments ou les écrans sont établis a priori, à partir d'une structuration d'ensemble planifiée et explicitée, le plus souvent sous la forme d'une table des matières.

Les liens entre les segments constituant le réseau hypermédia sont souvent représentés sur un plan en 2D, ce qui permet d'appréhender la totalité du réseau; la navigation s'en voit facilitée. Ces spatialisations (sur fond d'images abstraites ou concrètes) sont un peu les « cartes géographiques » des espaces médiatiques. Apparaissent alors les index alphabétiques ou thématiques, plus ou moins hiérarchiques, traduits en arborescences, parfois emboîtés, exprimés par une suite



de menus: par cette avancée, on commence vraiment à s'émanciper du modèle traditionnel qu'est le livre.

Cela dit, l'absence de points de repère et surtout la *discontinuité* du contenu ont dérouté plus d'un interacteur, habitués qu'ils étaient à un accès structuré. Petit à petit s'est imposée l'idée que plus l'hypermédia contraignait les associations proposées, plus il gagnait en intelligibilité. C'est ainsi que l'hypertexte a fini par ne plus répondre à l'idéologie qui l'a fait émerger, c'est-à-dire la préférence pour la minimisation d'interdépendance hiérarchique, et la promotion d'une liberté de trajectoire. L'hypertexte est devenu un dispositif neutre dans sa structure et dans sa finalité, ce qui a permis à l'ordinateur d'accéder au statut de média pour le grand public.

Tous les documents du Web ou produits avec Hypercard ne permettent pas une interaction proactive. En effet, il est possible de reproduire la " bonne vieille " interaction réactive avec la technologie de l'hypermédia. Même si cette démarche peut sembler au premier abord régressive, elle se révèle parfois plus adaptée aux intentions sous-tendant la communication médiatique.

4.2.4 L'interaction adaptative

L'*interaction adaptative* est une variante évoluée d'interaction réactive. Elle emprunte des technologies et des méthodologies aux recherches menées en intelligence artificielle, comme la modélisation de l'interacteur et les moteurs d'apprentissage. Il y a interaction adaptative lorsque, dans n'importe quelle séquence, le système prend en compte les réponses antérieures au cours du dialogue dont il a l'initiative. Le système s'adapte ainsi aux réponses précédemment fournies lorsque, par exemple, les choix présentés à l'interacteur varient en fonction du chemin déjà parcouru, ou encore en fonction d'un trait de personnalité, d'une capacité particulière ou d'une certaine sensibilité détectée au cours du dialogue.

L'interaction adaptative nécessite que l'interacteur soit modélisé parallèlement au traitement proprement dit. Cette modélisation s'opère par un composant qui analyse les actions de l'interacteur en temps réel (au cours de leur déroulement), à partir



des traces laissées par le gestionnaire du dialogue, de manière à y détecter certaines caractéristiques récurrentes. Une fois accomplie, cette analyse permet de catégoriser le profil ou le comportement de l'interacteur, catégorisation qui sera utilisée pour adapter, particulariser ou personnaliser les dispositifs dialogiques. Modéliser ainsi l'interacteur peut se révéler très intéressant; par exemple, cela permet, entre autres, d'adapter la matière à enseigner aux performances effectives de l'apprenant. Lorsqu'une personne communique avec un système informatique, la création d'un modèle de l'interacteur permet d'adapter la forme et le contenu du dialogue, les énoncés échangés, ou bien les autres dispositifs d'interaction : fenêtres, menus, clés, etc.

Modéliser l'interacteur ne veut pas dire que l'on reconstitue le modèle que l'interacteur se fait du programme informatique ou du multimédia interactif. La modélisation se fait au plan cognitif : il s'agit de reconstituer schématiquement et de représenter les processus et les structures mentales que mobilise le programme. Ce n'est pas une mince affaire: beaucoup s'y sont cassé les dents, car cette reconstitution passe par une observation minutieuse de l'interacteur, et l'observateur doit avoir à la fois une solide formation et un grand bagage en psychologie. Les coûts sont donc énormes par rapport aux résultats obtenus. De plus, les caractéristiques observées chez l'interacteur doivent pouvoir être détectées seulement dans le cadre des actions qu'appelle le système. Or, beaucoup de paramètres importants ne peuvent être relevés de cette manière. Par exemple, il est très difficile d'évaluer le sérieux ou la sincérité de l'interacteur, puisque le système n'a pas accès aux informations externes au dialogue proprement dit : le ton de la voix, le regard, la bouche sèche, les mains moites, etc.

4.2.5 L'interaction immersive

Parallèlement à l'interaction fonctionnelle s'est développée une interaction de type *immersif*. L'augmentation de la puissance et de la vitesse des ordinateurs y a contribué. Comme on le rappelait déjà plus haut, le terme " immersion " désigne littéralement l'expérience physique qui consiste à être submergé dans l'eau, et, par métaphore, en est venu à décrire l'expérience d'un interacteur momentanément



coupé du monde réel qui l'entoure, pour être plongé dans un autre « monde », qui n'est rien d'autre, en fait, qu'une simulation audiovisuelle. L'effet de présence — mesurable — est ressenti à cause d'une stimulation simultanée et synchronisée aussi bien au plan visuel qu'au plan auditif. Au plan visuel par une succession d'images fixes, qui recréent un environnement de manière dynamique et réaliste sur la surface bidimensionnelle d'un écran, au plan auditif par la panoramisation des sources sonores en fonction du mouvement.

Cet effet de présence propre au spectacle (cf. 5.6), à la fois physiologique et psychologique, peut se définir comme l'illusion de *l'absence de médiation* que provoque une expérience médiatisée. Cette illusion de non médiation s'explique par un blocage temporaire de notre fonction de « monitoring » de la réalité. C'est précisément cette fonction qui se trouve altérée lors des perceptions sans stimuli que sont les hallucinations.

L'interaction immersive étend les stimulations sensorielles de l'audiovisuel au toucher, et le corps *entier* de l'interacteur devient récepteur, puisque celui-ci se retrouve former système avec un « monde de référence » simulé par l'ordinateur. Les médias interactifs à interaction immersive développent de véritables « mondes cybernétiques », dont il sera question en détails dans le chapitre suivant.

Au lieu de parler d'*accès à l'information* à partir de l'interface d'une machine à contenu, on parlera plutôt d'*expérience immersive* lorsqu'on a affaire à un environnement de synthèse qui n'a d'existence que médiatique, c'est-à-dire à une « réalité virtuelle ».

S'immerger directement dans un monde dont la représentation est suffisamment complète pour y découvrir rapidement par essai-erreur la manière d'adapter ses interactions, c'est une expérience que l'interacteur trouve plaisante, et même enrichissante. Le récit, conçu jusque là comme une suite d'actions qu'accomplissent des personnages, se trouve transmuté en un espace, un monde de représentation livré à l'exploration de l'interacteur.

4.3 La métaphore



Une *métaphore* sous-tend l'interface graphique à manipulation directe. Cadre représentationnel commun aux différents objets, il joue un rôle unificateur au niveau de l'écran entre les fenêtres, les menus et les autres constructions que manipule l'interacteur. Examinons de plus près la définition de cette figure de rhétorique qu'est la métaphore, passons en revue les différents types de métaphore, et voyons comment elle est interprétée au plan cognitif.

4.3.1 Nature et fonction de la métaphore

La métaphore joue un rôle-clé dans les interfaces graphiques à manipulation directe, parce qu'elle fournit le *thème* de la représentation à l'écran. Le mot «métaphore» dérive du grec *metaphora*, qui signifie « transport », au sens matériel comme au sens abstrait. Le terme est utilisé par Aristote dans *la Poétique* (1457 b) pour décrire une certaine opération de langage. « La métaphore, écrit-il, est le transport à une chose d'un nom qui en désigne une autre, transport ou du genre à l'espèce, ou de l'espèce au genre, ou de l'espèce à l'espèce, ou d'après le rapport d'analogie». La métaphore est d'abord et avant tout une importante figure de rhétorique, discipline qui étudie l'organisation du discours (cf. chap. 8). Elle désigne le procédé par lequel un mot ou une expression reçoit, dans une phrase, un sens différent de celui qu'il ou elle possède dans son usage courant. Dans le domaine des études littéraires, ce terme est très chargé sémantiquement, et a fait l'objet de nombreux débats ; il n'en va pas de même dans le contexte des interfaces personnes contenu, où son sens est assez bien circonscrit.

Au début des années 1980, dans un livre intitulé *Metaphors We Live By*, Lakoff et Johnson ont montré le rôle clé que jouent les métaphores dans la compréhension en général et lors de l'apprentissage en particulier. En faisant appel aux expériences déjà acquises, les métaphores rappellent des structures interprétatives appropriées pour appréhender une nouvelle situation ou de nouvelles connaissances. C'est par inférence que s'opère la transformation de l'ancien savoir, que convoque la métaphore pour l'appliquer à la nouvelle situation.



Dans le domaine des interfaces, la métaphore déplace le cadre interactionnel dans la représentation d'un domaine ou d'un univers de référence, qui fournit à l'utilisateur les objets qu'il devra manipuler pour effectuer des tâches sur la représentation. En même temps, elle focalise sur certains objets tirés de cet univers de référence, nécessaires au contrôle du programme informatique. Le recours à des " mondes métaphorisés " fournit un contexte connu par rapport au mode conversationnel propre à l'ordinateur, et ainsi facilite l'utilisation tout en favorisant l'auto-apprentissage. À partir de sa connaissance de l'univers métaphorisé, la personne émet des hypothèses sur le monde qu'il lui faut apprendre, les vérifie, et en complète sa représentation initiale. Avec la métaphore, l'utilisateur est ainsi à même de déduire les comportements attendus par le système informatique sans apprentissage, à partir de l'univers de référence de la métaphore, si celui-ci lui est familier du moins. De même, la métaphore fournit un cadre interprétatif qui permet d'appréhender la réaction ou le résultat que fournit le système informatique. L'utilisateur reçoit des stimulations conformes à l'univers métaphorisé, et développe des stratégies interactionnelles adéquates aux contraintes de cet univers qu'il connaît déjà. C'est pourquoi les représentations métaphoriques des objets doivent se comporter comme les objets réels dont ils tiennent place à l'écran.

La métaphore tire sa puissance du rapport entre la représentation en tant que telle et ce qui est représenté. Les métaphores réussies sont abstraites et stylisées; la relation suggérée par la métaphore se fonde davantage sur une analogie que sur une équivalence stricte. La distance et l'abstraction sont nécessaires pour que le rapport se révèle efficace au plan de l'interaction.

La métaphore permet de partager les contextes interprétatifs en établissant un cadre et un horizon d'attente mutuel entre l'utilisateur et l'ordinateur. La métaphore informe l'utilisateur de ce que le système peut faire. Elle permet à l'utilisateur de construire un modèle mental du système ou de l'espace informationnel, et d'imaginer les transactions potentielles. Le succès des transactions est tributaire de la cohérence des différents composants de la métaphore, ainsi que de la consistance de la métaphore tout au long de son interaction.



Pour établir une métaphore, il faut d'abord identifier les *aspects* de la machine abstraite qui doivent faire l'objet d'une représentation métaphorique. Ensuite, à travers un processus à la fois systématique et créatif, il faut trouver un contexte concret ou abstrait, unifié si possible, déjà connu des utilisateurs-cibles. Ce contexte comporte une situation, certains des objets utilisés pour l'interaction, et un espace qui sera ensuite transposé à l'écran. Une liste de métaphores potentielles peut être générée par le concepteur en trouvant des contextes qui permettent d'établir des correspondances entre certaines des situations communes dans ce contexte, et les énoncés qui décrivent la tâche. Une fois la métaphore sélectionnée, il faut en produire une représentation verbale et/ou graphique soit picturale, soit iconique.

4.3.2 Types de métaphores

Prenons le processus par l'autre bout. Une fois rendue dans l'interface, la métaphore consiste en un espace visuel et sonore de synthèse, projeté sur la surface plane de l'écran. Cet espace est composé de zones d'affichage et d'objets iconiques et/ou textuels, la plupart du temps regroupés de manière à constituer des *menus*, qui présentent l'ensemble des possibilités d'interaction offertes à l'utilisateur. La métaphore des premières « applications » logicielles trouve directement et littéralement sa source dans les machines ou les objets jusque là utilisés pour accomplir la tâche désormais informatisée : le « dessus de bureau » pour le gestionnaire de fichier (*Finder* chez Macintosh et plus tard *Windows* chez Microsoft), la machine à écrire pour les traitements de texte, le grand livre des comptes pour les chiffriers, la boîte de fiches pour les bases de données, la table de montage pour les logiciels tels que Director, Pro Tools, Final Cut, AVID, etc.

Dans le cas de la classe de médias interactifs que constituent les machines à contenu, la métaphore porte sur le dispositif et sur la tâche à accomplir. La métaphore des premières machines à contenu provient d'un autre média plus ancien : l'imprimé, le cinéma, etc. Pour l'imprimé, la métaphore sera la page de papier, et les interactions sont celles qui caractérisent l'imprimé: tourner les pages, consulter la table des matières, les différents index, etc. Pour la vidéo, la



représentation métaphorique sera le magnétoscope et l'écran, et les interactions consistent à contrôler le défilement d'une bande magnétique virtuelle.

Dans le domaine des machines à contenu, la représentation métaphorique du dispositif de navigation dans le contenu prend, concrètement ou abstraitement, la forme d'un poste de pilotage d'un véhicule de navigation, avec un panneau de contrôle, et un hublot ouvert sur l'extérieur qui permet d'afficher le contenu (le vaisseau spatial est un exemple).

