

Interface homme-machine

MASTER1 INFORMATIQUE

Table des matières

CHAPITRE 1 GENERALITE.....	5
1.1 Qu'est-ce que l' IHM ?.....	5
1.2 Quelque définition.....	6
1.3 Quelque abréviations I H M.....	7
1.4 Histoire et évolution de l'IHM.....	8
1.5 Histoire des interfaces d'entrée.....	30
CHAPITRE 2 L'ergonomie :.....	42
2.1 Le domaine de l'ergonomie.....	42
2.2 Ergonomie et Analyse du travail.....	43
2.3 Ergonomie et didactique.....	44
2.4 Ergonomics versus Human Factors.....	45
2.5 La méthode: la modélisation en ergonomie.....	48
2.6 L'objet du modèle.....	49
2.7 Les fonctions du modèle.....	50
2.7.1 La réduction.....	50
2.7.2 La description.....	50
2.7.3 L'interprétation.....	51
2.7.4 Simulation.....	52
2.8 Les notions de base en ergonomie.....	53
2.8.1 La tâche.....	53
2.8.2 Le but.....	55
2.8.3 L'objectif.....	55
2.8.4 Le dispositif.....	55
2.8.5 L'exigence de la tâche.....	56
2.9 Le domaine de l'activité.....	57
2.9.1 La notion d'activité.....	57
2.9.2 Les comportements.....	57

2.10 L'activité mentale : les conduites cognitives.....	59
2.11 Les procédures (ou connaissance instrumentale).....	59
2.12 Les structures (ou connaissances déclaratives).....	59
CHAPITRE 3 EXEMPLE D'UTILISATION DES IHM DANS LA CONCEPTION ET REALISATION DES PROJETS INFORMATIQUE.....	61
3.1 Temps de réponse.....	61
3.2 Asutces.....	61
3.3 Feuilles de style.....	62
3.4 Cadres.....	62
3.5 Accessibilité.....	63
3.6 Accessibilité.....	63
3.7 Permettre l'impression.....	64
3.8 Contenu.....	64
3.9 Le texte.....	64
3.10 Mise à jour.....	65
3.11 Interactivité.....	65
3.12 Les liens hypertextes.....	65
3.13 Couleurs et soulignement.....	65
3.14 Les liens hypertextes.....	66
3.15 Les liens hypertextes.....	66
3.16 Les liens hypertextes.....	67
3.17 Les liens hypertextes.....	67
3.18 Les liens hypertextes.....	68
3.19 Liens internes brisés.....	68
3.20 Langue.....	69
3.21 Les couleurs.....	69
3.21.1 L'oeil humain.....	69
3.21.2 Les couleurs.....	70
3.21.3 Les couleurs.....	71

<i>3.21.4 Equilibre des couleurs dans un site.....</i>	<i>73</i>
Bibliographie.....	74

CHAPITRE 1 GENERALITE

Introduction

Si la grande majorité des personnes parviennent sans trop de difficultés à utiliser correctement leur ordinateur, il faut bien admettre que l'outil, s'il s'est considérablement simplifié et démocratisé au cours des vingt dernières années, reste malgré tout améliorable en termes d'ergonomie et d'intuitivité.

À l'inverse, la science-fiction, notamment au cinéma, nous présente souvent un avenir où l'accès aux données numériques est d'une facilité déconcertante d'un point de vue manipulation. On pense, entre autres, à *Minority Report*, de Steven Spielberg, adaptation du nouvel éponyme de Philip K. Dick, film dans lequel on peut voir le personnage interprété par Tom Cruise littéralement manipuler des documents numériques, faisant défiler les pages d'un simple balayement de la main comme si elles étaient réelles et en suspension face à lui.

La réalité semble progressivement rejoindre la fiction avec le Multitouch, une technologie prometteuse d'interaction entre l'homme et la machine qui pourrait bien, si elle rencontre le succès, révolutionner nos habitudes de travail et notre vision du développement dans les nouvelles technologies.

Le présent rapport se propose donc de vulgariser cette technologie et d'en identifier l'impact futur sur notre environnement de travail et sur notre environnement quotidien.

Précisons également que ce document, premier rapport de veille de l'année 2009, n'est que le premier d'un ensemble cohérent dédié à l'évolution technologique foudroyante que nous sommes sur le point de vivre.

Les quatre rapports de veille suivants nous permettront de démontrer concrètement qu'en termes de développement, la limite n'est plus la technologie, mais bien notre imagination. D'où l'importance de ce premier document qui, au contraire des autres, est principalement axé sur l'humain et ses interactions avec la machine.

1.1 Qu'est-ce que l' IHM ?

Les moyens et outils mis en œuvre afin qu'un humain puisse contrôler et communiquer avec une machine. Les ingénieurs en ce domaine étudient la façon dont les humains interagissent avec les ordinateurs ou entre eux à l'aide d'ordinateurs, ainsi que la façon de concevoir des systèmes qui soient ergonomiques, efficaces, faciles à utiliser ou plus généralement adaptés à leur contexte d'utilisation.

L'amélioration de l'ergonomie de l'interface homme-machine a notamment pour objectif d'optimiser l'aménagement du poste de travail et de limiter ainsi les risques du travail sur écran (troubles musculo-squelettiques, fatigue oculaire, syndrome d'épuisement professionnel, stress, stress numérique...)

L'interaction homme-machine est à la base de l'informatique d'aujourd'hui, car elle conditionne l'acceptabilité des nouveaux outils informatiques qui se généralisent et concernent un nombre croissant d'utilisateurs dans des domaines de plus en plus variés.

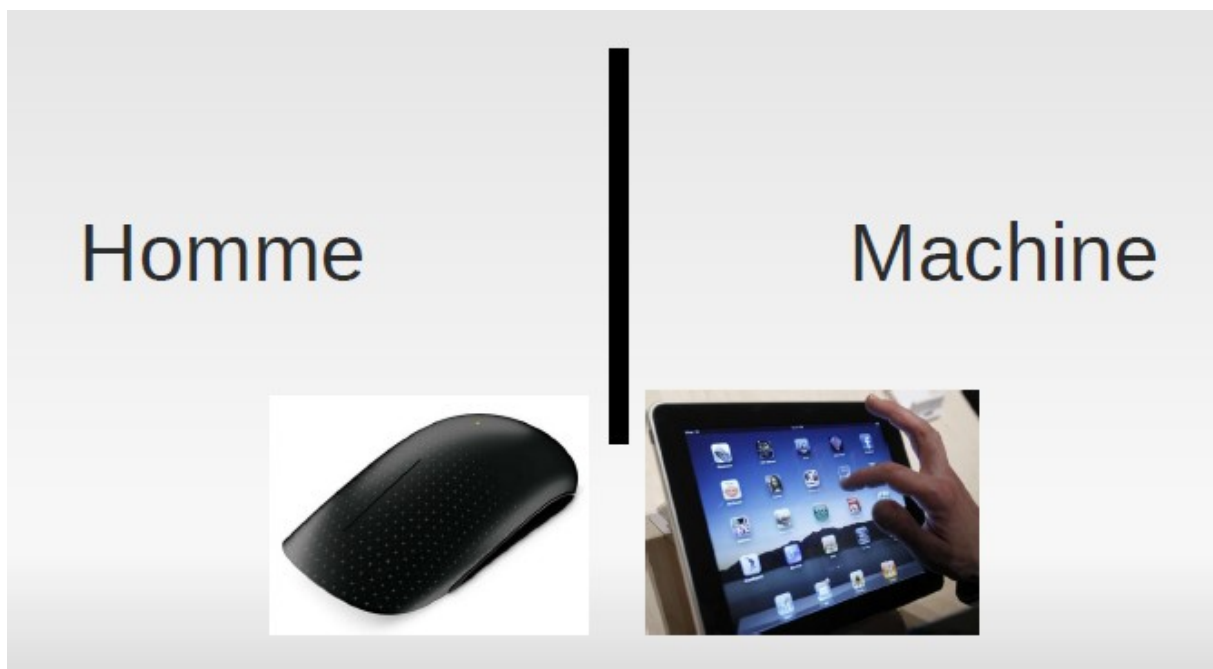
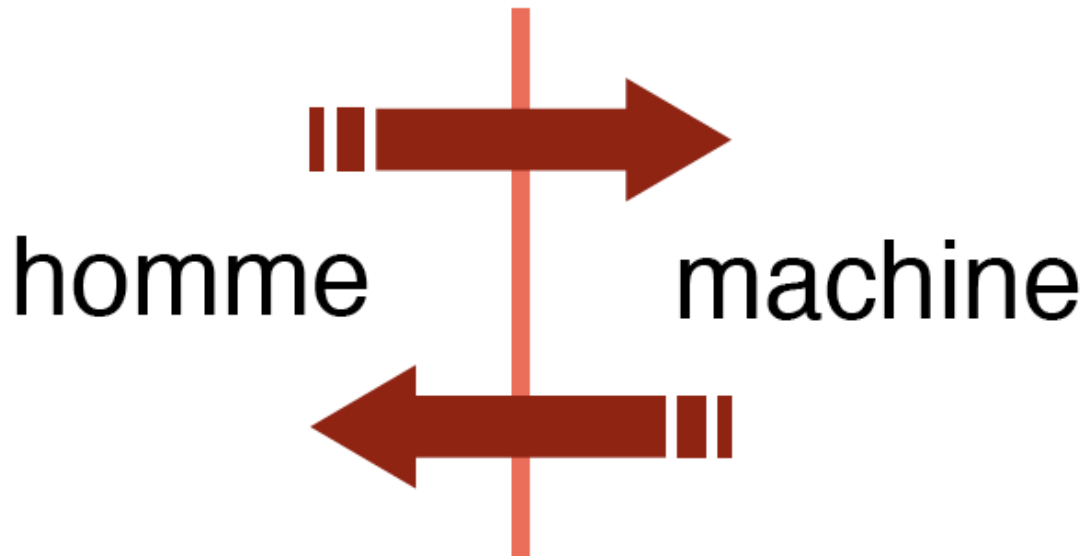
Des environnements modernes proposent des interfaces sophistiquées (multi-fenêtrage, multimédia, multi modalité) posant de nombreux problèmes de conception et de réalisation.

Le but de ce cours est de faire le point non seulement sur les aspects techniques, mais également sur les aspects liés à la psychologie cognitive, la sociologie du travail et à l'ergonomie pour permettre aux futurs ingénieurs de comprendre et de maîtriser les enjeux liés au choix, à la conception et à la réalisation des interfaces utilisateurs.

Ce cours devrait intéresser les futurs ingénieurs qu'ils se destinent aux métiers de l'informatique (chef de projet, concepteur, réalisateur) ou à d'autres métiers qui les mettront tôt ou tard en position de prescripteurs des nouveaux outils ou de simples utilisateurs. Les enjeux, les approches et les solutions présentés dans ce cours permettront d'appréhender cette problématique incontournable des TIC.

1.2 Quelques définitions

L'IHM c'est l'ensemble des dispositifs matériels et logiciel permettant à un utilisateur d'interagir avec un système interactif



1.3 Quelques abréviations I H M

- Interface Homme – Machine
 - Interaction(s) Homme – Machine
- D'autre appellation de l'IHM :
- CHM: Communication Homme – Machine
 - DHM: Dialogue Homme – Machine
 - IPM: Interaction Personne – Machine

En anglais

- UI - User Interface
- GUI - Graphical User Interface
- HMI - Human-Machine Interface
- HCI - Human-Computer Interaction

1.4 Histoire et évolution de l'IHM

1936 : la machine de Turing

Alan Turing pose les bases théoriques de l'Informatique, Au départ, l'Informatique est “*la science du calcul automatique*”

- la machine abstraite de Turing permet de mettre en oeuvre des calculs
- la machine universelle est capable de simuler toutes les machines

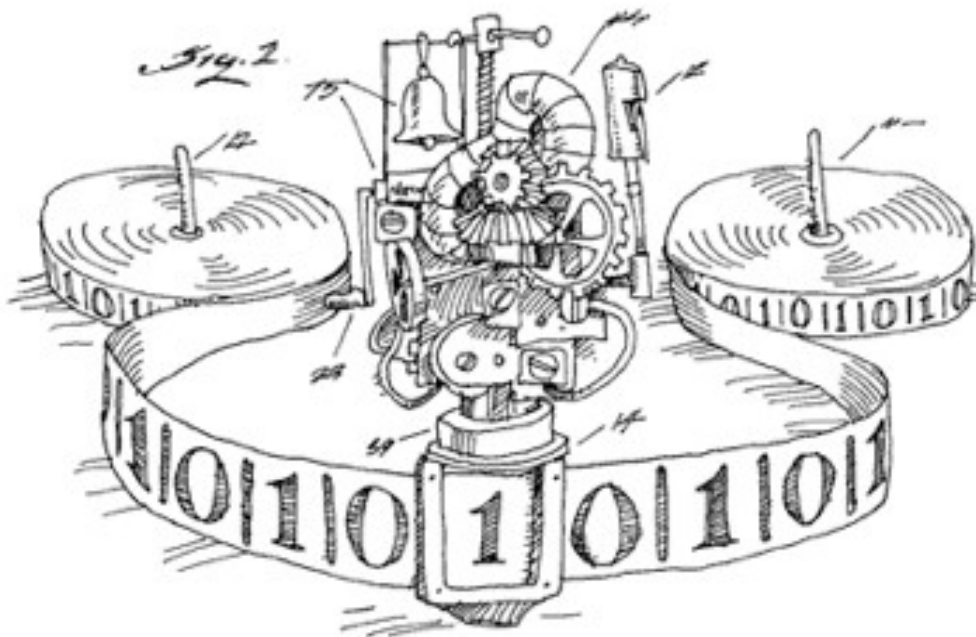


Figure 1.01 : *Machine de turing*

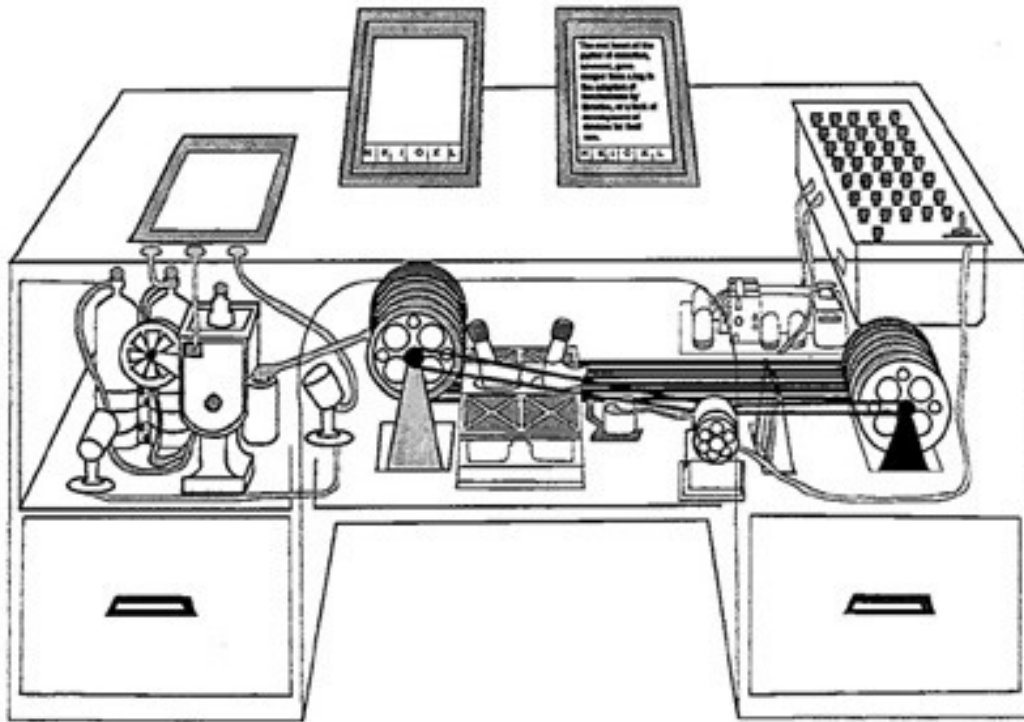
1945 : *Memex*

Vannevar Bush

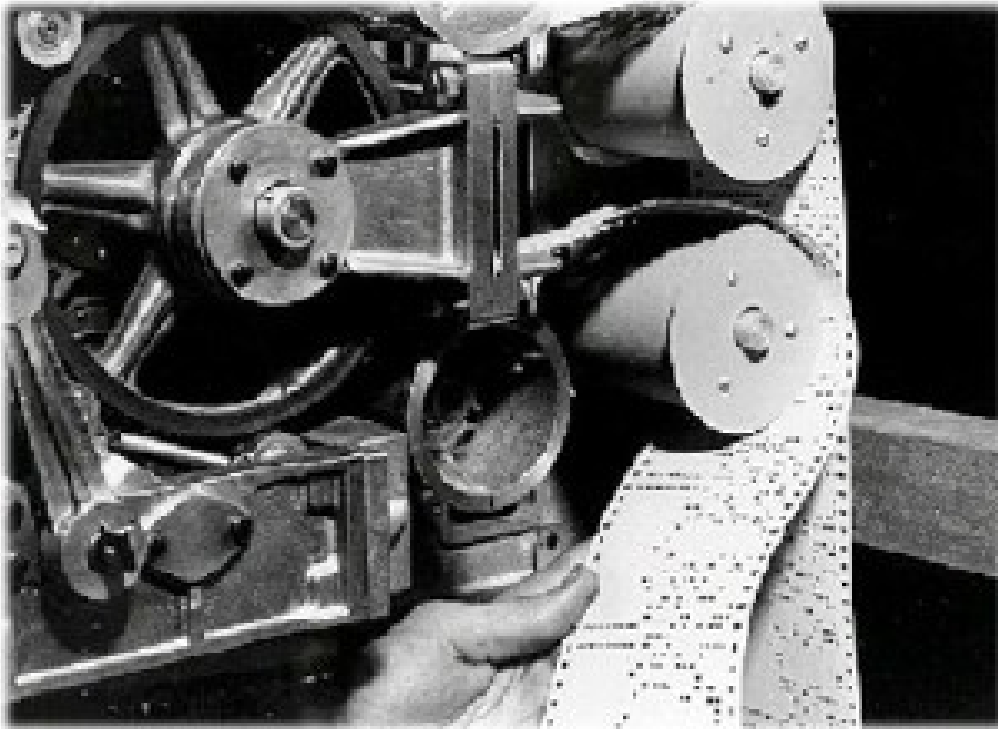
- directeur de l'OSRD (*Office of Scientific Research and Development*) pendant la Deuxième Guerre mondiale
- auteur d'un rapport intitulé “*Science, the endless frontier*” et de “*As we may think*”, publié par Atlantic monthly

