

Apprentissage et Interactivité

Olga Aranda
Mastère Création et Technologie Contemporaines
ENSCI-Les Ateliers
2011-2012

REMERCIEMENTS

Au “Fondo Nacional para la Cultura y las Artes” et “Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología”.

À ma famille : mes parents, soeurs, beaux-frères et nièces.

À Michele Quère et Ségolene Sauret.

À ma directrice de projet, Isabelle Gil.

Au Mexique.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	05
Qu'est-ce que l'apprentissage ?	08
·	
Premières théories de l'apprentissage : Du Behaviorisme au Cognitivisme	12
Un approche aux théories de l'apprentissage : L'apprentissage Vicariant et le Connectivisme	21
La Mémoire	29
·	
La Motivation	39
Le mouvement et la mémoire comme éléments essentiels du développement de l'intelligence	43
Les supports éducatifs : leur fonction dans le processus d'apprentissage	53
Qu'est-ce que l'interactivité ? La différence entre interaction et interactivité	63
L'interface	69
L'interactivité dans l'éducation	72
La révolution numérique éducative, un petit regard	82
Avantages des systèmes d'apprentissage multimédias éducatifs	89
CONCLUSION	94
Bibliographie	95

Première

PARTIE

INTRODUCTION

Il y a plusieurs préoccupations autour de la question de l'éducation aujourd'hui. Principalement l'une d'elles est l'enjeu de l'utilisation des nouvelles technologies et son impact sur l'éducation.

Comment l'application des technologies numériques peut-elle améliorer l'apprentissage? Comment créer un objet d'apprentissage interactif pour qu'il soit efficace? Quelle est sa place dans le processus d'enseignement - apprentissage?

L'intention de cette étude est de répondre à ces questions-là. Pour aborder ce sujet il me sera nécessaire de parler des théories de l'apprentissage et de leur contexte actuel. J'aimerais faire une recherche sur l'ensemble du domaine, ses champs d'application et les outils qu'il produit.

Ensuite l'idée est de parler de l'interaction et de la façon dont elle a été présente dans ce processus d'apprentissage, et de son évolution avec l'arrivée de l'interactivité avec des produits multimédias.

Finalement, je propose une réflexion sur les caractéristiques que doivent avoir les objets virtuels pour réussir l'apprentissage et sur l'importance des mouvements du corps pour la mémoire et la compréhension de l'espace et du développement de la pensée logique.

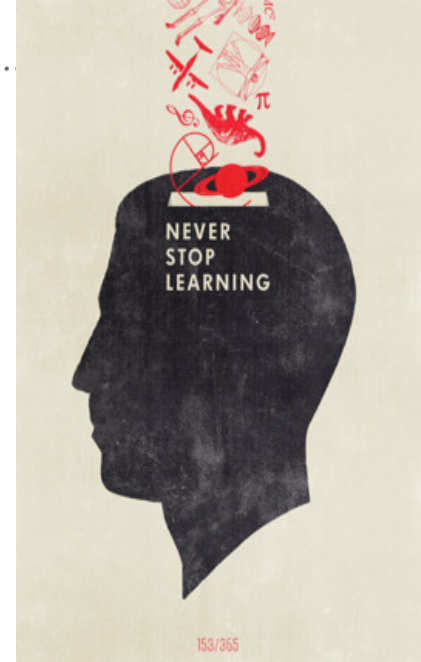
« Ce n'est pas parce que l'on est enseigné/formé que l'on apprend. Apprendre, c'est « prendre avec » moi. C'est “saisir”, “faire corps” avec un obstacle, de telle sorte qu'il disparaisse pour moi. »

Jean-Pierre Lepri

Qu'est-ce que l'apprentissage ?

Il existe de multiples définitions du fait d'apprendre. Il existe même une multitude de classifications selon des critères très diversifiés. On peut définir l'apprentissage comme l'acquisition d'information et son application dans la vie. Quand on apprend, on s'adapte aux circonstances du contexte qui est autour de nous. L'apprentissage est défini comme des échanges relativement permanents provoqués par une expérience passée, un changement du comportement consécutif à l'interaction de l'individu avec son milieu. La mémoire joue un rôle essentiel dans le processus d'apprentissage, sans elle, les expériences passées seraient perdues et l'individu ne pourrait pas bénéficier d'elles.

L'apprentissage implique l'acquisition d'une nouvelle conduite et en même temps d'en laisser une autre ancienne et insuffisante; il représente un changement permanent dans le comportement, dont il obtient des connaissances et des compétences à travers l'expérience. On distingue ainsi des apprentissages verbaux ou moteurs, des apprentissages par l'action ou par l'imitation. L'apprentissage est un concept extensif qu'on ne peut réduire qu'aux acquis scolaires. Le champ de l'apprentissage est extraordinairement vaste. Il faut bien constater que les apprentissages qui ont marqué notre vie académique sont aussi des apprentissages existentiels. Le but de l'apprentissage n'est pas seulement l'acquisition d'un savoir,





c'est l'action. Le but de l'apprentissage c'est d'améliorer notre qualité de vie. Ce critère n'est pas toujours explicite dans les apprentissages académiques.

