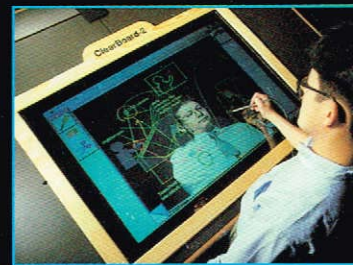
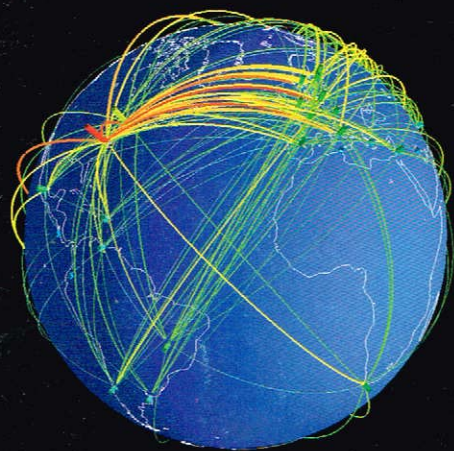


SPÉCIAL

LA

RECHERCHE

# l'ordinateur au doigt et à l'œil

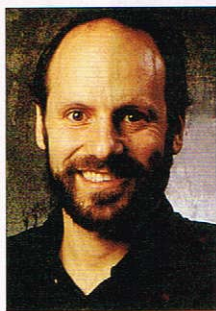


WEB MULTIMÉDIA VOCAL STYLO MULTIMODAL

VISION AGENTS GESTUEL LUDIQUE CORPOREL

# SCÉNARIOS POUR ORDINATEURS A VENIR

Améliorer l'interaction homme-machine exige l'invention de nouveaux paradigmes



**TED SELKER**

est directeur de l'USER (User System Ergonomics Research) au Almaden Research Center d'IBM à San José (Californie). Son équipe travaille sur les interfaces cognitives graphiques et physiques. Ted Selker est également professeur-consultant à l'université de Stanford. Il compte parmi ses dernières réussites la conception du TrackPoint, système de pointage intégré au clavier, l'invention du système d'aide COACH et l'IBM 7550V, ordinateur portable intégrant un écran de rétroprojection. selker@almaden.ibm.com

**Les nouveaux paradigmes sont de nouvelles façons de penser et faire les choses comme naguère l'utilisation d'un clavier au lieu de commutateurs pour contrôler un ordinateur. Les nouveaux paradigmes apparaissent de temps à autre dans les « vieilles » disciplines. On en produit plusieurs chaque année en informatique. Comme l'illustrent de multiples exemples, la création de nouveaux paradigmes pour l'utilisation de l'ordinateur est au cœur du triangle invention-crétion-évaluation en IHM (interaction homme-machine).**

Les recherches en IHM ont pour ambition la mise au point et l'évaluation de techniques qui influent sur les qualités « relationnelles » de l'ordinateur. La conception et la validation de nouvelles interfaces utilisateur, qu'elles soient textuelles, graphiques, gestuelles ou vocales, relèvent bien sûr de l'IHM, mais n'épuisent pas le sujet. L'IHM se définit non par des méthodes mais par les effets que ces méthodes peuvent produire. Elle cherche à créer des scénarios (actions et réponses ordinateur-utilisateur) qui répondent à des objectifs de communication et de relation entre l'individu et la tâche que l'on cherche à faciliter par ordinateur.

Sans doute plus que toute autre technologie, l'informatique a apporté à l'utilisateur une grande variété de nouvelles

manières de faire les choses. Au départ, ces nouveaux paradigmes ne sont que des « visions » qu'il faut tester. Il n'est pas facile de déterminer si la technologie va corroborer une idée maintenant, prochainement, ou sinon... quand ? Est-ce que le public réagira au nouveau paradigme comme le prévoit l'idée de départ ? Les paradigmes en puissance deviennent plus crédibles à mesure qu'ils sont démontrés et appliqués. Les plus grands changements qui se sont produits en informatique ont généralement nécessité une décennie au moins pour aboutir, même si on a l'impression qu'ils se sont imposés du jour au lendemain. Je ne prendrai pour exemple que l'interface graphique (GUI pour « Graphical User Interface », en anglais) ou l'utilisation de liens pour « naviguer » sur

Internet. Les usages de l'informatique suivent les possibilités techniques. Par exemple, les meilleurs styles d'interaction en 3D (en trois dimensions, on pourrait dire aussi bien « en volume ») ont suivi l'apparition de l'écran graphique. De même, avant les ordinateurs portables, les gens n'éprouvaient pas le besoin de logiciels permettant de préparer et gérer en différé leur courrier électronique. L'intérêt de pouvoir consulter ou rédiger du courrier en tout lieu et à tout moment est depuis devenu évident et a stimulé les éditeurs de logiciels de courrier électronique comme CCMAIL et Eudora. Mais, souvent, les chercheurs peuvent contracter le temps, brûler des éta-