Il imagine *Memex*, un instrument de mémoire externe

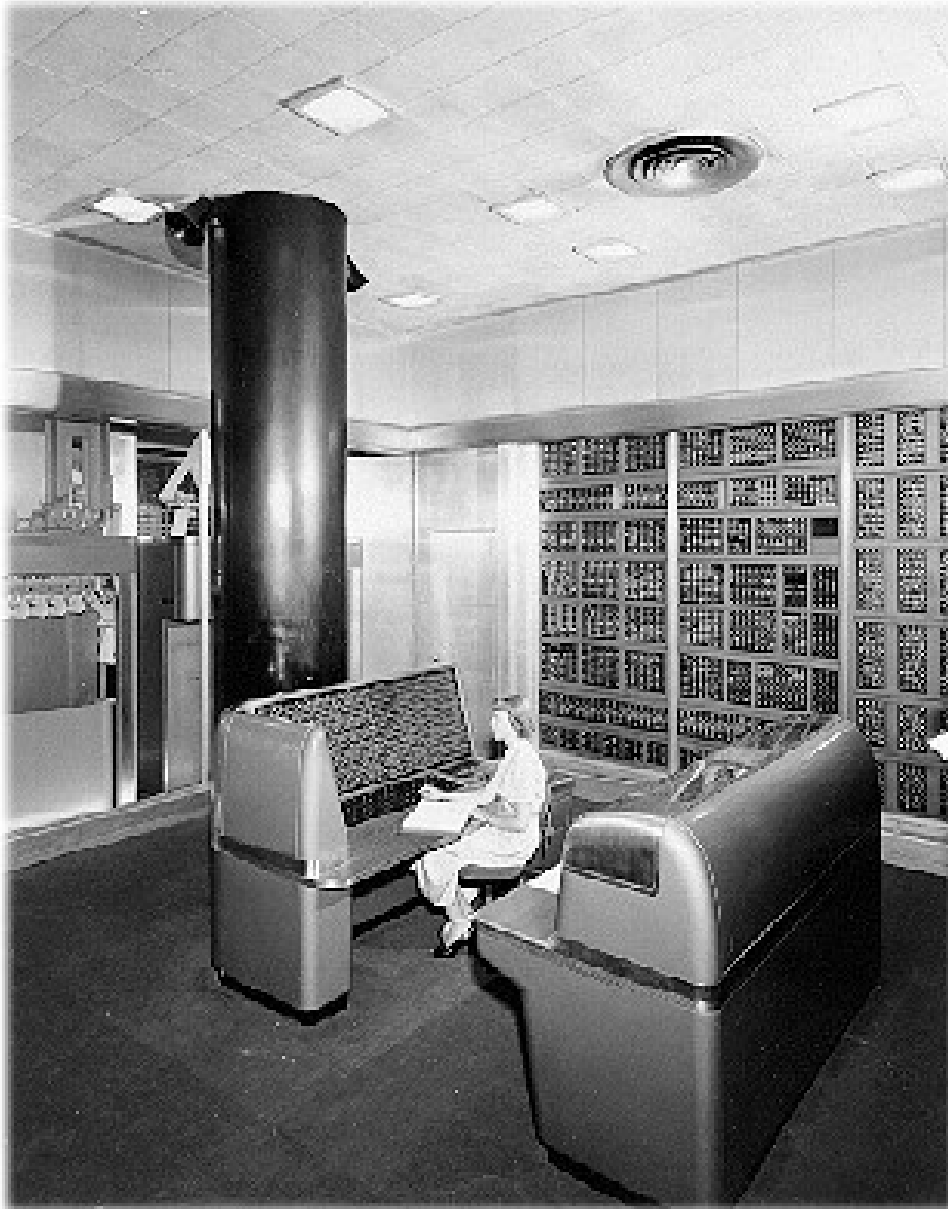
- un système électromécanique utilisé pour conserver ses livres, notes, archives, etc.
- un système de mots clés, de références croisées et des mécanismes d'indexation permettant d'accéder rapidement à l'information
- la possibilité d'annoter les documents stockés et de sauvegarder un "chemin" (une chaîne de liens)



Fin des années 1940 : l'époque des *Giant brains*

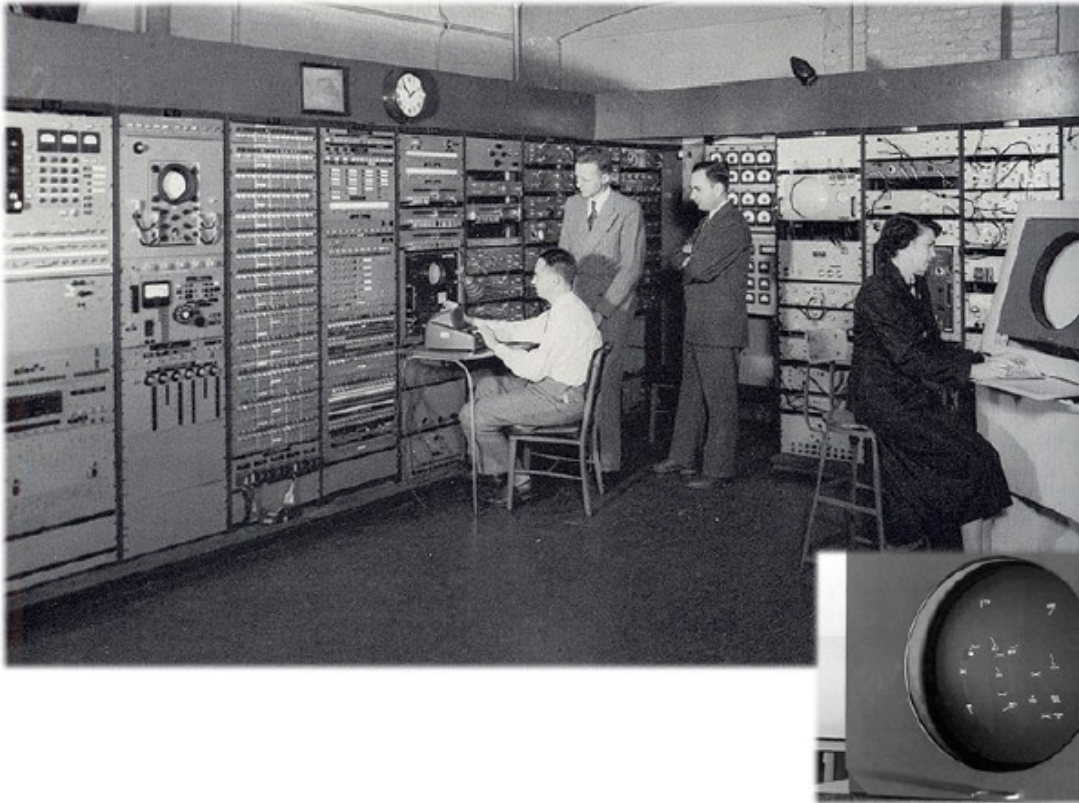


IBM/Harvard Mark-I, 1944



IBM SSEC, 1948

1951 : le Whirlwind I, premier ordinateur interactif ?



1960 : *Man-computer symbiosis*

Joseph Licklider

- chercheur en psycho-acoustique et informatique au MIT
- premier directeur de l'IPTO (*Information Processing Techniques Office*)
de l'ARPA (*Advanced Research Projects Agency*)

Auteur de l'article *Man-computer symbiosis* publié dans *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*

"In the anticipated symbiotic partnership, men will set the goals, formulate the hypotheses, determine the criteria, and perform the evaluations. Computing machines will do the routinizable work that must be done to prepare the way for insights and decisions in technical and scientific thinking."

"The hope is that, in not too many years, human brains and computing machines will be coupled together very tightly and the resulting partnership will think as no human brain has ever thought"

1962 : *Augmenting human intellect - a conceptual framework*

Douglas Engelbart

- docteur en Génie électrique
- expériences de technicien pour la Marine et les souffleries du NACA
- inspiré par Vannevar Bush (*As we may think*), Edmund Berkeley (*Giant brains*) et William James

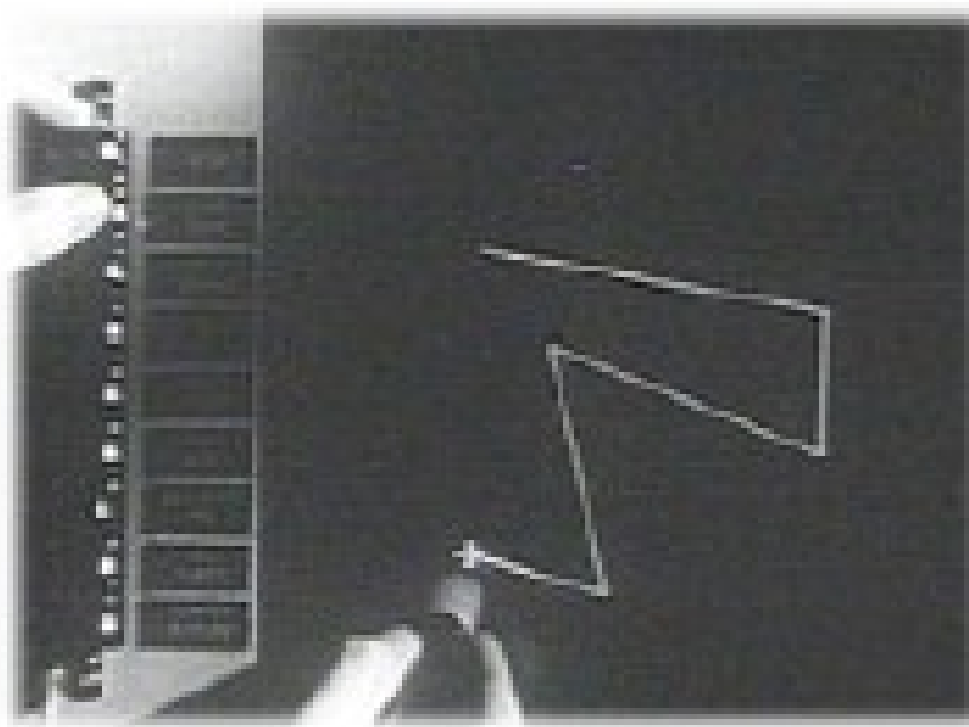
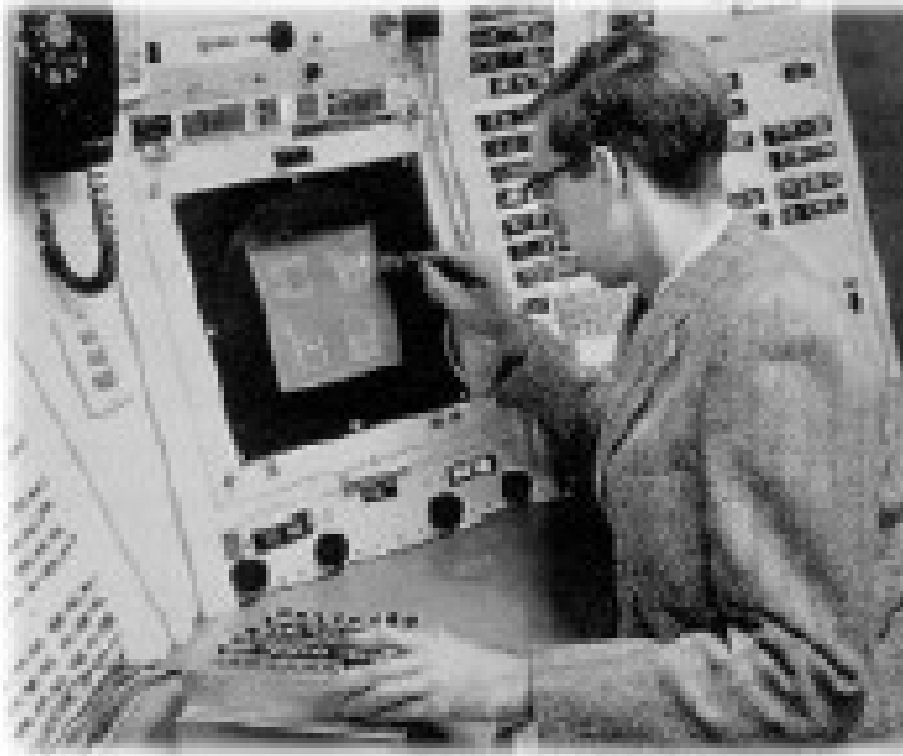
Ce rapport du Stanford Research Institute est le résultat de 10 années de réflexions Engelbart veut se servir de la puissance de calcul des ordinateurs à venir pour augmenter l'infrastructure de capacités que nous utilisons pour résoudre des problèmes

Il propose une stratégie du 3ème ordre : le *bootstrapping*

1963 : Sketchpad

Ivan Sutherland

- doctorant au MIT Lincoln Laboratory
- plus tard : directeur de l'IPTO, fondateur de l'Informatique Graphique SketchPad, un outil de dessin en avance sur son temps
- oscilloscope, stylo optique et boutons
- désignation directe des objets à l'écran
- feed-back sous forme de lignes élastiques
- séparation entre l'écran et les coordonnées de dessin
- zoom avant et arrière (facteur 2000 !)
- structure hiérarchique, opérations récursives
- système de gestion de contraintes
- icônes pour représenter des objets complexes



Sketchpad (1963)



1965 : l'hypertexte

Ted Nelson

- étudiant en philosophie et sociologie
- inventeur des termes hypertexte (1963 ou 1965 ?) et hypermedia (1968)

Son projet Xanadu reprend et étend les idées de V. Bush avec pour objectif un système de publication de documents à l'échelle mondiale

Quelques concepts intéressants

- transclusion : inclusion sans copie d'un fragment de document dans un autre document
- ZigZag : structure pour données multidimensionnelles

Beaucoup d'idées mal comprises, mais une influence certaine...

1966 : *the ultimate display*, débuts de la réalité virtuelle

Computer graphics pioneer Ivan Sutherland models a stereoscopic display he created at Harvard using miniature TV tubes. An early application showed a threedimensional wire-frame virtual room that users could explore by moving their heads.

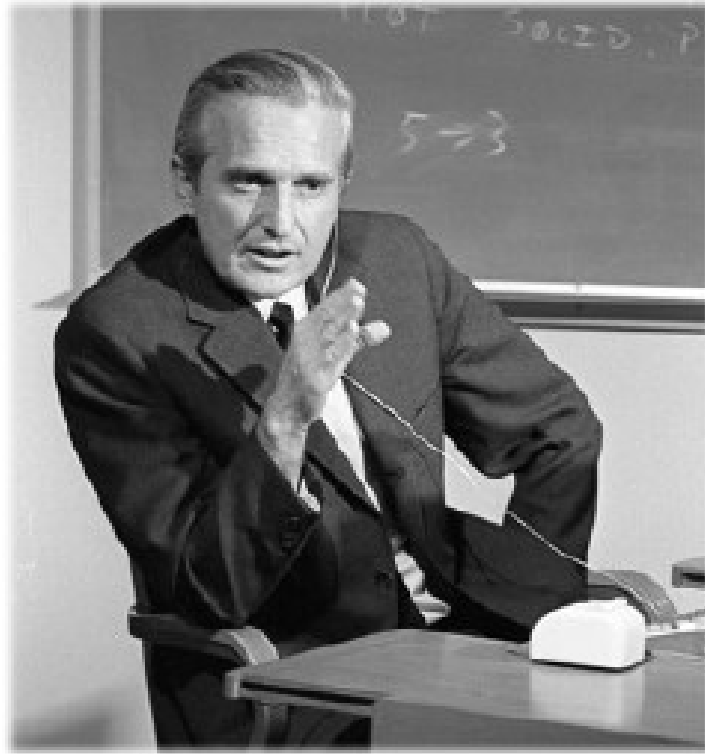


1968 : *the mother of all demos*

Engelbart fait la démonstration du système NLS développé au SRI avec son équipe

- traitement de texte structuré, hypermedia
- la souris, un clavier à accords
- écrans haute résolution, l'idée de fenêtrage
- partage de fichier, annotations
- messagerie électronique
- partage d'écran, télépointeurs
- audio et video-conférences

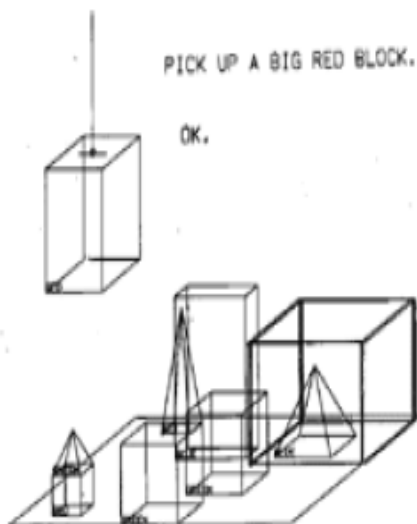
“If in your office, you as an intellectual worker were supplied with a computer display backed up by a computer that was alive for you all day and was instantly responsive to every action you had, how much value could you derive from that?”



1968 - 1970 : SHRDLU

Créé par Terry Winograd, doctorant au MIT Artificial Intelligence Laboratory Un programme capable de dialoguer en langage naturel pour

- comprendre les mécanismes du langage humain
- offrir un moyen simple pour dialoguer avec l'ordinateur



Person: PICK UP A BIG RED BLOCK.
Computer: OK. (does it)
Person: GRASP THE PYRAMID.
Computer: I DON'T UNDERSTAND WHICH PYRAMID YOU MEAN.
Person: FIND A BLOCK WHICH IS TALLER THAN THE ONE YOU ARE HOLDING AND PUT IT INTO THE BOX.
Computer: BY "IT", I ASSUME YOU MEAN THE BLOCK WHICH IS TALLER THAN THE ONE I AM HOLDING.
Computer: OK. (does it)
Person: WHAT DOES THE BOX CONTAIN?
Computer: THE BLUE PYRAMID AND THE BLUE BLOCK.
Person: WHAT IS THE PYRAMID SUPPORTED BY?
Computer: THE BOX.
Person: HOW MANY BLOCKS ARE NOT IN THE BOX?
Computer: FOUR OF THEM.
Person: IS AT LEAST ONE OF THEM NARROWER THAN THE ONE WHICH I TOLD YOU TO PICK UP?
Computer: YES, THE RED CUBE.
Person: IS IT SUPPORTED?
Computer: YES, BY THE TABLE.
...

1970 : Xerox PARC

PARC = Palo Alto Research Center

Le PARC regroupe des talents divers qui s'intéressent à la photocopie, mais aussi aux systèmes bureautiques

- une partie de l'équipe d'Engelbart, du SRI
- des anciens de Berkeley Timesharing System
- d'autres, comme Alan Kay

Quelques réalisations marquantes

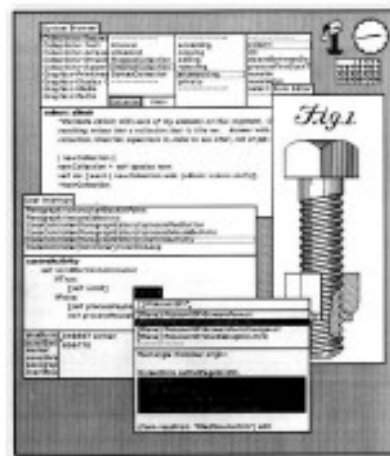
- l'imprimante laser
- la programmation-objet
- l'ordinateur personnel
- Ethernet
- traitement automatique du langage naturel

1972 : *Dynabook, a personal computer for children of all ages*

Alan Kay

- doctorat (1969) à l'U. d'Utah, où travaillait Ivan Sutherland
- l'un des fondateurs du Xerox PARC
- pionnier de l'interaction graphique et de la programmation-objet
- *The best way to predict the future is to invent it*
- *Simple things should be simple, complex things should be possible*

Le Dynabook est un concept d'ordinateur personnel portable



Pharo

1973 : Xerox Alto

Un ordinateur à un usage interne, inspiré par NLS et le Dynabook

Quelques caractéristiques

- un miniordinateur à usage personnel
- un écran bitmap, une souris
- des éditeurs de texte WYSIWYG
- des éditeurs de dessin vectoriel et bitmap
- Smalltalk et Interlisp



1977 : *the Genial Understander System*

Un système développé à PARC par Daniel Bobrow, Don Norman, Terry Winograd et quelques autres

GUS: Where would you like to go?!

User: I want to go to San Diego on July 17th!

GUS: Where will you be traveling to San Diego from?!

User: San Jose!

GUS: When do you want to return?!

User: I prefer United Airlines!

GUS: OK, I have United Airlines from San Jose to San Diego departing July 17. When do you want to return?