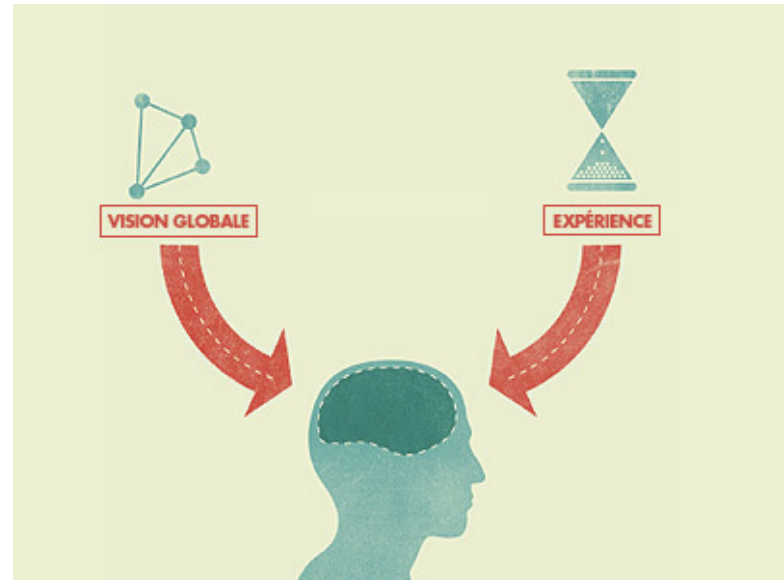
Pour que l'apprentissage soit efficace, il faut avoir quatre facteurs basiques : l'intelligence, la mémoire, l'expérience et la motivation. Même si tous sont assez importants, sans la motivation il n'y aura pas de vrai intérêt dans l'apprentissage. Alors, la définition d'apprentissage doit inclure la motivation comme « vouloir - apprendre ».

La définition de l'apprentissage assure que certains processus sont effectués quand une personne est disposée à apprendre. Les étudiants exécutent plusieurs opérations cognitives. Elles sont, tout d'abord : réceptives, les gens regardent, aperçoivent, lisent et identifient. Une fois fait cela, un processus de rétention se réalise, et finalement, l'acte de réflexion, c'est-à-dire, d'analyse, de comparaison, d'organisation, d'interprétation et de critique de ce qui a été perçu.

Je considère qu'un autre but de l'apprentissage est l'aide à un meilleur développement de l'intelligence. Pour quelques psychologues spécialistes comme Édouard Claparède et William Stern, l'intelligence est une adaptation mentale aux circonstances nouvelles, ce qui est une définition identique à la théorie de l'apprentissage même. De même Piaget offre une définition plutôt vaste: « l'intelligence constitue l'état d'équilibre

vers lequel tendent toutes les adaptations successives d'ordre sensori-moteur et cognitif, ainsi que tous les échanges assimilateurs et accommodateurs entre l'organisme et le milieu (...) L'intelligence apparaît, au total, comme une structuration imprimant certaines formes aux échanges entre le ou les sujets et les objets environnants, auprès ou au loin. Son originalité tient essentiellement à la nature des formes qu'elle construit à cet effet. »^[1]

Piaget se réfère à un équilibre, à une structure qu'on peut modeler depuis l'enfance. Mais jamais comme aujourd'hui l'être humain avait eu tant de connaissances sur son propre développement cognitif ce qui permet de commencer à le perfectionner. Est-ce qu'on a déjà les outils pour le faire ?



« L'intelligence ne débute ni par la connaissance du moi, ni par celle des choses comme telles, mais par celle de leur interaction... Elle organise le monde en s'organisant elle-même. »

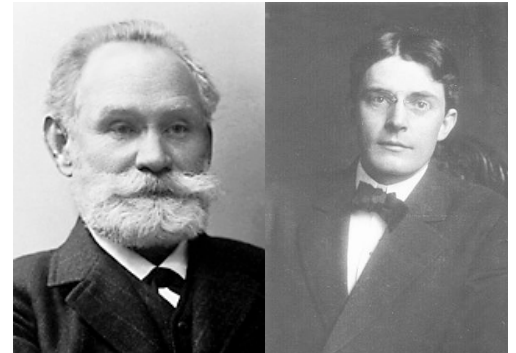
Jean Piaget

Premières théories de l'apprentissage : Du Behaviorisme au Cognitivism.

Les théories de l'apprentissage décrivent et analysent la façon dont les pédagogues et psychologues pensent que les gens apprennent de nouvelles idées et de nouveaux concepts. Pendant le XX siècle, deux courants de la pensée ont influencé le développement de ces théories : le behaviorisme et le cognitivism.