... pes, en réalisant à grands frais, avant que l'industrie ne le propose, le support technique d'un paradigme qu'ils veulent tester. Entre les années 1960 et 1970, des équipes qui voulaient prendre de l'avance ont réalisé à un prix prohibitif des écrans d'affichage en mode point (« bitmap » en anglais) dotés de systèmes de pointage (souris et autres), afin d'explorer de nouveaux modes d'interaction. C'est ainsi que les laboratoires Lincoln du MIT (Cambridge, Massachusetts), SRI International (Menlo Park, Californie) et le Xerox PARC (Palo Alto,



Le « TrackPoint » est une sorte de minuscule manche à balai planté au milieu du clavier entre les touches G, H et B. La cause de son succès réside dans l'algorithme qui traduit en déplacement la force exercée. (Cliché IBM)

Californie) ont ouvert la voie de l'interface graphique.

L'aspect extérieur est la première chose à laquelle on réagit. On a imaginé dès le début des années 1960 des ordinateurs prenant la forme d'une petite valise et du coup... portables. Le premier et le plus célèbre texte décrivant ce paradigme est sans doute la thèse d'Alan Kay sur le Dynabook<sup>(1)</sup>. Le Dynabook devait être un ordinateur portable à vocation éducative qui mettait l'accent sur une interface utilisateur très intuitive.

Les gens demandaient un accès (par le biais d'un terminal) à un ordinateur (central) où ils retrouvaient tous leurs programmes, leurs fichiers et leur courrier. Le nouveau paradigme de l'ordinateur portable renverse complètement

nière sûre, en quelque endroit qu'ils se trouvent (sans être « connectés »). Est-ce que cela les libère de leurs serveurs ? Pas du tout, surtout pas aujourd'hui, au moment où le World Wide Web (www), cette « toile d'araignée multimédia planétaire », se développe à toute vitesse sur Internet. Les ordinateurs bloc-notes permettent de préparer des présentations, de travailler en collaboration, de maintenir une continuité dans son travail personnel et de rentabiliser du temps qui, autrement, serait perdu. Mais les nouvelles « plateformes » informatiques qui créent de nouvelles façons de faire les choses, tels les ordinateurs bloc-notes, n'invalident pas nécessairement d'autres paradigmes existants ou naissants.

Beaucoup de techniques ont dû être conjuguées pour faire de l'ordinateur portable une réalité pratique. Beaucoup d'entre elles furent elles-mêmes envisagées par leurs créateurs pour concrétiser d'autres paradigmes. Les écrans à cristaux liquides devraient permettre de réaliser des postes de télévision que l'on allait suspendre au mur comme un tableau — c'est pour bientôt. De nouvelles générations de batteries devaient remplacer l'essence comme source d'énergie pour l'automobile — nous sommes loin du compte. Etudes de plus près l'une de ces techniques envisagées également pour un autre paradigme et voyons comment elle a finalement contribué à la révolution de l'informatique nomade.

Lorsque, dans les années 1980, l'interface graphique connut le succès commercial que l'on sait, la souris devint un élément important sur le bureau de l'utilisateur. Chose surprenante, malgré sa conception étrange, la souris est un bon outil de pointage, prouvant, dit-on, que « l'homme peut dessiner avec un caillou ». La souris permet un mouvement rapide du curseur par le déplacement du bras, tandis que le contrôle précis du même curseur s'obtient en déplaçant la souris avec les doigts tandis que la main prend appui sur le bureau.

Mais pour « pointer » à l'aide de cette souris, la main doit à chaque fois quitter le clavier, où elle saisit le texte. Ne serait-il pas utile de rapprocher les lieux de la saisie textuelle et du contrôle graphique, à la manière de l'intégration du texte et de l'image sur l'écran ?

Notre dispositif de pointage TrackPoint, incorporé au clavier, réalise ce petit changement de paradigme, ce passage à une surface de contrôle interactive intégrée (voir cliché ci-dessus).

une extrémité en caoutchouc un peu plus petite que la gomme que l'on trouve au bout de certains crayons ; il est situé au milieu du clavier entre les touches correspondant aux lettres G, H et B afin d'être utilisé par l'une ou l'autre main. Le curseur se déplace dans la direction de la force imprimée par le doigt de l'utilisateur. Par son emplacement, le TrackPoint est accessible sans gêner le mouvement des doigts dans la dactylographie. Des tests ont montré que faire une seule sélection avec le TrackPoint tout en tapant prenait 0,9 seconde de moins qu'avec la souris. Grâce à lui, l'efficacité dans le traitement de texte augmente généralement de 20% par rapport à d'autres systèmes de pointage.