Fin des années 1970 : l'époque des interfaces textuelles

Interfaces à ligne de commande

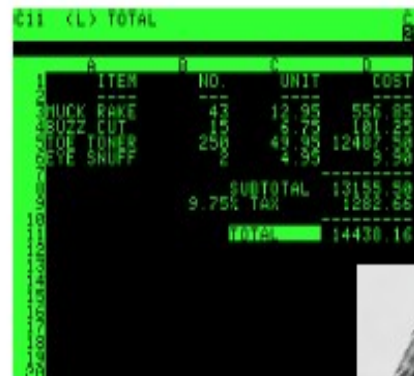
- dialogue purement textuelle, proche du dialogue oral
- syntaxe précise, mais structure du dialogue figée et potentiellement complexe

Menus et écrans de saisie

- notion de statut courant de l'interaction
- le menu regroupe les commandes disponibles à un instant donné, l'écran de saisie regroupe les paramètres requis pour une commande donnée



WordStar (MicroPro, 1979)



VisiCalc (VisiCorp, 1979)



1981 : Xerox Star

Un projet lancé en 1975

30 années-homme pour un système destiné aux “*business professionals*”

Quelques caractéristiques importantes

- conception matérielle guidée par les besoins logiciels (analyse de tâches, scénarios, 600-700 heures de vidéo)
- un système fonctionnant "naturellement" en réseau
- une interface graphique basée sur la métaphore du bureau
- l'utilisation d'icônes et de fenêtres et l'idée de WYSIWYG

- un système centré sur les documents (l'utilisateur ne connaît pas les applications)
- ensemble restreint de commandes génériques accessibles par des touches spécifiques



1981 : Xerox Star

CPU microcodé d'une puissance inférieure à un MIPS

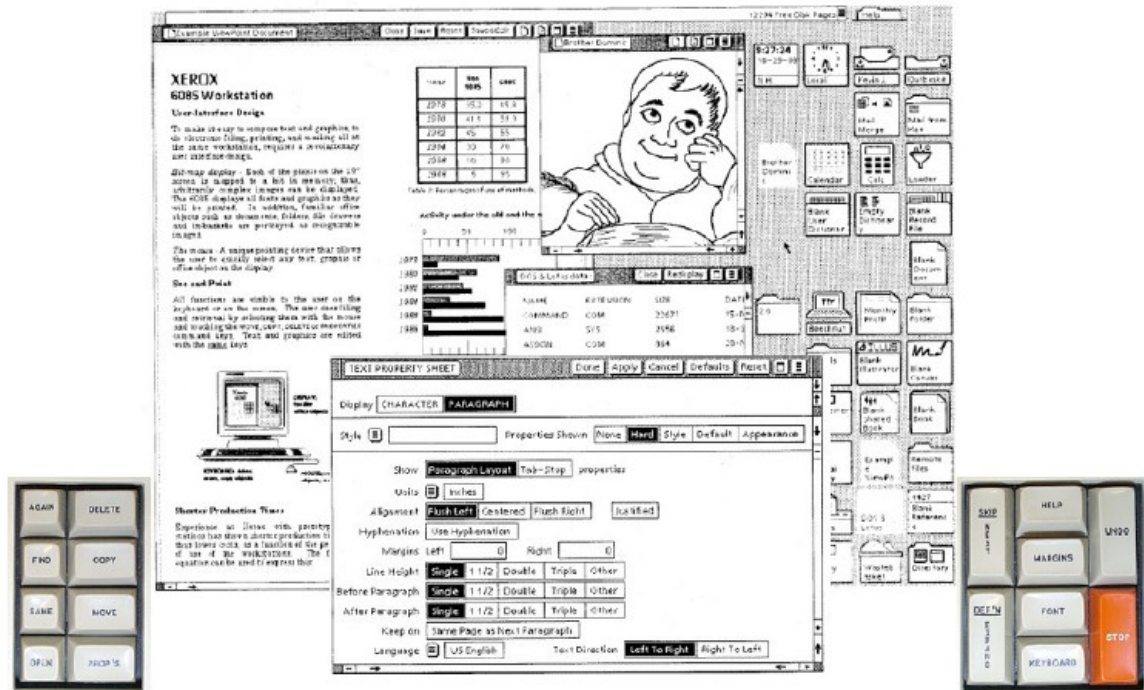
- opérations rapides pour accéder à l'écran (BitBlt)
- 385Ko de mémoire
- Une connexion Ethernet

Périphériques de stockage

- un disque dur de 10 à 40 Mo
- un lecteur de disquettes 8 pouces

Périphériques d'interaction

- un écran noir et blanc de 17 pouces
- une souris à deux boutons
- un clavier spécial muni de deux pavés de touches de fonction



- ▶ Un système trop nouveau, trop puissant, trop différent...
- ▶ une cible marketing mal évaluée (ex: pas de tableau)
- ▶ un prix trop élevé (\$16,500)
- ▶ une architecture fermée (impossible de développer des applications hors Xerox)
- ▶ un manque de volonté politique pour sortir du marché de la photocopie ?

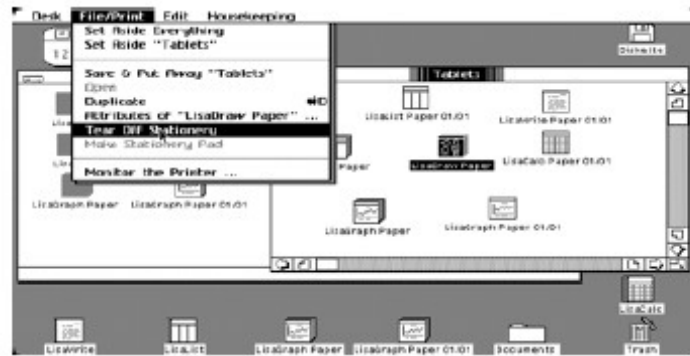
... mais une influence certaine sur les systèmes actuels

1983 : Apple Lisa

Similaire au Star, un peu moins cher : \$10,000

Un nouvel échec commercial...





1984 : Apple Macintosh

Une barre de menu, des boîtes de dialogue modales et des applications “visibles” héritées de l'Apple II

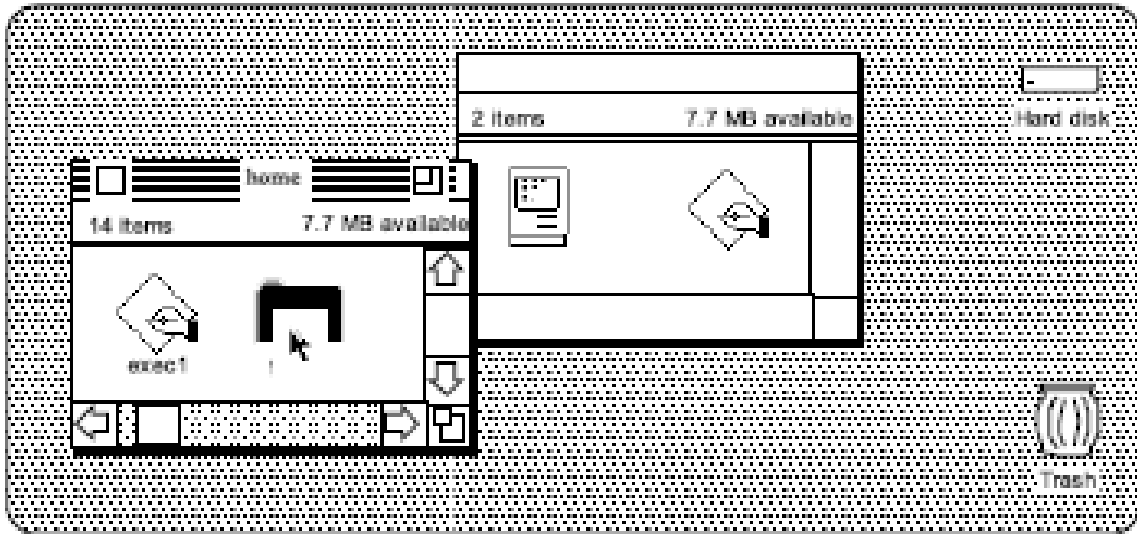
Un succès commercial

- des idées plus "mures", un marché prêt à les accepter
- un prix agressif (\$2,500) pour toucher le grand public
- une boîte à outils pour faciliter les développements externes
- des guides de style détaillés pour inciter à la cohérence entre applications

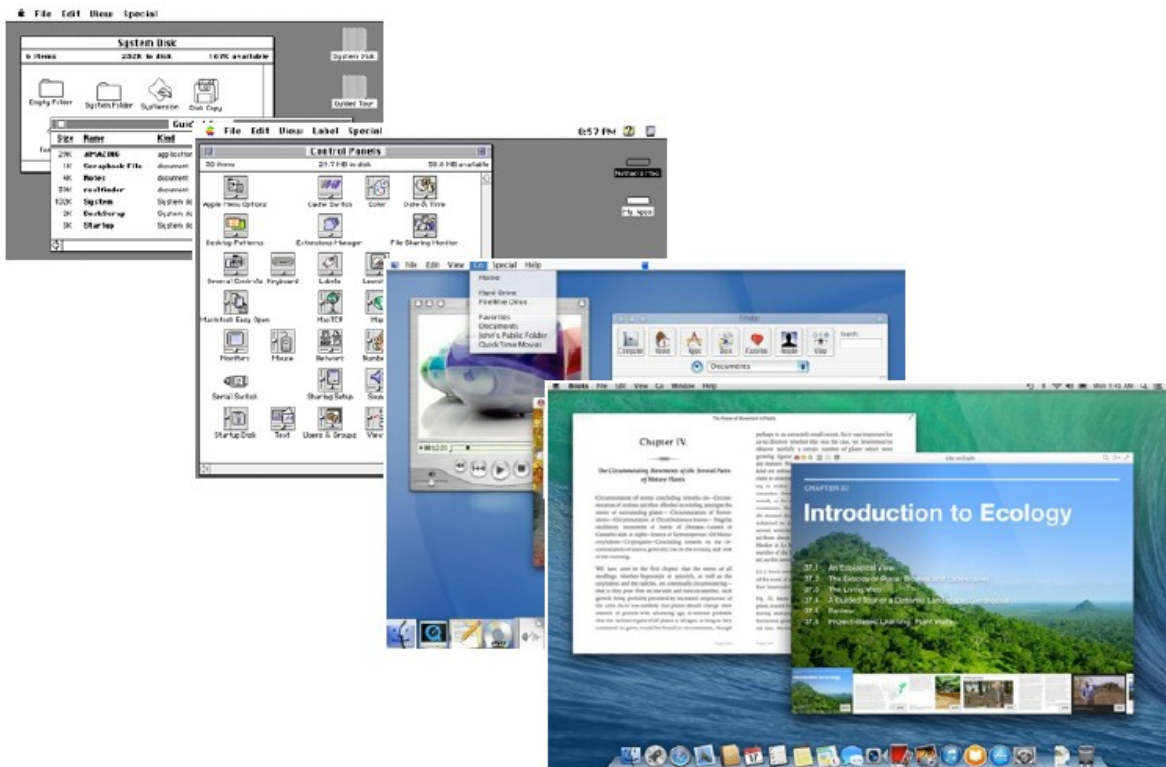
Trois applications clés

- Finder
- MacPaint
- MacWrite





1984 à aujourd'hui : de Mac OS à OS X Mavericks



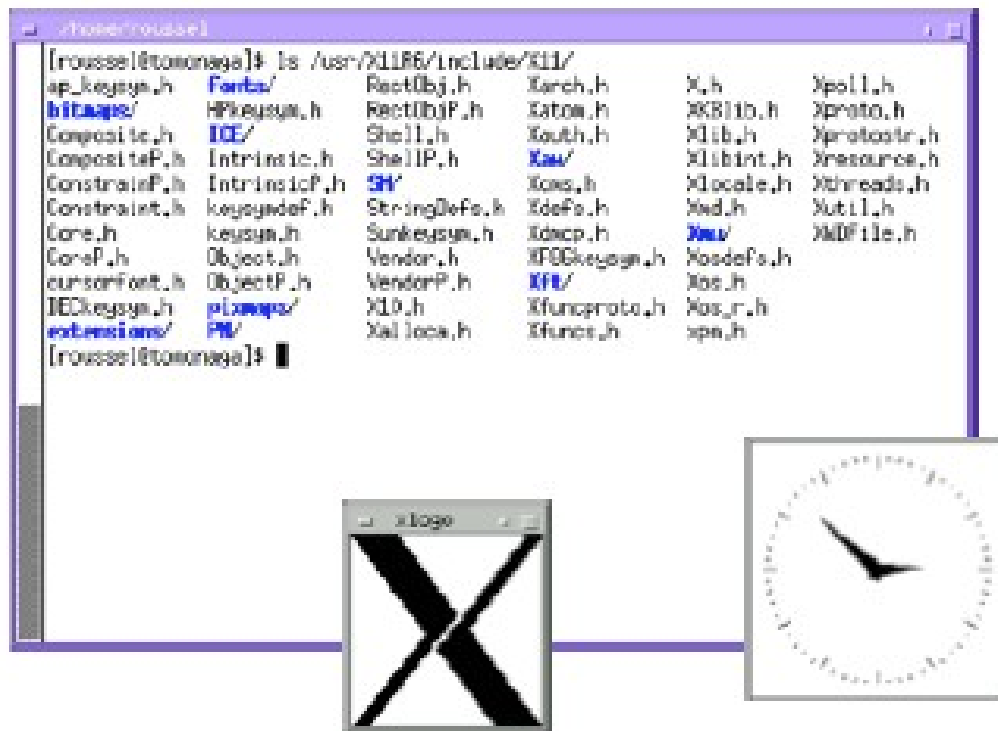
1984 à aujourd'hui : X Window

Issu du projet Athena du MIT : 4000 machines UNIX à connecter, fournies par les nombreux sponsors (DEC, IBM, Motorola, etc.)

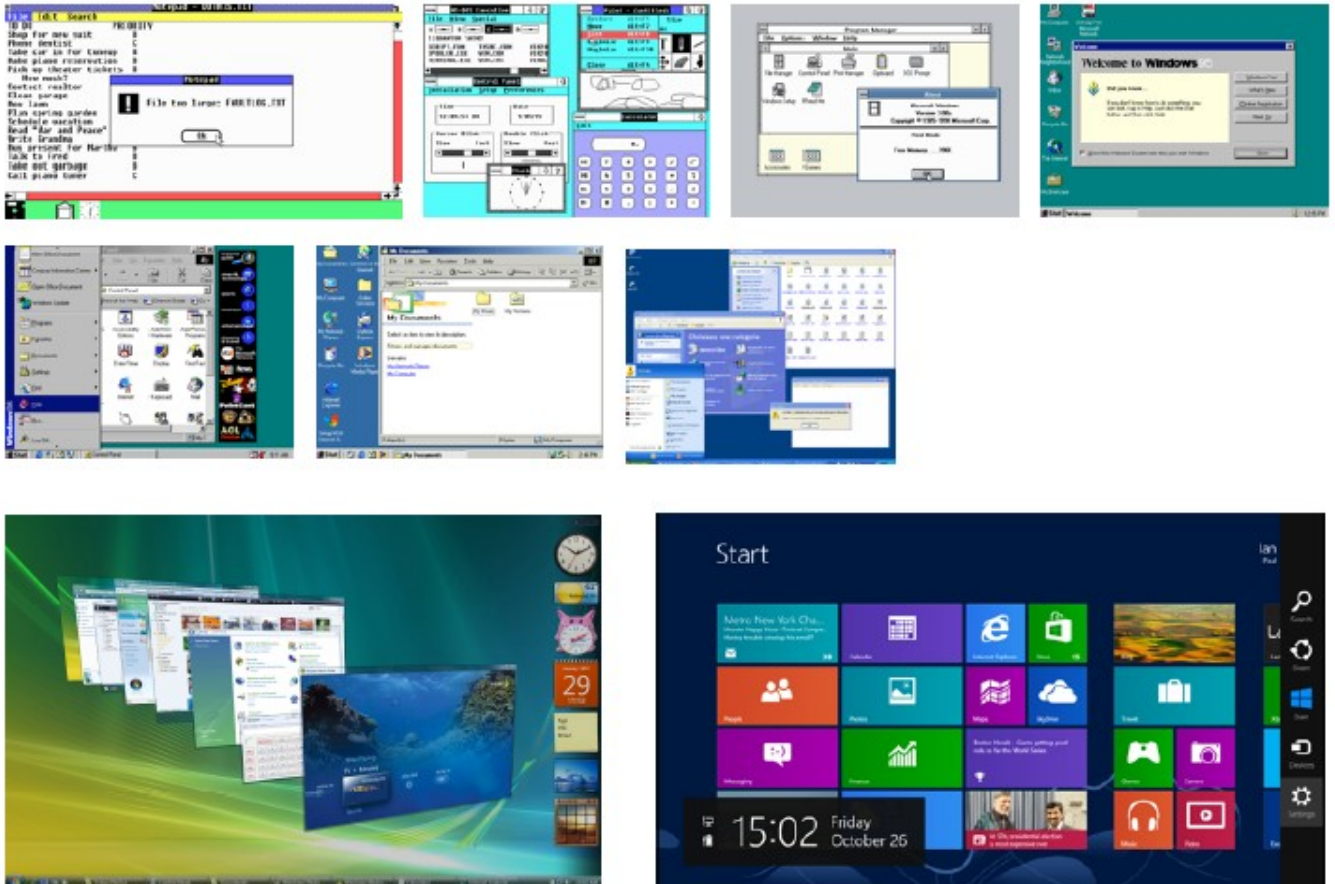
Modèle client/serveur

- séparation quoi/comment qui facilite la portabilité

- utilisation transparente du réseau qui permet l'affichage déporté Séparation entre mécanismes et politique d'utilisation

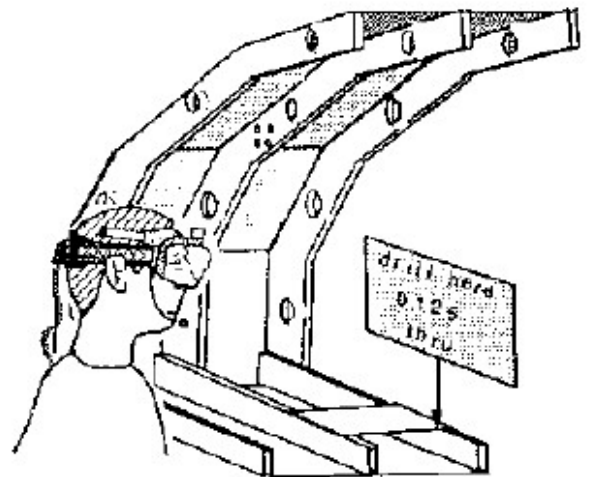


1985 à aujourd'hui : Microsoft Windows



1990 : HUDset, débuts de la réalité augmentée

Caudell & Mizell, de chez Boeing, inventent le terme



En parallèle : d'Arpanet à Internet et au Web

1967 : Arpanet est un réseau créé pour relier des machines

1973 : Vinton Cerf et Robert Kahn inventent TCP/IP

1982 : Jon Postel invente SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

1990 : Tim Berners-Lee et ses collègues du CERN inventent le World Wide Web (HTTP, HTML et les URIs)

Le Web est simple et beau, il connaît une croissance fulgurante, mais les possibilités d'interaction sont extrêmement réduites et les protocoles se figent rapidement

La communication entre individus domine les autres usages du réseau

En parallèle : l'informatique embarquée, mobile



GRiD Compass, 1981



Motorola DynaTAC, 1983



Apple Newton, 1992



Violet Nabaztag, 2005

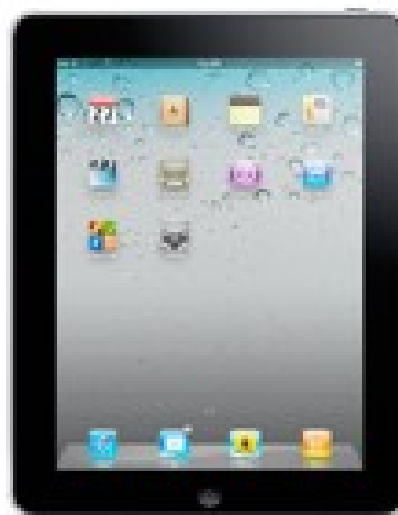
Ces dernières années



Wii remote
(Nintendo, 2006)



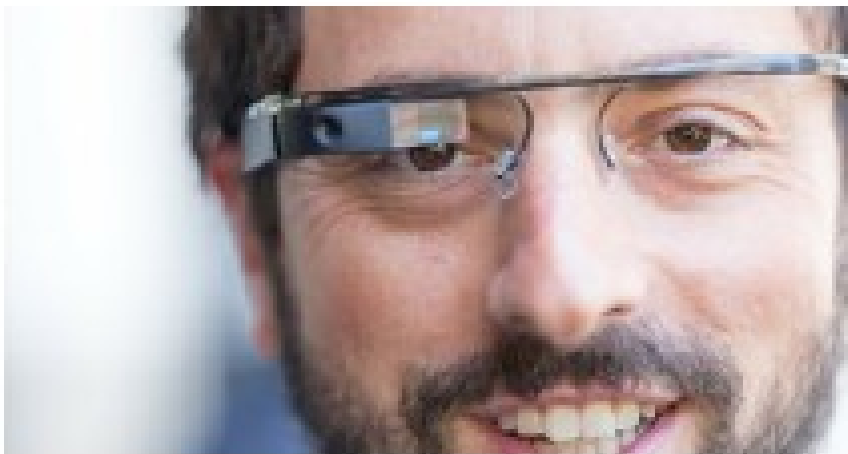
iPhone
(Apple, 2007)



iPad
(Apple, 2010)



Kinect
(Microsoft, 2010)



Glass
(Google, 2014)

1.5 Histoire des interfaces d'entrée

Les interfaces d'entrée de nos jours (les tactiles) sont les fruits de longue et onéreuse recherche, il nous semblait intéressant de revenir brièvement sur les principales interfaces matérielles entre l'homme et l'ordinateur. On mesurera ainsi beaucoup mieux le potentiel de la technologie tactile et la place qu'il pourrait prendre dans cette liste non exhaustive. Voici donc quelques périphériques ayant rencontré le succès à des degrés divers.