Le behaviorisme est une théorie psychologique des conduites humaines dans lesquelles le conditionnement tient un rôle central. Le conditionnement pavlovien est généralement considéré comme une façon d'apprentissage simple et mécanique, facile d'expliquer dans les termes de contiguïté et transferts de réactions réflexes.

Les théories behavioristes des travaux du psychologue John Broadus Watson, sont encore appelées « d'apprentissage programmé » ou « Skinnerien ». Il était influencé par la recherche d'Ivan Pavlov sur le conditionnement animal « Watson viewed Ivan Pavlov's conditioned reflex as primarily a physiological mechanism controlling glandular secretions. With his "behaviorism", Watson put the emphasis on external behavior of people and their reactions on given situations, rather than the internal, mental state of those people. Instead, he stated that psychology should focus on the "behavior" of the individual, not their consciousness.» [2]

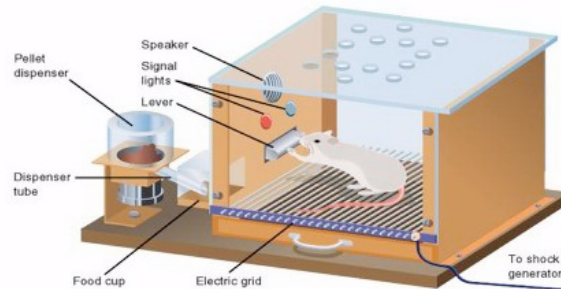


Ivan Pavlov et John Broadus Watson.



Frédéric Skinner et sa boîte.

Quelques années plus tard, serait Frédéric Skinner a analysé les comportements observables. Il a divisé le processus d'apprentissage en réponse opérante et stimuli renforçant. La conduite est dirigée par le renforcement et la punition, soit positif ou soit négatif. Son expérimentation la plus célèbre est celle de « La boîte de Skinner », qui est un dispositif de conditionnement opérante construite pour tester les capacités des animaux (principalement les rongeurs) altérées par les mécanismes de conditionnement : la nourriture comme récompense (renforcement positif), les chocs électriques comme punition. Croire comme Skinner a dit, c'est croire que tout ce qu'on fait est pour la recherche d'une récompense ou pour éviter une punition. Ses investigations continuent à être prises en compte par nombreuses techniques d'éducation et de psychologie.



Les théories behavioristes qui ont comme base le conditionnement dérivé d'un renforcement, prolongent les études uniquement sur les réflexes conditionnés, hostiles à la méthode d'introspection. Cependant pour l'étudiant, le renfort repose sur le fait de savoir qu'il dit la réponse correcte. Par conséquent, pour que le renforcement soit efficient, il est nécessaire de comprendre certaines quantités d'informations.

L'apprentissage est une notion importante dans les sciences cognitives en tant qu'activité cognitive permettant l'acquisition de connaissances. Les points de vue divergent selon les courants cognitifs. C'est ainsi que les conceptions béhavioriste et cognitiviste de l'apprentissage s'opposent totalement. Pour les béhavioristes, l'apprentissage consiste en une association entre les stimulus et les réponses, ou autrement dit, en une modification du comportement d'un sujet, comme l'indique la définition ci-dessus : on postule qu'il y a apprentissage lorsqu'un sujet donne une nouvelle réponse à un stimulus, c'est-à-dire lorsqu'il y a un nouveau comportement visible vis-à-vis d'un même stimulus. Pour les cognitivistes, par contre, l'apprentissage « consiste à modifier des représentations » c'est-à-dire à modifier les contenus de la mémoire à long terme.

Les critiques ont été extrêmement fortes parce que le behaviorisme paraît énoncer que la vie humaine est juste une pile sélectionnée d'évolution qui expérimente les caprices et les désirs par des intérêts et des craintes programmées. Il n'y a pas de soi. Il n'y a personne dans le contrôle. Contrairement



Caricature comique "Le chien de Pavlov adorait vanter : 'J'ai réussi à l'affaïter, après de nombreux efforts, maintenant chaque fois que je commence à saliver, il joue une cloche'".