**Conçu initialement comme une souris plus près du clavier, le TrackPoint s'avère surtout intéressant par le gain de place qu'il procure**

Les nouveaux paradigmes demandent généralement des tâtonnements avant d'être fonctionnels. Jusqu'en 1990, on a considéré que le manche à balai (« joystick ») était à l'évidence un dispositif de pointage de second ordre. Pourtant, nous sommes parvenus à créer un manche à balai qui dépasse la souris sur plusieurs plans. La conception de ce système fut un long parcours : dix ans d'expériences ponctuées de découvertes sur les limites du contrôle œil-doigt. Les études quantitatives nous ont permis de voir que les limites physiologiques du contrôle digital, de la dynamique du curseur et du repérage visuel étaient des problèmes gênants avec les manches à balai. Les résultats des expériences allaient souvent à l'encontre de nos attentes initiales. Les données nous orientaient alors vers les domaines où des améliorations étaient nécessaires. La vitesse du curseur est contrôlée par un algorithme spécial traduisant la force appliquée en vitesse du curseur qui fut optimisé pour offrir à la fois précision et déplacement rapide vers la cible. C'est peut-être la victoire sur ces contraintes qui est responsable de l'acceptation du TrackPoint par le marché.

Les nouveaux paradigmes deviennent souvent intéressants pour des raisons auxquelles on n'avait pas pensé. Le TrackPoint avait été conçu pour améliorer l'ergonomie et donc l'efficacité du couple pointage-saisie, mais beaucoup de gens l'ont trouvé surtout intéressant parce qu'il permettait de réduire les dimensions de l'ordinateur. En fait, c'est

(1) A. Kay et A. Goldberg,

...

gagner sur l'espace où les employés manipulent leur souris. Les banques sont souvent situées dans des quartiers où le mètre carré revient très cher.

Les gens se sont habitués à contrôler leurs appareils électroniques depuis leur fauteuil avec des télécommandes à infrarouges. Le TrackPoint peut remplacer les dizaines de boutons d'une télécommande et permettre à l'utilisateur de sélectionner ce qui l'intéresse sur l'écran. Il s'est aussi révélé utile pour d'autres instruments de commande portatifs, tels que ceux qui sont utilisés en chirurgie, où les aides à la dextérité sont d'une grande valeur.

### L'ordinateur « vestimentaire » semble promis à un grand avenir dans des secteurs comme la maintenance. Il reste encombrant en société

Les dimensions et la forme d'un ordinateur influent sur ses modalités d'usage. Pendant des siècles, les gens ont porté des petites machines, à savoir des montres, à la fois comme accessoires de mode et pour savoir l'heure. Le simple paradigme que constitue la synchronisation de la société a, bien entendu, été capital. Mais d'un autre côté, regarder sa montre est un comportement social embarrassant : il indique que l'on veut partir, que l'on est en retard ou que l'on s'ennuie. Ceci nous montre que la conception d'une interface utilisateur doit prendre en compte l'environnement social où elle sera utilisée. Dans nos recherches sur l'informatique nomade (voir le cliché de la page de droite), nous travaillons à la création d'interfaces qui n'absorbent pas l'attention de l'utilisateur en société.

Ces interfaces « discrètes » constituent une amplification d'un objectif de l'IHM : débarrasser la tâche de l'outil. Les petits ordinateurs de poche ou que l'on porte sur soi aujourd'hui ont des ambitions plus vastes que simplement donner l'heure. Depuis plus de dix ans, on trouve des montres dotées de capacités de calcul, permettant de stocker des numéros de téléphone et des rendez-vous, intégrant même des jeux ou des capteurs (pression, température...). On trouve également dans le commerce toutes sortes de modèles d'agendas/répertoires électroniques de poche souvent appelés « organizers ». Plus récemment, la célébrité des PDA (Personal Digital Assistant, agenda électronique de petite taille muni d'un stylet), comme le Dataman de Sony en 1991 et le New-

communication à un PDA, comme l'ont fait le Simon d'IBM (construit autour d'un téléphone cellulaire) et le Magic Link de Sony en 1994, n'a pas encore provoqué des ventes massives. Les revues spécialisées continueront à couper les cheveux en quatre pour savoir ce qu'il faut appeler « communicateur personnel », PIM, PDA ou ordinateur : ce qui est clair, c'est que le paradigme de l'ordinateur de poche est toujours à la recherche de formes et de scénarios d'usage démontrant une réelle validité ergonomique.

Les ordinateurs « vestimentaires » (l'anglais dit « wearable computer » pour désigner des appareils portés comme des accessoires vestimentaires, voire intégrés aux vêtements) profitent déjà aux spécialistes de l'inventaire, aux entreprises de messageries et de location de voitures (voir cliché ci-dessous). Les analystes de l'industrie informatique affirment que de tels ordinateurs « corporels » devraient un jour conquérir la position d'ordinateurs tous usages. Pour que ce paradigme fonctionne, il faut que l'on puisse interagir avec l'appareil aussi facilement et totalement qu'avec un PC. Pour explorer cette question, plusieurs jeunes chercheurs ont commencé à porter de manière intensive des visiocasques reliés à des ordinateurs logés dans une sacoche ou un sac à dos\*. Malheureusement, les contraintes et exigences psychologiques imposées par

ce type d'ordinateur (aussi bien à l'installation, en maintenance, que simplement à l'usage) semblent être gênantes pour l'utilisateur lorsqu'il est en société. Ces expériences préparent néanmoins le terrain pour une époque proche où les lunettes d'affichage (visiocasques allégés), devenues plus utilisables et accessibles, permettront « d'augmenter » notre regard sur le monde en y ajoutant de l'information.