Le clavier



Le clavier est apparu au début des années soixante en même temps que les premiers systèmes fonctionnant en lignes de commande. Inspiré du clavier de machine à écrire, le clavier s'est vu personnalisé en fonction des pays dans les années septante ; les fameuses dispositions de touches QWERTY, AZERTY, QWERTZ,...

Depuis 1985, sa configuration est régie par une norme ISO : la 9995. Composé d'une centaine de touches, ces dernières années ont vu l'ajout successif de nouveaux éléments souvent dédiés aux fonctionnalités multimédia qui se sont développées considérablement.

Pour les professionnels de l'informatique des débuts, et plus spécialement les développeurs, c'était un univers de programmation en lignes de commandes, sans la moindre interface graphique (langages tels auto-code, Cobol, Fortran1,...).

Le clavier est encore aujourd'hui, près de cinquante ans après sa création, un périphérique incontournable. À priori, on s'imagine mal comment on pourrait s'en passer. Et si le Multitouch changeait la donne ?...

La souris



Si en 1968 le Stanford Research Institute présentait un prototype de souris rudimentaire permettant de manipuler des fenêtres dans un environnement graphique, il faudrait quand même attendre le Xerox Alto, en 1973, pour découvrir la souris sur un ordinateur produit en série. Et encore, la souris à deux boutons ne sera proposée qu'à partir de 1981, toujours par Xerox, avec le Star 8010, un ordinateur commercialisé à l'époque à 17.000\$... Ce qui ne joua pas en sa faveur.

Pour voir l'arrivée d'un ordinateur équipé d'un système d'exploitation à interface graphique, et exploitant donc le potentiel fonctionnel de la souris, il faut se tourner vers Apple qui commercialise le Lisa en 1983 (le premier « Mac » étant quant à lui présenté en 1984).

Les souris et les interfaces graphiques ont eu un impact conséquent sur les professionnels du développement avec l'avènement des langages orientés « objets ». La génération précédente de développeurs, habituée à d'autres langages et à l'utilisation exclusive du clavier a du s'adapter à cette nouvelle approche possible dans le monde du développement.

On peut à juste titre considérer la souris comme étant actuellement la meilleure interface en termes d'ergonomie et de simplicité même si elle nécessite une phase d'apprentissage de durée variable selon les individus.

La trackball



On ne s'attardera pas bien longtemps sur ce périphérique pour deux raisons : la première est que la track-ball est, d'un point de vue conception et fonctionnement, très proche de la souris, si ce n'est qu'au lieu de reposer sur la boule qui équipe ces dernières (pour les modèles plus anciens ne reposant pas sur la technologie du laser), la boule est posée sur le dessus du périphérique (voir photo). La seconde raison est que la track-ball n'a jamais rencontré le succès de sa « cousine » la souris. Elle ne constitue qu'une alternative que certains ont tentée.

La souris 3D



La souris 3D est un dispositif de pointage à 6 dimensions (3 pour la rotation et 3 pour la translation). De ce fait, elle présente un intérêt particulier pour les architectes, les designers et les concepteurs d'environnements en 3D, mais ne séduit pas le grand public pour lequel il n'existe pas d'applications exploitant le potentiel de ce type de périphérique à l'exception de quelques jeux vidéo. Ajoutons à cela qu'elle se situe d'un point de vue prix aux alentours des 300€ pour l'entrée de gamme; cela rebuttera plus d'un acheteur potentiel qui n'en aurait pas une grande utilité.

D'un point de vue technologique, les souris 3D peuvent reposer sur deux principes, selon les marques ou les modèles, à savoir l'ultrason ou l'électromagnétisme. Précisons que, bien qu'en constante évolution, la souris 3D existe depuis près de vingt ans sans que la majorité d'entre nous n'en ait vu ailleurs que dans un catalogue...

Le gant sensitif



Aussi appelé « gant de données », il est très souvent associé au visiocasque donnant à son utilisateur des allures d'astronaute. Ce gant est agrémenté de capteurs généralement composés de fibre optique détectant en temps réel les mouvements effectués.

C'est une interface homme-machine incontournable dès que l'on pense au concept de réalité virtuelle qui suscitait de grandes attentes déjà dans les années quatre-vingt. Le gant, dans ce type d'univers, permet d'évoluer et de manipuler des objets virtuels comme on si les touchait réellement, la sensation en moins. Une fois encore, il faut souligner le peu d'applications sur lesquelles cette technologie est utilisable.

La tablette graphique



La tablette graphique, à l'instar de la souris 3D, est un produit de niche : elle est presque exclusivement utilisée par les infographistes. Elle se compose d'une tablette et d'un stylet équipé de boutons aux fonctions proches de ceux de la souris.

La tablette, symbolisant la feuille, et le stylet (outil comparable à un crayon, un pinceau ou même un aérographe), permet de travailler des images numériques selon une approche et une précision comparable à celle du processus de dessin traditionnel. Néanmoins, le stylet ne fonctionnant qu'en contact direct avec la tablette et celle-ci ne reproduisant sur sa surface aucun motif, le travail se concrétisant à l'écran, la prise en main de la tablette graphique est quelque peu déroutante et nécessite un temps d'adaptation, voire un apprentissage spécifique. De plus, les gestes et traits produits sur une surface de taille réduite peuvent prendre de toutes autres proportions sur les configurations d'affichage que permettent les ordinateurs aujourd'hui, ce qui surprendra l'utilisateur débutant.

Si on peut dater la première tablette graphique de 1964, le premier modèle grand public ne fait son apparition qu'en 1984 : la KoalaPad sur Apple2. Comme précisé plus haut, il s'agit avant tout d'un outil d'infographiste. Cependant, les logiciels exploitant son potentiel sont nombreux et plusieurs noms d'applications nous sont familiers : Photoshop, Gimp, Maya, Flash,...

Le crayon optique



Il faut associer l'histoire du crayon optique à la marque française Thomson qui connut un certain succès public dans les années quatre-vingt avec les modèles TO7, TO9 e MO5. Cependant, il existe depuis 1955 et a été largement utilisé avant qu'on lui préfère la souris, nettement plus précise. Le crayon optique permet de dessiner (ou d'effectuer des opérations semblables à celles que les souris permettent) en travaillant directement sur l'écran. Sa technologie implique qu'il soit utilisé sur un écran à tube cathodique : il ne fonctionne ni sur les écrans LCD, ni sur les écrans plasma. Il mesure en fait le décalage de temps entre le balayage du faisceau d'électrons propre au cathodique et sa rencontre avec la cellule du crayon. Du reste, si on lui reconnaît une bonne précision verticale, celle-ci est nettement moins efficace à l'horizontale.

Au-delà du fait qu'on imagine mal, à l'ère du LCD, revenir au tube cathodique, il est préférable d'utiliser des périphériques comme la souris ou la tablette graphique dont la précision n'est pas à démontrer.

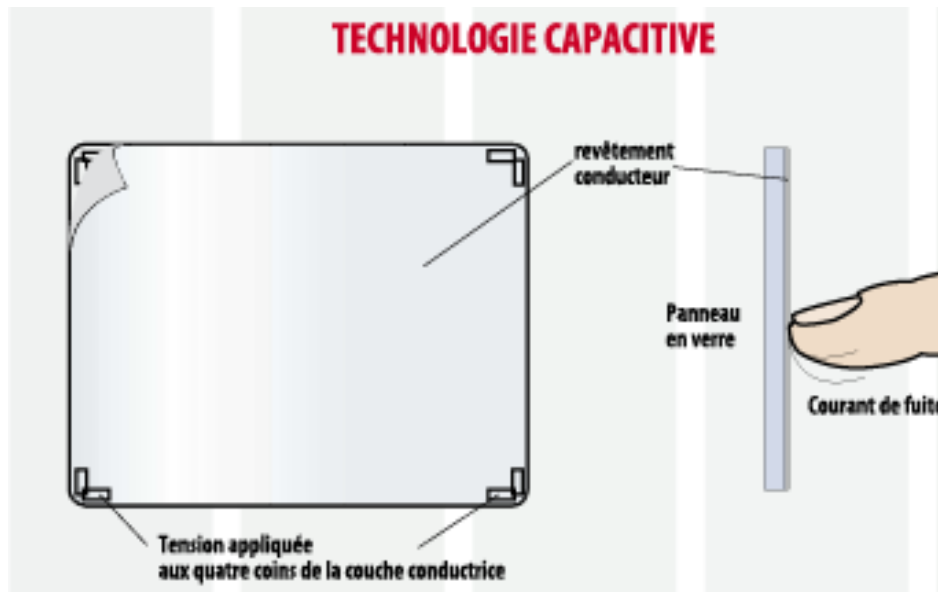
L'écran tactile



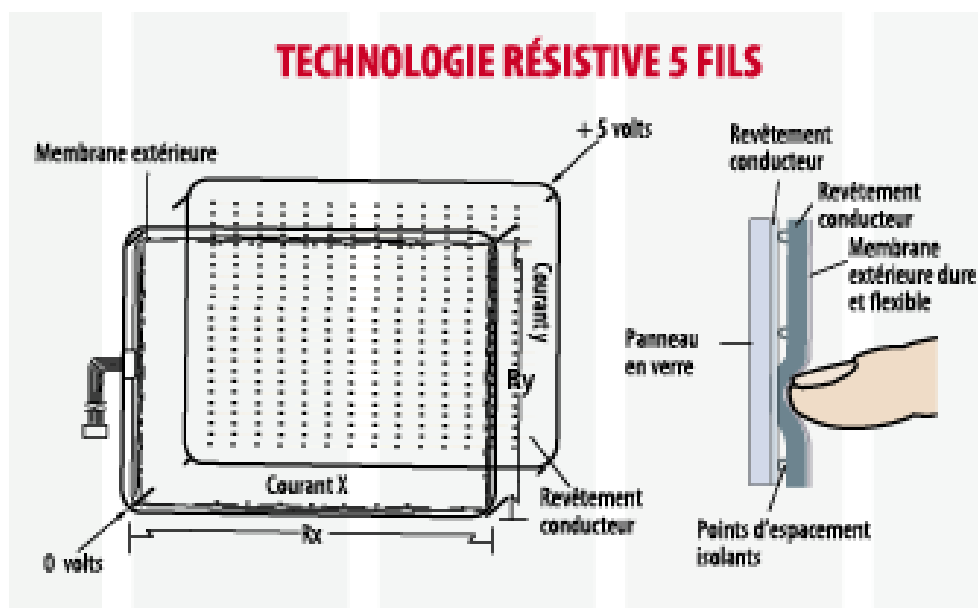
L'écran tactile combine, à la fois, les propriétés d'affichage du périphérique de sortie qu'est l'écran avec les fonctionnalités des périphériques de pointage comme la souris. De par la réduction du nombre de périphériques qu'il implique, ainsi que le nouveau rapport qu'il induit par rapport à l'écran, le tactile est associé à de nouveaux concepts ergonomiques qui seront abordés plus loin dans ce rapport. Son histoire et sa technologie étant intimement liées au Multitouch, voici plus de détails techniques sur ce périphérique.

On distingue jusqu'à sept technologies pouvant répondre aux fonctionnalités tactiles ; vous les trouverez détaillées ci-dessous. Elles reposent, malgré leurs différences notables, sur un principe commun : l'écran est divisé en de petites surfaces constituant une grille virtuelle sur laquelle on peut localiser précisément un point.

Technologie capacitive ; il s'agit des systèmes dont l'écran comporte un maillage ultrafin de fils électriques invisibles pour l'oeil. Un faible courant parcourant ce réseau électrique, un transfert de charge se produit vers le doigt lorsque celui-ci touche la surface de l'écran. Un capteur étant présent dans chaque coin de l'écran, le transfert est localisable en termes de coordonnées du point de contact avec le doigt. La technologie capacitive offre l'avantage, par rapport à la technologie résistive expliquée ci-après, de rendre une clarté d'image supérieure. Cette technologie nécessitant un conducteur, il va de soi qu'elle est inutilisable avec un stylet en plastique.



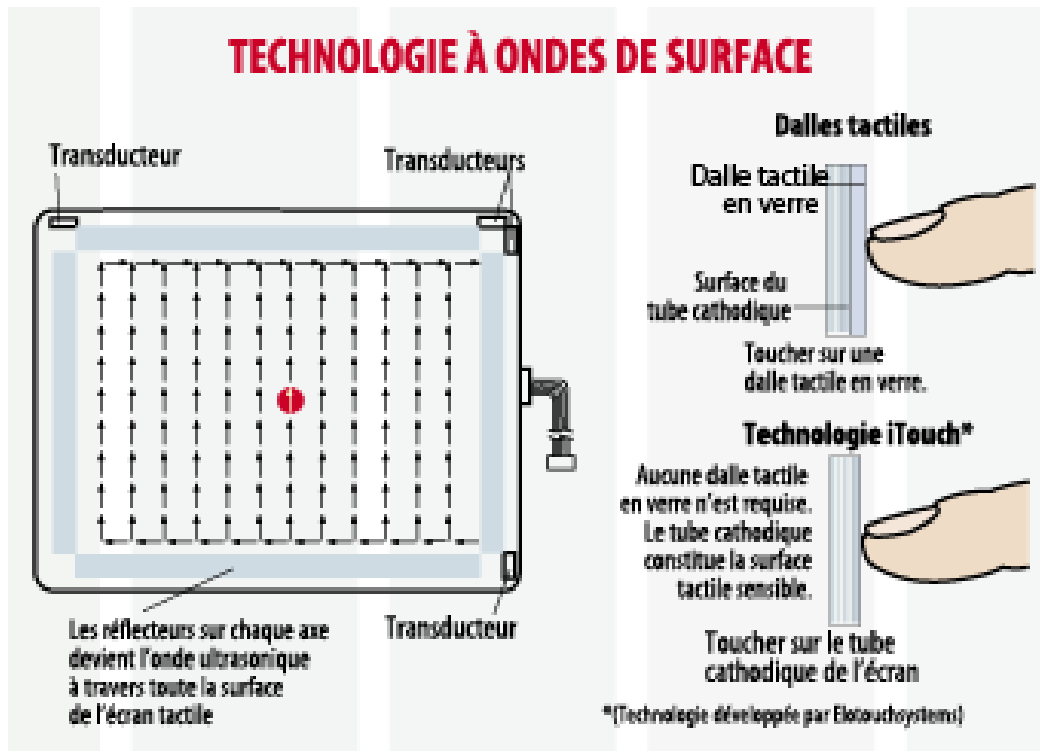
Technologie résistive analogique ; ces systèmes voient leurs écrans composés de deux couches, à la surface conductrice, espacées par de minuscules cales. À partir du moment où le doigt effectue une pression sur un point précis de l'écran, les deux surfaces sont mises en contact et, comme pour la technologie capacitive, le système peut localiser le point de contact. La faiblesse de la technologie résistive analogique, au contraire de sa version numérique, réside dans sa tendance à l'usure, la conductivité électrique s'amenuisant avec le temps et nécessitant un recalibrage du système.



. **Technologie Résistive analogique-numérique** ; il s'agit ici de la version améliorée de la technologie précédente. Réputée inusable, la technologie résistive analogique-numérique induit un microprocesseur dédié à la détection de tension. Le procédé étant ici numérique, on gagne en précision. Les technologies résistives autorisent différents types de pointeurs : doigt, gant, stylet.

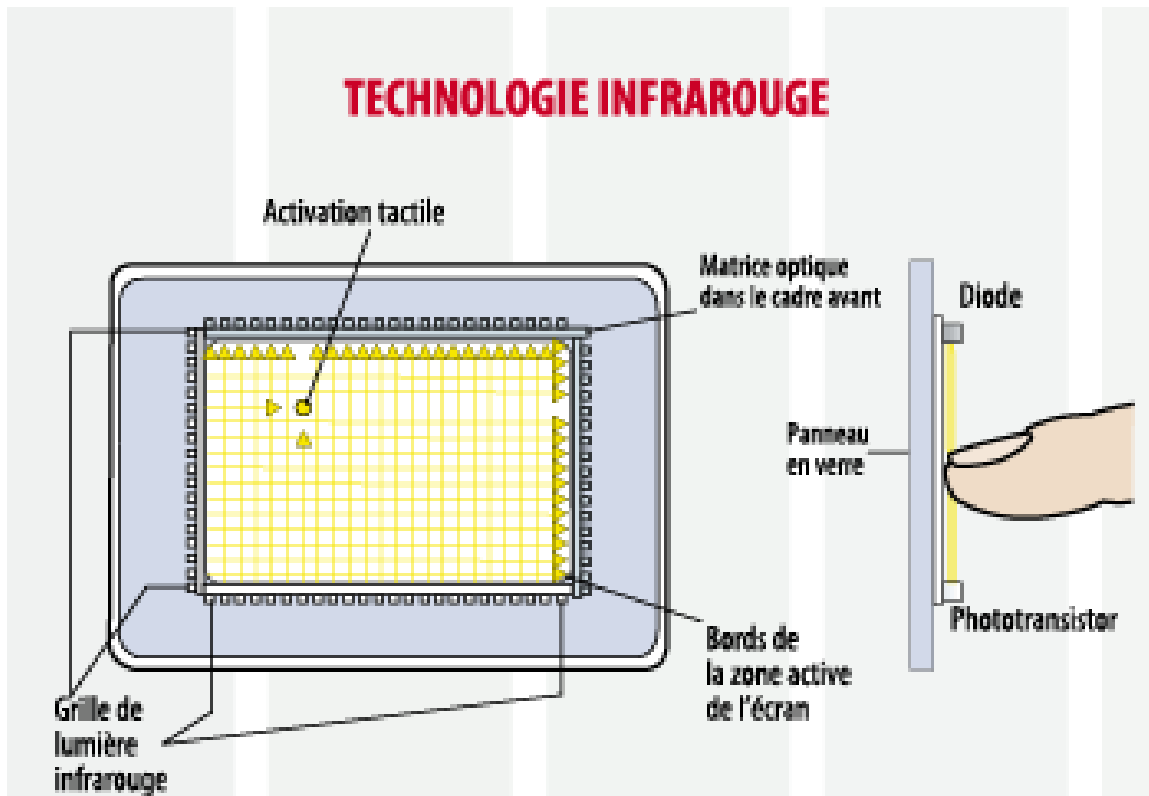
. **Technologie à jauges de contrainte** ; au nombre de quatre, une par coin, les jauges mesurent la pression exercée en un point de l'écran et sont capables de le localiser. Il s'agit d'un système moins précis que d'autres, mais qui a l'avantage d'être très résistant. On ne s'étonnera donc pas que ce soit cette technologie qui équipe souvent les bornes d'information publiques ou les distributeurs de billets extérieurs.

. **Technologies à ondes de surface** ; cette technologie repose sur des ondes ultrasoniques qui parcourent l'écran en surface. Le fait de toucher l'écran produisant une interférence, celle-ci est captée par un contrôleur qui en détermine la position. Cette technologie est contraignante puisque la moindre poussière influence la précision, voire la fausse. Cependant, et c'est un avantage important pour certains cas d'utilisation, elle permet une résolution d'écran bien plus élevée que les autres technologies.



- **Near Field Imaging** ; d'un principe se rapprochant des technologies capacitives et résistives, puisqu'elle comprend également deux plaques entre lesquelles se trouve une surface conductrice parcourue par un champ électrostatique, sa différence se marque dans sa capacité de résistance dans des environnements de travail très agressifs (eau, poussière, produits chimiques,...) qui en fait également une technologie tactile au coût de près de 15% supérieur à ses cousines résistives et capacitives.