aux behavioristes, les cognitivistes cherchent à comprendre ce qui se passe à l'intérieur de l'esprit lorsqu'il y a apprentissage, plutôt que d'observer uniquement les comportements extérieurs. Ça s'explique avec la métaphore de « La boîte noire », comme les psychologues appellent ce qui se passe dans le cerveau de l'individu (pourtant aussi employée en informatique et en cybernétique en appelant les opérations des algorithmes ou les structures des réseaux comme l'internet), son fonctionnement interne, impossible à observer. Les uniques points d'étude sont les échanges extérieurs : les entrées et les sorties, les stimulus et les réactions. C'est ainsi, pendant les années suivantes, que la théorie cognitive ouvre la boîte noire et découvre une nouvelle façon de décrire le développement de la pensée, basée sur le constructivisme psychologique qui postule que la connaissance existe dans l'esprit comme une représentation interne d'une réalité externe. Cela veut dire que l'apprentissage possède une dimension individuelle, qui est construit par le cerveau de chaque sujet. Il sépare l'esprit de l'enfant de celui de l'adulte. Parce que pendant la création de l'esprit humain intervient aussi bien des facteurs génétiques et biologiques, il reconnaît les facteurs endogènes comme également responsables de l'évolution cognitive. Piaget a étudié les états de développement cognitif depuis l'enfance jusqu'à l'adolescence : Comment les structures psychologiques se développent à partir de réflexes innés, s'organisent pendant l'enfance comme schémas de conduite, deviennent – pendant la deuxième année de vie - des modèles de pensée, et finalement se construisent à l'adolescence dans des structures

intellectuelles complexes qui caractérisent la vie de l'adulte.
 Piaget distingue quatre périodes importantes :

Periode	Stade	Age
Stade Sensori-motrice Le comportement de l'enfant est essentiellement moteur, pas de représentation interne des événements extérieurs, ou de penser à travers des concepts.	Stade des Mécanismes réflexes congénitaux.	0 - 1 mois
	Stade des Réactions circulaires primaires	1 - 4 mois
	Stades des Réactions circulaires secondaires	4 - 8 mois
	Stade de la Coordination des schémas de comportement antérieurs.	8 - 12 mois
	Stade de Nouvelles découvertes par l'expérimentation.	12 - 18 mois
	Stade de Nouvelles représentations mentales.	18 - 24 mois
Stade Pré-opératrice C'est le stade de la pensée et du langage qui réussissent leur capacité à penser symboliquement imitant des objets de conduite, le jeu de rôle, le dessin, l'imagerie mentale et le développement du langage parlé.	Stade Préconceptuelle	2 - 4 ans
	Stade intuitif	4 - 7 ans
Stade des opérations concrètes Les processus de raisonnement deviennent logiques et sont appliqués aux problèmes spécifiques ou réels. Sur le plan social, l'enfant devient un être social et à ce stade apparaissent le schéma logique de sériation, l'ordre mental de ensembles et la classification des concepts de causalité, espace, temps et vitesse.		7 - 11 ans
Stade des opérations formelles À ce stade l'adolescent atteint l'abstraction des connaissances concrètes observées qui permettent l'utilisation du raisonnement logique, inductif et déductif. Développe et gère des sentiments idéalistes, réussit la continuation de la formation de la personnalité, et il ya une poursuite du développement de concepts moraux.		11 ans et plus



On a choisi décrire les travaux de Jean Piaget car il les a développé plus spécifiquement au sein de la pédagogie. Il a détaillé trois types de connaissance qu'un sujet peut posséder : physique, logique - mathématique et social.

La connaissance physique appartient aux objets du monde naturel, il se réfère à ce qui est incorporé par l'abstraction empirique. La source de ce raisonnement se trouve dans les objets (par exemple sur la dureté d'un corps, le poids, la rugosité, le son qu'il produit, la saveur, la longueur, etc.). Cette connaissance est acquise par l'enfant à travers la manipulation des objets qui l'entourent et qui forment la partie de l'interaction avec le milieu. Via l'observation l'enfant fait une abstraction des caractéristiques des objets : Couleur, forme, taille, et poids. L'unique manière qu'il a pour découvrir ces propriétés est d'agir avec eux.

Ce mécanisme est responsable aussi du progrès de l'interaction des enfants au contexte habituel. Selon Piaget « L'adaptation doit être caractérisée comme un équilibre entre les actions de l'organisme sur le milieu et les actions inverses. On peut appeler assimilation, en prenant ce terme dans le sens le plus large, l'action de l'organisme sur les objets qui l'entourent. [...] Physiologiquement, l'organisme aborde des substances et les transforme en fonction de la sienne. Or, psychologiquement, il en va de même, sauf que les modifications dont il s'agit alors ne sont plus d'ordre substantiel, mais uniquement fonctionnel [...] L'assimilation mentale est donc l'incorporation des objets dans les schèmes de la conduite, ces schèmes n'étant autres

que le canevas des actions susceptibles d'être répétées activement. »^[1]

