

Nous sommes tous des ergonomes

Achille Weinberg

L'ergonomie est l'étude du travail humain vu sous l'angle des postes de travail et des relations entre l'homme et la machine. Cette discipline méconnue touche à notre vie quotidienne – du stress au travail à l'usage du téléphone portable, de la sécurité des avions au design d'un site Web.

Vous êtes-vous déjà demandé quelles conséquences sur votre vue exerçait une durée prolongée d'exposition à un écran d'ordinateur ? Et pourquoi les fonctions du téléphone portable sont-elles si compliquées à mémoriser ? Avez-vous déjà réfléchi à la façon d'organiser votre journée en fonction de votre rythme d'activité (alternance de tonus et de fatigue) ? Et comment éviter le stress au travail ? Si oui, vous faites de l'ergonomie sans le savoir.

L'ergonomie, c'est le travail vu au microscope. C'est une science, avec ses théories, ses modèles, ses démarches. Mais une science tournée vers la pratique : l'amélioration du bien-être ou de l'efficacité du travail. Son domaine d'action est étendu : cela va du dépistage des douleurs associées à une mauvaise posture à la détection des risques dans la conduite d'un train, de la simplicité d'usage d'un site Web à l'adaptation d'une machine pour un handicapé. Le spectre est large : de la conceptualisation la plus pure aux questions pratiques les plus concrètes. Autant dire que le travail de l'ergonome peut aussi bien consister à compter le nombre de pas d'une infirmière dans les couloirs d'un hôpital qu'à élaborer un modèle théorique des activités humaines.

Naissance de l'ergonomie

En grec, « *ergon* » signifie travail (ainsi l'ergothérapie est la thérapie par le travail) et « *nomos* » signifie règle, norme. Le mot a été employé pour la première fois en 1857 par le Polonais Jastrzebowski dans son *Esquisse de l'ergonomie ou la Science du travail fondée sur les vérités de la science et de la nature*. Puis le mot est tombé dans l'oubli pendant presque un siècle. C'est en effet à la fin des années 1940 que l'ergonomie s'est constituée comme discipline autonome. Certes, on peut lui trouver des précurseurs. Dès le XIX^e siècle, l'industrialisation et les terribles conditions de travail dans les usines attirent l'attention de médecins et d'hygiénistes qui veulent améliorer le confort des travailleurs. A la même époque se développe la physiologie du travail physique, qui aura une influence durable sur un courant de l'ergonomie. Parallèlement, l'étude du travail préoccupe aussi des philosophes ingénieurs soucieux de construire une véritable « science du travail » centrée sur le meilleur rendement. Cette étude doit reposer sur l'analyse systématique des gestes nécessaires à une tâche. Ainsi, Jules Amar, un contemporain de Frederick Taylor, publie en 1914 *Le Moteur humain*, dont le titre indique bien la visée technique du travail (1).

Ces deux approches – l'une médicale et physiologique tournée vers l'amélioration des postes de travail, l'autre scientifique et technique en vue d'améliorer l'efficacité du travail – sont encore perceptibles aujourd'hui.

Mais n'anticipons pas. Durant l'entre-deux-guerres, aux Etats-Unis, l'ergonomie reste embryonnaire. On commence tout juste à s'intéresser aux besoins et motivations des salariés et à entreprendre des études de psychologie sociale du travail (Elton Mayo). En Europe, l'essor de la médecine du travail stimule les études sur les conditions de travail industriel. Dans les régions industrielles, en Suisse, Belgique, Allemagne, France, on assiste à la création de centres de recherche (2). En 1933, Jean-Maurice Lahy et Henry Laugier fondent la revue *Le Travail humain*.

Pendant la Seconde Guerre mondiale, une impulsion va être donnée par les études sur le pilotage aérien. Alphonse Chapanis, lieutenant de l'US Army, montre en 1943 qu'un accident d'avion peut survenir même avec un avion en bon état et un pilote confirmé. La complexité des dispositifs de pilotage et des instruments peut suffire à provoquer des erreurs de pilotage. Après guerre, la croissance continue du trafic aérien va accélérer les études sur le sujet. Encore aujourd'hui, les études sur les erreurs humaines dans les trafics aérien et ferroviaire, ou sur la gestion des risques industriels, sont un secteur fertile de l'ergonomie (*voir l'encadré p. 56*). C'est à ce moment que l'ergonomie se constitue enfin en discipline autonome. L'initiative en revient à l'ingénieur anglais Hywel F.K. Murrell qui, en 1949, réunit des ingénieurs, des médecins, des psychologues autour de la première Ergonomics Research Society.