- **À infrarouge** ; on en trouve de deux types. Le premier comprend une surface thermo-résistive, ce qui induit donc la notion de chaleur ; un stylet ne fonctionnera donc pas sur ce type d'écran et même, il faudra avoir les mains plutôt chaudes. Les modèles du second type utilisent quant à eux un réseau de senseurs de rayonnement muni de capteurs infrarouges, à l'horizontale et à la verticale, qui détectent automatiquement toute interruption de faisceau produite par un contact à la surface de l'écran. Très résistants, ces écrans sont très appréciés pour les applications militaires. Ils sont parmi les plus coûteux. 2



Le tableau ci-dessous résume bien les principaux avantages et inconvénients des différentes technologies tactiles que nous venons d'aborder

. Technologies d'écrans tactiles	Principaux Avantages	Principaux Inconvénients	Domaine d'utilisation
Capacitive	Robustesse en présence d'eau, de poussières. Résolution élevée. Bonne luminosité.	Fragilité aux chocs. Calibration fréquente. Impose d'utiliser un contact conducteur (doigt sans gant).	Industrie (sans port de gant) Bornes d'information placée en extérieur.
Résistive (5 fils)	Robustesse (poussières, eau, graisse, ...). Stable dans le temps. Précis. Faible coût.	Luminosité plus faible. Endommagement possible de la couche conductrice.	Industrie (tout environnement difficile y compris avec agressions chimiques). Équipement médical.

Infrarouge	Très bonne luminosité. Résistant aux chocs Grande flexibilité (adaptable à tout type d'écran). Pas de dérive.	Impose des contraintes de fabrication Coût relativement élevé. Sensibilité aux touches intempestifs. Résolution faible.	Applications spéciales en termes de taille d'écran (> 40") et technologie d'écran (voiture, machines, pompes...)
Ondes de surface	Très grande luminosité. Robuste aux perturbations CEM. Précis Pas de dérive. Réponse en Z.	Impose d'utiliser un contact qui absorbe les ondes. Peu robuste en présence de poussières, d'eau, etc.	Borne d'information, là où il y a besoin d'écran à très forte luminosité (qualité d'image) et besoin de sécurité (verre incassable).

CHAPITRE 2 L'ergonomie :

INTRODUCTION

L'ergonomie est une discipline relativement récente. Le terme vient du grec *Ergon*, le travail, et de *Nomos* la règle. Étymologiquement, donc, ergonomie signifie science du travail. Sperandio (1991, p.1) nous apprend que le terme semble avoir été inventé en 1857 par un naturaliste polonais, auteur d'un *Précis d'ergonomie ou de la science du travail basée sur des vérités tirées des sciences de la nature*. Il s'agit donc, comme dans toute démarche scientifique, de rechercher les invariants des conduites humaines au travail qui constitueraient les lois du travail humain.

Le commun dénominateur de toute approche ergonomique c'est, en effet, l'approche de l'homme au travail avec un objectif pratique, comme pour la didactique : **améliorer la situation de travail et notamment, mais pas uniquement, la relation homme-machine.**

2.1 Le domaine de l'ergonomie

L'ergonomie est une discipline hybride : elle est constituée par un ensemble de disciplines, par exemple : la médecine, la linguistique, la psychologie, la physiologie, la sociologie. Plus exactement, elle intègre les branches de ces disciplines qui concourent à l'analyse scientifique du sujet au travail. La nécessité de maîtriser un corps de connaissances scientifiques variées, situées en amont, et de les intégrer dans des modèles cohérents constitue une première difficulté de l'approche ergonomique. En particulier, l'objet d'analyse, l'homme au travail, est de nature à modifier les concepts importés de telle ou telle discipline sans pour autant s'en distinguer complètement: le modèle de l'ergonome ne répond pas, par exemple, aux critères formels du psycho-cogniticien, la notion de tâche ne recouvre pas exactement les mêmes prédicats en ergonomie et en psychologie, etc. Appliquée aux situations d'apprentissage l'ergonomie devra intégrer les savoirs théoriques portant sur le développement et l'ensemble des théories de la cognition; mais il faudra aussi y ajouter les études de type physiologiques et notamment les études chronopsychologiques.

Une autre difficulté de l'ergonomie vient de ce que cette science, plus que beaucoup d'autres, fait appel à des termes que nous employons tous les jours dans la vie quotidienne, et leur donne un sens particulier. Ce sont les grandes notions ergonomiques (*tâches, activités, compétences, conduites, exigences, contrôle*, etc.). Il est donc important, lorsqu'on parcourt une étude de type ergonomique, de se doter d'un équipement terminologique qui permette de

ne pas se fourvoyer dans la compréhension et l'interprétation du discours ergonomique.¹, mais l'ergonomie, en tant que corps de connaissances constituées, parce qu'elle est avant toute discipline de terrain, compréhension de mécanismes vivants, ne saurait se ramener à un lexique. Pour se doter de l'équipement terminologique indispensable, il faut d'emblée se plonger au coeur de la démarche ergonomique, comprendre ce qui la distingue d'autres démarches scientifiques voisines en analyse du travail: essentiellement sa méthodologie; alors seulement les grandes notions de l'ergonomie prennent progressivement toute leur plasticité sémantique.

Il y a plusieurs manières de définir l'ergonomie, des définitions extensives ou au contraire restreintes. Ces différences méritent d'être citées, car elles permettent déjà de clarifier un peu le domaine de notre étude.

2.2 Ergonomie et Analyse du travail.

Sperandio (1991) distingue l'analyse du travail et l'ergonomie. Ombredane et Faverge (1955), par exemple, qui ont fait oeuvre de pionniers en ce domaine, attribuaient à l'analyse du travail une place essentielle dans la sélection, l'orientation et la promotion professionnelle, dans la *formation*, dans les *études de qualification* du travail et enfin, seulement, en ergonomie vue comme l'aménagement du travail. Dans le cadre d'une ergonomie de la formation, nous ne limiterons pas notre étude à l'aménagement du travail, nous définirons le domaine de l'Ergonomie de la Formation comme *l'étude des comportements des sujets au travail, en situation d'apprentissage, quel que soit le niveau de l'activité que l'ergonome décide d'analyser*.

L'ergonomie est souvent également présentée comme une science de l' *intervention réparatrice*, l'ergonome est en quelque sorte le *troubleshooter*, celui qui va *fusiller le problème* à l'aide d'un bon diagnostic et d'un bon plan de réparation. Cette conception dérive de l'histoire de la discipline : il est vrai qu'historiquement l'ergonomie s'est développée comme un moyen de remédier aux dysfonctionnements du travail dans le cadre de ce qu'il était convenu d'appeler le système homme-machine. Partout dans monde industrialisé l'environnement des sujets au travail ne cesse de se transformer dans le sens d'une médiation toujours plus grande entre le travailleur et l'objet de son travail, via l'utilisation de machines de plus en plus complexes. Or, les décalages existant entre les capacités de l'homme au travail en train d'interagir avec les machines et la complexité croissante des machines n'ont cessé de créer des problèmes d'efficacité, de rendement. Pour cette raison, l'ergonome est souvent

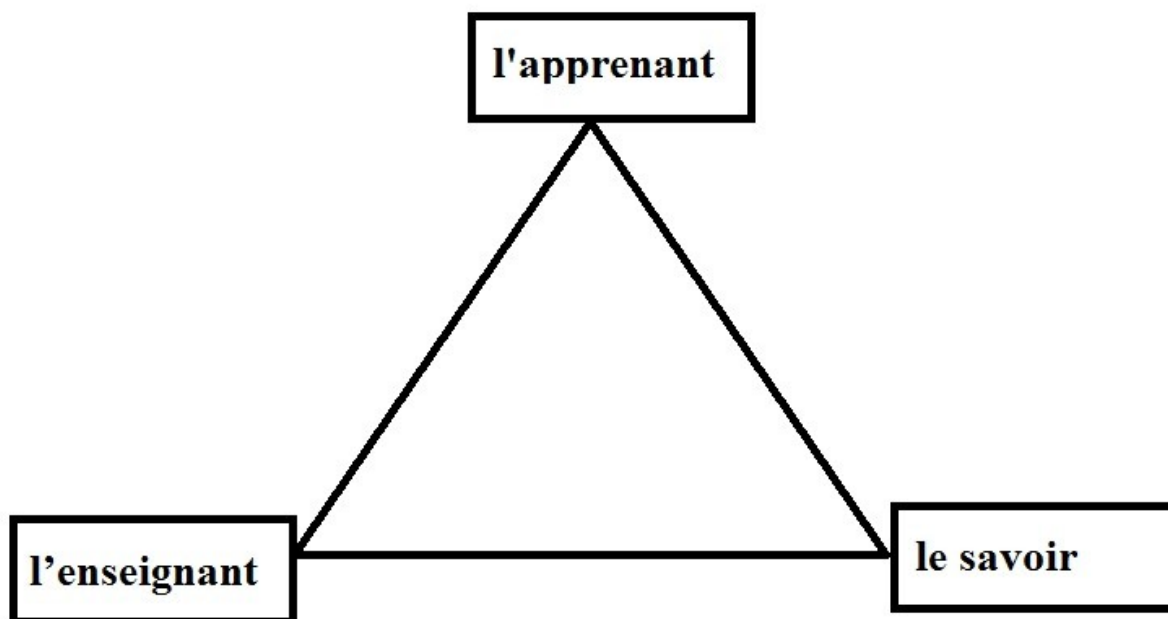
appelé à intervenir pour comprendre ces dysfonctionnements. L'approche ergonomique de la formation devra selon nous adopter un angle d'approche différent : il ne s'agit pas de s'intéresser à *l'apprentissage quand cela ne marche pas bien*, mais plutôt de s'intéresser à *comment cela marche*, bien ou mal dans un premier temps. En effet, la formation consiste justement, en amont, à préparer le mieux possible l'apprenant à son métier, il ne serait donc pas juste de s'intéresser à l'apprenant à partir, uniquement, de ses erreurs ou de ses échecs. L'ergonome de la formation aura pour objectif de mettre en relation les compétences requises pour tel ou tel métier et les compétences réelles des sujets.

2.3 Ergonomie et didactique

Nous postulons qu'une telle approche est tout à fait pertinente également dans le contexte de l'apprentissage des savoirs et savoir-faire académiques. La différence avec l'approche didactique ne réside pas dans la situation de travail, car un enfant qui apprend une langue étrangère est un enfant qui fait son travail d'élève : *il réalise des tâches linguistiques*. Il agit dans le cadre d'un *espace de travail socialement défini*, il se sert d'*instruments* qui médiatisent son rapport à l'objet linguistique : crayon, papier, livre, cassettes, il doit s'adapter aux contraintes de son environnement et de son milieu. On attend de lui un certain nombre de résultats à un rythme donné, son travail est contrôlé, évalué et rétribué par la note ou la sanction de l'enseignant, une note qui s'établit en fonction de sa réussite dans la tâche et de divers critères sociaux, en référence aux autres élèves de la classe. La différence avec l'approche didactique vient de ce que la situation didactique repose sur un triptyque qui met à égalité l'élève, l'enseignant et le savoir enseigné.

La didactique tente de modéliser les relations qui s'établissent entre ces trois termes dans le cadre de l'acte didactique défini comme l'acte de transmission et d'appropriation du savoir [Chevallard, 1985]. On pourrait considérer la didactique comme une partie de l'ergonomie qui s'intéresserait à l'apprentissage, moins du point de vue de l'élève-opérateur que du savoir à transmettre ou à apprendre. Le point de vue ergonomique d'ensemble sur l'apprentissage se caractériserait, lui, par une double approche : tout d'abord, il s'agirait de s'intéresser aux Opérateurs-Apprenants, c'est-à-dire en *situation effective de formation*, en établissant le rapport entre les tâches demandées et les activités réalisées ; ensuite, il s'agirait de mesurer l'impact de toutes les variables sur l'apprentissage, y compris les paramètres physiologiques que la didactique ignore souvent au profit des variables liées au contenu de la discipline (transposition du savoir) ou aux variables de type sociologique (contrat didactique).

En ce qui concerne le terme d'*opérateur* (qui caractérise le sujet en train d'interagir avec les machines, dans le cadre d'une situation de travail), nous proposons de l'appeler, dans le cadre d'une Ergonomie Cognitive de la Formation langagière: apprenti en langue. Ce terme convient parfaitement, selon nous, à la démarche que nous venons d'explicitier. À l'école, où l'université, l'élève, ou l'étudiant fait son métier d'élève: il apprend, sous la conduite d'un maître que l'on nomme enseignant et qui tente de lui transmettre à la fois un savoir et un savoir-faire; et surtout, c'est à travers des tâches dites d'apprentissage, qui caractérisent son métier d'apprenti en langue (analyse de documents oraux ou écrits, exercices, rédactions, dialogues écrits ou oraux) qu'il construit peu à peu les habiletés cognitives nécessaires à son futur métier de locuteur en langue étrangère. On comprendra, dès lors, que l'approche ergonomique de la formation s'intéresse moins à tenter de modéliser la représentation des connaissances épistémiques ou déclaratives, qu'à comprendre les mécanismes qui président à leur utilisation, à des fins d'apprentissage, dans le cadre d'une situation de travail bien défini.



2.4 Ergonomics versus Human Factors

La tradition américaine dans la recherche sur le travail humain, c'est l'ergonomie des *human factors*. On l'appelle ergonomie des *composants humains*, traduction approximative des *human factors*. C'est aussi parfois l'ergonomie dite *de laboratoire*. Bien que ce ne soit pas cette branche de l'ergonomie qui nous intéresse ici, il est nécessaire de s'y arrêter quelques

instants, car c'est elle qui occupe largement le terrain des publications, colloques et programmes universitaires. Pour comprendre la frontière qui oppose les deux branches de l'ergonomie : l'analyse des composants humains (human factors), et l'analyse du travail humain (ergonomie), il convient de revenir à l'évolution de l'organisation du travail. Les travailleurs ont de plus en plus affaire à une information de type codé, doivent maîtriser des systèmes sémiotiques de plus en plus complexes. Le rôle de l'ergonome, du psychologue du travail, du sociologue du travail est de penser, de conceptualiser, l'association des hommes et des objets, pour en comprendre les caractéristiques et les propriétés, variantes et invariantes, et les organiser au service des hommes. Pour désigner l'ensemble que constitue l'homme et la machine (au sens cartésien du terme), on a forgé le concept de système homme-machine. Le terme semble indiquer un équilibre entre les deux *composants*. En réalité, pendant des années, on s'est plus intéressé à concevoir des systèmes qui permettent de remplacer le travail humain par le travail de la machine que des systèmes qui conçoivent la machine comme un instrument pour l'opérateur. Rabardel [1995, p.18] souligne que le terme d'objet technique reflète bien cette orientation déshumanisée de la recherche en psychologie. Pendant longtemps, l'activité des travailleurs (des opérateurs) fut considérée comme résiduelle : il s'agissait d'éliminer le plus possible l'opérateur de l'espace de travail, car il ne présentait pas les caractéristiques de fiabilité et de sécurité qu'offrait la machine. C'est à cette tradition que se rattache l'ergonomie des human factors. Elle s'intéresse principalement à concevoir (*design*) des systèmes hommes-machines, et donc, en réalité, surtout des machines, des dispositifs techniques qui s'adaptent aux limites de l'homme. Aujourd'hui elle travaille à la conception d'interfaces accessibles au plus grand nombre d'utilisateurs possibles (critères économiques), à la réalisation des systèmes d'aide à la décision, de contrôle de la décision, d'automatisation des tâches, dans des environnements toujours plus intelligents. (Contrôle aérien, centrales nucléaires, technologie médicale). Dans une telle approche du travail, l'analyse sur le terrain n'est pas vraiment nécessaire puisqu'on privilégie le niveau de la conception. Le travail de l'ergonome des *human factors* consiste à décrire les tâches³ et sous-tâches impliquées dans une situation de travail donnée; puis à mettre en regard les compétences requises du point de vue de l'opérateur pour s'assurer de l'adéquation des tâches à l'opérateur. La vérification de l'adéquation se fait expérimentalement, en laboratoire; il n'est pas nécessaire d'aller voir ce qui passe réellement sur le terrain.

Le deuxième type d'approche est celui qui part des processus mis en oeuvre par les opérateurs dans leurs *activités* sur le terrain, en situation réelle de travail. Il ne s'agit plus, dans cette

perspective, de pallier les insuffisances et les limites des opérateurs humains, mais de tenter de décrire et d'expliquer les processus physiques et cognitifs qu'ils mettent en oeuvre dans le cadre de leur activité. Cette dernière ne se réduit pas à l'observable des comportements, mais tente également de dégager l'inobservable: l'activité mentale. Cette dernière se compose d'images mentales, de représentations, de raisonnements, d'heuristiques et d'algorithmes, etc. *L'objectif premier n'est plus l'amélioration des interfaces, mais l'analyse des procédures.* La méthodologie est toujours expérimentale, mais elle s'applique *in situ*, sur le lieu de travail. On parlera donc, la plupart du temps, de *quasi-expérimentations*, manipulant plusieurs variables, dont les résultats sont plus difficilement généralisables que ceux obtenus en laboratoire. S'agissant du domaine de la formation, il est bien évident que l'ergonomie dont il sera question ici est celle qui donne toute sa place aux opérateurs humains, qui englobe l'ensemble du procès de travail depuis la conception jusqu'à la sphère des usages, qui cherche à comprendre ce qui se passe exactement sur le terrain de la formation ou de l'apprentissage. Bien évidemment, il n'est pas question d'éliminer les nouvelles technologies de l'approche de la formation puisqu'elles interviennent aujourd'hui dans presque tous les secteurs du travail linguistique, qu'il s'agisse des technologies électroniques ou informatiques. Il faut pourtant souligner que dans l'Ergonomie de la Formation que nous souhaiterions développer, ce ne seront pas les nouvelles technologies en elles-mêmes qui compteront, mais leurs conséquences sur le travail humain d'apprentissage. D'autre part, nous analyserons la place des objets techniques dans la situation d'apprentissage au même titre que celle des enseignants ou des pairs (des autres élèves). Tous font en effet partie de la *machine à apprendre* que s'approprient (ou non, ou partiellement, ou différemment que prévu) les élèves au travail. C'est donc bien d'*ergonomie*, définie comme l'analyse des activités déployées en situation de travail, dont il sera question ici, par opposition aux *human factors*.

Il nous apparaît au terme de ce travail de clarification que l'ergonomie est peut-être plus une démarche scientifique qu'un corps de connaissances spécifiques constituées. Il est, en effet, difficile de distinguer le travail du psychologue du travail, du sociologue du travail, de la physiologie, du didacticien, de celui de l'ergonome. Ce qui caractérise en réalité le travail de l'ergonome, susceptible de se spécialiser dans tel ou tel domaine d'étude du travail humain, c'est sa démarche : observer sur le terrain. En ce sens, il apparaît comme l'héritier des observateurs naturalistes du passé. Ce n'est qu'après avoir longtemps observé toutes sortes d'animaux, en particulier des oiseaux, au cours de multiples voyages, que Darwin a écrit *L'origine des espèces*. Ce livre volumineux consacre autant de pages au compte-rendu de ses

observations qu'à l'exposé de la loi de l'évolution. Certes, l'ergonome ne conduit pas son étude dans un contexte Darwinien, et les objectifs pratiques de son métier ne lui permettent pas de se livrer à de si longues observations. Mais si nous rappelons ici Darwin et les taxinomistes, ce n'est pas par simple boutade; nous voulons souligner, par cette référence, que les plus grandes découvertes scientifiques sont souvent précédées d'un long travail ingrat d'observation, de recueil de données, de catégorisation, dont la postérité se soucie peu, mais qui était indispensable à la maturation d'une découverte théorique. *De la même manière, ce travail ingrat de recueil des données est indispensable à la méthode ergonomique, en tant que préalable à toute proposition d'interprétation et d'intervention.*

Ce recueil se fait sur le terrain, et non en laboratoire. Les deux expérimentations conduites sur chacun des sites, terrain ou laboratoire, ont leur utilité, mais elles ne produisent pas les mêmes résultats. Les sujets de laboratoire (souvent des étudiants) sont des « *opérateurs volontaires* » qui, pour un certain temps, se prêtent à une sorte de jeu. Comme le souligne Spérandio l'opérateur quand il perçoit, parle, mémorise, résout des problèmes, ne le fait pas pour faire plaisir à l'expérimentateur, mais pour réaliser sa tâche. D'où, d'ailleurs, l'importance que prend en ergonomie la vérification du degré de qualification et des compétences de l'opérateur (l'extraction de l'expertise de l'opérateur).

On peut donc affirmer, pour conclure, que ce qui distingue fondamentalement l'étude ergonomique c'est la notion d'*opérativité* qui désigne l'analyse du travail en situation réelle.