Les métaphores spatiales sont les mieux adaptées à la navigation hypermédiatique dans des bases de données, qui acquièrent ainsi le statut d'espace informationnel. Recourir à la spatialisation pour renforcer la rétention et le rappel de connaissances n'est pas du tout nouveau. Le grec Simonides construisait des *Palais de la mémoire* dès le 6^e siècle av. J.-C. Les spécialistes de la cognition s'entendent pour dire que les métaphores spatiales augmentent la pensée. Le rapport spatial est dit *concret* lorsqu'on recourt à une imagerie faite d'éléments familiers. Il en va ainsi des métaphores architecturales. Par exemple, une tour à bureau représente métaphoriquement une base de données de documents administratifs, et les transactions s'y font à partir des éléments habituels : on accède aux différentes sections que représentent les bureaux regroupés en étages au moyen d'un ascenseur, en parcourant les différents corridors, en ouvrant les portes, etc. Ce type de métaphore fonctionne particulièrement bien dans des situations d'initiation et d'apprentissage de base, ainsi que pour des services dispensés à un public très large, incluant ceux qui ont le regrettable statut d'analphabètes fonctionnels. Le rapport spatial est dit *analogique* lorsque la métaphore met en relation un espace informationnel et un autre type d'espace, avec lequel il partage certaines caractéristiques. Par exemple, le système solaire (avec ses nébuleuses, galaxies, etc.) est utilisé métaphoriquement pour naviguer dans une très grande base de données hiérarchisées. La carte géographique est un autre exemple de métaphore analogique.

Pour les machines à contenu qui racontent des histoires, la métaphore sera empruntée aux décors et aux accessoires du scénario. Quant aux machines à



contenu de type poétique, la métaphore sera de type plastique, et l'espace représenté par une image ou par une forme complexe, dont les subdivisions seront animées ou fixes. Dans cette veine, Brenda Laurel suggère de voir dans le théâtre une métaphore de l'ordinateur dans son ouvrage intitulé *Computer as Theater* (1991).

4.3.3 La métonymie

Dans les interfaces à manipulation directe, la métaphore implique certaines entités opératoires, à savoir les « icônes ». Celles-ci sont dotées d'une représentation graphique, accompagnée d'une empreinte sonore, et parfois d'une cinétique; son comportement est déclenché par l'interaction. Sa représentation graphique de même que son empreinte sonore doivent, en tant que partie du tout, être consistantes et cohérentes avec la métaphore. Le terme « métonymie » est aussi une figure de la rhétorique. Du grec *metonumia* qui signifie littéralement « changement de nom », la métonymie consiste à représenter un tout par une de ses parties ; ici, ce tout, c'est la métaphore. La métonymie peut aussi établir une analogie restreinte, de point à point. Par exemple, les icônes représentent les différentes possibilités de navigation. Les icônes ont ainsi un double rôle : d'une part, elles renforcent la représentation de la métaphore, et d'autre part, elle réalise l'interactivité avec le dispositif informatique.

Les icônes doivent à la fois renforcer le cadre de référence de la métaphore et avoir un caractère propre. De cette manière, elles offrent à l'interacteur une signalisation claire, essentielle au succès de l'interaction. Les icônes doivent être mnémotechniques, c'est-à-dire faciles à repérer, à identifier et à mémoriser par la combinaison de leurs attributs visuels (comme la forme, le motif, la couleur), leur emplacement, ainsi que par leurs attributs sonores et cinétiques. Les icônes ne sont pas « lues » comme le texte; elles sont plutôt perçues de manière globale. Les personnes balayent les lignes de textes de façon séquentielle, en une succession de mouvements des yeux courts et rapides appelés *saccades*, suivis de périodes d'arrêt appelées *fixations*. Les sujets sont néanmoins capables de détecter les éléments



graphiques dans leur vision périphérique, sans toutefois pouvoir en distinguer les détails.

Ce qui permet de discerner l'objet, ce n'est pas la valeur absolue des paramètres visuels — les formes, les traits, les couleurs — ou des paramètres sonores — le volume, la hauteur, l'amplitude du son. C'est la *différence* relative qui fait qu'une forme se démarque de l'arrière-plan, perçu comme diffus. Différentes valeurs de ces paramètres sont utilisées pour surcoder l'information véhiculée par les icônes. Pour que la discrimination (le mécanisme perceptuel sur lequel se fonde ce principe de codage) fonctionne immédiatement et sans trop d'erreurs, le nombre de valeurs alternatives par dimension d'encodage doit être limité, tout comme le nombre de dimensions. Le pouvoir que les couleurs exercent sur l'attention est particulièrement fort. Cela en fait un moyen privilégié pour différencier certaines zones dans l'écran et pour renforcer les associations ou les distinctions entre les différents objets. L'animation ajoute une dimension expressive qui permet d'encoder des informations supplémentaires, telles la finalité de l'icône, ou encore l'effet de l'interaction.

Le terme " icône " est à la fois spécifique et vague. Il est spécifique quant au domaine d'utilisation: les icônes sont des graphiques utilisés dans les interfaces pour permettre l'interaction entre la personne et l'ordinateur. Il est toutefois vague parce que l'icône tient à la fois du pictogramme et de l'idéogramme. D'un point de vue sémiologique, le pictogramme fonctionne plus sur le mode du symbole, alors que l'idéogramme, quant à lui, fonctionne plus sur le mode du signe.

Le pictogramme est un dessin stylisé ou schématique. La stylisation réduit ou simplifie la forme picturale tout en étant le fruit d'une recherche esthétique de type linéaire. Les redondances sont réduites au profit de la suggestion, après évaluation quantitative des stimuli employés. La schématisation est aussi réductrice, mais elle vise à capter les traits typiques, qu'elle modélise avant d'en donner une représentation formelle ou abstraite. Le schéma est produit par l'analyse, acte de connaissance qui permet d'extraire du sensible des éléments de forme et l'information à partir desquels, par abstraction successive, s'élaborent des strates de complexité, qu'expriment des représentations de plus en plus symboliques.



L'idéogramme est un pictogramme, mais sa simplification relève du formalisme conceptuel. C'est précisément cette démarche qui consiste à réduire les formes de manière systématisée et codifiée qui a conduit dans le passé à l'écriture.

L'idéogramme prend la valeur d'un mot tout entier, et représente un être ou un objet. Il peut aussi évoquer des termes abstraits par association d'idées. Par exemple, le pictogramme « étoile » devenu idéogramme signifie étoile, mais aussi dieu, haut, être haut, etc. Ce signe figuratif à l'origine de tous les systèmes écrits a été longtemps maintenu comme tel en Égypte, alors que les autres systèmes d'idéogrammes sont devenus alphabétiques. Le mode de référence de l'idéogramme ne relève plus de la métaphore ou du syncrétisme symbolique comme le pictogramme, mais est abstrait ou conceptuel. En effet, la conception graphique de l'idéogramme, même si elle demeure figurative, est ostensiblement dissociée de toute référence réaliste. De plus, l'idéogramme est formellement déterminé par son calibrage, c'est-à-dire par la norme qui lui attribue une place identique à celle des autres symboles sur la surface de l'écran.

Composants de la métaphore, les icônes permettent à l'utilisateur d'effectuer des interactions. À cet effet, la représentation graphique est associée à des comportements que déclenche l'interaction. Parmi ces comportements, le *feedback* confirme, chose essentielle, que l'interaction a ou n'a pas eu lieu. Cette représentation graphique peut être modifiée temporairement ou définitivement, en tout ou en partie, lors d'un événement de survol ou par un clic de souris. Elle se caractérise par certaines propriétés : coordonnées à l'écran, dimensions, empreinte sonore, animation, etc. Elle peut être associée à d'autres comportements; par exemple, elle peut exploser lorsqu'elle est déplacée par l'utilisateur, entre en collision avec un autre objet, etc.

En dernière analyse, le caractère plus ou moins réussi des représentations iconiques dépend de la qualité du recouvrement du symbole par rapport au concept, à l'objet ou à l'action. Les icônes peuvent créer des ambiguïtés picturales et perceptuelles. Elles ne véhiculent pas toujours la signification souhaitée. Parfois, pour les interpréter correctement, l'utilisateur doit non seulement reconnaître la métaphore,



mais doit en outre avoir construit un modèle mental adéquat des conventions propres aux interfaces personnes système, des structures de données, des traitements et même parfois des intentions du développeur.

4.4 L'interacteur

Formellement, le multimédia interactif a déjà été défini: c'est un programme informatique qui produit certaines stimulations audiovisuelles en réponse à une action de l'utilisateur, variant en fonction de ce qu'il perçoit à l'écran. Etant donné l'importance de ce protagoniste dans l'interaction, explorons les différentes facettes du concept d'interacteur : aspect cognitif, neuronal, mental et psychologique. Ce faisant, on développera une approche fondée sur la *gratification* comme renforcement de la motivation à interagir.

4.4.1 Le processeur humain

Dans leur ouvrage intitulé *La psychologie de l'interaction personne ordinateur* (1983), Card, Moran et Newell proposent d'appréhender ce phénomène dans une perspective cognitive, à partir d'un modèle où l'utilisateur est conçu comme un « processeur humain ». Ils appliquent à la personne humaine le modèle de la machine. Ce faisant, ils renversent la perspective des systèmes experts développés en intelligence artificielle. Les systèmes experts ont été consacrés à la résolution de problèmes par un traitement d'informations symboliques sur une base de faits à partir d'une base de règles. Penser l'homme à partir d'un type de programmes informatiques conçus en reproduisant les fonctions cognitives humaines, c'est instituer une circularité troublante. Toutefois, cette conception extrêmement réductrice de la personne humaine a le mérite de mettre une série de traitements cognitifs pertinents pour l'interaction personne ordinateur en évidence, et de mener à une méthode d'analyse des tâches qui permet de générer des interfaces de la meilleure qualité possible. Dans le chapitre consacré à l'énonciation de l'information, on discutera en détails de l'*écologie cognitive*, autre approche à la cognition, plus adaptée aux personnes.



Le processeur humain comprend trois sous-systèmes interdépendants : les systèmes sensoriels, le système moteur et le système cognitif. Chacun de ces systèmes dispose d'une mémoire et d'un processeur dont les performances se caractérisent par sa capacité (par le nombre d'éléments mémorisés), par sa persistance (par le temps qu'il faut pour que la probabilité de retrouver un élément d'information tombe en dessous de 0.5), et par le type d'information mémorisée (physique, symbolique, etc.). Le système sensoriel désigne un ensemble de sous-systèmes spécialisés dans le traitement de phénomènes physiques détectables appelés « stimuli ». Les stimuli sont codés dans la mémoire sensorielle, puis transférés vers la mémoire à court terme. Quand celle-ci est saturée, les informations ne sont plus transmises et se dégradent. Le système moteur est responsable des mouvements; ceux-ci ne sont pas continus, mais bien constitués de séquences de micromouvements. Le système cognitif comprend la mémoire à court terme, utilisée durant le traitement de l'information, et la mémoire à long terme, lieu de stockage des connaissances.

Lorsque les stimuli sont transférés vers la mémoire à court terme, ils sont amputés de leurs caractéristiques physiques pour prendre une forme symbolique, et ainsi acquérir le statut d'information. Les informations qui proviennent de la mémoire à long terme sont des agrégats activés par le processeur cognitif. Ces agrégats constituent des unités cognitives abstraites, qui prennent une forme symbolique et peuvent être associées à d'autres unités. La capacité de la mémoire à court terme est estimée à 7 plus ou moins 2 agrégats selon les personnes. Lorsqu'elle est saturée, l'activation de nouveaux agrégats efface les agrégats qui n'ont pas été récemment réactivés. On appelle ce genre de conflit « interférence ». Les interférences dégradent l'information. La persistance des informations dans la mémoire à long terme est infinie ; celles-ci y sont structurées en réseaux d'agrégats qui représentent *des connaissances factuelles*, qui constituent le savoir, et des *connaissances procédurales*, qui constituent un savoir-faire.

Le modèle présenté permet de reproduire avec un automate à états finis un comportement « rationnel », fondé sur l'union des buts à atteindre, de la structure



de la tâche à accomplir, et de la connaissance requise. Variantes de la résolution de problème, ces tâches sont analysées en termes de But, d'Opérateur, de Méthode et de Résolution de conflit. Un *but* est une structure symbolique qui définit un état recherché ; y est associé un ensemble de *méthodes* qui conduisent à cet état. Les buts sont organisés de façon hiérarchique : un but complexe est atteint lorsque plusieurs sous-buts sont satisfaits, et cette décomposition s'opère récursivement jusqu'à atteindre les buts élémentaires, réalisés par l'exécution d'une suite d'*opérateurs*.

Un *opérateur* est une action élémentaire, dont l'exécution provoque un changement d'état mental de l'utilisateur ou de l'environnement, à partir de mécanismes de base (sensoriels, moteurs ou cognitifs). Résultat d'une expérience acquise, une *méthode* décrit le procédé ou la stratégie qui permet d'atteindre un but. Cette description prend la forme d'une suite conditionnelle de sous-buts et d'opérateurs; les conditions réfèrent au contenu de la mémoire à court terme et à l'état de l'environnement. Lorsque plusieurs méthodes permettent d'atteindre un même but, une règle de sélection permet de résoudre ces conflits.

Ce genre de planification hiérarchique avait déjà été implantée dans le *General Problem Solver* (cf. 4.6. ?), et fut ensuite systématisée par E. D. Sacerdoti. Cette technique de résolution de problèmes convient aux domaines où la dynamique et les faits imprévus n'interviennent pas. Mais la réalité d'un individu et de son environnement, complexe à souhait, est bien au contraire remplie d'imprévus auxquels il faut s'adapter. Ainsi, le raisonnement linéaire qui caractérise ce genre d'approche descendante (*top-down*) ne produit de bons résultats que lorsque les éléments d'un problème sont totalement maîtrisés. En cas de difficulté, il faut changer de stratégie, et partir de l'observation de l'environnement pour déterminer les actions à entreprendre. Alors, l'approche est dite *ascendante (bottom-up)*.