Les tentatives d'utilisation de la reconnaissance vocale ou de l'écriture pour remplacer le clavier se sont souvent soldées par des résultats médiocres. Ces scénarios de saisie passent pour être fragiles. Ils exigent plus de concentration de la part de l'utilisateur et le coupent de son environnement social. Des utilisations moins ambitieuses (pour désigner, par exemple, plutôt que saisir) de ces modalités se sont en revanche montrées plus solides. Parmi les interfaces réussies reposant sur la voix, on peut citer un perroquet jouet. Pour une centaine de francs, ce jouet répète deux fois les mots que l'on prononce devant lui, cela avec l'accent strident du perroquet et en agitant ses ailes. Ce scénario d'usage est tout à la fois discret, simple et fiable, trois objectifs importants en matière d'interface utilisateur.

Depuis plus de dix ans, les ordinateurs permettent aux automobiles de communiquer avec leur conducteur et se sont mis à tout contrôler, depuis la température jusqu'à la manière dont le véhicule s'arrête. Depuis peu, l'ordinateur s'occupe de la navigation et il est question qu'il se mêle de la conduite. Aujourd'hui, le GPS\* change qualitativement le paradigme de la conduite assistée par ordinateur. Ces systèmes de guidage indiquent par un curseur sur une carte la position du véhicule et/ou donnent des directives vocales, comme « prendre la prochaine sortie », pour orienter le conducteur. Les constructeurs automobiles essaient de rendre l'interaction discrète et transparente pour que les systèmes soient sûrs.

Etant donné que nos yeux constituent la voie d'entrée majeure de l'information dans le cerveau, il n'est pas étonnant que les nouveaux paradigmes impliquent souvent de meilleures images et des interfaces animées. Comme on dispose de bons écrans et d'assez de mémoire pour les piloter, les gens se sont retrouvés immergés dans des interfaces très graphiques. Au début des années 1970, des chercheurs du Xerox PARC, du MIT et d'ailleurs, préparaient l'interface utilisateur graphique qui est devenue le paradigme dominant

#### POUR PLUS DE DÉTAILS,

voir sur le World Wide Web à l'URL <http://csl.media.mit.edu/projects/wearable>.

#### « GLOBAL POSITIONING SYSTEM »

système analysant des signaux issus de satellites pour calculer la position d'un mobile sur le globe.



Le système Vuman, développé à Carnegie-Mellon University, permet à un technicien de maintenance de consulter la documentation dont il a besoin sans quitter des yeux

... nements de jeux informatiques. On est passé depuis à l'interactivité et au réalisme tridimensionnel. Le premier essai d'intégration de la manipulation tridimensionnelle directe dans une interface destinée au grand public a été le fait du Magic Cap de General Magic (que l'on trouve sur des « communicateurs personnels » Magic Link de Sony et Envoy de Motorola). Il fut suivi par d'autres interfaces destinées à rendre le PC plus accessible à un large public comme par exemple Bob chez Microsoft. Des gains de productivité viendront un jour

teur tout comme on pourrait le faire sur du papier, a changé la manière dont la plupart des entreprises calculent. La visualisation s'est révélée très prometteuse dans bien des domaines, depuis l'éducation jusqu'au design<sup>(2,3)</sup>. Le lecteur en apprendra plus sur ce sujet ailleurs dans ce numéro (voir l'article de Ramana Rao).

La réalité virtuelle, un environnement que l'individu peut explorer et « vivre », a engendré plusieurs paradigmes sur lesquels on continue de travailler. Dans un autre article de ce numéro, Wendy Mackay décrit des paradigmes voisins, relevant de la réalité augmentée.