Jusqu'aux années 1970, l'ergonomie va prendre son essor en créant des sociétés nationales et internationales (3). Mais la discipline a du mal à tracer ses frontières avec la psychologie du travail, l'ingénierie ou la médecine du travail. Aux Etats-Unis, la discipline ergonomique se développe sous le label de « *human factors* » (4). Néanmoins des problématiques et méthodologie se forgent peu à peu. Et un point commun unit la discipline : l'étude des postes de travail.

L'analyse des postes de travail

« *L'essentiel du travail de l'ergonomie consiste à analyser le travail* », écrit Maurice de Montmollin, l'une des figures de l'ergonomie francophone (5). De même que le médecin doit établir un diagnostic et proposer un remède, l'ergonome se doit d'établir une analyse pour en tirer des propositions concrètes. Comment procède-t-il ? De nombreuses grilles d'analyse sont à sa disposition.

Pour la plupart, elles consistent à décomposer une activité en différentes tâches afin de cerner les points critiques : là où se jouent des enjeux en termes de pathologies, de risques d'erreur, de défauts. Prenons le cas des troubles musculo-squelettiques (TMS), la principale cause de maladie professionnelle en Europe. L'ergonome va observer un poste de distribution du courrier par exemple en analysant le déroulement de la journée, les tâches les plus fréquentes, les plus difficiles, les outils et machines utilisés. Pour cela, il procède par questionnaires, observations, entretiens.

« *Les titres de journaux peuvent nuire à la santé !* », alertait en novembre 2006 The Ergonomics Society (6). Il s'agissait d'une campagne destinée à attirer l'attention sur le danger des postures constantes lorsque l'on lit un journal ou que l'on travaille devant un écran. C'est moins la posture elle-même qui est dangereuse, savent aujourd'hui les ergonomes, que le fait de la maintenir de façon trop prolongée. C'est l'un des résultats de l'ergonomie de la lecture ou des postes de travail : il n'existe ni siège idéal ni une seule position idéale pour lire.

Dans les années 1945-1955, lors de l'essor de l'ergonomie, la description des tâches était surtout focalisée sur des postes de travail individuels, avec une forte concentration sur les dimensions posturales et physiologiques du travail. Cela reste encore une part importante de l'ergonomie, liée aux législations sur l'amélioration des conditions de travail, à la création de l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (Anact), aux normes Iso, ou à l'adaptation des postes de travail aux handicapés (7).

Longtemps centrée sur la santé physique et l'étude des postures, l'ergonomie s'est élargie par la suite aux dimensions psychologiques et cognitives du travail (charge mentale, relations humaines). Aujourd'hui, le stress en est un aspect. De même, elle s'est aussi ouverte aux dimensions sociales de l'organisation. On a pris conscience que l'erreur humaine ne saurait se limiter aux défaillances personnelles : elle résulte aussi de défauts dans l'organisation des tâches, la transmission des consignes. De ce point de vue, elle touche la psychologie du travail et la sociologie du travail.

L'ergonomie cognitive

Le diagnostic en vue d'améliorer un poste de travail n'est que l'une des facettes de l'ergonomie. Elle intervient aussi dans la conception de nouveaux outils ou activités. Dans ce domaine, le secteur le plus en vogue est celui de la conception de programmes informatiques et de sites Web. Dans la première phase de l'informatique, des années 1950 aux années 1970, les utilisateurs étaient esclaves de l'ordinateur. Rien n'était prévu pour faciliter la tâche de l'informaticien. Il devait se plier aux contraintes techniques de la programmation. Pas d'écran confortable ni de souris, mais des lignes de codes à remplir. Puis certains visionnaires ont compris qu'il fallait adapter la machine à l'homme (et non l'inverse). Dans les laboratoires de Xerox Parc, durant les années 1970, des pionniers de l'ordinateur personnel inventent la souris, l'écran noir et blanc, les fenêtres et menus déroulants, le wysiwyg (*voir l'encadré p. 57*). Parallèlement s'élaborent des programmes informatiques qui se veulent plus intuitifs et qui correspondent à la démarche mentale de l'utilisateur.