La connaissance logique-mathématique, c'est ce qui n'existe pas pour lui-même dans la réalité. L'origine de ce raisonnement se situe dans le sujet, et celui-ci le construit par abstraction réflexive. En fait, cela dérive de la coordination des actions qui réalise l'individu avec les objets. L'exemple le plus utilisé est le nombre, si on voit trois objets, il ne sera pas écrit à côté d'eux « numéro trois » mais on sait qu'ils sont trois. C'est le produit d'une abstraction des actions coordonnées qui ont été réalisées par le sujet quand il a été confronté à des situations où sont trois objets qui lui permet de le conceptualiser. D'autre part, la connaissance logique-mathématique est construite par l'enfant en rapportant les expériences résultant de la manipulation des choses. Par exemple, l'enfant établit la différence entre un objet et un autre grâce aux caractéristiques dissemblables entre eux. La connaissance logique - mathématique surgit d'une abstraction réflexive puisqu'elle n'est pas observable mais structurée par l'esprit à travers des rapports entre les objets, toujours du simple au complexe. Il est difficile d'oublier car l'expérience de mémorisation ne provient pas des objets mais de l'action que l'on a eue. Les opérations logiques-mathématiques avant d'être une attitude complètement intellectuelle créent les notions fondamentales de classification, sériation, et perception du numéro. Les adultes qui accompagnent l'enfant pendant ce processus d'apprentissage doivent planifier une didactique qui permet l'interaction avec



des objets réels : jouets, vêtements, animaux, plantes, personnes, etc. La connaissance sociale est une connaissance arbitraire, basée sur le consensus social. L'enfant acquiert cette connaissance au moment de se mettre en rapport avec d'autres enfants ou avec l'enseignant. Elle est réussie quand elle promeut l'interaction du groupe. Les trois types de connaissance interagissent entre eux et, selon Piaget, la logique – mathématique joue un rôle essentiel car il est nécessaire pour incorporer les connaissances physiques et sociales. Finalement, il faut remarquer que pour Piaget, le raisonnement logique–mathématique ne peut pas être enseigné.

À la base de ce processus se trouvent deux fonctions : L'assimilation et l'accommodation, qui sont les bases de l'adaptation de l'individu à son milieu. Cette adaptation on la comprend comme un effort cognitif du sujet pour rencontrer un équilibre entre lui même et l'environnement. À travers l'assimilation l'organisme incorpore l'information à l'intérieur des structures cognitives afin de bien ajuster sa connaissance a priori. Cela veut dire que le sujet adapte l'environnement à lui même et l'utilise tel qu'il est conçu. De l'autre côté, l'accommodation comme arrangement aux circonstances exigeantes, est un comportement intelligent qui a besoin d'incorporer l'expérience obtenue pas des actions pour réussir son développement complet. Ces mécanismes d'assimilations et accommodations conforment les unités de structures cognitives que Piaget leur assigne comme schémas. Ces schémas sont des représentations intériorisées de certains types d'exécutions, comme lorsqu'on fait quelque chose mentalement sans réaliser l'action. On peut dire que le schéma constitue un plan cognitif qui établi une séquence d'étapes pour conduire à la solution d'un problème.

« Even the self-assured will raise their perceived self-efficacy if models teach them better ways of doing things. self actualization and the love for the highest values. »

Albert Bandura

Un approche aux théories de l'apprentissage : L'apprentissage Vicariant et le Connectivisme

À notre époque, ont émergé de nombreuses thèses qui s'intéressent à l'étude et à l'explication des événements qui se passent dans la boîte noire, ainsi qu'à l'approfondissement de la façon dont les données sont perçues. Une autre question aussi importante qui occupe les chercheurs est la technologie actuelle et ses implications dans l'apprentissage. « Les théories de l'apprentissage s'intéressent au processus d'apprentissage lui-même, pas sur la valeur de ce qui est appris. Dans un monde interconnecté, il est utile d'explorer la manière dont nous acquérons des informations »^[5] Je considère qu'il y a deux théories qui répondent aux besoins de la société moderne, l'apprentissage vicariant et le connexionnisme.

La théorie Vicariant se concentre sur l'observation du comportement des autres et les conséquences qui en résultent pour eux. Aussi appelée théorie de la "modélisation", elle possède des aspects de type behavioriste comme de caractère cognitiviste, mais ajoute une dimension sociale peu considérée avant – sauf pour Piaget -. Albert Bandura, après plusieurs recherches, postule de l'importance des processus vicaires, symboliques, autorégulés et de la détermination réciproque de : l'ambiance, la conduite et les facteurs personnels. Elle est considéré de caractère social parce qu'elle implique l'intervention interpersonnelle et se concentre spécialement sur l'apprentissage humain. La connaissance se produit en regardant et imitant une série de patrons, attitudes, styles,

modes linguistiques, etc. Selon la conception de Bandura, l'essai, l'erreur et les renforcements externes ne sont pas essentiels pour apprendre dans la vie quotidienne. On apprend en observant l'autre, en regardant faire et en écoutant ceux qui savent faire. « Most human behavior is learned observationally through modeling: from observing others, one forms an idea of how new behaviors are performed, and on later occasions this coded information serves as a guide for action. »^[6]