Ainsi, pour être un tant soit peu robuste, une théorie cognitive de l'action devrait comporter un composant d'adaptation à l'environnement, caractérisé par deux aspects complémentaires : *l'assimilation* et *l'accommodation*. Assimiler, c'est



modifier l'environnement pour qu'il corresponde à soi. S'accommoder, c'est changer de manière à correspondre à l'environnement.

4.4.2 La cognition

Les sciences cognitives ne se résument pas au modèle qui vient d'être exposé, calqué sur le fonctionnement de l'ordinateur. Ces disciplines veulent décrire, expliquer et, le cas échéant, simuler la cognition, c'est-à-dire l'ensemble des dispositions et capacités principales de l'esprit humain : l'*attention*, la *perception* (surtout par la vision), la *mémoire*, l'*apprentissage* de connaissances ou de croyances nouvelles à partir d'un noyau initial ; le *raisonnement* par inférence déductive ou inductive, la *résolution de problème*, la *prise de décision*, le *traitement des langues naturelles*, la *coordination motrice* et la *planification des actions*. Ces disciplines sont nées dans les années 1960, alors que le contexte scientifique était fortement marqué par la naissance de l'informatique, et par le développement des notions et des techniques de traitement formel de l'information. Cette approche viendra contrebalancer l'approche behavioriste alors dominante en psychologie.

Théorie psychologique développée par John Watson en 1913, le *behaviorisme* provoqua une rupture dans le champ de la psychologie, jusque là fondée sur l'introspection, et qui trouvait son accomplissement dans la psychanalyse. Le behavioriste propose de se limiter aux faits, aux comportements observables, et ensuite de formuler les lois qui régissent ces faits et ces comportements uniquement. C'est ainsi que, dans le rôle d'objet d'observation, les « états mentaux » seront remplacés par les « comportements » qui ont, eux, le statut honorable de « faits », ce qui conférait à la psychologie le statut de science. Après ce changement radical, les entités « métaphysiques » — l'âme, l'esprit, mais aussi la conscience — étaient désormais bannies du vocabulaire.

Le comportement se définit comme une « réponse » ou une « réaction » déclenchée par un événement défini de l'environnement, appelé « stimulus ». L'objectif principal de la psychologie behavioriste est de construire une théorie unifiée du comportement qui soit capable de rendre compte de tous les phénomènes observés



à partir d'un nombre limité de principes, de postulats ou de lois, aussi bien chez l'animal que chez l'homme, en mettant l'accent sur les phénomènes d'apprentissage, et sans faire appel à aucun mécanisme interne.

Le « conditionnement » est une autre notion qu'ont beaucoup développée les behavioristes, et en premier lieu Ivan Petrovitch Pavlov (1849-1936). Le mécanisme fondamental du conditionnement est une *substitution* : au départ, un stimulus Si suscite une réponse R; après le conditionnement, un stimulus Sc suscite désormais la même réponse R. Burrhus Fredric Skinner (1904-1990) a également développé la notion de conditionnement. Skinner observe que certains comportements du sujet produisent des modifications détectables dans son environnement, et qu'en contrôlant rigoureusement ces modifications, on peut sélectionner les conduites pertinentes, et les faire se répéter au moyen de programmes de renforcement.

Le behaviorisme a été beaucoup décrié à cause des excès qui ont caractérisé son application à l'apprentissage, et au comportement verbal surtout (Skinner, 1957). Noam Chomsky (1928-) a d'ailleurs réfuté les thèses de Skinner sur le comportement verbal en 1959. Il n'en reste pas moins vrai qu'à un certain niveau, l'analyse des comportements et ses applications demeurent pertinentes.

Contrairement aux behavioristes qui n'acceptaient de voir aucune médiation entre le stimulus et la réponse, les cognitivistes définissent le cerveau comme un dispositif qui permet à l'organisme de s'adapter mieux au milieu extérieur, de par sa capacité à traiter l'information venue de l'environnement. Ce traitement prend place entre l'activité des organes récepteurs (les sens), et le comportement. Ce genre de traitement est plus souple et plus efficace que le simple réflexe ou la simple association. Selon les cognitivistes, les humains sont capables de se construire des représentations du monde extérieur, car ils peuvent traiter de l'information même lorsqu'elle est absente, grâce à l'apprentissage et à la mémoire. Organisées et stockées en mémoire, ces représentations sont convoquées par le sujet et incorporées à l'information actuellement perçue. Elles peuvent être aussi être convoquées pour elles-mêmes, indépendamment de toute perception.



Pour les cognitivistes, le comportement se définit comme une suite d'actions commandées par des buts, et non pas une série de réponses déclenchées par des stimulus. La survie de l'humain dépend de sa capacité à sélectionner l'information pertinente, et à ignorer ou oublier l'information qui ne l'est pas. En fait, cette approche cognitive n'en reste pas moins réductionniste, dans la mesure où les sciences cognitives tentent de caractériser les processus « supérieurs » de l'intelligence humaine à un niveau dit *fonctionnel*, c'est-à-dire indépendamment de leur réalisation matérielle dans le système biologique.

Pour les psychologues cognitivistes, l'activité psychique ne peut pas s'expliquer en ne prenant en compte que le niveau biologique. Il est nécessaire de postuler l'existence d'un niveau psychologique spécifique, de représentations symboliques, qui se superposent au niveau physique des états mentaux. Les transformations que subissent les états mentaux sont décrites comme des calculs logiques sur les représentations symboliques dont ils sont porteurs. Un organisme agit intelligemment dans son environnement en se formant des représentations — associations de percepts à des symboles — et en les modifiant. Ce faisant, il tient compte d'une part de la spécificité de sa personne, de sa culture, de ses croyances, de ses désirs, et, d'autre part, de la particularité du contexte qui détermine les buts que servent ces représentations.

Le calcul sur les représentations est essentiellement *fonctionnel*. Il détermine les relations qu'entretiennent les symboles les uns avec les autres, sans tenir compte de leurs référents. Les sciences cognitives superposent un niveau sémantique à ce niveau essentiellement computationnel ou syntaxique. Le niveau sémantique rend compte du contenu et de l'objectif de l'activité sous forme de représentations mentales. Les représentations mentales sont des constructions théoriques qui sont utilisées pour expliquer, comprendre et prédire le comportement des individus. Ces représentations mentales sont modelées et transformées par des processus qui permettent aussi de les stocker, de les restituer et de les grouper par inférence.

Il existe deux types de représentations bien distincts. D'une part, les *représentations procédurales* sont liées à l'*utilisation* d'un savoir, et ne peuvent être



restituées indépendamment de cette fonction. D'autre part, les *représentations épisodiques* mettent des événements en relation, en permettant ainsi d'utiliser l'information pour elle-même. Les régularités de l'environnement font se répéter les expériences, ce qui mène à l'élaboration de *catégories*. Objet de nombreuses études, les catégories voient leur nom varier selon les auteurs: certains définissent les catégories comme des *prototypes*, c'est-à-dire comme des concepts définis par un ensemble de propriétés, et dont les instances ont des valeurs particulières; d'autres y voient des *schémas*, c'est-à-dire des ensembles de connaissances relatives à des situations données ; d'autres encore définissent les catégories comme les *croyances de base* requises pour se représenter les conditions générales, ou catégorielles, de l'expérience (cf. 6.12.4).

La psychologie cognitive a montré combien la représentation mentale que les utilisateurs se forment d'une application informatique est importante, et ont étudié ses mécanismes sous-jacents. L'étude de cette représentation est fort utile au moment d'élaborer le design fonctionnel et la signalétique de la communication entre la personne et l'ordinateur. Ce modèle du « traitement de l'information » n'explique toutefois d'aucune manière l'attraction ou la répulsion qu'exerce le design d'une interface sur les individus. En effet, en spécifiant le plus précisément possible leur objet d'étude, les sciences cognitives ont fini par laisser de côté les aspects des individus qui doivent pourtant être pris en compte dans la relation entre l'ordinateur et l'utilisateur : ses motivations, ses émotions et sa personnalité.

4.4.3 Les besoins et la motivation

Entre l'approche scientifique des behavioristes fondée sur activité réflexe et, plus tard, celle des cognitivistes basée sur le traitement symbolique de l'information ou encore l'approche introspective que pratiquent les psychanalystes, une troisième approche sera développée dans les années 1950. Il s'agit de la *psychologie humaniste*, développée, entre autres, par Abraham Maslow (1908-1970). Pour Maslow, les personnes ne sont jamais totalement contrôlées, ni par des forces mécaniques, ni par les pulsions inconscientes. Dans son livre intitulé *Motivation and Personality*, (1954) Maslow développe une approche centrée sur la dynamique du



comportement, vue non pas comme une dysfonction, mais comme une réalisation totale du potentiel de la personne.

Pour rendre compte de l'ensemble des motivations humaines, l'approche psychanalytique recourt à la théorie des pulsions. Par la sublimation, les personnes substituent à un but et à un objet sexuels primitifs de nouveaux buts et de nouveaux objets, « éventuellement » plus estimés des autres hommes. Ainsi, par sublimation, la libido deviendra « pulsion de vie » et par neutralisation, l'agressivité devient « pulsion de mort ». Pour comprendre les propriétés dynamiques des comportements humains conformément à cette approche, il faut prendre en compte 1) les comportements d'exploration et les comportements déviants ; 2) les normes culturelles, qui sont différentes des phénomènes comportementaux naturels, et qui imposent aux individus des cadres précis pour leur valorisation narcissique et pour leur domination au sein de la société ; 3) les représentations, et enfin 4) les mécanismes de sublimation et de neutralisation. Les différences inter-individuelles tiennent non seulement aux possibilités héréditaires et au milieu d'une façon générale, mais également à la capacité de chacun de sublimer l'énergie libérée des conflits névrotiques et de tolérer la frustration.

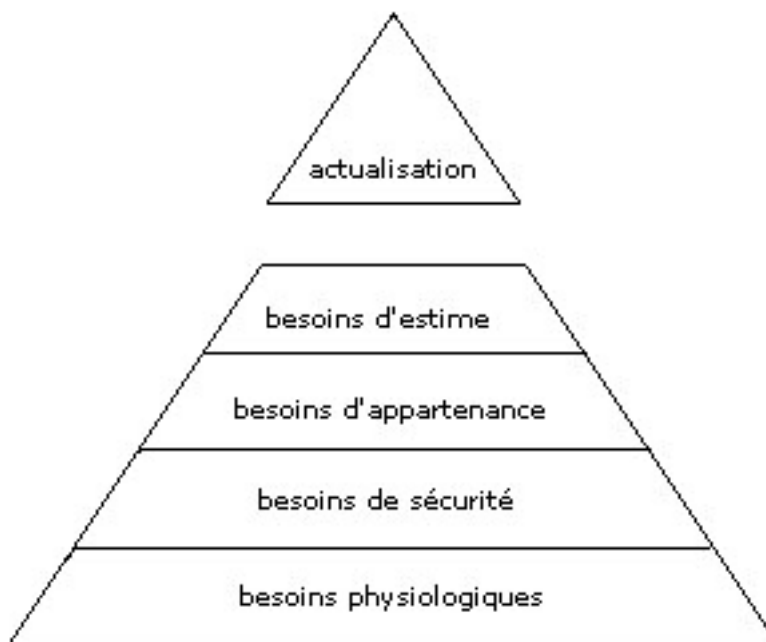
La notion de *besoin* joue un rôle fondamental dans les théories du comportement. Les behavioristes avaient pensé que toutes les motivations humaines pouvaient se réduire soit à des motivations primaires, innées, soit à des motivations secondaires, acquises par un jeu de conditionnements en partie sociaux. Dans les approches centrées sur l'activité réflexe, le besoin résulte d'un déséquilibre entre l'organisme et le milieu, c'est-à-dire à une rupture de l'homéostasie. Ce déséquilibre engendre une activité qui vise à réduire ce déséquilibre. Les objets qui permettent de réduire le besoin sont appelés *incitateurs*. Ces objets déterminent l'activité qui vise à leur acquisition. La notion d'incitation est au cœur de la dynamique du besoin qui conditionne le déclenchement de l'activité ainsi que son orientation. La communication publicitaire travaille sur l'incitation par la séduction ou par la conviction, de manière à induire, chez l'individu, un besoin qui prend la forme d'un



manque à combler ou d'un état à atteindre, en vue duquel il faut s'empresse d'agir pour retrouver son équilibre.

Cette conception présuppose que l'état naturel de l'organisme serait l'inactivité ou la passivité. A ce titre, elle a été très critiquée. On y a opposé l'idée que l'organisme est spontanément actif, sans qu'un stimulus extérieur ne soit nécessaire pour le mettre en activité. Dans l'approche humaniste, le besoin se définit plutôt comme l'action orientée vers l'obtention de buts spécifiques qui permettent de réaliser le potentiel humain. On distingue classiquement les *besoins primaires*, liés à des déterminants physiologiques innés tels que la faim, la défécation, la reproduction, et les *besoins secondaires*, qui se voient spécifier à partir de l'expérience et des habitudes acquises par l'organisme dans son environnement.

La contribution majeure de Maslow à la théorie des humains, ce sont les concepts de hiérarchisation des besoins, et d'actualisation de soi par les métabesoins et par les expériences marquantes. Cette hiérarchie des besoins se représente sous la forme d'une pyramide.