Donald Norman est l'un des pionniers de l'« ergonomie cognitive » appliquée à l'interface entre l'homme et la machine (8). Dès les années 1970, il s'est fait connaître comme l'un des promoteurs de la psychologie cognitive, qui conçoit le cerveau humain comme une machine à traiter de l'information. L'idée de départ est que l'être humain agit en mobilisant des représentations mentales : ces représentations sont composées de buts à atteindre et de stratégies pour y parvenir. Ainsi, pour faire ses courses au supermarché, il faut établir une liste, prendre sa voiture, se munir d'un Caddie... Cette hiérarchisation des activités, en but et sous but, est valable aussi pour l'écriture d'un article, la réparation d'un moteur ou la confection d'une tarte au citron. La plupart des actions humaines peuvent être modélisées à la manière d'un programme informatique (9). Dans les années 1980, D. Norman se lance dans l'*engineering* et l'étude de l'interface homme-machine. Il publie un modèle de l'action dérivé de sa théorie de l'action appliqué à la conception des ordinateurs. Le modèle de l'activité se présente comme une succession hiérarchique de tâches, comportant au moins sept types d'activités, telles que définir un but, spécifier une suite d'actions, exécuter les actions, percevoir le résultat, l'évaluer par rapport au but initial, etc. L'objectif de l'ergonomie cognitive est de faire de la démarche de la machine un processus le mieux adapté possible à la démarche de l'utilisateur. D. Norman est de ceux qui ont promu les notions « d'usabilité ♦ » et « d'affordance ♦ ». Depuis les années 1980, les modèles d'interfaces homme-machine ont proliféré (10).

Utilité et élégance

Toujours en avance d'une époque, D. Norman a délaissé les modèles théoriques pour se consacrer à une autre dimension de l'ergonomie : le *design* des objets. Dès les années 1980, il s'était penché sur l'importance de la beauté des objets sur leur usage (11). Avec cette idée-force : « *Aesthetics matter: Attractive things work better* » (« *l'esthétique compte : les objets attractifs marchent mieux* »). Lavez et rangez votre voiture, ne trouvez-vous pas qu'elle est plus facile à conduire ? Les applications de ce principe se retrouvent dans la conception graphique des sites Web. L'élégance, la simplicité et la beauté d'un site vont souvent de pair. Inversement, un site trop chargé d'informations est peu lisible et donc ergonomiquement moins performant. D. Norman va même plus loin. Selon lui, la beauté et l'attractivité d'un site Web peuvent même suppléer à sa difficulté d'utilisation.

L'alliance entre beauté et utilité rejoint un thème développé par le préhistorien André Leroi-Gourhan à travers la notion d'esthétique fonctionnelle (12). Depuis toujours, les hommes ont cherché à joindre le beau à l'utile. Les bifaces ont été taillés pour leur utilité, mais dotés d'une forme élégante. Un bouton de culotte, un couteau, un livre de poche ont des formes simples et pures, en concordance avec leur usage. La beauté des choses n'est pas forcément une question de supplément d'âme. Il y a une sorte de cohérence intime entre le simple, le beau et l'utile. En examinant le travail de près, les ergonomes ont peu à peu dépassé son analyse physique pour y intégrer les dimensions cognitives, sociales, et même esthétiques (13). Cela donne à l'ergonomie un champ d'extension très large : aménager son bureau, organiser ses activités, classer ses documents, conduire une automobile, utiliser les fonctions de son téléphone portable, surfer sur le Web..., tout cela relève de l'ergonomie.

Les questions ergonomiques sont omniprésentes. Rarement science si utile aura été aussi méconnue.

NOTES

(1) Le titre exact est *Le Moteur humain et les Bases scientifiques du travail professionnel*.