2.5 La méthode: la modélisation en ergonomie

Modélisation de la tâche et de l'activité sont des moments indispensables de l'analyse ergonomique. L'ergonome se sert des données qu'il a pu recueillir sur la situation de travail ainsi que des données que lui fournissent les sciences qui participent à l'ergonomie pour se livrer à un travail de *modélisation de la situation de travail*, réduite aux éléments pertinents au regard des questions qui lui sont posées.

Selon Altaberti, [1991] les modèles en ergonomie se distinguent des autres modèles en sciences humaines par leur objet et leur nature. Le modèle cherche bien à décrire et à expliquer des éléments invariants dans les comportements humains, à dégager les lois du comportement humain, mais l'homme dont il est question ici n'est pas une sorte d'abstraction générale, d'*homo faber*. Il s'agit, à chaque étude, d'un *opérateur particulier* engagé dans une *situation de travail particulière*. C'est donc bien un des paradoxes et une des limites de l'ergonomie : le modèle, comme tout modèle, sert d'outil de généralisation, alors qu'il décrit

des particularismes situationnels. Selon Altaberti, il y aurait là un paradoxe qui expliquerait que le bilan des connaissances en ergonomie soit encore relativement limité.

Nous retrouverons ce problème lié à la généralisation des résultats dans les situations d'apprentissage des langues. C'est d'ailleurs un des gros reproches que l'on peut adresser à nombre de recherches en didactiques des langues que de généraliser des résultats recueillis et traiter de manière peu scientifique.⁴

Nous laisserons de côté le modèle logique, qui constitue la forme la plus pure du concept de modèle, le modèle formalisé. Nous nous intéressons ici de manière plus générale au modèle conçu comme le rapport d'une approche théorisante à la réalité. Le modèle n'est jamais un objet défini pour lui-même, le modèle renvoie toujours à quelque chose: il est l'instrument dont nous nous dotons pour tenter de capter l'énigmatique dans le champ d'études que nous nous sommes donné.

2.6 L'objet du modèle

Les opérateurs engagés dans le travail, présentent des comportements observables tandis qu'ils réalisent des tâches plus ou moins complexes. Le rôle du modèle est de rendre ces comportements intelligibles. *Le domaine d'application du modèle dépend donc des questions que l'ergonome se pose* : préparation de l'apprentissage, exécution ou contrôle, rapidité de la tâche, défaut de production, partage des tâches, etc. Il n'y a pas de limite au nombre et à la variété des modèles qui peuvent être élaborés. Il peut s'agir de modèles formels ou empiriques, ils peuvent prendre toutes les formes sémiotiques possibles, ils peuvent emprunter à d'autres disciplines. Le modèle fonctionne alors sur le mode de l'analogie scientifique évoquée par Maxwell : « par analogie physique, j'entends cette ressemblance partielle entre les lois d'une science et les lois d'une autre science qui fait que l'une des deux sciences peut servir à illustrer l'autre. » [Maxwell, 1965, p.156]

Certains modèles ne prétendent qu'à décrire l'observable des comportements, la première étude expérimentale que nous présenterons ci-après (cf. III-1) en fournit un exemple. Il s'agit de mettre à plat les comportements observables d'étudiants dans une médiathèque d'un Centre de Langue. Nous avons eu recours à un modèle statistique qui nous permettait de traiter simultanément un très grand nombre de variables (ACM), avec pour simple intention de savoir *qui faisait quoi* dans la médiathèque, à un instant *t* donné. En ce cas, le modèle s'apparente plutôt à un *modèle topologique des comportements* qu'à un *modèle psychologique d'activités* ou de *conduites*.

En revanche, la deuxième expérimentation, tout en prolongeant la première, s'efforce de modéliser *l'activité mentale* ou (*conduites opératoires*) de ces mêmes étudiants, lorsqu'ils sont en train de réaliser une tâche d'analyse de document en langue étrangère. Dans ce dernier cas, la modélisation des mécanismes mentaux de l'apprenti linguiste par l'ergonome précède l'observation de son activité.

Il s'agit là d'un point très important du point de vue de l'EFCL. En effet, la plupart des formateurs de langue ne prennent pas la peine d'analyser complètement ce qu'il demande *effectivement* à leurs étudiants. C'est-à-dire qu'ils se limitent à définir des tâches et des sous-tâches sans avoir réfléchi avec précision *aux opérations mentales* (les conduites) qui sont nécessaires à leur réalisation. Parfois même, ils ne se posent pas même la question des *comportements* qu'impliquent tels ou tels types de tâches. Il n'est pas étonnant, dès lors que les élèves soient en difficulté, soit parce que la tâche requiert des *habiletés* qu'ils n'ont pas apprises, soit parce que les *contraintes chronométriques* sont trop fortes (la tâche ne serait pas réalisable, même par un expert).

2.7 Les fonctions du modèle

Le modèle en ergonomie répond à quatre étapes de l'approche expérimentale : la réduction, la description, l'interprétation, et éventuellement, la simulation.

2.7.1 La réduction

La réduction du réel est inévitable, surtout quand on travaille sur le terrain. Toutes sortes d'analogies spatiales sont utilisées pour illustrer ce travail de réduction : celle de la loupe, celle du zoom, celle du puzzle. En réalité, ces métaphores statiques, et visuelles cachent le fait que la *réduction s'accompagne toujours d'une restructuration* de l'information recueillie, en fonction des objectifs de l'étude et des moyens scientifiques dont dispose le chercheur. Ainsi, dans notre première expérimentation, malgré le nombre de variables prises en compte (UFR, année d'étude, langue étudiée, sexe, cours, libre-service, supports didactiques, supports techniques, tâches, etc.) nous ne pouvons prétendre présenter une image complète et fidèle de la médiathèque du Centre des Langues. Nous avons, en réalité, restructuré l'objet médiathèque, en fonction de la manière dont nous souhaitons l'approcher : que se passe-t-il dans un lieu dit *d'auto-apprentissage* ?

2.7.2 La description

C'est peut-être là une des différences les plus significatives avec les approches de type didactique. Une analyse ergonomique ne fait pas l'économie d'un important travail de description : description de la tâche et des activités, en référence à la situation, qu'il s'agisse de tâches de contrôle, de tâches administratives, de tâches de production.

C'est ce qui conduit l'ergonome de la Formation à construire des plans de quasi-expérimentation sans hypothèse. Avant de construire des hypothèses, il faut avoir suffisamment recueilli de données sur la tâche et l'activité pour pouvoir modéliser l'une et l'autre.

Mais bien évidemment, là encore, le degré de finesse et de précision de la description varie beaucoup en fonction des modèles employés. 7 Selon Pinsky (1991), ce type de modèle peut être qualifié d'« a-théorique ». Il s'agit simplement de *catégories comportementales* classées le plus efficacement possible, ce qui ne signifie pas qu'elles ne reposent pas sur une analyse ou des concepts *théoriques*, mais ces derniers n'est pas relié en un ensemble d'hypothèses et ne forme pas un ensemble cohérent de notions. Une démarche scientifique rigoureuse voudrait que, dans ce cas, on évitât d'employer le terme de modèle qui fait référence à une articulation théorique. Les structures comportementales ne fournissent pas, à proprement parler, de modèles, mais plutôt des résultats. La modélisation va intervenir au moment de l'interprétation, c'est-à-dire au moment où le comportement apparaît comme finalisé.

2.7.3 L'interprétation

La finalité du travail de recueil de données et de description est que l'ergonome arrive à une explication correcte de la situation de travail, pour, par exemple, opérer un diagnostic exact en cas de dysfonctionnement. Là encore, le niveau d'explication, de compréhension, d'interprétation est commandé par l'activité. Tout dépend du niveau de l'activité de l'opérateur auquel l'observateur se place. Le modèle peut aller de la succession des gestes d'un ouvrier sur une chaîne à la planification des achats d'un hôpital par l'intendant. L'analyse peut se situer à deux niveaux : le niveau de la *tâche*, c'est-à-dire de ce qui est à faire, car « la tâche donne à l'activité sa cohérence, indique sa valeur en terme de pertinence ou d'erreur » [Almaberti, 1991, p.20]. Mais l'analyse peut aussi se situer au niveau de l'activité des individus : « l'*activité* est expliquée par la mise en jeu de structures mentales, de compétences ou d'une théorie de l'action dont les mécanismes sont suffisamment généraux pour donner lieu à généralisation explicative dans la tâche et au-delà de la tâche. » (Ibid. p.20)

On parle alors d'interprétation des comportements, mais il ne s'agit pas pour l'ergonome de se livrer à une activité inférencielle débordante; *la phase d'interprétation a seulement pour but de permettre à l'observateur de compléter l'information donnée par la mise en correspondance de l'activité avec la tâche.*

Par exemple, d'un élève qui ne participe pas, et dont le regard vide semble annoncer qu'il pourrait bien, sous peu, rejoindre les bras de Morphée, nous n'entendons souvent dire qu'il s'ennuie, qu'il n'écoute rien ou qu'il ne comprend rien. *De tels propos induisent de la qualité d'un regard une conduite cognitive.* C'est une interprétation de type ergonomique, qui part bien du comportement; encore faut-il s'assurer qu'elle repose sur un modèle fiable de l'activité mentale de l'élève. Or, justement, nous aurons l'occasion d'y revenir, des comportements identiques peuvent être pilotés par des opérations mentales totalement différentes. On ne peut donc en rester au comportement.

2.7.4 Simulation

La simulation vise à examiner les hypothèses, à inventer des modèles et à tester leur validité, au regard des comportements observés.

Ces modèles ont pour but de simuler des performances d'opérateurs humains. Il ne s'agit plus seulement d'expliquer ici l'activité, mais de la générer afin d'arriver à un discours de preuve, à une validation par l'action. Il s'agit de tentative de modélisation à partir des modèles formels de l'intelligence artificielle pour exprimer des hypothèses psychologiques. Les modèles ainsi conçus ont pour finalité de simuler, dans une architecture intégrée, les activités cognitives de l'opérateur interagissant avec un système physique donné. Dans le cadre d'une ergonomie de la formation linguistique, les modèles simulateurs peuvent s'avérer très fructueux; cependant, la particularité de l'information linguistique sa richesse, sa variété, mais aussi sa labilité, ne permettent guère d'envisager d'utiliser uniquement les modèles de l'intelligence artificielle.

Si vous jugez trop difficile une observation dans la classe, vous serez en droit d'adopter un modèle simulateur, à condition qu'une fois encore vous ne lui fassiez pas dire ce qu'il ne peut dire: c'est-à-dire que vous ne cédiez pas à la tentation de l'interprétation trop hâtive ou de la généralisation des résultats. Vous pouvez utiliser la simulation pour comparer du travail en peer work à du travail individuel, une conversation téléphonique sous forme de travail oral ou écrit (grille de dialogue à remplir), etc. Dans tous les cas, vous savez que la situation n'est pas

réelle, mais la seule situation réelle en classe c'est la situation pédagogique pour le reste tout n'est que simulation.

Sans simulation il n'y aurait pas de cours de langue possible. Vous aurez donc à réfléchir à ce qui différencie la communication en classe (exolingue) de la communication en situation endolingue. Sachant que les termes naturels/non naturels ne font que baptiser la difficulté il faudra s'attacher à modéliser les deux situations. Il existe déjà de nombreux travaux sur cette question, mais qui portent surtout sur les différences de performances réalisées ou sur les problèmes affectifs spécifiques aux deux situations; on trouve peu de chose sur l'activité mentale langagière proprement dite.

Pour conclure sur la méthode en ergonomie, nous pourrions souligner que l'analyse du travail regroupe, en fait, diverses méthodes empruntées à plusieurs disciplines, mais qui relèvent toutes de la méthode expérimentale, c'est-à-dire qui tentent de valider des modèles d'analyse sur le terrain. Ces méthodes utilisées en psychologie, physiologie, médecine, physique, chimie, etc., ont été adaptées à l'intervention en ergonomie. *Mais comme l'affirme Sperandio « ce ne sont ni les méthodes, ni les techniques qui priment, ce sont les données. »*. [Sperandio, 1991, p. 200] C'est en fonction du type de données, de leurs structures, de leur difficulté d'obtention que l'ergonome met au point une méthode spécifique de recueil; c'est bien à partir du recueil des données qu'il pourra faire l'analyse de la tâche, puis l'analyse de l'activité, et enfin, des propositions d'interventions ergonomiques.

2.8 Les notions de base en ergonomie

. En ergonomie tout part du couple *tâche/activité* qui recoupe un élément objectif, la tâche; et un élément subjectif, le sujet qui accomplit la tâche. L'activité est le produit de l'interactivité entre un sujet et une tâche. Notons, tout d'abord, que le sujet de l'activité en ergonomie, en distinction de la psychologie, est souvent appelé « *opérateur* ». Les notions *d'opération, opérateur, opératoire, opérativité* reviennent souvent dans le vocabulaire de l'ergonomie. Elles désignent le fait que les processus psychologiques étudiés sont toujours finalisés par *la réalisation d'une tâche*⁸. Prenons, pour illustrer cette différence, la question toute simple du savoir lexical. Un psychologue peut se livrer à des expériences pour tenter de découvrir par quels processus je suis capable ou non de mettre en mémoire à long terme des mots dont la morphologie est proche du français, mais dont la phonologie s'en éloigne, comme le mot *identity*. Pour cela il me soumettra, par exemple, à des exercices de rappel. L'ergonome, lui s'intéresse à la question de savoir si j'ai besoin ou non d'utiliser le mot *identity* dans le cadre

d'une tâche d'analyse d'un document, ou une tâche de conversation. La connaissance du mot *identity* devient une connaissance opérative, finalisée, il s'agit du savoir pragmatique, du *savoir en acte*. À cet égard la didactique des langues a introduit une distinction importante entre trois niveaux de savoirs: le *savoir linguistique* qui porte sur la langue objet (lexique, syntaxe, grammaire), le savoir dit d'usage (que nous appellerons *savoir langagier instrumental*) et qui concerne non pas l'aptitude à décrire, mais *l'aptitude à faire fonctionner la langue correctement*, et le *savoir langagier de communication* qui concerne l'aptitude à faire fonctionner la langue correctement dans l'échange avec un locuteur réel ou virtuel.

2.8.1 La tâche.

Montmollin (1986) définit la tâche comme un « ensemble de buts donnés dans des conditions déterminées. »

Le domaine de tâches.

Dans le cadre des activités de formation, les apprenants réalisent des ensembles de tâches et non des tâches uniques. Par exemple, l'apprentissage d'une langue suppose d'exécuter des tâches de compréhension ou d'expression, d'audition ou de prise de notes; de plus, les connaissances activées par le sujet dans l'exécution dépassent souvent le cadre strict de la tâche exécutée. Ainsi, la connaissance d'une structure linguistique comme:

« He's fed up with waiting » pourra également être utile dans le cadre d'une tâche d'analyse (lecture d'un texte) ou d'une tâche d'expression (écriture d'un dialogue).

En ergonomie cognitive, on appelle désormais ces ensembles de tâches très connexes, pré-existant à l'activité du sujet, constitué socialement et historiquement transmis au sujet par l'éducation et irréductible les uns aux autres, des *domaines de tâches*. Ainsi, l'apprentissage d'une langue étrangère constitue-t-il un domaine de tâches distinct de celui des mathématiques. Le domaine de tâches pourrait être rapproché de la notion de *champ conceptuel* développée par Vergnaud: « *champ de connaissances suffisamment homogène pour qu'on puisse l'analyser par un réseau connexe de concepts et de relations et suffisamment large pour qu'on ne laisse pas échapper des aspects qui joueraient un rôle important dans le processus d'acquisition* . » [Vergnaud,]

L'ergonome part de l'*activité* réellement déployée par les opérateurs. Il le fait avec un bagage scientifique accumulé dans divers domaines ce qui lui permet de se poser des questions pertinentes relatives à cette *activité*, et de sélectionner les données à recueillir concernant la

situation de travail, afin de définir le domaine de la *tâche*. La méthode ergonomique repose fondamentalement sur la distinction entre *tâche* et *activité*.

L'activité est ce qui se fait, la tâche est ce qui est à faire. La tâche véhicule une notion de prescription, voire d'obligation, celle d'activité renvoie aux processus employés par les opérateurs pour exécuter ces prescriptions.

Ici commencent un certain nombre de difficultés, car les spécialistes du domaine ne s'entendent pas toujours dans leur définition des deux termes. De plus, conviée à rendre compte d'activités toujours plus complexes, et d'affiner ses outils, l'ergonomie voit proliférer ses notions et modèles : tâche prescrite, tâche effective; activité prescrite, activité effective; compétence prescrite, compétence effective, etc. De sorte qu'on ne sait plus très bien de quel côté de la ligne de démarcation entre le *prescrit* et le *réalisé* on se situe.

Quant à nous, devant l'impressionnante littérature ergonomique, nous avons pris le parti de puiser librement chez tel ou tel auteur [Almaberti, 1991; Falzon, 1989 ; Montmoullin, 1974; Hoc, 1992] en sélectionnant les modèles et les notions susceptibles de fonder une ergonomie cognitive de la formation, notamment de la formation linguistique.

2.8.2 *Le but*

La notion de but constitue déjà, pour le néophyte, une première difficulté. En effet, il ne s'agit pas de confondre but et objectif. L'objectif appartient au domaine de l'intention, de la finalisation de la tâche. On pourrait dire, en quelque sorte, qu'il justifie la tâche par rapport au système général dans lequel elle se déroule. Par exemple, les objectifs d'un enseignant d'anglais de cinquième sont définis dans les programmes. Le programme explicite, de manière globale, les connaissances que les élèves devront avoir acquises en fin de cinquième, au regard de celles acquises en sixième, de celles qui seront acquises en quatrième et des finalités de l'enseignement de l'anglais, défini par le Conseil de l'Europe comme l'apprentissage d'une *langue de communication*.

Le but, à l'inverse, définit la finalité de la tâche, tel qu'elle peut s'appréhender dans la performance, dans le résultat. D'une manière très générale, on explique le but comme la transformation d'un objet quelconque (objet matériel ou objet mental) d'un état initial en état final en passant par un état intermédiaire. L'état final est peut-être visible comme une pièce retapissée, il peut être aussi invisible, dans le cas de l'activité mentale, comme la connaissance d'un mot nouveau. Reprenons le cas de l'élève de cinquième: le but de la tâche

de compréhension auditive, ce n'est pas la compréhension auditive, *mais la grille de compréhension que l'élève aura remplie sur son cahier*. Cette grille nous renseignera sur l'activité mentale particulière qui aura présidé à son comportement et qui peut être définie comme une activité de compréhension. Le but, la performance se voit, appartient au domaine des comportements; les conduites cognitives qui sous-tendent le comportement sont invisibles, elles appartiennent au domaine de l'activité mentale de l'apprenti linguiste.

2.8.3 L'objectif,

C'est la finalisation de la tâche à long terme, il relève de l'intention, il n'est pas visible, il inclut d'autres tâches; le but, c'est la finalisation à court terme, il est visible à travers la performance, il est propre à une seule tâche.

2.8.4 Le dispositif

Le but doit être obtenu dans un environnement physique et social donné, selon certaines conditions d'organisation et sous les critères de performances attendus, indépendamment des personnes impliquées. L'ensemble concerne les conditions d'obtention du but. Parmi ces conditions, certaines relèvent du découpage opéré dans le domaine de la tâche, pour une tâche précise. Le *dispositif de base* concerne les niveaux les plus élémentaires du domaine, entièrement détaillés en vue de l'exécution immédiate. Plusieurs dispositifs de base sont possibles en fonction du sujet auquel on a affaire.

Prenons l'exemple d'une tâche de *compréhension auditive*: « écouter » peut sembler décrire de manière élémentaire le début de l'exécution de la tâche; en réalité, l'écoute suppose d'autres opérations préalables élémentaires qui sont: prendre la cassette, introduire la cassette, mettre en marche. Le *dispositif de base* comprend alors l'ensemble des cassettes que l'étudiant peut écouter, les livres et manuels qui accompagnent éventuellement l'écoute, les appareils destinés à l'écoute; le dispositif de base utilisé pour réaliser une traduction d'anglais en français différera complètement; cependant, chaque dispositif de base fait partie d'un *dispositif de base général* connu sous le nom d'*instrument pour la classe de langue*.