À la base de la pyramide, il y a les besoins de l'organisme directement liés à sa survie : l'oxygène dans l'air, l'équilibre du pH, l'eau potable, la nourriture, la



constance de la température corporelle, le sommeil, l'évacuation et la reproduction. Ce sont là les besoins les plus forts, car s'ils ne sont pas assouvis, la personne meurt. Le niveau suivant reprend les besoins qui assurent la sécurité de la personne : l'ordre, la structure, les limites, la stabilité, la quiétude et la protection. Lorsque ces besoins ne sont pas comblés, la personne panique ou, du moins, ressent de l'angoisse. Au troisième niveau, on trouve les besoins d'appartenance à un groupe, à une collectivité : l'amour, l'affection, la solidarité. Lorsque ces besoins ne sont pas satisfaits, la personne souffre de solitude, d'aliénation, d'ennui. Les besoins du quatrième et avant dernier niveau touchent au respect et à l'estime de soi. La personne a besoin d'un niveau élevé d'estime de soi — qu'assure le respect des autres — pour se sentir satisfaite, confiante, compétente, appréciée, indépendante et libre. Le besoin d'estime de soi est le moteur qui guide la recherche d'un statut, de la gloire, de la reconnaissance, de l'attention, de l'appréciation, de la dignité ; paradoxalement, ce besoin va jusqu'à la recherche de domination. Lorsque ces besoins ne sont pas comblés, la personne se sent inférieure aux autres, faible, mésadaptée, abandonnée et sans valeur. Les besoins du premier bloc, jugés essentiels à la survie, sont motivés par un déficit: si l'on n'a pas assez de quelque chose, on en ressent le besoin.

L'idée de Maslow est que l'individu qui ne peut satisfaire les besoins d'un certain niveau atteint une limite qui l'empêche de passer aux niveaux suivants. Ainsi, lorsqu'arrive une catastrophe ou une guerre, les personnes sont habitées par le besoin de se nourrir, de se chauffer, d'éviter les blessures, plutôt que tiraillées par le besoin d'obtenir une mention à la remise de leur diplôme ou de décrocher une promotion.

Tout en haut de la pyramide, détachés du socle pour marquer la différence, on trouve les besoins touchant à l'actualisation. Ils définissent les besoins qu'a la personne de devenir ce qu'elle croit pouvoir devenir. L'accomplissement de soi est un processus continu, qui n'est pas motivé par la survie, mais par la croissance. L'actualisation de soi passe par la satisfaction des besoins premiers — explorer, connaître et comprendre — et des besoins esthétiques — la symétrie, l'harmonie,



l'ordre et la beauté. A partir d'une analyse qualitative d'individus ayant atteint le niveau d'actualisation de soi, Maslow propose quelques généralisations. Selon lui, ces personnes peuvent se pencher sur des problèmes extérieurs à elles; elles ont un bon jugement et peuvent distinguer ce qui est vrai de ce qui est faux; elles sont tolérantes, spontanées, créatives, et ne sont pas trop attachées aux conventions sociales. Pour ces personnes, les difficultés sont perçues comme des obstacles à surmonter, et non pas comme des fatalités que l'on est condamné à subir.

Au niveau de l'actualisation de soi, Maslow place aussi les métabesoins. Ceux-ci sont en fait des valeurs humanistes introduites ainsi dans le domaine de la psychologie : la vérité plutôt que la malhonnêteté, le sacré plutôt que le diabolique, la beauté et non la laideur ou la vulgarité, l'harmonie, l'unicité, la perfection, la complétude, la justice, l'ordre, la simplicité, la richesse, l'indépendance. Par ailleurs, les personnes qui tentent de s'accomplir vivent parfois des expériences marquantes, qu'il s'agisse d'amour, de compréhension, de mystique, de bonheur, d'extase, d'harmonie, etc.

Comme on peut le constater, la compréhension de la personne, jusque là mécaniciste, se voit dotée par cette approche d'une nouvelle dimension, très importante pour la conception d'interfaces entre les personnes et les ordinateurs, et plus spécifiquement pour les contenus des médias interactifs. Cette approche permet d'appréhender les besoins de l'utilisateur auxquels répond l'œuvre ou la production. Quelques exemples. Tel jeu offre à voir un monde dans lequel la progression de l'utilisateur varie en fonction de sa capacité à résoudre des énigmes. Ce jeu répond au besoin de réalisation de soi. Tel monde rempli d'images lugubres et macabres, de cris et de bruits effrayants vient activer le besoin de sécurité. Telle communauté virtuelle qui rassemble autour d'une thématique donnée un groupe de personnes dispersées dans le monde active un besoin d'appartenance. Tel jeu exige une adresse sans faille pour résister aux pièges et aux ennemis et ainsi atteindre l'objectif de la quête dans un labyrinthe. Ce jeu satisfait un besoin d'estime de soi, etc.

4.4.4 Les émotions



Au plan biologique, les manifestations neurovégétatives des émotions sont très variées, et se caractérisent par des réactions physiologiques quantifiables. Celles-ci peuvent affecter le système nerveux central (par les modifications de l'électro-encéphalogramme), le système cardio-vasculaire (accélération cardiaque, augmentation de la pression sanguine ou autres phénomènes de vasoconstriction et dilatation), le système digestif (bouche sèche, troubles gastriques et intestinaux, régulation des sphincters), le système hormonal (production d'adrénaline et d'autres substances biochimiques, surtout révélées par les analyses du sang ou des urines); la température et la conductance cutanée peuvent aussi être affectées.

Cependant, toutes ces variations physiologiques s'observent à des degrés divers dans toutes les actions. Mais certaines de ces variations sont extrêmes ou, au moins, significatives. D'un point de vue affectif, les émotions sont souvent mises en opposition et polarisées positivement ou négativement: la joie, la colère ; le désir et le dégoût ; le plaisir et le désagrément ; la peur et l'audace, etc. À toute émotion correspond une excitation. Certaines réactions sont plus accentuées dans la peur : pression systolique, vitesse du pouls, réflexes psychogalvaniques, ou encore dans la colère : pression diastolique, baisse de la température de la peau de la main et du visage. Les réactions de peur se trouvent plus particulièrement associées à une forte sécrétion d'adrénaline, et les réactions de colère à une forte sécrétion de noradrénaline. Ces augmentations se mesurent relativement à un continuum entre des pôles opposés. Les sécrétions d'adrénaline se retrouvent aussi dans les émotions de joie. La conception de l'émotion, elle, varie considérablement selon les époques et selon les modèles explicatifs de la personne.

Au livre II de la *Rhétorique*, Aristote décrit chaque « passion » en trois temps. Il dénombre d'abord les dispositions durables qui la favorisent; ensuite, il énumère le genre de personnes envers lesquelles on ressent ordinairement cette émotion ; enfin, il dénombre les objets sur lesquels l'émotion peut porter. Sont passés en revue la colère, le calme, l'amitié, la haine, la crainte, l'assurance, la honte, l'impudence, l'obligeance, la désobligeance, la pitié, l'indignation, l'envie et l'émulation. Ni vertus ni vices, ces « passions » s'entendent en dehors de toute



dimension éthique, et se définissent comme les causes accompagnées de plaisir ou de peine des jugements différents que les hommes portent aux autres, aux choses et aux situations.

Dans sa *Critique de la faculté de juger* (1790), Emmanuel Kant (1724-1804) propose de distinguer radicalement émotions et passions. Alors que les émotions, tempétueuses et irréfléchies, se rapportent simplement au sentiment, les passions, durables et réfléchies, appartiennent à la faculté de désirer et constituent des penchants qui rendent difficile ou impossible toute gouvernance des personnes par des principes. Ainsi, l'indignation comme la colère est une émotion, mais la haine, qu'anime un désir de vengeance, est une passion.

Dans la perspective darwinienne, l'émotion doit s'expliquer à partir du mécanisme d'adaptation, c'est-à-dire par la tendance des individus à s'adapter aux situations qui se présentent à elle. L'intensité de l'émotion est proportionnelle à la difficulté à s'adapter à la situation. L'émotion émerge lorsque les exigences de cette situation sont disproportionnées par rapport aux possibilités de la personne, c'est-à-dire lorsqu'il y a un trop grand décalage entre ce que la situation exige de ses capacités perceptives et cognitives d'une part, et son répertoire de réponses disponibles d'autre part.

D'un point de vue fonctionnel, les émotions sont liées aux motivations. En effet, les sentiments et les motivations caractérisent tous nos comportements, qu'il s'agisse d'une simple manifestation de besoins biologiques ou au contraire de conduites très socialisées. Une perception s'accompagne toujours d'émotions qui engendrent une motivation. Les termes « motivation » et « émotion » viennent tous deux du latin *movere*, mais l'é-motion signifie littéralement que nous sommes mus hors de nous-mêmes, c'est-à-dire troublés. Cet aspect excessif de l'émotion, constamment recherché par les amateurs de spectacles, est particulièrement important dans la conception médiatique.

Une école de psychologie expérimentale américaine, et un de ses membres en particulier, Ogden R. Lindsley (1922 -), ont proposé de situer l'émotion sur un continuum d'activation, qui va de l'absence totale d'émotion jusqu'à l'émotion



intense (caractérisée par la stimulation la plus intense). Il y aurait émotion lorsque le système nerveux est activé par l'action des stimulations sur la substance réticulée et sur les formations profondes du cerveau (hypothalamus et thalamus). Ces formations régulent l'éveil, l'attention et le niveau d'activité (du niveau du sommeil à l'activation la plus extrême). Ainsi, une stimulation de plus en plus forte suscitera d'abord, chez l'individu, des réactions d'attention qui améliorent ses performances, et peut aller ensuite jusqu'à provoquer des conduites excessives engendrant un désordre psychologique, comme la rage.

L'approche psychanalytique freudienne définit les émotions comme des processus de décharge, qui peuvent être éveillés aussi bien par la perception que par la remémoration, et dont la source doit être recherchée dans les conflits inconscients. La présence d'émotions parfois très fortes dans les rêves constitue un retour du refoulé. Parmi les forces instinctives refoulées, les émotions sexuelles jouent un rôle considérable ; elles sont *sublimées*, c'est-à-dire détournées de leur but sexuel, et orientées vers des buts socialement supérieurs, qui n'ont plus rien de sexuel. Freud a aussi montré le rôle des émotions conditionnées. Pour lui, les états inconscients d'un sujet peuvent déclencher des émotions dans des situations où d'autres sujets réagissent efficacement ; en d'autres mots, en intériorisant de plus en plus certaines situations émouvantes, le sujet se trouve le plus souvent devant les conflits de type évitement, parce que, pour lui, il n'existe pas de réponses adaptées.

Psychanalyste au départ proche de Freud, Wilhelm Reich (1897-1957) considère le corps et l'esprit comme indissociables, ce qui en fait le père des thérapies psychocorporelles. Pour lui, cette unité corps-conscience est assurée par la circulation de l'énergie vitale. Les dysfonctions proviennent de ce que cette énergie ne circule plus. Dans les années 1930, il met au point une technique de travail sur le corps, qu'il appelle végéto-thérapie, car elle sollicite le système nerveux végétatif. L'idée est que nous réagissons aux variations de notre environnement en mettant sous tension nos tissus musculaires, conjonctifs, organiques, etc. Par exemple, suite à une agression (un trauma), un individu serre les fesses, bloque son diaphragme (ce qui lui coupe le souffle), rentre la tête dans les épaules, serre les dents, etc. Tout



cela grâce à une mobilisation énergétique qui fait augmenter la tension tissulaire jusqu'à un point critique; la détente ne peut se réinstaller qu'en diminuant la charge énergétique. Lorsque l'agression dépasse les capacités d'adaptation, lorsqu'elle est répétitive, la mobilisation musculaire devient chronique, la tension devient permanente, et s'inscrit dans le système végétatif tout comme les émotions qui y sont associées. La thérapie consiste à solliciter les muscles volontaires par des mobilisations spécifiques (*acting*), afin d'obtenir une certaine décharge énergétique qui s'accompagne de souvenirs et d'émotions. La répétition des *acting* finira par libérer complètement la zone, à condition que les émotions libérées soient amenées à la conscience.

Plus récemment, dans le courant de la psychologie évolutionniste (Johnson-Laird 1988 ; Nesse 1990 ; Plutchick 1984 ; Scherer 1993 ; Tooby 1987 ; Tooby et Cosmides 1990), les émotions sont conçues non pas comme des agents désorganiseurs du comportement, mais plutôt comme des modes d'opération spécifiques du cerveau, qui coordonnent les changements physiologiques, cognitifs et comportementaux. Les émotions se définissent comme des programmes qui harmonisent le fonctionnement des nombreux mécanismes qui composent l'esprit, afin de résoudre les problèmes adaptatifs que soulèvent les situations qui se présentent au sujet. Les émotions sélectionnent un nombre limité de modes d'action, ce qui permet de faire face rapidement à un problème ou à une situation de manière adaptative, en coordonnant certains sous-systèmes habituellement indépendamment les uns des autres. Cela peut se faire sans devoir longuement délibérer, ce qui est habituellement le propre de la résolution consciente de problèmes. De plus, l'expression des émotions joue donc un rôle important dans la coordination sociale. Les caractéristiques expressives du visage, de la voix et de la posture du corps sont autant de messages qui informent autrui sur la manière dont nous nous sentons, ou sur nos réactions à leurs actions. Nos émotions leur fournissent un feed-back sur leurs actions, ce qui leur permet éventuellement de modifier leur projet d'action d'origine, et les informent également sur nos dispositions à agir.



Pour terminer sur les émotions, décrivons certaines d'entre elles.

Le plaisir est une émotion agréable, provoquée par la satisfaction d'un besoin physiologique, intellectuel ou esthétique. Cette émotion est fondamentale dans le comportement, car elle contribue à le renforcer. La joie est aussi une émotion agréable, mais est provoquée par un objet qui éveille le rire. Le rire est un mouvement de la bouche et des muscles faciaux qui s'accompagne parfois d'expirations saccadées plus ou moins bruyantes. Il provoque une dilatation physique, procure sensation de libération, d'ouverture respiratoire — " rire à gorge déployée " —, relâche les muscles lisses (" rire à pisser dans sa culotte "). La joie provoque donc un relâchement confiant de la tension, fondée sur le sentiment que l'on contrôle la situation.