Contrairement au behaviorisme et à la ressemblance du cognitivisme, Bandura déclare que l'individu « ne se limite pas à répondre aux stimulus, sinon il les représente »^[8], leur donne une signification selon laquelle il prévoira ses actions. Par conséquent, dans l'apprentissage non seulement s'impliquent les facteurs externes, mais aussi les processus cognitifs et émotifs de nature interne, en interaction réciproque constante. Selon ce modèle, l'élève n'est qu'un récepteur et associe passif. Il participe plutôt comme un prédicateur actif des signes du milieu, dans lesquelles il ne voit pas exclusivement les réponses, aussi expectatives, en fonction de ses motivations intrinsèques, on parlera de cela plus tard. Donc, ce n'est pas strictement un apprentissage reproductif, mais aussi productif, du fait que le sujet intègre différents modèles pour faciliter ses conduites interpersonnelles. Bandura dicte quelques conditions nécessaires pour une efficace expérience vicariant :

« 1. - Attention — various factors increase or decrease the amount of attention paid. Includes distinctiveness, affective



valence, prevalence, complexity, functional value. One's characteristics (e.g. sensory capacities, arousal level, perceptual set, past reinforcement) affect attention.

2. - Retention — remembering what you paid attention to. Includes symbolic coding, mental images, cognitive organization, symbolic rehearsal, motor rehearsal.

3. - Reproduction — reproducing the image. Including physical capabilities, and self-observation of reproduction.

4. - Motivation — having a good reason to imitate. Includes motives such as past (i.e. traditional behaviorism), promised (imagined incentives) and vicarious (seeing and recalling the reinforced model). » [6]

Un autre aspect important qu'il faut reconnaître à l'apprentissage Vicariant c'est d'économiser le temps et l'énergie puisqu'il n'exige pas que le sujet ait seulement des apprentissages directs ou des auto-expériences. Voyons par exemple les expérimentations du docteur indien en éducation, Sugata Mitra. « The hole in the wall » était un exercice mis en place dans les zones marginales d'Inde. Il s'agit de laisser un ordinateur à disposition des enfants, incrusté dans un mur. Les résultats ont montré que les enfants peuvent apprendre à utiliser l'ordinateur (basiquement) sans aucun type d'éducation formelle. De fait ils ont intégré plus de connaissances en regardant des vidéos et des produits multimédias sur internet. [7] L'expérience vicariante, c'est à dire l'opportunité de pouvoir observer un individu similaire à soi-même exécuter une activi-



té donnée, constitue une source d'information importante influençant la perception d'auto-efficacité. « La perception a un intérêt tout spéculatif ; elle est connaissance pure » [4]. Cette expérience vaut pour les adultes comme pour les enfants, dans le domaine professionnel comme dans le domaine scolaire. Le succès de « The Hole in the wall » paraît révéler l'importance de la perception d'auto efficacité sur l'apprentissage modelé par l'expérimentation, sur tout quand elle se réalise avec les enfants puisqu'ils consacrent beaucoup de temps et d'énergie à observer les adultes pour apprendre et reproduire des gestes. L'apprentissage par observation/imitation influence aussi le comportement des adultes, mais d'une manière souvent moins évidente.

Comme l'a souligné Bandura, le sujet anticipe le résultat de sa conduite à partir des croyances et des valorisations qu'il fait sur ses capacités ; c'est à dire il génère des expectatives soient de succès ou soient d'échec, qui se répercutent sur sa motivation et son rendement. [8]

Un des concepts les plus intéressants présentés par Albert Bandura est l'apprentissage actif (compétences acquises en faisant des choses). Juste en voyant ce que les autres font et les conséquences de leur comportement, on apprend à répéter ou à éviter ce comportement. Ce qu'il propose de fondamental est que tout l'apprentissage ne se déroule pas en expérimentant personnellement les actions.



LE CONNECTIVISME

L'hypothèse cognitive implique une forme de cognition séquentielle et localisée. Cependant, ces approches ne sont pas compatibles avec les derniers résultats de recherche en neurosciences, qui sont des modèles du cerveau plus acceptés. Elles montrent ces recherches que les opérations du cerveau sont distribuées et sont générées à partir des interconnexions massives qui changent comme résultat de l'expérience. Pourtant, les réseaux neuronaux ont des propriétés formelles presque inconnues, mais néanmoins, ils imitent les processus neuronaux, car ils ne correspondent pas nécessairement à un niveau empirique strictement approprié. Beaucoup de ces études ont été critiqués pour leur invraisemblance biologique.