Dans la réalité des situations de travail, plusieurs dispositifs de base sont possibles selon le statut de l'opérateur. Hoc cite l'exemple du travail de contrôle d'un processus industriel: le dispositif de base ne sera pas le même selon qu'on étudie le conducteur du processus, l'agent d'entretien ou l'ingénieur. Il en va de même dans une classe de langue; le dispositif de base ne sera pas le même selon qu'on définit la tâche du technicien, de l'enseignant, de l'apprenant ou du moniteur; selon qu'on s'intéresse à l'apprenti en langue débutant ou expérimenté. Nous

reviendrons plus en détail sur ces questions dans la deuxième partie de ce chapitre quand nous étudierons plus précisément la notion d'*instrument*.

2.8.5 L'exigence de la tâche.

L'*exigence* de la tâche est une activité physiologique ou psychologique induite chez l'opérateur par la réalisation d'une tâche donnée (par exemple une posture particulière), une habileté particulière (savoir visser des deux mains), une prise d'information particulière (savoir décoder un signal lumineux), une mémorisation particulière (retenir le code d'entrée d'un fichier informatique). Cependant, Montmollin attire notre attention sur les pièges que recèle ce mot:

« Les exigences de la tâche (task requirements), risquent fort d'évoquer trop facilement des caractéristiques psychologiques générales (et même des « aptitudes ») qu'on suppose (mais comment ?) Nécessaires à l'opérateur pour accomplir la tâche, et qui pourraient être alors utilisées pour décrire la tâche. »

Cette mise en garde contre la généralité ne paraît pas inutile dans le domaine des programmes de formation. Bien souvent de tels programmes partent d'une « évaluation des besoins », qui recouvre des considérations assez vagues sur l'amélioration du système de formation.

Souvent la définition d'objectifs généraux : par exemple une meilleure productivité, une plus grande efficacité, une rapidité plus importante, se substituent à l'analyse de la tâche, alors que les critères de l'aménagement du travail (c'est-à-dire ce sur quoi doit déboucher l'analyse du travail), doivent toujours être ramenés à des tâches précises sans quoi on reste dans un discours flou, peu rigoureux, et susceptible de peu d'efficacité.

2.9 Le domaine de l'activité.

2.9.1 La notion d'activité

L'*activité* c'est ce qui se fait réellement dans l'exécution des tâches.

On distingue parfois dans l'analyse de l'activité les *comportements opératoires* et les *conduites opératoires*. Dans les deux cas, l'adjectif « opératoire » est là pour rappeler qu'il s'agit de comportements et de conduites développées en vue d'une fin précise et saisie par le chercheur sur le terrain même.

Pour notre part, nous choisirons une distinction légèrement différente, qui nous paraît plus appropriée aux modèles d'ergonomie cognitive: nous distinguerons tout simplement entre les comportements qui sont l'expression visible, lors d'une tâche effectivement réalisée,

d'activités internes, non directement observables, et l'activité proprement dite (les conduites) en tant que modèle d'opérations, non directement observables, susceptibles de piloter le comportement.

En d'autres termes, pour le chercheur, l'activité est toujours le résultat d'inférences, soit à partir de comportements observables, soit à partir de modèles plus ou moins formalisés d'opérations mentales.

2.9.2 Les comportements

Prenons un exemple : une secrétaire, appelons la Madame Germain, doit écrire une réponse à une lettre d'un client anglais, Monsieur Holdsworth, pour lui annoncer que la livraison de la marchandise aura du retard.

Sa tâche, c'est de répondre à Mr Holdsworth pour le prévenir du retard, dans un milieu et un environnement, hiérarchiques et techniques, donnés.

Décrivons maintenant son *comportement*. Elle ouvre un classeur dont elle sort la lettre de Monsieur Holdsworth. Elle prend deux ou trois notes en style télégraphique. Elle cherche sur son disque dur le dossier modèle de lettre. Dans le dossier modèle de lettres, elle sort le dossier modèle de lettre « anglais ». Elle tape sur ce modèle de lettre les coordonnées du client anglais; elle consulte d'autres modèles de lettres. Elle tape quelques lignes. Elle marque une pause. Elle ne fait rien. Elle regarde droit devant elle, elle réfléchit. Elle cherche dans un autre fichier: « vocabulaire anglais ». Elle le referme. Elle tape une ligne. Elle ressort la lettre du client. Elle corrige une date sur la ligne tapée. Elle se lève. Elle prend un dictionnaire. Elle écrit deux lignes. Elle imprime le document. Elle le relit. Elle corrige au stylo rouge le document. Elle met un point d'interrogation dans la marge. Elle place le document dans un parapheur sur lequel est inscrit l'étiquette « navette service livraison ».

L'analyse de l'*activité* consiste tout d'abord à repérer ces divers comportements, à les séquentialiser, voire à les chronométrer. Dans un deuxième temps, l'ergonome va pouvoir classer ces comportements en catégories relevant de l'exécution des sous-tâches. Par exemple, il y a des activités de *préparation de la tâche* (lectures de documents, consultation de fichiers); ensuite il y a des activités *d'exécution de la tâche*: (sélection et stockage de l'information, prise de note, rédaction de la réponse); enfin, il y a des activités de *contrôle de la tâche* (relecture, consultation du dictionnaire, notes en marge du document). Le contrôle peut se faire en continu, c'est-à-dire à mesure que se déroule l'exécution de la tâche, et/ou à la fin de l'exécution. Cette classification permet de savoir déjà un peu mieux comment la

secrétaire, Madame Germain, se meut dans son environnement de travail et comment elle planifie et exécute ses tâches de correspondance. Par exemple, on peut voir qu'elle dispose d'un certain nombre d'outils d'aide à la rédaction en anglais, qu'elle dispose même de lettres toutes prêtes, avec des formules déjà rédigées, dans lesquelles elle n'a plus qu'à changer le nom du destinataire pour adresser son message.

Mais il ne faut pas oublier que ces activités générales de préparation/exécution/contrôle se déroulent dans le cas d'une tâche précise avec un contenu spécifique: ce n'est pas n'importe quelle marchandise qui doit être livrée, à n'importe quel client et le délai de livraison est précis. L'ergonome va s'intéresser à la question de savoir comment madame Germain gère les trois sous-tâches que nous avons définies, dans ce contexte précis. Ce qu'il cherche à savoir, dans une deuxième étape, c'est « ce qui se passe dans la tête de madame Germain » quand elle déploie tous ces comportements. Elle parcourt des yeux la lettre de Monsieur Holdsworth; on peut supposer raisonnablement qu'elle la lit. Soit. Mais est-ce qu'elle la comprend correctement ? En d'autres termes : qu'est-ce qu'elle comprend exactement dans la lettre de Monsieur Holdsworth ?

Selon son niveau d'expertise en anglais, elle pourra comprendre tout, ou partie, des faits évoqués dans la lettre. Selon qu'elle maîtrise ou non l'art de la litote en anglais, elle pourra inférer de la formule employée, « hoping you will see to it that we get the goods in due time ...» que Monsieur Holdsworth est fort inquiet et déjà un peu mécontent.

2.10 L'activité mentale : les conduites cognitives.

La question qui se pose est celle de l'activité inobservable : l'activité mentale appelée également *conduite ou régulation*, tout au long de l'exécution de la tâche.

L'ergonome suit, nous l'avons vu, une démarche progressive et intégrative. Il commencera par le niveau de la cognition instrumentale pour aller vers la cognition savante.

2.11 Les procédures (ou connaissance instrumentale)

La connaissance procédurale concerne, dans la réalisation de la tâche, l'exécution des opérations. . « Est-ce que Madame White va directement au fichier « correspondance anglaise » auquel cas il s'agit pour elle d'une procédure plus ou moins automatisée. Est-ce qu'elle cherche un peu au hasard des fichiers, auquel cas elle fait appel à une conduite heuristique, c'est-à-dire, ici, de recherche sous forme de tâtonnement. Quels sont les moyens dont elle

dispose pour réaliser le contrôle de sa tâche ? des moyens externes, de type technique : modèles, dictionnaires, téléphone, fax, etc. ; des moyens externes de type humain : contrôle par le service de livraison qui va vérifier les informations qu'elle envoie au client : marchandise, quantité, retard.

2.12 Les structures (ou connaissances déclaratives)

De la cognition instrumentale, l'ergonome passera à la cognition savante (celle qui concerne les schèmes, les structures cognitives, les champs notionnels). Il tentera d'extraire l'étendue et la nature des connaissances de madame Germain, dans le domaine de la tâche concernée. Ces connaissances internes lui sont livrées par sa mémoire grâce à son expérience accumulée (connaissances en gestion, connaissance de son entreprise, connaissance des problèmes du service de livraison, connaissance de la correspondance commerciale, connaissance de la langue anglaise, connaissance de la correspondance anglaise, etc.)

L'ensemble des deux niveaux: *cognition instrumentale* et *cognition savante* (savoir-faire et savoirs) constituent, à l'intérieur du système cognitif de l'opérateur, *son Système de Représentations et de Traitement du domaine de tâches*.

Nous avons présenté brièvement les grandes notions de l'ergonomie; avant de les approfondir dans le cadre de l'Ergonomie de la Formation Langagière, il convient d'insister sur le fait que le couple tâche/activité constitue moins une opposition qu'une association indispensable. La démarche de l'ergonome se résume à un va-et-vient entre le domaine de la tâche et celui de l'activité. C'est d'abord en observant l'activité qu'il peut se faire une idée de la tâche, car on imagine mal une tâche élaborée en dehors de la situation de travail, des opérateurs, des caractéristiques de la machine. À l'inverse, c'est en confrontant les comportements et les conduites opératoires aux exigences de la tâche qu'on peut faire un diagnostic correct des activités, c'est-à-dire parvenir à modéliser la tâche effectivement réalisée par rapport à la tâche prescrite. Entre les deux, et dans un mouvement de va-et-vient, se situe l'élaboration de la modélisation.

CHAPITRE 3 Exemple d'utilisation des IHM dans la conception et réalisation des projets informatique

Lors de la création d'un site web, il faut tenir compte des règles suivant pour avoir une meilleure interface homme machine et un maximum d'ergonomie

même si ses observations sont parfois conservatrices, ses conseils visent à satisfaire le visiteur avant tout; rapidité d'affichage des pages, facilité de navigation, cohérence graphique, etc.

3.1 Temps de réponse

La rapidité d'affichage d'une page web dépend de nombreux facteurs:

- type de connexion (haut ou bas débit)
- fournisseur d'accès
- qualité du serveur
- encombrement du réseau
- taille fichier de la page HTML et ses images

L'idéal serait d'avoir un temps de connexion inférieur à une seconde pour afficher une page complète. Grâce à la généralisation du haut débit, il n'est pas utopique de penser que cela devienne possible. Dix secondes sont le délai maximal permettant à l'utilisateur d'être concentré sur ce qu'il fait. Au-delà il risque bien de perdre patience et de chercher ailleurs.

Prenez l'habitude de renseigner l'utilisateur si le chargement risque d'être long (plus de 10 secondes) surtout s'il s'agit de la page d'accueil. Ce message peut prendre la forme d'un simple texte d'avertissement ou d'un « loading », c'est-à-dire une barre qui indique l'évolution du téléchargement.

3.2 Asutces

Pour les images, spécifiez toujours les dimensions (largeur - hauteur) dans le code source. De cette manière, le navigateur réserve l'espace pour l'image et le chargement est sensiblement accéléré.

Pour les adresses de site, ajoutez le slash (/) à la fin des URL qui pointent vers un répertoire.

Le navigateur interprète qu'il doit aller chercher un dossier et non un fichier.

3.3 Feuilles de style

L'utilisation des feuilles de style (CSS) permet une mise en page bien plus précise que les balises HTML. Elles ont également l'immense avantage de faire la séparation entre le contenu et la présentation. Grâce à quelques manipulations, il est donc possible de modifier l'apparence de ses pages au lieu de les modifier manuellement. Il en résulte un gain de temps considérable en cas de changement de mise en forme, un code source allégé et donc un chargement plus rapide.

- Préférez les CSS externes pour faciliter la maintenance de vos pages et accélérer leur affichage puisque le fichier externe est chargé une fois pour toutes.
- Le contenu de votre site doit rester accessible sans les CSS puisque les anciens navigateurs ne les prennent pas en compte tandis que certaines personnes utilisent une feuille de style personnelle. Testez vos pages en désactivant les CSS.
- Utilisez au maximum 3 polices de caractère différentes et pensez à indiquer une police de remplacement. Leur taille doit être exprimée par une valeur relative (% ou em) qui dépend de la taille de base définie par l'utilisateur.

3.4 Cadres

Lors de l'apparition des cadres (frame en anglais) en mars 1996 par Netscape, les webmasters se sont rués sur cette nouvelle possibilité de mise en pages. En fin de compte, ils possèdent plus d'inconvénients que d'avantages. Évitez-les pour de bon. Et si son utilité est impérative, employez les feuilles de style qui offre un résultat identique sans ses inconvénients.

Pourquoi les cadres c'est mal ?

Tous les navigateurs ne gèrent pas les cadres de la même façon. Certaines difficultés d'affichage peuvent apparaître ainsi que des petites surprises à l'impression selon le focus du pointeur.

Gros problème pour le référencement, les moteurs de recherche ne savent pas quel cadre inclure dans leur index. Il peut arriver que les moteurs affichent un lien qui pointe vers une page exclue de son *frameset* (jeu de cadre). Elle se trouve isolée de son système de navigation et le visiteur ne pourra consulter le restant du site ou consulter l'index.

Avec le système, l'adresse du site reste identique quelque soit l'endroit de navigation. De cette manière, les liens profonds sont impossibles. Inutile par exemple d'envoyer un lien d'une page en particulier à un ami ou de l'insérer dans vos favoris.

3.5 Accessibilité

L'accessibilité est un sujet vaste et passionnant. Derrière ce mot se cache un principe assez simple: permettre à tout un chacun de profiter pleinement du contenu d'une page web en dépit de sa configuration matérielle (PC, Mac, Linux) et ses capacités physiques ou mentales (mal ou non-voyant, daltonien, niveau intellectuel...).

Texte alternatif sur image

Les normes du W3C insistent sur la présence de l'attribut *alt* des images... c'est d'ailleurs une cause d'exclusion à la validation des pages en HTML strict ou XHTML. Ce texte n'est pas visible directement sur l'image, mais il apparaît lorsque celle-ci ne peut être affichée.

(l'utilisateur désactive les images, le navigateur ne les prend pas en compte). Il sert également aux non-voyants qui écoutent les sites via des applications vocales.

Si l'image n'apporte rien au contenu (bordure de tableau, puce, ...) l'attribut *alt* doit rester vide (*alt=""*). C'est le cas par exemple des images qui composent la charte graphique.

Attention

L'attribut *alt* ne doit pas être confondu avec l'attribut *title*. Cette confusion chez beaucoup de webmasters vient d'Internet Explorer qui affiche une info-bulle alors qu'il ne devrait pas.

L'attribut correct pour l'info-bulle est *title*. Il peut être ajouté à *alt* mais ont chacun une fonction bien précise.

3.6 Accessibilité

Acronymes & abréviations

Les abréviations et les acronymes sont largement utilisés et trop rarement expliqués. Un latino qui connaît le français ne comprendra pas forcément ce que SNCF veut dire . Spécifiez la signification à l'aide des balises *<acronym>* (pour les acronymes) et *<abbr>* (pour les abréviations) qui s'affichera au survol de la souris.

De plus, les synthétiseurs vocaux utilisés par les non-voyants pourront lire le contenu de cette balise et adapter leur prononciation grâce à l'attribut de langue (*lang="en"* pour l'anglais,

lang="fr" pour le français).

```
<abbr title="Cascading Style Sheet" lang="en">
```

```
CSS</abbr>
```

Dans le cas où le sigle se répète, il est inutile de reproduire à chaque fois le travail. Ajoutez la description dans la première occurrence de manière à transmettre l'information dès la première apparition du sigle. Les lecteurs qui prennent le texte en chemin reviendront certainement sur le début pour mieux comprendre la signification.

Taille des fontes

N'utilisez pas des valeurs absolues qui figent la taille.

3.7 Permettre l'impression

Il arrive souvent que les utilisateurs désirent imprimer le contenu d'un document web.

La lecture sur un support papier est plus agréable et on ne risque pas de perdre l'information à cause d'un lien brisé ou la suppression de la page.

Malheureusement, les navigateurs ont encore des lacunes à ce niveau puisque la plupart utilisent les mêmes polices pour l'affichage à l'écran et l'impression, alors que ces deux supports nécessitent l'utilisation de polices différentes.

Que faire ?

La première possibilité c'est de créer deux versions de documents. Le premier servant à l'affichage (html), le second à l'impression (html, doc, pdf). Pour y arriver, vous devez mettre à disposition du visiteur le document imprimable accessible par un lien. Mais cela représente un travail conséquent surtout si les articles sont nombreux.

La seconde proposition, plus pratique, consiste à créer une feuille de style spécifique à l'impression. En gros, on va indiquer au navigateur ce qu'il doit imprimer, la mise en page, la couleur du fond, les fontes à utiliser (différentes de celles pour l'affichage-écran), etc. On peut même aller jusqu'à demander d'imprimer les URL complètes et les e-mails complets si nécessaire.

3.8 Contenu

En quelques secondes, le visiteur se fait une idée générale de ce qu'il visite. Bien évidemment, le graphisme est la première chose qui va lui permettre de se faire un avis sur la qualité. Mais bien vite, après quelques clics, le contenu prend le dessus. Si celui-ci n'est pas à la hauteur de ses espérances, aucune chance pour qu'il revienne.

3.9 Le texte

Des études ont montré que l'oeil est plus attentif au texte, surtout les titres, que les images. Le style doit être concis et direct. Il va sans dire que le contenu sera irréprochable au niveau grammatical et orthographique. Un site avec plus de deux fautes et votre crédibilité en prend un sacré coup. Le style doit s'adapter au public visé.

3.10 Mise à jour

La fraîcheur des informations et les mises à jour sont importantes surtout si vous souhaitez voir revenir votre visiteur. Un site qui affiche la dernière « news » à plus de trois mois et plusieurs liens morts... c'est la fuite assurée. Si vous offrez du contenu, annoncez les changements sur la page d'accueil. Les moteurs de recherche apprécient également les pages mises à jour régulières. Il existe une multitude de façons pour faire vivre son site: une rubrique « news », une lettre d'information hebdomadaire, des interviews, des dossiers thématiques, un forum animé, etc.

3.11 Interactivité

N'hésitez pas à proposer d'écrire aux responsables, de poser des questions sur le forum, de s'inscrire au mailing liste ou encore de participer à un sondage ou un concours.

Offrez une réponse personnalisée dans un délai raisonnable. Une réponse dans les 48h est l'idéal et donne un sacré coup de fouet à l'image de l'entreprise.

3.12 Les liens hypertextes

Il existe deux catégories de liens de navigation: les liens internes qui pointent vers un document du site en question et les liens externes qui dirigent le visiteur vers un site extérieur. Ne soyez pas avares de liens externes sous prétexte de contenir le surfeur sur vos pages.

Utilisés à bon escient, ils représentent une plus value pour votre site et votre visiteur reviendra en sachant qu'il peut trouver des informations qu'il l'intéresse.

Dans tous les cas, vos liens doivent être courts de préférence, explicites et la destination doit avoir un rapport direct avec le lien.

3.13 Couleurs et soulignement

Les ergonomes déclassés vous diront qu'il est préférable de conserver les couleurs standards pour ne pas dérouter le visiteur; les liens non visités en bleu et les liens visités en violet.

Cette notion est depuis longtemps dépassée.

La plupart des sites font appel à une feuille de style pour harmoniser la couleur des liens avec leur charte graphique. De cette manière, les liens sont clairement identifiables. Les liens de même nature ont tous la même mise en forme. Ils sont dépourvus de tout effet qui pourrait nuire à la mise en page (fonte plus grande, ou grasse). Les liens visités sont clairement identifiables pour augmenter le confort de navigation.

3.14 Les liens hypertextes

Attention

À la différence d'un document écrit, le soulignement doit être réservé exclusivement aux liens hypertextes. L'internaute a tendance à cliquer sur ce qui est souligné. Par contre, un lien peut avoir une mise en forme différente que le soulignement grâce aux feuilles de style.

Libeller correctement ses liens

L'internaute survole les pages en diagonale et son oeil est attiré par les liens mis en exergue. Un lien « **cliquez ici** » ne lui donne aucune information de ce qui l'attend en cliquant dessus. Il est obligé de lire le texte avoisinant pour comprendre. De plus, un lien correctement formulé et concis est un critère pris en compte par les moteurs de recherche.