La peur provoque une profonde excitation, qui se transforme en réaction d'évitement et de peur, ou bien encore en agressivité. Cette émotion est déclenchée par une menace, soit d'autrui, soit de l'environnement, ou bien par la nouveauté. On sait par expérience que les stimulations émouvantes perdent ce caractère une fois qu'elles sont répétées, car la nouveauté se voit alors émoussée, et l'on a appris à y faire face. Au lieu de s'adapter à la situation, la personne peut développer des réactions d'anxiété, à la source de véritables névroses.

L'angoisse provoque une constriction physique et éveille une sensation d'étau au niveau de la tête, une sensation d'étouffement au niveau respiratoire (boule à la gorge), une constriction vasculaire (angine de poitrine), ou une contraction sur le plan digestif (boule épigastrique, constipation).

Lorsqu'un obstacle apparaît sur le chemin qui mène au but, une réaction émotive de frustration prend place, s'exprimant le plus souvent par de l'agitation, de l'agressivité et de la colère, surtout si l'obstacle est une personne et non un objet. Lorsque l'obstacle s'avère insurmontable, le sujet retourne ses réactions contre lui : il y a alors frustration, inhibition, régression, accompagnées de troubles neurovégétatifs.

La tristesse est une émotion désagréable que provoque une perte, une douleur ou une insatisfaction relationnelle. La tristesse se caractérise par un affaissement des



traits du visage, un regard sans éclat, un écoulement de larmes. Le déplaisir est une émotion qui répète une expérience organique de la douleur, et détourne systématiquement l'attention « ailleurs ». Lorsque l'attention est détournée de manière répétée, il y a refoulement. La honte est également une émotion pénible, qu'éveille un sentiment d'infériorité. L'individu honteux se sent diminué à ses propres yeux et/ou aux yeux des autres, parce qu'il a manqué à un code de conduite : honneur, morale, etc.

4.4.5 La personnalité

La personnalité définit, en quelque sorte, le centre de la personne. L'histoire personnelle formant une suite de crises, de choix et de décisions, la personnalité n'est jamais acquise une fois pour toutes. Notre personnalité est source de conflits avec autrui, et lieu de luttes pour la reconnaissance. L'adaptation est le mécanisme qui préserve l'intégrité de la personnalité et nous prémunit de la folie. Elle procède d'une transformation d'un grand nombre de détails de la vie. La personne pressent, ressent, situe, pointe, intègre, ingurgite, s'approprie une quantité de ces détails et les intègre à sa personnalité ; elle en choisit certains, d'autres lui sont imposés de force par la société. L'adaptation de notre personnalité est donc un long et lent travail d'appropriation, de distanciation toujours repris, transformé, déformé et reconstitué.

Constamment, la personne est soumise au flux des échanges avec les autres et des situations environnantes. Sans cesse, elle doit s'adapter, s'approprier, rejeter ou remanier certains points de vue, certains objets, certaines croyances qui deviennent tout à coup désuets, inadaptés face aux changements constants de l'environnement interpersonnel, familial ou social. C'est à ce prix que son identité reste stable. Ses liens d'appartenance s'organisent en cercles concentriques d'intimité : conjoint, famille, amis, collègues de travail, voisins, concitoyens, etc. Ils constituent les frontières protectrices de la personne, favorisent l'adaptation ou soulignent la mésadaptation. Le groupe structure l'individu à travers un mécanisme d'identification, de compétition et de miroir. Il lui renvoie une image de lui-même, parfois différente de celle que la personne se forge d'elle-même. Cette image



sécurise l'individu, le conforte dans son image ou, au contraire, l'oblige à changer, à s'adapter.

La théorie behavioriste définit la personnalité comme une somme de comportements, réductibles à des relations entre stimuli et réponses. Elle rejette toute idée de structure ou d'unité et, dans sa forme extrême, réduit l'individu à « des centaines d'habitudes indépendantes et spécifiques ». En revanche, pour les psychanalystes entre autres, la personnalité se conçoit comme une configuration particulière de traits de caractère, qui en font un individu distinct de tous les autres.

Dans *Software Psychology: Human Factors in Computer and Information Systems* (1980), Ben Sneiderman développe quatre dichotomies, tirées de la théorie des types de personnalité de Carl Jung (1875-1961), pour décrire les types de personnalité des *interacteurs* :

1) extroversion/introversion: l'*extraverti* met l'accent sur les stimuli extérieurs, aime la variété et l'action, alors que l'*introverti* préfère les situations familières, se fie à ses propres idées et se satisfait du travail solitaire ;

2) déduction/intuition: le *déductif* aime établir des routines, excelle dans les travaux de précision et prend plaisir à appliquer des capacités qu'il a déjà, alors que l'*intuitif* aime résoudre de nouveaux problèmes et découvrir de nouvelles relations entre les éléments, mais déteste consacrer du temps à la recherche de la précision ;

3) observation/décision: l'*observateur* aime apprendre à partir de nouvelles situations, mais redoute de prendre des décisions; les *décideurs*, au contraire, aiment établir soigneusement des planifications d'action et les mettre en application, même si de nouveaux faits peuvent venir modifier la finalité de l'action ;

4) sensation/raison: le *sensible* prête attention aux émotions d'autrui, cherche à lui plaire et s'entend bien avec à peu près tout le monde; le *rationaliste* ne s'occupe pas des émotions, peut traiter autrui de façon impersonnelle et aime placer les choses dans un ordre logique.

Pour décrire une facette ou l'autre de la personnalité de l'interacteur, on peut employer de nombreuses autres échelles psychologiques avec pertinence dans des



contextes d'interaction. Par exemple, on peut prendre en compte la tendance à l'agir ou au pâtre, la tendance à prendre des risques ou à les éviter, la tendance à poser des gestes réfléchis ou impulsifs, le niveau bas ou élevé d'anxiété, le niveau de motivation, la tolérance basse ou élevée face au stress, à l'ambiguïté, le niveau de compulsion, etc.

4.5 L'interface

En génie chimique, en mécanique des fluides, en océanographie, ou encore en microbiologie, le terme *interface* désigne la surface qui constitue la frontière (commune) entre deux matières ou espaces. Dans le domaine des machines, des organisations et des groupes, ce même terme désigne un espace, une région ou une pièce d'équipement où les interactions entre deux systèmes prennent place, qu'il s'agisse d'organisations ou de personnes. Habituellement, lorsqu'il est question d'interface, l'accent est mis sur deux aspects complémentaires. Premièrement, l'accent est mis sur l'aspect fonctionnel — est-ce que ça fait ce que c'est censé faire ? tout ce que c'est censé faire ? de façon efficace ? Deuxièmement, on focalise sur l'aspect plastique — est-ce compréhensible ? est-ce design ? Lorsque l'interface ne s'entend plus comme le lieu de contrôle, mais comme un lieu de dialogue et d'actions réciproques entre personnes et machines, l'accent est déplacé vers l'aspect *systémique* de la relation entre les personnes et les machines, dans un contexte de co-réalisation d'une tâche.

Dans le domaine spécifique des médias interactifs de type machine à contenu, tout comme dans le domaine plus général de tous les systèmes informatiques, l'interface comprend une collection d'objets, d'outils, d'énoncés linguistiques et d'affichages. Ainsi, l'interface ne constitue pas seulement une entité physique. Elle inclut aussi les symboles et les mots qui servent à désigner les concepts (actions et objets). Suivant la conception machinique typique, l'interface présente un écran découpé en différents menus, des regroupements de boutons d'items identifiés par des mots ou par des icônes, et enfin un ou plusieurs espaces de visualisation.



Les ordinateurs sont précis. Leur mémoire et leur capacité de traitement ne connaissent pas les failles. Les agents humains, au contraire, ont une capacité de mémoire limitée, éprouvent des difficultés à acquérir de nouveaux savoirs, ont des gestes maladroits, voient leur attention baisser. Mais d'un autre côté, elles sont aussi capables d'effectuer des actions dont le contrôle échappe aux algorithmes, dans un environnement complexe et hostile. Au moment de concevoir des interfaces personnes ordinateurs, on doit faire face à un dilemme : d'un côté, plus ils sont puissants, plus ils sont complexes et, du coup, plus ils exigent une formation et un entraînement élevé; d'un autre côté, plus ils sont simples, plus le cadre imposé à l'interaction est restreint et rigide.

Il existe plusieurs dispositifs principaux d'interaction ; ceux-ci sont abordés dans la section suivante. Ensuite, on présentera les deux modèles de conception, à savoir *l'analyse de tâche* et *l'approche « usage et gratification »*. On en viendra ensuite au processus de design et de développement, abordé sous l'angle pratique. Puis l'on discutera de l'ergonomie cognitive et de ses lois principales ; on conclura en évaluant ces différentes interfaces au plan pratique.

4.5.1 Les dispositifs d'interactions

Les dispositifs d'interactions sont parfois vues comme des *prothèses*, au sens orthopédique du terme, c'est-à-dire comme un appareil ou un dispositif qui doit servir à prolonger ou carrément à remplacer un organe, un membre ou une partie de membre. Bien que de nature différente, les prothèses exercent une fonction analogue au membre qu'ils remplacent. Dans le domaine des médias interactifs, les prothèses remplacent les organes de notre appareil moteur par lesquels nous entrons en contact avec l'environnement physique, et qui nous permettent d'explorer cet environnement, de le transformer. Ces prothèses établissent le contact de la même manière que ces organes moteurs, mais, cette fois, l'environnement est numérique. Dans les deux cas, l'adaptation fonctionnelle joue un rôle de premier plan. Les dispositifs d'interaction des machines à contenus sont le clavier, la souris et l'écran tactile.



Le *clavier* fut le premier dispositif d'interaction et resta seul dans ce rôle pendant plusieurs années. C'est le descendant d'un autre type de machine, le *dactylographe* (ou machine à écrire). Cette machine comportait un clavier dont les touches (ou clés) étaient associées à des marteaux, organisés de façon à ce que le doigt enfonce une clé, et active ainsi le marteau correspondant à la lettre inscrite sur cette clé. Le marteau vient frapper la feuille au travers d'un ruban imbibé d'encre, et, en même temps, fait avancer le chariot qui soutient la feuille, afin de préparer la frappe suivante.

Le clavier d'ordinateur hérite des contraintes propres à la technologie de la dactylo. Ainsi, les clés sont agencées "à la QWERTY", nom formé à partir des six premières lettres de la première rangée. Développé dans les années 1870 par C. L. Sholes, cet agencement devait ralentir la vitesse de frappe de manière à éviter le plus possible que les marteaux très rapprochés s'entrechoquent pendant la manœuvre. La solution consistait à éloigner autant que possible les lettres les plus fréquemment utilisées et à les répartir par paires, de manière à augmenter la distance à parcourir par les doigts, ce qui, du coup, ralentissait la frappe.

D'autres approches furent élaborées, mais elles n'ont jamais été implantées à une large échelle en raison du coût cognitif et financier qu'exigerait un tel changement de la part des agents et des institutions. Par ailleurs, peu de personnes bénéficieraient de ce genre de changement, car la plupart des utilisateurs de l'ordinateur ne connaissent pas la dactylographie, et tapent sur le clavier avec deux ou trois doigts seulement, habituellement les deux index.

Le clavier de la dactylo était doté d'une clé en particulier, la majuscule, qui avait pour fonction de faire monter l'ensemble des marteaux. Cela permettait d'imprimer deux caractères différents avec une même clé, habituellement la minuscule et la majuscule d'une même lettre. Certaines clés, placées en haut et aux extrémités du clavier, servaient à imprimer les chiffres et les signes diacritiques, ce qui permettait d'utiliser les accents et la ponctuation. Au principe de la majuscule, le clavier de l'ordinateur contemporain ajoute encore deux ou trois autres clés. Nommées « control », « alternate » et « command », ces clés viennent modifier le caractère



attribué à une touche. Avec ces trois clés, il est non seulement possible d'imprimer les 127 caractères de la norme ASCII étendue, mais aussi de formuler des commandes de façon très concise, dont la syntaxe varie parfois avec le programme utilisé. Pour la plupart des programmes, la combinaison " CONTROL + 0 " déclenche l'ouverture d'un document, la combinaison " CONTROL + P " démarre l'impression, etc. Ce genre de procédé est pratique, mais exige un effort de mémoire de la part de l'utilisateur.

C'est pourquoi une combinaison de clés est rarement utilisée seule. Généralement, il s'agit d'un raccourci clavier d'une commande qui peut aussi être déclenchée à partir d'un menu. Le raccourci clavier est généralement repris à côté de l'item correspondant du menu, ce qui en favorise la mémorisation. Par exemple, à côté de l'item « Nouveau ^N » du menu « Fichier », apparaît le circonflexe qui représente graphiquement la clé CONTROL. Au début, chaque application avait son propre jeu de combinaisons de clé pour déclencher des commandes pourtant à peu près identiques. Certaines lignes directrices ont alors été proposées par l'industrie, notamment par Apple, de manière à uniformiser les combinaisons de clé. Les claviers d'ordinateur comportent désormais sur la dernière partie du haut une série de clés dites *clés de fonctions*, nommées F1, F2, etc. qui permettent d'exécuter directement certaines commandes. Le clavier a donc été utilisé de façon mixte, à la fois pour commander l'impression de caractères et pour formuler certaines commandes. Plusieurs applications et jeux, dont le très populaire traitement de texte *Word* de Microsoft, permettent à l'utilisateur de définir ou de redéfinir à sa guise certaines séquences de clés pour exécuter les commandes qu'il désire.