(2) A. Laville, « Repère pour une histoire de l'ergonomie francophone », in P. Falzon (dir.), *Ergonomie*, Puf, 2004.

(3) La Société d'ergonomie de langue française fut créée en 1963 pour promouvoir l'ergonomie dans les pays de langue française. Elle est membre de l'Association internationale d'ergonomie (AIE).

www.ergonomie-self.org/

(4) G. Salvendy (dir.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, John Wiley, 2006.

(5) F. Darses et M. de Montmollin, *L'Ergonomie*, La Découverte, coll. « Repères », 2006.

(6) The Ergonomic Society, « Newspaper headlines can seriously damage your health ! », disponible sur www.ergonomics.org.uk

(7) Au Cnam, il existe même un diplôme dédié à l'ergonomie du handicap.

(8) D. Norman est professeur de psychologie cognitive à l'université de Californie (San Diego) et professeur d'informatique à la Northwestern University.

(9) D. Norman et P.H. Lindsay, *Traitement de l'information et comportement humain. Une introduction à la psychologie*, Études vivantes. 1980.

(10) Citons la théorie de l'action humaine de D. Norman, le modèle du processeur humain d'Allen Newell et son développement (GOMS, pour Goal Operator Method Selection), le modèle de description des tâches, le modèle ICS (Cognitive Subsystems) de Philip J. Barnard.

(11) D. Norman, *The Design of Everyday Things*, 1988, rééd. Basic Books, 2002.

(12) A. Leroi-Gourhan, *Le Geste et la Parole, t. II, La Mémoire et les Rythmes*, Albin Michel, 1998.

(13) Cette conception s'étend à la machine qui est à sa manière un concentré de social, d'économie, de politique, de culturel. Les objets techniques qui nous entourent sont éminemment sociaux.

L'erreur humaine : crash aérien et accident nucléaire

Accident nucléaire, erreur de pilotage, collision de trains, etc. Les accidents majeurs comme ceux de la centrale de Three Mile Island (1979), de Bhopal (1984), de la navette spatiale Challenger (1986) ou du Concorde (2000) invitent à s'interroger sur les causes des accidents et sur les dispositifs pour sécuriser les technologies sensibles. Une distinction courante consiste à opposer « erreur humaine » et défaillance technique.

Dans l'accident de la centrale nucléaire de Three Mile Island, il se produisit la combinaison d'une défaillance technique (une soupape de décharge du pressuriseur ne s'est pas fermée) et d'une faute des techniciens (ils ont fermé une vanne au lieu de l'ouvrir). Mais surtout, il apparaît que ces derniers étaient mal préparés pour affronter une situation critique, et que les dispositifs d'identification des pannes étaient insuffisants.

Le « **modèle SRK** » de Jens Rasmussen est destiné à repérer les différents types d'erreur humaine. Toute activité complexe (comme piloter une automobile) exige trois niveaux de résolution de problème. Lorsqu'un automobiliste conduit, certaines actions sont réalisées de façon automatique et routinière (passer une vitesse), d'autres impliquent de faire appel à des règles de procédures (pour circuler en ville, il faut faire attention aux panneaux, feux, piétons), d'autres

encore supposent la résolution d'un problème nouveau (pour trouver un endroit inconnu, il faut consulter une carte, définir un trajet). A chaque niveau de complexité de l'activité peuvent se produire des erreurs spécifiques.

Certains spécialistes considèrent que 80 % des accidents d'avion sont dus à des erreurs humaines (1). Mais cela ne signifie pas forcément qu'il y ait eu une faute de pilotage. L'opposition entre erreur humaine et défaillance technique n'est pas toujours pertinente. Une défaillance technique, comme celle des briques sur la navette Challenger, est due *in fine* à une anomalie de conception. Celle-ci n'est pas due à une erreur d'ingénieur. L'organisation du travail et la division des tâches sont laissées dans l'ombre des sources d'anomalies possibles. Dans l'accident de Three Mile Island, il a été établi que les opérateurs n'ont pas respecté certaines consignes. Mais qu'ils aient été déstabilisés et déroutés au moment où les sirènes d'alarme se déclenchaient partout peut aisément s'expliquer. En remontant la chaîne des causes, il apparaît que le manque de préparation relève du défaut de l'organisation et des opérateurs directement impliqués.