Description

Les liens peuvent être accompagnés d'une brève description ou de l'adresse cible grâce à l'attribut <title>. Lorsque la souris s'attarde sur le lien, une info-bulle apparaît.

```
<a href="http://www.iut-amiens.fr/" title="« iut-amiens »">Mon IUT</a>
```

3.15 Les liens hypertextes

Lien en image

Évitez de mettre les liens uniquement sur des éléments graphiques. Des études ont montré que l'attention du visiteur se portait en priorité sur le texte plutôt que sur les images.

Inconvénient supplémentaire, elles sont plus lourdes à charger et elles n'indiquent pas si les liens ont été visités ou non.

Impossible non plus de faire intervenir une feuille de style personnelle au visiteur puisque les liens sont en réalité des images.

Paradoxalement, les éléments mis en évidence (graphique important ou qui bouge) sont généralement ignorés, car souvent associés à de la publicité.

3.16 Les liens hypertextes

Cible

De nombreux concepteurs web décident d'ouvrir les liens externes dans une nouvelle page qui s'ouvre en avant-plan. L'idée est de différencier les sites externes et de conserver la page source en arrière-plan.

Selon les experts, il s'agit d'une manoeuvre maladroite qui brise la logique de navigation, basée sur le passage d'une page à l'autre, au sein d'une même fenêtre.

De plus, l'internaute lambda ne se rend pas compte du phénomène et se trouve bloqué lorsqu'il désire revenir en arrière par le bouton *back* massivement utilisé.

Un autre élément qui a son importance, l'internaute qui utilise un navigateur récent a la possibilité d'ouvrir le lien sous forme d'onglet en arrière-plan ou directement sur la page web active. C'est à lui que revient de faire ce choix et non au webmaster.

Signalons au passage que le code HTML pour ouvrir une page dans une nouvelle fenêtre (`target="blank"`) n'est pas conforme en (X)HTML strict.

3.17 Les liens hypertextes

Profondeur

Faut-il indiquer le lien précis d'un article externe (lien profond) ou est-il préférable de passer par la page d'accueil ? *A priori* on a tendance à répondre par la première proposition puisque la personne qui clic sur un lien s'attend à avoir un rapport direct avec ce qu'il vient de lire. Mais cela peut poser un problème de droit d'auteur.

Certains gros sites ont élaboré une hiérarchie très poussée à partir de leur page d'accueil qui sert à guider en quelque sorte le surfeur. Proposer un lien profond remet en cause tout ce

travail. Cette vision des choses est assez maladroite, car les pages sont indexées dans les différents moteurs de recherche sans faire référence à la page d'accueil.

Mis à part l'exception citée ci-dessous, les liens profonds externes sont plus susceptibles de changement que la page d'accueil. Il convient de les surveiller de près et de ne les utiliser que quand ils sont nécessaires.

Nombre de liens

Le contenu de votre page d'accueil doit être sobre et contenir un nombre de liens acceptables. La mémoire à court terme accepte jusqu'à 7 liens. Au-delà de ce nombre, le mode de lecture est nettement moins efficace.

3.18 Les liens hypertextes

L'hypertexte dans le corps du document

Avant d'arriver sur votre article en question, il a bien fallu que l'internaute pointe sa souris sur le lien. C'est donc quelque part mission accomplie puisque vous êtes arrivé à lui faire lire un document plus fourni qui, a priori, l'intéresse.

Une fois sur votre page, les liens intégrés au document créent une rupture dans la lecture s'ils sont cliqués. Ils encouragent également à la fuite vers d'autres ressources. Il est conseillé de regrouper les liens externes en fin d'article. Le visiteur décidera alors de compléter ou non sa lecture.

3.19 Liens internes brisés

Un lien interne qui pointe vers une erreur 404 ne donne jamais un bon effet... surtout si la page n'est pas personnalisée. Au-delà de deux erreurs, n'espérez plus revoir votre visiteur perdu à jamais. Soyez consciencieux et méthodique lorsque vous travaillez. Vérifiez surtout les incidences de pages renommées, déplacées ou supprimées. Utilisez votre éditeur HTML pour repérer les liens brisés ou installez un logiciels gratuit qui fera ce travail. Il en existe un certain nombre sur internet.

Outil en ligne: le W3C a mis en place un système qui scanne vos pages à la recherche des liens morts: W3C Link Checker. Indiquez-lui l'adresse du site racine et il vérifie automatiquement tous les liens associés. Le système peut prendre un certain temps.

Dreamweaver MX: menu Site - vérifier tous les liens du site. Dans la fenêtre des résultats, il suffit de double cliquer sur le lien pour afficher la page et de corriger.

Firefox: les utilisateurs de Firefox profiteront de l'extension Link Checker qui affiche les liens rompus en rouge.

3.20 Langue

Informez vos visiteurs de la langue de destination du lien grâce à l'attribut hreflang.

Cela peut servir également au lecteur vocal qui change alors son mode de prononciation. À noter qu'Internet Explorer ne gère pas cet attribut normalisé. Il n'est cependant pas utile de préciser la langue du lien si celle-ci est identique à la page active.

Plutôt que d'écrire à la main la langue, utilisez une feuille de style. Dans l'exemple ci-dessous, chaque fois que vous définissez une valeur dans l'attribut hreflang, il l'ajoute entre crochets à la fin du lien.

Dans la feuille de style:

```
a[hreflang]:after {  
content: " [" attr(hreflang) "]" ;  
}
```

Dans le code source:

```
<a href="http://www.google.com/" hreflang="en">  
Google en anglais </a>
```

3.21 Les couleurs

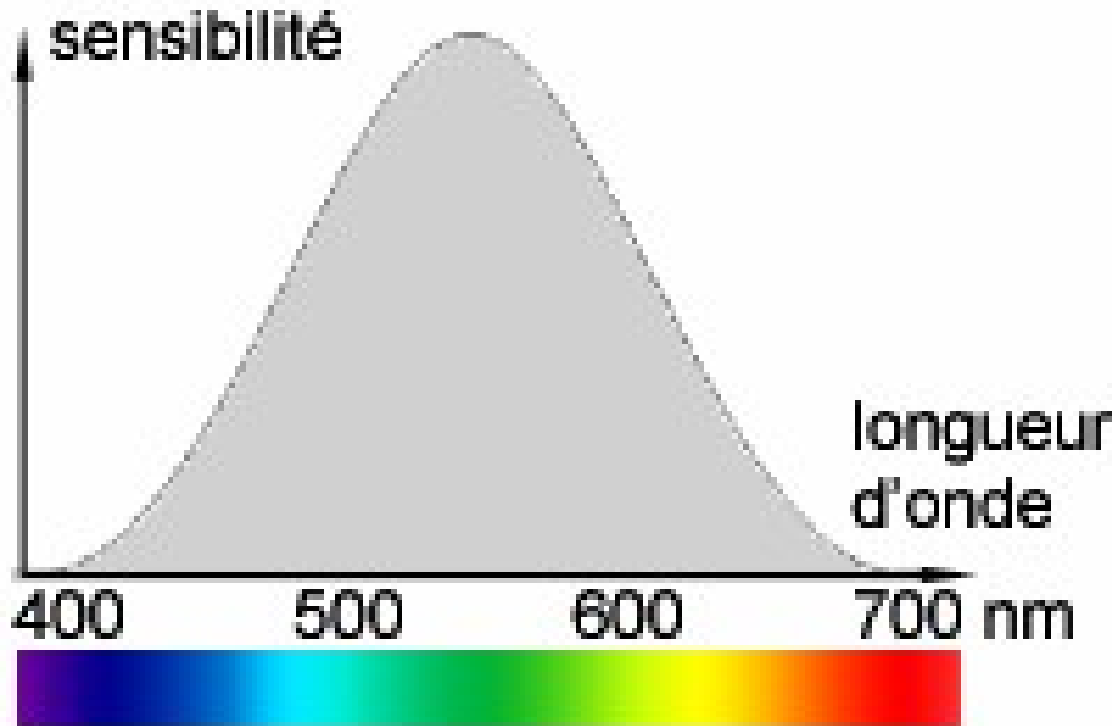
3.21.1 L'oeil humain

L'oeil humain est composé de cellules photo réceptrices permettant de distinguer les couleurs :

Les cônes, qui existent en trois types, sont sensibles au bleu, au rouge ou au vert.

Chaque oeil en comporte environ 6 millions, situés au centre de la rétine : les rouges et les verts regroupés vers le centre, les bleus en bordure.

De ce fait, mieux vaut éviter d'utiliser du bleu saturé pour des textes, puisque la vision centrale est 'aveugle' au bleu.



Les bâtonnets sont sensibles à la luminosité, mais pas aux couleurs. De ce fait, dans un environnement peu éclairé, l'oeil verra en 'noir et blanc', les cônes ne fonctionnant avec une luminosité plus élevée.

L'oeil en contient environ 100 millions, situés en périphérie de la rétine.

Sensibilité de l'oeil humain au spectre des couleurs

3.21.2 Les couleurs

Les écrans fonctionnent sur le principe de la **synthèse additive** des couleurs : si on ajoute toutes les couleurs ensemble, on obtient du blanc. À l'inverse, dans la nature, la synthèse des couleurs est **soustractive** : en les ajoutant toutes, on obtient du noir (mélanger tous vos tubes de gouache, ça donnera presque du noir)

Le **codage** des couleurs possède plusieurs systèmes de notation, dont :

codage **RVB** (eng. RGB), dans lequel une couleur est codée avec une valeur pour chaque teinte primaire : rouge, vert, bleu. Les notations utilisées fréquemment sont l'hexadécimal (RRVVBB sur 256 niveaux). FF0000 rouge

00FF00 vert

0000FF bleu

FFFF00 jaune = rouge + vert

FF00FF magenta = rouge + bleu

00FFFF cyan = vert + bleu

FF7F00 orange = rouge + jaune

FF007F fushia = rouge + magenta

00FF7F vert printemps = vert + cyan

7FFF00 vert citron = vert + jaune

7F00FF violet = bleu + magenta

007FFF bleu poudre = cyan + bleu

FFFFFF blanc = toute composante

000000 noir = aucune composante

7F7F7F gris = moitié de chaque composante

3.21.3 Les couleurs

codage HSV (Hue Saturation and Value) code une couleur selon sa teinte, sa saturation et son intensité. La teinte correspond à la longueur d'onde sur le spectre, ou à l'angle sur le cercle chromatique (0° = rouge, 60° = jaune, etc). La saturation correspond à la pureté de la couleur (0% = gris, 100% = pure).

L'intensité correspond à la luminance (0% = noir, 100% = luminosité max)

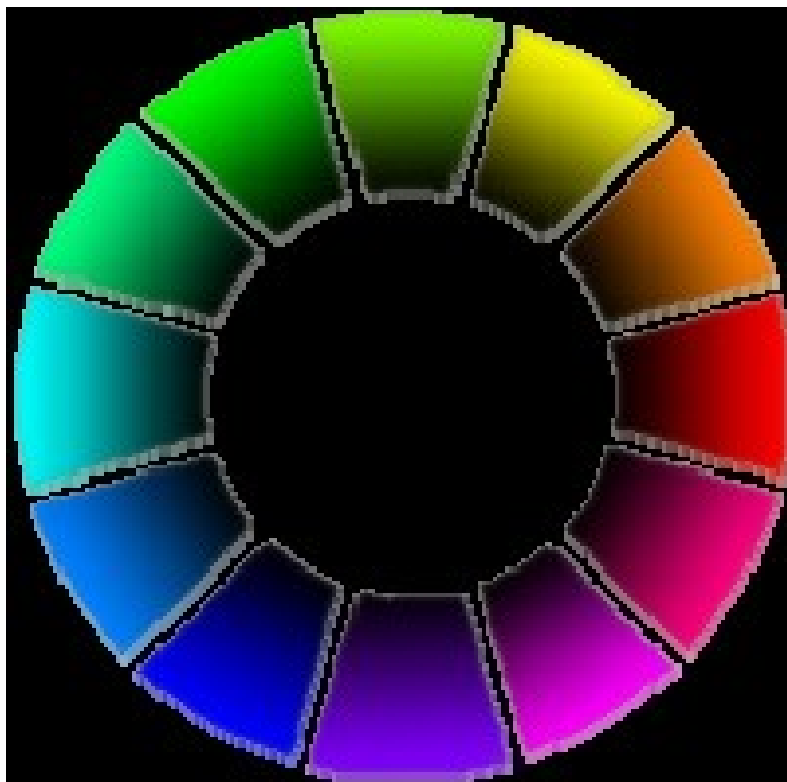


Figure 3.01 : *Cercle chromatique*

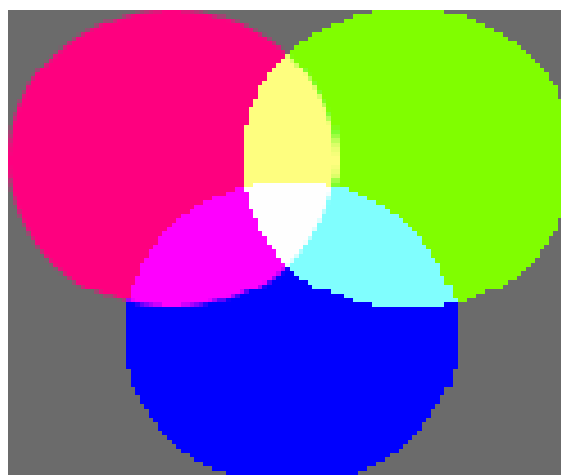


Figure 3.02 : *Synthèse additive*

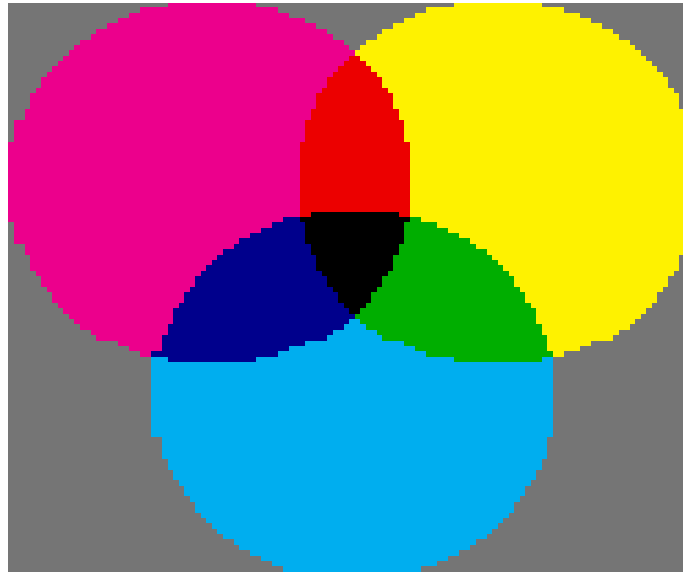


Figure 3.03 : *soustractive des couleurs*

Les couleurs

Les couleurs, selon les pays et les modes, peuvent avoir des significations différentes (et subjectives):

- rouge : couleur franche, peut symboliser le danger, la peur, l'urgence, la combativité, passion, conquête, etc. Colle aux domaines de la pub, des médias, du luxe. (En Inde : la pûreté)

- jaune : peut symboliser l'alerte, l'attente, la joie, colle aux domaines du tourisme, du divertissement, etc.

(Sacree en Asie)

- bleu : caractère neutre, conservateur, sérieux, et élévation, calme, collent aux domaines de la technologie.

(En chine : immortalité, de manière générale, couleur que les gens préfèrent)

- vert : caractère positif, symbolise le printemps, le renouveau, la vigueur.

- orange : attire l'attention. Colle aux mêmes domaines que le jaune. (Populaire en Allemagne et Hollande)

- marron : couleur de la terre, stabilité, confort, terroir.

- pourpre : élection, cérémonie, mystère, et aussi arrogance, cruauté. (Royale en occident)

- noir : peut symboliser la mort, l'angoisse, la peur, et le mystère, l'élégance, la sophistication, colle aux

domaines du luxe, de la photo, de l'alternatif. (Deuil en Europe)

- blanc : pureté, innocence. (Deuil en Asie)

Les couleurs

3.21.4 *Équilibre des couleurs dans un site*

Il vaut mieux éviter de mélanger trop de couleurs dans un site, cela augmente le risque de faire des fautes de goût, et peut amener l'utilisateur à se méprendre sur l'identité du site.

- Un mélange de 3 couleurs paraît un bon compromis.
- 2 couleurs : possibilité de baser la palette sur deux couleurs proches (pour un faible contraste) ou deux couleurs complémentaires (fort contraste)
- 3 couleurs : possibilité de baser la palette sur trois couleurs proches (pour un faible contraste), trois couleurs proches 'éloignées' (une sur deux sur le cercle), une couleur + les deux couleurs proches de la complémentaire
- Au-delà : utiliser un polygone à n côtés sur le cercle, le plus régulier possible
- Quel que soit le nombre de couleurs, on doit choisir une couleur **dominante**, utilisée pour le remplissage de grandes surfaces, et une couleur **tonique** utilisée pour remplir de plus petites surfaces comportant de l'information pertinente (menu, zone à mettre en évidence).

Bibliographie

1. <http://histoire.info.online.fr/gui.html>
2. http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_l'informatique
3. <http://www.cirac.org/computer/Livre/Compar.html>
4. <http://www.figer.com/Publications/evolution.htm>
5. <http://www.ergolab.net/articles/ergonomie-informatique.php>
6. <http://www.usabilis.com/methode/ergonomie-informatique.htm>
7. <http://www.stephanehaefliger.com/campus/biblio/003/ltdceepa.pdf>
8. <http://fr.techcrunch.com/2009/01/12/itable-un-rival-inattendu-pour-microsoft-surface/>
9. <http://www.2in-system.com/dalle-tactile-resistive-5-fils.htm>
10. http://wapedia.mobi/fr/%C3%89cran_tactile
11. <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=8136>
12. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Perception>
13. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Sens_\(physiologie\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Sens_(physiologie))
14. <http://www.fluctuat.net/blog/7359-L-interface-graphique-a-la-papa-part-IV->
15. <http://www.fluctuat.net/blog/7199-Petites-histoires-de-souris-part-III>
16. [http://fr.wikipedia.org/wiki/WIMP_\(informatique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/WIMP_(informatique))
17. http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Fitts
18. <http://cs.nyu.edu/~jhan/ftirtouch/>
19. <http://www.microsoftpdc.com/>
20. <http://www.perceptivepixel.com/>
21. http://www.economist.com/science/tq/displaystory.cfm?story_id=11999181
22. http://www.wired.com/gadgets/miscellaneous/news/2008/08/qa_han
23. http://www.economist.com/science/tq/PrinterFriendly.cfm?story_id=9719037
24. http://www.fastcompany.com/magazine/112/open_features-canttouchthis.html
25. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2008/02/04/AR2008020402796.html>
26. <http://tvdecoder.blogs.nytimes.com/2008/02/06/super-tuesday-night-of-the-touch-screens/>
27. http://www.time.com/time/specials/2007/article/0,28804,1733748_1733754_1735325,00.html
28. <http://blog.wired.com/gadgets/2007/10/--perceptive-pi.html>
29. <http://aietech.com/leblog/2006/10/16/des-crans-plus-ou-moins-gants-.html>
30. <http://www.journaldunet.com/>
31. <http://www.clubic.com/actualite-262004-asus-pc-portable-bi-ecran-tactile.html>
32. <http://www.clubic.com/forum/et-a-part-ca/fonctionnement-de-l-ecran-tactile-de-l-iphone-id455084-page1.html>
33. <http://www.belgium-iphone.com/tag/capteur/>
34. <http://www.generation-nt.com/croissance-marche-capteurs-mouvement-mems-actualite-142261.html>
35. <http://www.generation-nt.com/capteurs-mems-presence-industrie-divertissement-actualite-77271.html>
36. <http://www.macgeneration.com/news/voir/126227/ecrans-tactiles-de-l-iphone-au-mac>
37. <http://www.presence-pc.com/tests/ecran-tactile-22812/7/>
38. <http://www.elotouch.fr/Produits/EcransTactiles/CarrollTouch/ctwork.asp>
39. <http://www.belgium-iphone.com/tag/brevet/>

EXERCICE

Projet1 : créer un site web de votre choix en utilisant ses instructions pour une meilleure ergonomie.

Question :

1. Qu'est-ce que l'ergonomie
2. Comment l'utilisation d'un IHM d'entrée sur un terminal est importante pour sa performance ?
3. Quelle est la définition de l'IHM ?

_9_9