La *souris* fait basculer du mode d'interaction dialogique vers la manipulation directe (cf. 4. ?. ?). La position de la souris est référencée à l'écran par une icône spécifique nommée *curseur*. Cette icône indique l'action qui peut être accomplie à l'aide de la souris : une flèche pour la sélection, un I d'insertion pour écrire du texte, et différents symboles d'outil- crayon, pointe de pinceau, gomme, etc. pour la conception graphique. La souris facilite et fluidifie l'interaction. Il est plus facile de déplacer un objet avec un bouton que de formuler une commande paramétrée à



l'aide des nombreuses touches étroites d'un clavier. La souris rend l'interaction " littérale ", ce qui facilite d'autant l'appréhension mentale de ce processus. Copier un fichier sur une disquette se fait, littéralement, en sélectionnant l'icône du fichier et en glissant effectivement celle-ci sur l'icône du disque. La souris peut compter plusieurs boutons, qui peuvent se voir assigner l'une ou l'autre fonction de sélection : double-click, bouton constamment enfoncé, etc.

La souris permet d'accomplir efficacement différents types d'action. Premièrement, elle permet de sélectionner simplement un item au moyen d'un click, d'en sélectionner une région déterminée par le point du click, de déplacer le pointeur en gardant le bouton enfoncé, ou encore d'opérer une sélection additive ou soustractive lorsque le click est accompagné d'une clé, habituellement la majuscule.

Deuxièmement, elle permet de positionner une fenêtre, une icône, ou un bloc de texte. Troisièmement, elle permet d'insérer une ligne, une forme géométrique ou une séquence de caractères dans un dessin ou un texte. Les souris de la deuxième génération comptent des boutons supplémentaires qui peuvent se voir assigner des commandes normalement réalisées au clavier. Elles incluent aussi une roulette qui permet de dérouler facilement la fenêtre active.

Les *écrans tactiles* permettent de directement toucher les objets symbolisés à l'écran avec les doigts. On en trouve dans les ordinateurs situés dans les espaces publics et destinés au grand public, et dont le dispositif complet constitue ce qu'on appelle une *borne interactive*. Les écrans tactiles sont pratiques mais sont aussi contraignants. Tout d'abord, la zone sélectionnable tactilement doit être d'une grandeur supérieure à la pointe du doigt. Ensuite, au niveau du curseur, la flèche qui indique la position de la souris dans l'écran doit être légèrement décalée lorsque l'écran est tactile, car il pourrait être complètement recouvert. L'écran tactile convient toutefois lorsque toutes les options peuvent être offertes en même temps à l'écran, et se révèlent pratiques pour accomplir des tâches relativement simples et répétitives.

4.5.2 L'analyse de tâche



Les médias interactifs se basent sur l'ordinateur qui, avec eux, devient média. Transmettre de l'information ou de la connaissance (cf. chap. 6) ou raconter une histoire (cf. chap. 7): tels sont leurs rôles principaux. Lorsqu'ils sont utilisés à d'autres fins (éducatives ou ludiques la plupart du temps), les médias interactifs peuvent rejoindre ou non ces deux activités communicatives de base, et y ajouter d'autres modalités, comme la réalisation d'activités. Prenons deux exemples. Dans une production consacrée à l'apprentissage de l'observation des oiseaux, on retrouvera, à côté d'une section d'information sur chacun des oiseaux, une section qui accompagnera la réalisation effective de la démarche d'identification. Dans un jeu d'aventure, on retrouvera un cadre historique qui viendra contextualiser la quête, mais l'activité centrale consistera à dépister les ennemis et à les contourner, à les neutraliser ou à les détruire avant que ceux-ci ne s'en prennent à nous et nous mettent ainsi hors-jeu.

Dans tous ces cas, il est nécessaire de procéder à une analyse de tâche de manière à bien circonscrire l'interface nécessaire pour accomplir l'activité proposée. L'analyse de tâches consiste en une description formelle ou semi-formelle des tâches que l'utilisateur accomplira avec une interface. Les besoins reliés à chacune de ces tâches doivent être spécifiés en termes d'actions et d'information. Doivent être reprises les actions et les informations nécessaires pour l'accomplissement de cette tâche, aussi bien du point de vue de l'utilisateur que de celui du système. Menée conjointement à une caractérisation psychologique de la personnalité des utilisateurs, cette analyse s'avère essentielle pour bien comprendre le contexte de la communication entre la personne et l'ordinateur.

L'analyse de tâche consiste à décrire de manière détaillée l'ensemble des objectifs qu'un utilisateur peut vouloir atteindre au travers d'une interface donnée, ainsi que les conditions nécessaires à leur réalisation. Cette analyse peut être effectuée selon plusieurs méthodes. Parmi celles-ci, on compte l'analyse de verbalisations enregistrées lorsque les sujets accomplissent cette tâche, l'analyse de cas connus et documentés adéquatement, l'étude des mouvements accomplis dans le temps et le dépouillement de questionnaires.



L'analyse de tâche consiste (a) à décomposer une tâche complexe en une hiérarchie de sous-tâches moins complexes, décrites en fonction des buts qui doivent être atteints, (b) à décrire le *plan* donne la séquence suivant laquelle les sous-tâches doivent être accomplies et (c) à énumérer les conditions qui doivent être satisfaites avant d'entreprendre les actions menant aux buts. Une fois que la structure logique de la tâche complexe est représentée par une arborescence de sous-tâches, il faut identifier l'information dont l'utilisateur a besoin pour les accomplir. La décomposition récursive d'une tâche en sous-tâches jusqu'aux actions primitives pose la question de savoir quelle granularité doit avoir l'action primitive. En décomposant trop, on multiplie les étapes qui mènent à l'accomplissement d'une tâche, alors qu'à l'inverse, décomposer trop peu empêche que soient réalisées toutes les actions souhaitées. Les actions accomplies fréquemment doivent être distinguées de celles qui le sont occasionnellement. Les premières devront être d'accès facile, et le déroulement des secondes devra être particulièrement explicite, de manière à faciliter leur accomplissement. Pour chaque action, il faut dresser un inventaire des objets affectés. Aussi bien les tâches que les objets seront représentés par des « objets d'interfaces » : menus, palettes d'icônes. L'analyse de tâche ne doit pas s'en tenir au niveau conceptuel: l'enquête doit révéler la manière dont les utilisateurs cibles pensent, communiquent et interagissent avec le monde qui les entoure.

4.5.3 L'approche « usage et gratification »

On vient d'exposer l'approche cognitive au développement d'interface. Celle-ci consiste à décomposer les tâches à accomplir avec l'ordinateur, afin de s'assurer que tous les objets nécessaires à l'implantation des fonctionnalités soient bien présents dans le design de l'interface. Centrée sur la logique des tâches à accomplir par l'utilisateur, cette approche doit être contrebalancée par une approche alternative, fondée sur les émotions de l'utilisateur. La théorie développée par Jay Blumler et Elihu Katz (1974) sur les usages des médias et les gratifications qui s'en suivent constitue une des approches alternatives les plus pertinentes. Plutôt que de mettre l'accent sur l'acte de la conception de l'interface, donc sur le pôle



communicateur, cette approche focalise sur la participation, l'implication et l'expérience des spectateurs en tant que public des médias. L'approche « usage et gratification » (UG) prend ainsi à contre-pied la conception du public comme victime passive, et se concentre sur la compréhension des motifs qui sous-tendent l'utilisation des médias.

Déjà en 1944, une étude de Katz avait montré que les radioromans servaient d'exutoire aux émotions, d'échappatoire à la réalité, et aidaient à résoudre certains problèmes, principalement d'ordre relationnel. Toutefois, Katz reconnaît que différentes personnes peuvent utiliser le même « contenu » médiatique à des fins distinctes. Les besoins psychologiques génèrent certaines attentes et un besoin d'implication. Pour y répondre, les individus investissent dans les médias et, bien entendu, dans d'autres sources, de manière à obtenir des gratifications.

Blumler regroupe les motivations sous-tendant l'utilisation des médias en quatre facteurs premiers. 1) *Se divertir*: le divertissement permet d'échapper temporairement à l'ennui de la routine, aux problèmes du quotidien et liquide les tensions émotives. 2) *Interagir*: entrer en contact interpersonnel, utiliser l'information que fournissent les médias dans les conversations, remplacer la présence d'autrui, apprendre la vie en société. 3) *Forger son identité personnelle*: la transmission culturelle permet de renforcer ses valeurs, de se comprendre et d'explorer la réalité. 4) *Surveiller*: avoir accès aux informations qui peuvent affecter ou aider l'accomplissement d'une tâche ou l'autre.

Katz et d'autres regroupent les besoins que les personnes cherchent à combler au moyen des médias entre autres en cinq catégories: 1) les *besoins cognitifs*, c'est-à-dire les besoins d'acquérir de l'information, de la connaissance de manière à comprendre mieux le monde environnant ; 2) les *besoins affectifs*, les émotions, les sentiments et le plaisir ; 3) les *besoins d'intégration personnelle*, soit l'estime de soi, la crédibilité, la stabilité, le statut, la reconnaissance ; 4) les *besoins d'intégration sociale* auprès de la famille, des amis ; et 5) le *besoin de relâchement des tensions*.



Suivant cette théorie des médias, un choix s'exerce en fonction d'une gratification attendue. Sur ce point, cette théorie nous enjoint à tenir compte des règles et des principes qui régissent la motivation, de manière à maintenir l'intérêt des spectateurs. Elle met l'accent sur l'importance de la *gratification*, aux côtés de la séduction et de la projection/identification (souvent associée au terme *catharsis*). Dans le contexte médiatique d'Internet, les sources et les canaux potentiels s'accroissent de manière exponentielle. Du coup, une production qui n'attire pas l'attention sera « zappée » en moins de dix secondes — parfois beaucoup moins. Par la séduction ou la gratification, on garde la personne plus longtemps.

Récemment, Rafaeli (1996) a adapté cette théorie au Web, en distinguant deux classes d'utilisation de ce média. Premièrement, il a 1) un usage dit *instrumental*: l'information est recherchée au travers d'un réseau de liens parcourus de manière systématique. Deuxièmement, il connaît aussi une utilisation dite *rituelle*, faite d'errance, de flânerie, d'exploration non pas systématique, mais orientée vers la recherche de divertissement.

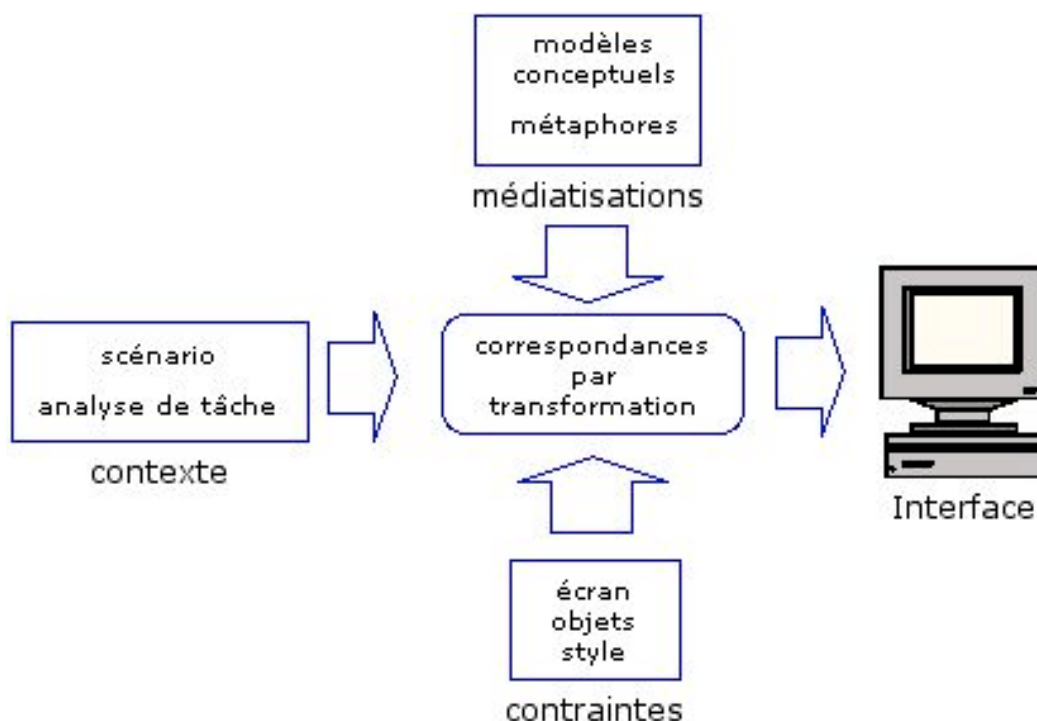
4.5.4 Le design et le développement de l'interface

Le design est un *processus*. Il ne se définit pas comme un état et ne peut être représenté de façon statique. Ce processus n'est pas hiérarchisé; il n'est ni strictement inductif (c'est-à-dire pas uniquement basé sur observation d'un ensemble de cas d'interaction), ni strictement non plus déductif (c'est-à-dire pas uniquement accompli en appliquant un ensemble de règles de l'art). C'est un processus qui est d'abord et avant tout transformationnel : il développe successivement des propositions partielles et intérimaires qui apportent une solution plus ou moins satisfaisante à certaines contraintes. La plupart de ces propositions seront rejetées, et ne joueront aucun autre rôle dans le design final que celui d'avoir suscité d'autres propositions mieux adaptées à l'ensemble du contexte. Le processus de design est intrinsèquement innovant et créatif.