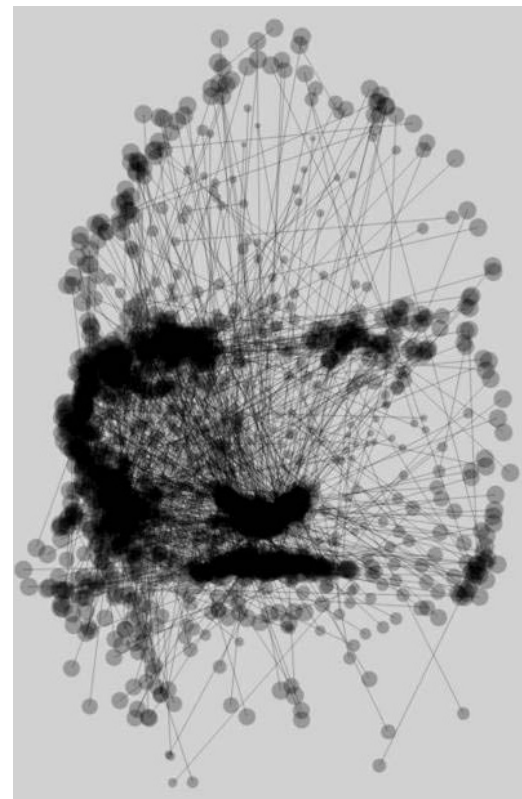
Aujourd'hui il est plus accepté que l'apprentissage soit un processus de création de connexions et de développement des réseaux. Toutes les connexions ne possèdent pas le même effet, et à cause de multiples entrées d'information, elles peuvent être assez faibles. Développée par George Siemens et Stephen Downes, cette théorie est basée sur les apports des nouvelles technologies de l'information. Le connectivisme est motivé par la compréhension du fait que les prises de décision sont fondées sur des bases qui se modifient rapidement.

« When knowledge is abundant, the rapid evaluation of knowledge is important. Additional concerns arise from the rapid increase in information. In today's environment, action is often

needed without personal learning – that is, we need to act by drawing information outside of our primary knowledge. The ability to synthesize and recognize connections and patterns is a valuable skill. » ^[5]

De nouvelles informations sont constamment acquises. La capacité d'établir des distinctions entre l'information importante et sans importance est vitale. La capacité de reconnaître quand de nouvelles informations modifient le paysage en fonction des décisions prises auparavant est également critique. Le connectivisme analyse des limites du behaviourisme, du cognitivisme et du constructivisme afin d'expliquer les effets que la technologie peut avoir sur la façon dont les gens vivent, communiquent et apprennent, dit Siemens « These theories do not address learning that occurs outside of people (i.e. learning that is stored and manipulated by technology) [...] learning theories are concerned with the actual process of learning, not with the value of what is being learned. In a networked world, the very manner of information that we acquire is worth exploring. The need to evaluate the worthiness of learning something is a meta-skill that is applied before learning itself begins... Technology is altering (rewiring) our brains. The tools we use define and shape our thinking... Many of the processes previously handled by learning theories (especially in cognitive information processing) can now be off-loaded to, or supported by, technology. » ^[5]

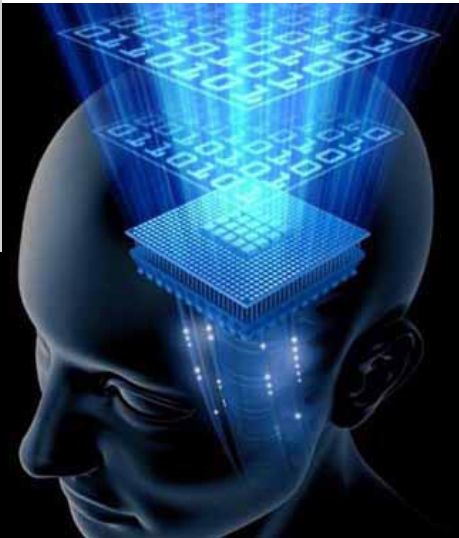
Le Connectivisme est l'intégration des concepts explorés par la théorie du chaos, des réseaux, de la complexité et de l'auto-or-



ganisation. L'apprentissage est un processus qui se produit à l'intérieur d'environnements diffus d'éléments modifiables que le sujet ne peut pas contrôler complètement. Comme la connaissance se développe et évolue, l'accès à ce qui est nécessaire est plus important que ce que l'apprenant possède actuellement. Le Connectivisme présente un modèle d'apprentissage qui reconnaît les mouvements tectoniques dans la société où l'apprentissage n'est plus une activité intérieure et individuelle.

« Experience has long been considered the best teacher of knowledge. Since we cannot experience everything, other people's experiences, and hence other people, become the surrogate for knowledge. 'I store my knowledge in my friends' is an axiom for collecting knowledge through collecting people. » ^[5]

La façon dont les gens travaillent et la fonction du travail sont altérées lors de l'utilisation de nouveaux outils. Le domaine de l'éducation a été lent à reconnaître l'impact de nouveaux outils d'apprentissage et les changements environnementaux dans la conception même de ce que signifie apprendre. Le Connectivisme donne un aperçu des capacités d'apprentissage et les exercices nécessaires pour les apprenants de s'épanouir dans une ère numérique.