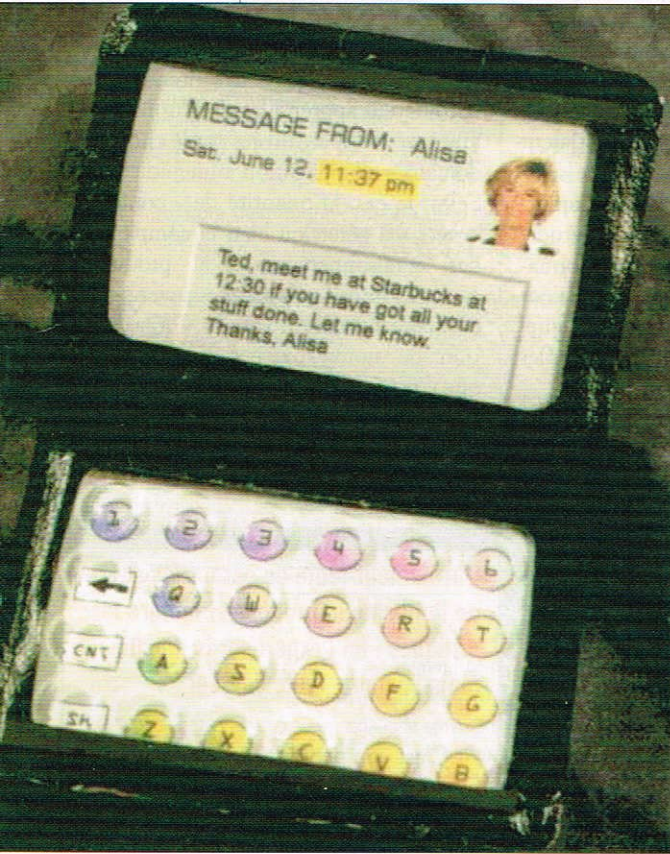
— tous les gens que je connais, tous les endroits où je suis allé, tout ce à quoi je peux penser — et de vous montrer tout cela dans le même temps. Qu'est-ce que cela ferait de disposer d'une telle visualisation ? Pour tester cette idée, on peut commencer en créant sa propre page d'accueil sur le WWW et en y accumulant des « liens » vers ses lieux de navigation favoris. Ensuite, allons dans un cyber-café (café où sont installés des ordinateurs et où l'on peut se promener sur Internet pour un tarif horaire) avec quelqu'un qui possède aussi sa page, passons la soirée à nous raconter mutuellement ce que nous avons fait et vu !

Room With a View (RWAV, « pièce avec vue ») est un système de réalité virtuelle accessible dans une pièce plutôt que dans un casque. Cela permet à plusieurs personnes de partager une expérience collective d'un bureau virtuel. Les bureaux étaient traditionnellement des pièces où l'on conservait l'infor-

### Grâce à des salles de réunion « augmentées », une équipe disséminée peut collaborer efficacement malgré les distances

La communauté informatique s'est toujours intéressée au paradigme de l'ordinateur comme moyen d'augmenter les rapports entre les individus (voir à ce sujet l'article de Michel Beaudouin-Lafon dans ce même numéro). Aujourd'hui, le partage de données et la collaboration assistée par ordinateur (CSCW, Computer-Supported Cooperative Work, travail de groupe assisté par ordinateur) monte en flèche grâce au World Wide Web. Un projet comme le COLAB de Mark Stefik, un espace de travail collectif créé au parc au milieu des années 1980, était un environnement informatique collectif dans lequel une pièce était « augmentée » électroniquement pour devenir une salle de réunion spéciale où les interactions entre participants étaient améliorées par la manière dont les outils informatiques et les écrans multiples facilitaient la communication entre eux. Le « Liveboard » de Xerox, destiné aux réunions classiques ou aux téléconférences de travail et le système d'aide à la décision de groupe d'IBM qui permet des réunions de travail structurées sont deux exemples des nombreux produits disponibles dans ce domaine à l'heure actuelle.

Un excellent paradigme de travail en commun permettrait à



Une bonne interface utilisateur tient compte de l'environnement social de l'utilisateur au moment de l'utilisation. Le communicateur personnel ci-dessus, qui n'est pas encore distribué, cherche à se faire discret... (Cliché IBM)

lorsque l'on saura mieux articuler l'intérêt des repères en 3D avec d'autres qualités qui caractérisent une navigation efficace dans l'espace physique.

Le paradigme de la visualisation graphique en tant qu'outil d'analyse permet de manipuler des concepts abstraits et de les rendre concrets. Dans ce domaine, la réalisation la plus simple de tous les temps, et qui a eu le plus grand impact, est sans doute le tableur, né avec Visicalc en 1979. Cette visualisation simple en tableau, grâce à laquelle

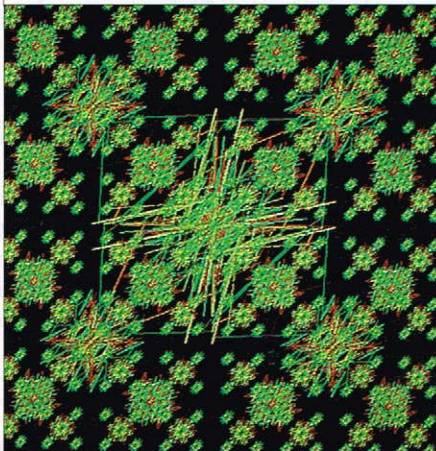


(2) Marc H. Brown, *Algorithm Animation*, Cambridge, MIT Press, 1988.