Le design de l'interface s'accorde mal à une vision déterministe, qui imposerait d'appliquer rigoureusement un plan précis. Il est plutôt préférable d'instaurer une



dialectique entre deux pôles: d'une part, il faut trouver les solutions potentielles à certaines contraintes observées, et d'autre part, il faut découvrir ces contraintes, ainsi que le rôle qu'elles jouent dans le problème à résoudre. Le design de l'interface peut se concevoir comme un processus de transformation systémique des différents composants, accompli pour établir des correspondances entre ces composants. Contrairement au développement de système d'information, le processus de design est hautement itératif; il faut trouver des alternatives, les tester, les raffiner, et parfois les abandonner. Un schéma des composants à intégrer dans le design est présenté ci-dessous :



Le point de départ du processus, c'est le scénario, c'est-à-dire l'ensemble des informations narratives relatives à l'interaction, et/ou le résultat d'une analyse de tâches. A partir de ce scénario sera extraite la substance de l'univers à représenter. Lors de cette étape, l'information doit être transformée pour constituer une interface. Une analyse de discours du scénario ou de la description de tâche permet d'en abstraire les aspects les plus importants. Ceux-ci seront repris dans la métaphore, c'est-à-dire dans la représentation en tant que telle, et dans les différents objets qui permettront le contrôle de la tâche à accomplir. Pour chacun de



ces objets, il faut élaborer un modèle conceptuel de leur interactivité, c'est-à-dire une représentation fonctionnelle de leur comportement, qui tienne compte des contraintes de l'écran, de la stylistique et du langage de programmation.

Plusieurs méthodologies structurées de design d'interface ont été élaborées. Ces approches structurées permettent de comprendre et de représenter plus facilement la complexité des tâches à accomplir, en les décomposant fonctionnellement, c'est-à-dire en transformant une tâche complexe en un certain nombre de sous-tâches plus petites et indépendantes. Ces méthodes recourent à une notation graphique qui représente le processus de la décomposition fonctionnelle à l'aide d'arborescences. Malgré leur intérêt, ces méthodes sont relativement complexes et lourdes. En outre, elles exigent une formation assez poussée, et le résultat peut être rigide, peu adapté à l'environnement dans lequel il viendra s'insérer, même s'il est valide au plan fonctionnel. Enfin les approches structurées inhibent la créativité tout comme l'innovation, et favorisent le conservatisme, voire la fabrication à la chaîne.

4.5.5 L'ergonomie cognitive

L'ergonomie est la discipline qui assure le lien entre les aspects physiologiques, psychosociologiques et sociaux des relations entre l'humain et la machine. Elle vise à rendre les machines les plus pratiques possible et à en minimiser les impacts négatifs sur l'humain. Une fois qu'elle fut appliquée au domaine des interfaces, cette discipline est devenue cognitive. L'ergonomie cognitive s'intéresse à l'environnement de travail, au matériel, aux caractéristiques de l'utilisateur, à la structure des tâches à informatiser, à la nature et à la forme des informations que l'utilisateur et l'ordinateur vont échanger. L'ergonomie cognitive des interfaces repose sur un postulat: l'utilisateur a besoin d'un environnement contrôlé, de savoir où il est et ce qui est attendu de lui. Le design et l'ergonomie cognitive de machines à contenu minimisent l'insécurité que génèrent l'apprentissage, l'exploration, la découverte, mais maintiennent une distance entre l'interacteur et le contenu. C'est précisément cette distance qui doit être abolie pour créer l'effet de présence qui caractérise l'interaction immersive.



La règle sur la cohérence veut que les composants de l'interface présentent un caractère unitaire, et interdit les exceptions, ou du moins invite à les restreindre au maximum. L'homogénéité de l'interface est habituellement assurée par une métaphore d'interaction, à partir de laquelle l'utilisateur complète son auto-apprentissage, en émettant des hypothèses, en les vérifiant, ce qui lui permet de compléter la représentation initiale du système. Si la métaphore est cohérente, c'est un modèle qui permet de prédire le comportement de l'ordinateur. L'utilisateur recherche activement la signification de la structure qui lui est présentée. Si celle-ci est incohérente, arbitraire ou contredit les associations qu'elle évoque, les erreurs d'interprétation peuvent survenir.

En fait, les menus ne sont rien d'autre que des langages de commande d'interface. Ils sont « textuels » lorsque les commandes sont inscrites à l'aide de mots, et « iconiques » lorsqu'elles sont représentées par des pictogrammes. Les énoncés de ces langages de commande prennent la forme classique " Verbe -> Objet ". C'est cette structure qu'on trouve, par exemple, dans la commande " Effacer -> Fichier ". La forme de l'expression peut être aussi renversée: par exemple, on trouve l'énoncé " Fichier -> Effacer " (" Objet -> Verbe ") dans les menus déroulants. Peu importe la forme choisie; ce qui importe, c'est la règle de cohérence, qui veut que l'on s'en tienne toujours à la même. Quel que soit le contexte, un item lexical, verbe ou objet, doit toujours être désigné par le même mot. Pour la nomenclature des items, la terminologie doit être claire et correspondre au vocabulaire de l'utilisateur. Les termes doivent être les plus précis et les plus didactiques possible. Cette activité n'est ni banale ni facile. Il est probablement impossible d'assigner aux items d'un menu des noms qui soient complètement univoques et auto-explicatifs, sauf peut-être pour les interfaces qui ne permettent d'accomplir que les tâches les plus simples.

La composition des écrans doit également être cohérente. Cela passe autant par la localisation que par l'organisation spatiale des menus et des informations communiquées. Le principe général à retenir est qu'il faut maintenir une certaine forme de stabilité dans l'utilisation de l'espace et des dispositifs de contrôle. Ceux-ci



doivent se comporter conformément aux attentes qu'ils suscitent. Les options des menus doivent être ordonnées suivant un ordre fixe, qui peut être défini par la logique de la tâche ou du domaine, selon la fréquence d'utilisation de l'option ou encore selon l'ordre alphabétique. Pour les formulaires, il est mieux de grouper les entrées requises dans la partie du haut, et les entrées optionnelles dans la partie du bas afin de minimiser les déplacements, sauf si l'ordre logique s'y oppose.

La règle sur la consistance concerne le lien qu'établissent le langage et le graphisme de l'interface avec le savoir préalable dont l'utilisateur dispose sur le domaine de référence. Le terme *consistance* ne renvoie pas, ici, aux qualités de solidité ou de cohésion des parties de l'interface, mais désigne l'essence de l'interface, c'est-à-dire la métaphore qui fournit le domaine de référence. Le bagage sémantique de l'utilisateur joue un rôle non négligeable dans l'apprentissage et dans l'utilisation de l'interface. En effet, le savoir ou le modèle que les utilisateurs ont en tête détermine leur capacité à effectuer des tâches avec un ordinateur au moyen d'une interface. La consistance de l'interface permet de réduire la formation nécessaire à l'utilisation du système et à son exploration.

Le concept d'*affordance* est ici pertinent. Il apparaît dans la théorie de la perception visuelle que développe J. J. Gibson (1966). Ce concept permet de qualifier la consistance des interfaces sans recourir au savoir préalable de l'utilisateur. L'idée de Gibson est que si les personnes sont capables de reconnaître des objets dans leur environnement perceptuel, ce n'est pas en vertu d'un savoir préalable qu'elles ont de l'apparence de ces objets, mais parce que les objets *eux-mêmes* ont des propriétés perceptuelles qui *rendent leur nature explicite*. Transféré au domaine des interfaces, le concept d'*affordance* permet d'exprimer à quel degré les propriétés des « objets » de l'interface (fenêtres, menus, icônes, images, mots, animations) sont adéquatement perçues.

La règle sur la concision veut que l'on combine de manière optimale le bref et l'expressif, de manière à réduire le nombre d'actions physiques nécessaires pour spécifier une expression à l'entrée, et à éviter les surcharges d'information à la sortie. Plusieurs techniques permettent de réduire le nombre de ces actions: les



menus arborescents, les cartes, les formes en trois dimensions utilisées de manière dynamique, etc. Le design des écrans doit permettre de balayer rapidement et facilement la configuration des informations, et de les décoder le plus vite possible. L'encodage des informations est le processus par lequel une dimension physique (couleur, grandeur des barres) est utilisée pour informer l'utilisateur sur les caractéristiques des objets auxquels les codes sont associés.

La règle sur le retour d'information régit la réaction de l'ordinateur aux actions de l'utilisateur. La réaction ne doit pas refléter l'état computationnel de l'ordinateur ou la portion de l'algorithme en cours d'exécution, mais répondre aux attentes et à l'intérêt de l'utilisateur. Donc, elle doit lui donner des informations sur l'état interne de la boîte noire en fonction de la représentation qu'il s'en forge. Par exemple, dans le cas d'un téléchargement, l'utilisateur veut visualiser la portion du document déjà transmise par rapport au total, ainsi que le temps estimé pour terminer le traitement. Le retour doit être immédiat, rendre compte du rapport de cause à effet ; il doit suffisamment attirer l'attention de l'utilisateur, mais pas au point d'en devenir gênant. Le retour d'information a deux fonctions: confirmer à l'utilisateur que son modèle mental est adéquat, ou bien nier la validité de ce modèle en mettant l'accent sur l'aspect négligé, ce qui permet à l'utilisateur de l'amender. Plus les retours confirmant la validité du modèle mental du système sont nombreux, plus l'affordance de l'interface s'en voit augmentée.

La règle du contrôle touche non seulement aux éléments et aux dispositifs de l'interface nécessaires et suffisants pour que l'utilisateur contrôle du processus, mais aussi aux conditions psychologiques qui doivent être réunies pour que l'utilisateur puisse effectivement exercer ce contrôle. Un sentiment de perte de contrôle peut souvent émerger lorsque l'utilisateur n'interprète pas correctement le retour d'information. Plusieurs études ont montré qu'un utilisateur doit en tout temps être capable de répondre à certaines questions pour avoir l'impression de contrôler la situation. Il doit pouvoir se représenter l'état actuel et les comparer aux autres états possibles au moment d'accomplir une tâche ou d'explorer une base de données (*Où est-ce que je suis ?*). Il doit pouvoir remonter la chaîne causale qui l'a mené au



point où il se trouve, et déterminer les actions entreprises lorsqu'il fait face à certains changements de l'interface (*Comment suis-je arrivé ici ?*). Dans n'importe quel état d'accomplissement d'une tâche ou lors de l'exploration d'une base de données, l'utilisateur doit être capable d'identifier les actions potentielles et prévoir leur résultat (*Qu'est ce que je peux faire ?*). Enfin, il doit pouvoir déterminer la nature des étapes suivantes dans l'accomplissement d'une tâche (*Qu'est ce que je peux faire ensuite ?*).

L'ergonomie cherche à éviter les pathologies de l'interactivité. Il y en a principalement quatre. Premièrement, il y a un risque de *désorientation* si l'utilisateur n'a pas pu développer une représentation mentale des commandes potentielles, de la manière de les assembler pour accomplir une tâche donnée, de l'ensemble de l'espace documentaire à explorer, etc. Deuxièmement, il y a *effet de fenêtre* (au sens d'œillère) lorsque l'utilisateur ne peut effectuer que les séquences de commandes préfabriquées, ou ne suivre que les trajets balisés dans les espaces documentaires. Troisièmement, il y a *surcharge cognitive* lorsque l'utilisateur ne peut interpréter ni les éléments de l'interface, ni les réactions de l'ordinateur parce qu'ils sont trop complexes. Quatrièmement, il y a un risque de stress ou d'anxiété lorsque l'utilisateur doit constamment prendre des décisions, sans bénéficier d'automatismes ou de chemins balisés.

4.5.6 L'évaluation

On peut évaluer les interfaces de manière normative ou de manière pragmatique. Dans le premier cas, on met au point une grille de critères qui ne mesure que la conformité de l'interface, objet de l'examen, que l'on conçoit de manière indépendante du contexte, comme une interface idéalisée. Mais les grilles d'évaluation reçues doivent souvent être adaptées à des contextes particuliers. Dans une optique pragmatique, les interfaces sont évaluées en fonction de leur degré de maniabilité pour les utilisateurs auxquels ces interfaces sont destinées. C'est d'ailleurs comme ça qu'on en est venu à recourir au concept d'affordance entre la perception et l'objet.



Ben Sneiderman (1987) a proposé une série de critères d'évaluation des interfaces en général. Ces facteurs prennent en compte les aspects humains essentiels qui permettent d'ajuster l'affordance de l'interface. Ces critères sont adaptés ici au multimédia interactif. A chacun de ces facteurs est attribué un seuil optimal qui doit être déterminé à la fois en fonction du public-cible et des tâches dont le contrôle est confié à l'interacteur. Le premier de ces facteurs est le *temps d'appropriation*, c'est-à-dire le temps d'apprentissage nécessaire pour que l'interacteur novice puisse développer un comportement pertinent au vu de ce qui est attendu. Deuxièmement, il faut prendre en compte le *temps de rétention*, c'est-à-dire le temps qu'un interacteur consacre à une séance d'interaction. Troisièmement, il faut déterminer le *taux d'erreur*, c'est-à-dire le nombre d'erreurs commises par rapport aux actions et aux réactions attendues et signifiées par le système. Quatrièmement, il faut déterminer la *satisfaction objective*, c'est-à-dire le degré de confort, de plaisir et d'émotion ressenti. Elle peut être évaluée lors d'une entrevue ou à l'aide d'un questionnaire à échelle d'appréciation (pour des points précis) et à question ouverte. Cinquièmement, il faut prendre en considération le *souvenir* de l'interacteur, ce qu'il se rappelle de l'expérience vécue, du savoir acquis, après un délai d'une semaine ou d'un mois.