NOTES

(1) C.W. Johnson, *Failure in Safety-Critical Systems: A handbook of accident and incident reporting*, University of Glasgow Press, 2003.

Achille

Weinberg

Le micro-ordinateur, une révolution ergonomique

Il fut un temps où l'ordinateur n'avait ni écran, ni traitement de texte, ni souris, ni fenêtres, ni menu. Un temps pas si lointain où l'informatique se réduisait à de grosses machines coûteuses, réservées à une élite d'informaticiens en blouse blanche, seule capable d'écrire des lignes de programme.

L'invention du micro-ordinateur supposait des innovations techniques, mais aussi une nouvelle philosophie sociale. Cette révolution fut portée par un groupe de pionniers et visionnaires dans les années 1970, au sein de quelques laboratoires de recherche – au MIT, au Bell Labs d'ATT, et au Palo Alto Research Centre (PARC) de Xerox. C'est là qu'une poignée de jeunes ingénieurs, de Robins des bois de l'informatique, barbus et chevelus, décidés à donner accès à l'informatique pour tous, ont inventé l'ordinateur personnel.

Dès 1945, Vannevar Bush avait imaginé le Memex : un bureau de travail informatisé. Mais il ne s'agissait encore que d'un projet théorique, comme le furent les machines de Léonard de Vinci. Une grappe d'innovations technologiques fut mise au point, dans les années 1960-1970, par des pionniers comme Ivan Sutherland, créateur du Skechtpad, première interface graphique autorisant une interaction entre utilisateur et ordinateur ; Douglas Engelbart, inventeur de l'édition de texte et de la souris ; Alan Kay, créateur en 1969 d'un langage de programmation orienté objet (smalltalk) et inventeur du premier ordinateur portable (Dynabook). « Simple things should be simple, complex things should be possible » (Des choses simples devraient être simples, des choses complexes devraient être possibles) était son mot d'ordre. C'est encore au sein du Parc Xerox que fut mis au point l'affichage graphique sur écran, son découpage en pixels. Puis vinrent le traitement de texte, les fenêtres et menus déroulants, etc.

En 1981, Xerox Parc lance « Star », le premier ordinateur personnel. Il intègre toutes ces innovations. Mais son prix est trop élevé (16 000 dollars), et le Star sera un échec commercial. A peine deux mois plus tard, c'est au tour d'IBM de proposer le PC, pour personal computer. Vendu à 2 000 dollars, ce dernier raffle le marché de l'ordinateur personnel, même s'il est beaucoup moins ergonomique que le Star.

En 1984, Apple met le premier Apple Macintosh sur le marché. C'est le premier ordinateur à intégrer toute la technologie conviviale (souris, menus, fenêtres, traitement de texte) développée des années plus tôt. Il faut dire que Steve Jobs, le fondateur d'Apple, était passé quelques années plus tôt dans les laboratoires de Xerox.

L'ordinateur est désormais entré dans une nouvelle ère. Désormais, le génie informatique intègre une donnée essentielle : la dimension ergonomique.

Achille Weinberg

Mots-clés

Usabilité

Ce terme, rendu aussi par « utilisabilité », est un néologisme issu de la francisation du mot anglais *usability*, lui-même dérivé du verbe to *use* (utiliser). Il est défini comme la capacité d'un système à être utilisé simplement et confortablement par l'ensemble de ses utilisateurs.

Affordance

Concept inventé par le psychologue James J. Gibson, pour qualifier l'ensemble des relations perceptives permettant à un individu d'appréhender son environnement. Le terme a ensuite été redéfini par Donald Norman, dans une perspective d'interface informatique. D. Norman distingue deux types d'affordance : une affordance réelle est une propriété du monde (un ordinateur calcule), quand une affordance perçue est une convention permettant à l'utilisateur d'exploiter les capacités de la machine (ainsi du curseur, qui autorise l'opérateur à influencer sur les opérations réalisées par le PC).