(3) B. Alpern et al., « The uniform memory hierarchy model of

...

tion qui nous est utile, ils étaient pleins de livres précieux à nos yeux et de copies d'articles de références dont on dépendait. Les visiteurs regardaient les images aux murs et les livres sur les étagères afin de faire connaissance avec l'occupant de la pièce. Aujourd'hui, à l'heure de l'informatique, on garde de plus en plus tout cela en ligne. Nous avons commencé à travailler sur le RWAI au milieu des années 1980, avec l'idée de permettre à l'occupant d'un bureau



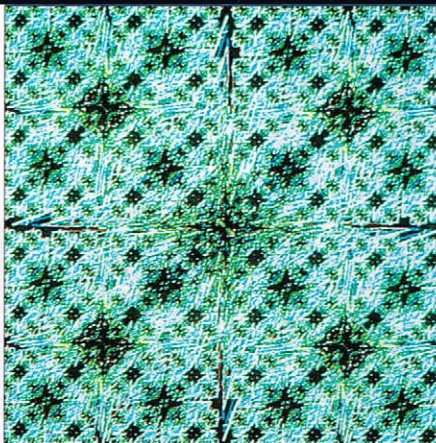
## Kalide propose, l'artiste dispose

*Kalide apprend à créer des images de type « kaléidoscope » qui plaisent à son utilisateur. Celui-ci n'a qu'à signaler ce qui lui plaît.*

d'exploiter à nouveau sa vision périphérique pour se repérer dans son environnement informationnel. Bien que nos écrans soient toujours bien trop petits, c'est bien ce que l'on tente de retrouver en réduction en y laissant un fonds d'icônes visible comme contexte de repérage. Dans notre concept, les textes et autres documents sur lesquels l'utilisateur fixe son attention isolément seraient visualisés sur des « ardoises électroniques » semblables en plus léger à certains ordinateurs sans clavier déjà disponibles sur le marché. En revanche, l'imagerie de repérage, reproduisant des livres et des dossiers sur des étagères, est projetée sur un mur du bureau. Les ardoises à haute résolution peuvent être utilisées sur les genoux, sur un bureau ou sur une table en tant que substituts de livres, dossiers et documents de toutes sortes. En dirigeant l'une de ces ardoises vers un « livre » ou une autre icône qui se trouve sur le mur, on « ouvre » ce document pour travailler

« remettre à sa place » un livre, dossier ou article. Les nouveaux paradigmes donnent souvent naissance à des idées qui peuvent être exploitées dans les anciens paradigmes. On peut réaliser une version simplifiée de RWAI en ajoutant un écran de repérage à côté de celui d'un poste de travail ordinaire.

On a toujours envisagé de faire penser des machines. L'un des fameux « tests de Turing » propose comme épreuve à l'intelligence artificielle (IA) de réaliser un logiciel ayant une conversation assez convaincante (dans un certain domaine) pour qu'il ne puisse pas être distingué d'un être humain. Dans les années 1950, Alan Newell, Herbert Simon, Marvin Minsky, Selfridge (des grands noms de l'intelligence artificielle) et d'autres parlaient dans leurs articles de choses qui ressemblaient à ce que nous appelons aujourd'hui des « agents ». Depuis, on étudie différentes sortes de ces agents informatiques qui font des choses que vous ou quelqu'un d'autre devrait faire. Le lecteur trouvera de plus amples



détails sur ce sujet dans un autre article de ce numéro (voir l'article de Doug Riecken dans ce numéro).

Une catégorie intéressante est celle des « agents sociaux » qui comparent des informations statistiques sur les centres d'intérêt ou les valeurs de quelqu'un avec celles d'autres personnes. La comparaison permet par exemple<sup>(4)</sup> de prédire dans une certaine mesure si une personne aimerait telle ou telle musique (cas du système Ringo) ou voudrait lire un certain type de courrier (système Max). Ces agents sociaux créent des paradigmes d'interface utilisateur où l'ordinateur exploite les préférences connues d'individus dont les sensibilités sont réputées proches de celle d'un utilisateur moins bien connu. Les agents « intelligents » d'interface

communications entre une personne et un ordinateur. Depuis 1979, nous construisons des systèmes destinés à enrichir la communication entre l'ordinateur et l'utilisateur grâce à une couche sous-jacente de compréhension entre eux. Cet AUM (pour « Adaptive User Model », modélisation adaptative de l'utilisateur) diminue la quantité d'informations que l'utilisateur doit chercher lui-même et il augmente donc le temps qu'il peut consacrer à son travail.

Les nouveaux paradigmes d'utilisation de l'ordinateur doivent répondre aux contraintes d'interaction et aux capacités de calcul de l'humain comme à celles de l'ordinateur. Les premières tentatives pour réaliser des interfaces où l'ordinateur apprend à aider l'utilisateur furent souvent entravées par le choix de domaines d'application non judicieux. Selon le cas, la quantité de « connaissances » à gérer, ou bien la complexité des « raisonnements » à produire, compte tenu du domaine, devenait la première difficulté du projet. Or, la création de nouveaux paradigmes exige que l'on se concentre sur le scénario d'interaction : ce qu'est l'échange entre l'homme et l'ordinateur, et ce qu'est son rythme et sa solidité.