Tout au long du développement de l'interface, le design doit être validé au moyen d'un prototype auprès du public cible. Cette validation consiste à remettre le prototype entre les mains d'un échantillonnage représentatif du public cible dans des conditions contrôlées. De cette manière, on peut recueillir l'information qui permettra de dépister et d'identifier les problèmes potentiels et ensuite de diagnostiquer leur cause. Sur la base des résultats de l'analyse, le prototype sera transformé, pour ensuite être à nouveau soumis à l'évaluation.

Examinons maintenant quelques méthodes qui permettent de recueillir l'information lors de la validation. Premièrement, les *verbalisations* des utilisateurs produites au moment de manipuler le prototype peuvent s'avérer utiles. La personne qui enregistre ces verbalisations doit écouter et, au besoin, soutenir l'interacteur, mais sans donner d'instructions. Après la session, la personne est invitée à commenter



l'interface, à émettre des suggestions et à répondre à des questions plus spécifiques. Une captation vidéo simultanée des actions de l'utilisateur et de l'expression de son visage peut aider à détecter les problèmes que les utilisateurs rencontrent lors de l'interaction. De même, l'interface peut laisser une trace des interactions de la séance sur fichier.

Recourir à des questionnaires peut être productif, mais ne dispense pas d'observer directement la séance d'interaction. Un questionnaire doit doser de manière équilibrée les questions fermées (le sujet doit faire un choix entre certaines réponses préétablies et en nombre limité) et les questions ouvertes (le sujet peut développer sa réponse, exprimer des énoncés non préétablis). Suivant les études, une question fermée ne doit pas proposer plus de cinq réponses possibles. Le questionnaire doit porter sur l'impression et sur les sensations des utilisateurs, mais doit également permettre de mesurer l'efficacité de la communication qui a pris place en testant l'information acquise, l'interprétation du retour fourni par l'ordinateur, ce qui permet d'évaluer le modèle mental qu'a construit l'utilisateur.

4.6 Les technologies intellectuelles

4.6.1 Augmenter la cognition plutôt que s'y substituer

Depuis très longtemps, les machines ont été utilisées pour appuyer certaines opérations intellectuelles, en prenant en charge avec précision des opérations régulières. Pensons à la montre, à la calculatrice, au sextant, etc. Un premier type de machine résout le problème au complet par elle-même, un second aide les humains dans cette tâche. L'ordinateur, lui, est une machine générale qui traite l'information en manipulant les symboles représentant des données à partir d'instructions ou de règles. En tant que tel, il appartient à la catégorie " mixte " des machines qui peuvent soit effectuer certaines opérations intellectuelles par elles-mêmes, soit seconder l'humain dans cette tâche. Ces deux options se sont développées en parallèle.



D'un côté, des recherches étaient menées pour essayer de reproduire le fonctionnement de l'intelligence, vue comme un processus de manipulation de symboles. Une première vague de chercheurs travaillent à cette tâche en partant du postulat que le raisonnement est réductible à un processus réglé de manipulation de symboles. Une des premières réalisations qui va dans ce sens est le *General Problem Solver*, de Alan Newell et Herbert Simon (1957). Celle-ci emprunte sa stratégie de manipulation de symboles à la démonstration de théorèmes. Le but visé est grandiose : résoudre n'importe quel problème qui peut être décrit adéquatement à partir d'une analyse but-moyen. Les entités sont considérées comme des moyens et sont classifiées en fonction de leur usage, lui-même décrit en termes de but à poursuivre et d'actions à entreprendre pour atteindre le but correspondant à ce moyen. Certaines actions passent par la résolution préalable de sous-problèmes ou par l'établissement de certaines préconditions au moyen d'autres actions, etc. Un problème est résolu lorsqu'il est possible d'effectuer les actions requises directement, ou de satisfaire les préconditions requises par chacune des actions requises, et ainsi de suite. La vertu de cette approche mécanisante de la pensée est d'avoir mis à jour l'importance des connaissances de sens commun par rapport à la logique. Par ailleurs, des chercheurs en sciences cognitives ont repris cette conception du raisonnement machinique à contresens pour expliquer la pensée humaine, ce qui rend cette conception circulaire.

D'un autre côté, Douglas Englebart (1962) vise plutôt à augmenter et à optimiser les capacités intellectuelles de l'humain à l'aide de l'ordinateur, lorsque l'humain fait face à des situations ou des problèmes complexes. Douglas Engelbart est l'auteur d'un rapport consacré à l'augmentation de l'intelligence humaine au moyen de l'ordinateur. Il y formule un projet diamétralement opposé aux recherches qui avaient alors cours dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Il a bien montré que l'ordinateur était capable de manipuler et d'afficher des informations qui peuvent être d'un grand bénéfice pour des processus humains, qui ne peuvent être décrits à partir des mathématiques de planification, d'organisation ou de synthèse. Suivant Englebart, il faut distinguer les traitements de l'information



conscients et qui consistent à reconnaître des formes, rappeler certaines choses en mémoire, visualiser, abstraire, déduire, induire, etc., des traitements inconscients qui consistent à médiatiser les informations reçues et autogénérées par un traitement en boucle. Un individu ne peut utiliser directement toute l'information que lui fournissent ses sens. Les situations sont toujours trop complexes pour pouvoir réagir par des actions motrices appropriées, et trop complexes pour être comprises et résolues à partir d'une inspection sensorielle et des capacités cognitives de base. L'individu doit utiliser ses capacités innées pour développer des stratégies indirectes en procédant par décomposition.

L'approche veut faire coexister l'intuition, les concepts puissants, une terminologie et une notation optimisées, des méthodologies sophistiquées et, finalement, la très grande puissance de calcul de l'ordinateur (notons en passant que cette puissance se multiplie par elle-même de plus en plus rapidement selon la loi empirique de Moore. Cette loi permet d'estimer les progrès technologiques et prévoit la multiplication par 2 tous les 18 mois du nombre de transistors sur une même surface de silicium).

L'augmentation de la performance qu'envisage Engelbart vise aussi bien les capacités sensorielles que mentales ou motrices. Son modèle est d'autant plus efficace que l'humain est considéré comme un ensemble de composants interagissant entre eux et avec l'extérieur, et non plus comme un assemblage de composants individuels. L'ordinateur offre de multiples façons de manipuler et d'afficher de l'information qui permettent de générer des bénéfices significatifs dans les processus non mathématiques de la planification, de l'organisation, de l'analyse, etc. Tous les individus qui réfléchissent à l'aide de concepts symbolisés par le langage, par les pictogrammes, par la logique formelle, devraient tirer un bénéfice significatif du recours à l'ordinateur.

Les deux objectifs que visait ce rapport sont encore tout à fait pertinents quarante ans plus tard. Voire plus pertinents qu'alors, car la technologie permet maintenant d'atteindre des performances acceptables de traitement en temps réel pour des environnements immersifs en 3D. Ces deux objectifs étaient les suivants.



Premièrement, il visait à identifier les facteurs qui rendent les individus moins efficaces au moment de traiter l'information qui leur permet de répondre à leurs différents besoins de la vie en société, de résoudre des problèmes au sens large, de planifier des actions afin d'atteindre des objectifs, et d'adapter celles-ci au fur et à mesure de leur exécution. Le deuxième objectif était de développer des techniques, des procédures et des systèmes qui les rendent plus adaptés pour répondre aux besoins qui viennent d'être énumérés.

Les *moyens d'augmentation* des capacités humaines sont de quatre classes : 1) les *artefacts*, c'est-à-dire les objets physiques conçus pour améliorer le confort humain, pour manipuler les entités, les matériaux, ou les symboles ; 2) les *langages*, c'est-à-dire l'ensemble des symboles attachés aux concepts, et la manière dont les individus encapsulent leur monde dans des concepts, que leur esprit, en retour, utilise pour modéliser le monde; 3) les *méthodologies*, c'est-à-dire les méthodes, les procédures et les stratégies auxquelles recourt un individu pour résoudre un problème ou atteindre un but ; 4) la *formation*, c'est-à-dire l'acquisition des compétences, le conditionnement nécessaire pour qu'un individu développe une habileté à utiliser les autres moyens d'augmentation (points 1, 2, et 3) pour être efficace d'un point de vue opérationnel.

Pour Engelbart, l'esprit humain ne peut ni apprendre ni agir d'un seul coup. Il procède par étapes organisées et structurées hiérarchiquement, de telle façon que chaque étape dépende des étapes préalables. Même si les étapes qu'un humain peut franchir dans la compréhension, l'innovation ou l'exécution sont minimales par rapport à la complexité du problème à résoudre, il y parvient grâce aux moyens d'augmentation qui lui permettent de décomposer récursivement le problème en étapes. Tout processus de pensée ou d'action est composé de sous-processus eux-mêmes composés de sous-processus, etc. Engelbart appliquera ce modèle conceptuel à la programmation. Même si la vision mécaniste de la cognition que véhicule le rapport d'Engelbart est désormais dépassée par une vision plus organique, il n'en reste pas moins que le projet est toujours d'actualité.



Généralement, le modèle de structuration du multimédia interactif qu'offrent les machines à contenu est particulièrement bien adapté au support du travail intellectuel où prime l'accès direct à l'information des documents : encyclopédies et autres ressources documentaires exhaustives. Ces machines à contenu permettent de manipuler de manière optimale de vastes ensembles documentaires textuels et/ou audiovisuels, préalablement structurés en bases de données ou non, par le biais de moteurs de recherche. L'avenir des machines à contenu passe par une couverture plus large du travail intellectuel que la recherche d'information ; celles-ci devraient fournir du support à la production et à la diffusion de synthèses. Une synthèse est toujours singulière parce que relative à une quête particulière, mais en redirigeant vers les sources pertinentes d'informations premières, vers les documents originaux numériques ou numérisés, on permettrait à l'utilisateur de faire sa propre synthèse et de la mettre en perspective avec celle qui lui est présentée. Ces machines à contenu devraient en outre offrir un espace de travail, éventuellement coopératif, pour permettre le travail intellectuel à un groupe donné.

Lorsque les machines à contenu sont utilisées dans un contexte documentaire, poétique ou fictionnel, l'interaction potentielle se limite aux choix présentés. Ce genre de dispositif s'inscrit dans le prolongement de la télécommande d'une télévision multipiste, mais dont les pistes, synchrones, offriraient des points de vue différents sur une même histoire, que l'on peut permuter. Ce dispositif s'inscrit aussi dans le prolongement d'un arbre de décision qui permet le branchement conditionnel de segments, après qu'une possibilité ait été choisie parmi d'autres. Mais le branchement est souvent binaire, à la façon des romans dont le lecteur est le héros. Lorsqu'il faut faire autre chose qu'informer, émouvoir ou divertir, les univers immersifs cybernétiques — abordés au chapitre suivant — sont plus adaptés, parce qu'ils participent plus de l'expérience vécue sensoriellement que de l'intellection.

Le concept récent d' « agent » encapsule le concept d'objets. Mais un agent est un objet particulier, auquel on a attribué des capacités d'analyse et de décision, au moyen d'un moteur d'inférences adapté. Les agents sont donc en mesure



d'accomplir des tâches complexes de façon relativement autonome, en parallèle, mais sur un mode collaboratif. Personnages abstraits distribués dans le cyberspace, les agents sont en train de nous faire changer de paradigme. Le paradigme de demain, c'est celui de la cohabitation de l'homme et des entités informatiques dans une même société, localisée dans le cyberspace.

4.7 Bibliographie :

Balpe, Jean-Pierre, *Hypertextes, hypermédias : nouvelles écritures, nouveaux langages*, Paris : Hermès, 2001, 416 p.

Balpe, Jean-Pierre, *Hypertextes, hypermedias et Internet : réalisations, outils et méthodes*, Paris : Hermès, 1999, 346 p.

Berger-Vachon, Christian, Mirta B. Gordon et Hélène Paugam-Moisy, *Sciences cognitives : diversité des approches*, Paris : Hermès , 1997, 286 p.

Channouf, Ahmed et Georges Rouan, *Émotions et cognitions*, Bruxelles : De Boeck Université, 2002, 319 p.

Chaudet, Hervé et Liliane Pellegrin, *Intelligence artificielle et psychologie cognitive*, Paris : Dunod , 1998, 179 p.

Coutaz, Joëlle, *Interfaces homme-ordinateur : conception et réalisation*, Paris : Dunod, 1990, 455 p.

Crampes, Jean-Bernard, *Interfaces graphiques ergonomiques : informatique : conception et modélisation*, Paris : Ellipses, 1997, 184 p.

Fournier, Josée, *Scénarisation et multimédia : processus de scénarisation interactive*, Québec : Presses de l'Université Laval, 2003, 245 p.

Kolski, Christophe, *Ingénierie des interfaces homme-machine : conception et évaluation*, Paris : Hermès, 1993, 372 p.

Lelord, François et Christophe André, *La force des émotions: amour, colère, joie*, Paris : Odile Jacob, 2001, 396 p.

Mallender, Ariane, *Écrire pour le multimédia*, Paris : Dunod, 1999, 196 p.



Meinadier, Jean-Pierre, *L'interface utilisateur : pour une informatique plus conviviale*, Paris : Dunod, 1991, 222 p.

Negroponte, Nicholas, *L'homme numérique*, Paris : R. Laffont , 1995, 295 p.

Purves, Dale, *Neurosciences*, Paris : De Boeck Université, 2003, 727 p.

Roxin, Ioan et Daniel Mercier, *Multimédia : les fondamentaux : introduction à la représentation numérique*, Paris : Vuibert, 2004, 274 p.

Saleh, Imad, *Les hypermédias : conception et réalisation*, Paris : Hermes Science Publications, 2005, 327 p.

Tricot, André et Jean-François Rouet, *Les hypermédias : approches cognitives et ergonomiques*, Paris : Hermès , 1998, 231 p.

Weil-Barais, Annick et Danièle Dubois, *L'homme cognitif*, Paris : Presses universitaires de France , 1999, 600 p.