**L'ordinateur tente de cerner les goûts de l'utilisateur, propose et intègre les critiques : ici l'expert est la machine mais l'homme reste l'auteur**

C'est en pensant à cela que nous avons entrepris de créer un agent qui ne pourrait fonctionner que s'il pouvait apprendre grâce aux critiques de l'utilisateur. Nous avons voulu créer une interface avec apprentissage reposant sur l'IA (intelligence artificielle), qui serait satisfaisante uniquement si son savoir acquis répondait aux attentes de l'utilisateur. Nous avons choisi un domaine dans lequel l'utilisateur n'avait pas plus de connaissances que l'ordinateur, afin que l'ordinateur ne soit pas désavantagé au départ sur le plan de la représentation. Notre logiciel produisait des images à symétrie radiale à la manière d'un kaléidoscope (voir les clichés ci-dessus). Lorsque les utilisateurs aimaient les motifs, ils appuyaient en avant sur un manche à balai. Un modèle des formes et des motifs que les utilisateurs aimaient (et n'aimaient pas) était construit et jouait le rôle d'AUM.

Ce système agent, Kalide, où les critiques de l'utilisateur servent à piloter un processus de création, fut mis à la

... ment tant de gens que les administrateurs des ressources informatiques demandèrent qu'il ne soit plus en accès public. Cette sorte d'agent proactif de type assistant peut modifier les compétences de l'utilisateur. Dans ce cas, le critique d'art devient l'artiste. Il s'agit là d'un nouveau paradigme où l'ordinateur est l'expert mais où l'utilisateur est bien l'auteur. Bien qu'ils n'aient peut-être pas eu d'AUM persistants, d'autres systèmes précoces d'expression artis-

la touche et encourage, flatte ou réprimande les joueurs, COACH est un système qui n'intervient pas dans les actions de l'utilisateur mais les commente de façon opportune. COACH peut choisir l'explication ou l'exemple, la syntaxe, le minutage, le sujet, le style et le niveau d'aide en fonction de l'expérience et de la compétence constatée de l'utilisateur. Une description qui présente une commande ou une fonction est utile au démarrage mais risque d'être ignorée si elle apparaît trop souvent. Des exemples montrant comment exécuter une procédure sont souvent précieux... jusqu'à ce que l'on maîtrise la procédure.

### Le véritable intérêt des agents intelligents adaptatifs c'est que les gens ne remarqueront même pas le mécanisme

Le système COACH enregistre l'expérience et la compétence de l'utilisateur pour les choses qui peuvent être apprises (sur les plans syntaxique et conceptuel) à mesure qu'elles sont mises en œuvre. Il garde trace du moment où l'utilisateur a utilisé tel ou tel aspect du système, pour diriger son intervention et sa tactique pour l'aider. COACH est conçu pour expérimenter des modèles d'adaptation à l'utilisateur et peut être adapté à divers types d'application. Dans une étude sur l'apprentissage du langage informatique Lisp, le système COACH a permis à ses utilisateurs de faire cinq fois plus d'exercices que des témoins.

Grâce aux mécanismes d'apprentissage automatique, des paradigmes d'enseignement assisté par ordinateur peuvent oublier les programmes figés ou le style « salle de classe » pour se concentrer sur les besoins individuels de l'utilisateur. Le scénario d'enseignement déplace l'élève dans une situation d'apprentissage par la pratique. Le système COACH prouve que la technique des agents peut remplacer avec succès un formateur humain pour apporter une aide personnalisée pendant que l'élève cherche les solutions. Actuellement, nous mettons le paradigme COACH à l'œuvre dans une interface utilisateur graphique.

L'industrie clame que la prochaine génération d'interfaces utilisateur inclura des agents intelligents. Le véritable intérêt de ces systèmes adaptatifs, ne sera pas que les gens aimeront leurs capacités d'adaptation, mais qu'ils ne remarqueront pas le mécanisme.

De nouveaux paradigmes informa-

tionnels dans telle ou telle de nos activités. Nous avons décrit ici des exemples de changements de paradigmes, petits et grands, illustrant les problèmes rencontrés et les approches employées pour inventer les interfaces homme-machine de l'avenir.

Lorsque l'on pense à une nouvelle manière d'utiliser l'ordinateur, il faut se poser des questions. Est-ce qu'elle s'accorde vraiment avec le comportement moteur et perceptif de l'être humain ? Est-elle adaptée aux possibilités techniques démontrées de nos machines ? Peut-elle créer des scénarios qui améliorent l'expérience humaine ou réduisent la quantité d'énergie physique ou mentale nécessaire à l'homme pour faire quelque chose qu'il veut faire ? Peut-elle être testée aujourd'hui sans trop de difficultés ? Que permet-elle d'autre, comment saurons-nous si c'est une façon géniale de faire des choses ?

En tant que communauté d'innovateurs, de chercheurs et de développeurs, nous élaborons des paradigmes qui, nous le pensons, s'imposeront. A mesure que les succès s'accumulent, ces nouvelles techniques et technologies seront employées dans des situations toujours plus diverses. Grâce à ces nouveaux paradigmes d'utilisation de l'ordinateur, l'IHM est dans une situation enviable : elle est en mesure de définir les outils de l'avenir.

T.S. ■

#### Pour en savoir plus

■ R.C. Barrett, E.J. Selker, « Negative Inertia, A Dynamic Pointing Function », CHI '95, ACM, avril 1995.

■ D. Bannahum, « Marketing Computers », February 1995, <http://www.reach.com/matrix/thereturnofthepda.html>

■ W.L. Bewley et al., « Human Factors Testing in the Design of Xerox's 8010 "Star" Office Workstation », in CHI'83 Proceedings, ACM, p. 72-77, 1983.

■ R. Sleeman et J.S. Brown, *Intelligent Tutoring Systems*, Academic Press, 1982.

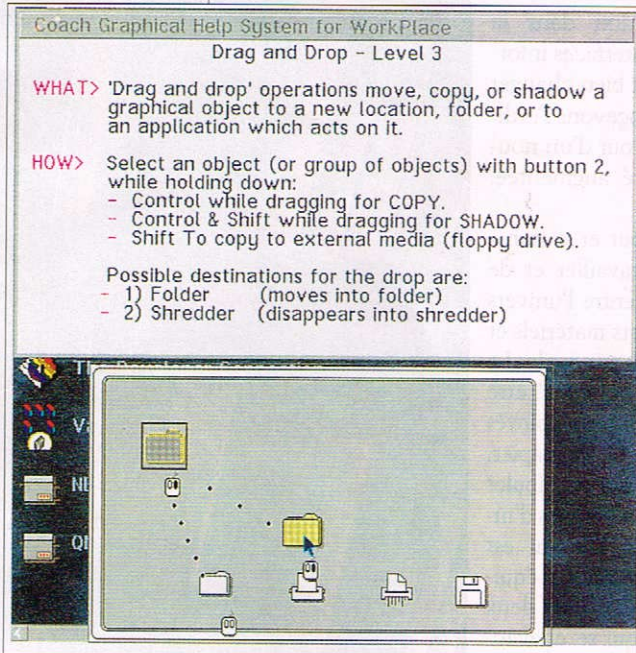
■ C. Frankish, R. Hull et P. Morgan, « Recognition Accuracy and User Acceptance of Pen Interfaces », in CHI'95 Proceedings, p. 503-509, 1995.

■ L. Koved et T. Selker, « Room With a View », IBM T.J. Watson Research Center, Yorktown Heights, Internal report, 1991.

■ T. Selker, « COACH : A Teaching Agent That Learns », CACM, vol. 37, N° 7, p. 92-99, 1994.

■ M. Stefik et al., « Beyond the chalkboard : Computer support for collaboration and problem solving in meetings », CACM, vol. 30, p. 32-47, 1987.

■ I.E. Sutherland, « Sketchpad : a man-machine graphics communication system », in



Le système COACH apprend petit à petit à connaître son utilisateur afin de lui préparer à bon escient une aide correspondant à ses besoins, son niveau d'expérience et de compréhension.

tique doués d'adaptabilité ont aussi eu du succès, tels le Media Space de Myron Kruger<sup>(4)</sup> et les projets ART d'Harold Cohen<sup>(5)</sup>. Jusqu'où peut-on pousser ce type de paradigme ? Quelles sont les problèmes fondamentaux ? Jusqu'en 1985, des articles prévoyaient qu'un modèle adaptatif d'utilisateur en temps réel était irréalisable. Pour introduire un nouveau paradigme, il faut démontrer que son scénario d'interaction résoudra de vrais problèmes.

Le système COgnitive Adaptive Computer Help (COACH, « entraîneur ») fut créé dans les années 1980 pour prouver que les agents adaptatifs pouvaient être utiles dans les scénarios d'interface utilisateur (cliché ci-dessus). COACH est un système qui enregistre l'expérience de l'utilisateur pour produire une aide personnalisée. C'est un agent d'interface qui enseigne à l'utilisateur plutôt

(4) P. Maes, « Agents that Reduce Work and Information Overload », CACM, vol. 37, N° 7, p. 31-40, 1994.

(5) M. Krueger, « VIDEOPLACE and the interface of the future », in B. Laurel (éd.), *The Art of Human-Computer Interface Design*, Addison-Wesley, 1990.

(6) H. Cohen, B. Cohen et P. Nii, *The First Artificial Intelligence Coloring Book : Art and Computers*, Kaufmann, Los Altos, California, 1984.