« The existence of forgetting has never been proved: We only know that some things don't come to mind when we want them. »

Friedrich Nietzsche

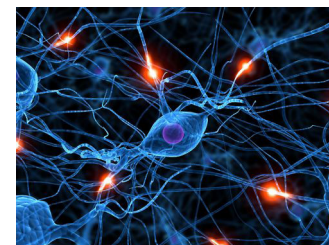
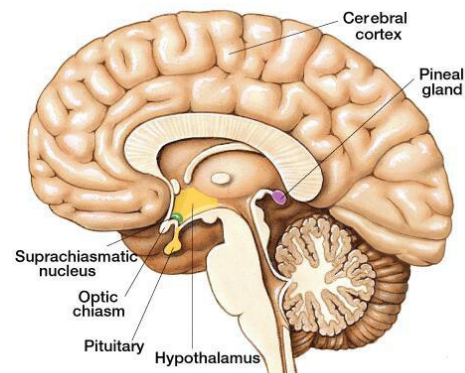
La Mémoire



La mémoire est la capacité et le processus à travers lesquels l'individu enregistre une information codée et ultérieurement la récupère s'il y a besoin. Celle-ci est la définition simple du mécanisme plus complexe du cerveau. Toutes les formes de mémoire (surtout la mémoire à long terme) impliquent trois étapes : Codification, stockage, et récupération. La codification est le processus sur lequel on enregistre au début l'information, de sorte qu'on peut l'utiliser plus tard. Dans le cas d'une information impossible de se souvenir, deux raisons sont présentées : on avait jamais été exposé à elle, et, par conséquence, il était impossible de l'enregistrer, ou bien, que cette information n'était pas codifiée, c'est-à-dire, qu'elle n'était pas enregistrée significativement et par conséquence elle n'est pas évocable. Le deuxième processus est le stockage, qui décrit la sauvegarde de l'information et sa préservation. La dernière étape est la récupération, celle qui nous permet de localiser l'information stockée dans la mémoire. On peut uniquement récupérer l'information qui a été codée et stockée. Donc, il faut expérimenter les trois processus pour être capables de souvenir.

C'était à partir de la moitié du XXème siècle que la mémoire est devenue un thème central dans la méthode de recherche du processus d'information, dont la base est l'analogie avec l'ordinateur. Le cerveau d'un adulte humain contient environ

100 milliards de neurones et 100 billions d'interconnexions (synapses) entre eux. L'instrument par lequel la mémoire humaine est capable de stocker nouvelles informations semble être celui de la plasticité des synapses ou contacts neuronaux. Le cerveau humain n'est pas un réseau de contacts établi, les communications de nouveaux circuits entre neurones sont créées pour apprendre et souvenir des nouvelles circonstances de données concrètes. Afin de mieux comprendre le fonctionnement de la mémoire humaine, on abordera les différentes formes de son enregistrement. Le psychologue William James était le premier à faire une distinction formelle entre mémoire primaire et secondaire, qui correspond respectivement à la mémoire de court et de long terme. Comme explique le paragraphe suivant : « Memory researches often distinguish between two manifestations of memory, one dedicated to the retention of information for very short periods, know as short-term memory (STM) or working memory, and one dedicated to long-term storage known as a Long-term Memory (LTM). Working memory is involved when information is needed briefly but immediately; for example, when dialing a telephone number after looking it up in the directory. Long-term memory, by contrast, is involved the information needs to be available for repeated access across larger timescales, for example one's own telephone number. »^[11]



MÉMOIRE À COURT TERME - MÉMOIRE DE TRAVAIL

Elle s'active au moment de la réception de l'information, immédiatement après la perception sensorielle. Aussi connue

comme mémoire de travail, la mémoire à court terme (MCT) est le système dans lequel le sujet gère les informations qui viennent d'arriver provenant de l'ambiance qui l'entourent à partir desquelles il est en interaction avec l'environnement. La mémoire de travail est dirigée par une zone du cerveau appelée hippocampe ; un sujet ayant cette région lésée est incapable d'acquérir de nouveaux souvenirs.

Bien que cette information soit plus durable que celle qui est stockée dans la mémoire sensorielle, elle est limitée à environ 7 ± 2 éléments pendant 10 secondes (durée de la mémoire), s'il n'y a pas de révision. Cette limitation de capacité est reflétée dans la primauté et la récence des effets. Quand se présente une liste d'éléments (mots, images, stocks, numéros etc.) à un groupe de personnes, après un court laps de temps, il est plus facile de se rappeler des éléments qui ont été présentés au début (primat) ou à la fin (récence) de la liste, mais pas les intermédiaires.

La mémoire du travail est le passage obligé de toute donnée à mémoriser et le lieu de rappel des données en mémoire à long terme. C'est en passant dans la mémoire de travail que les données arrivent à la conscience. Le fait que la mémoire du travail ait une capacité réduite est donc à relativiser en fonction de la nature des données « Complex memory tasks require extended reproduction of a memory set with a sequence of temporally or spatially ordered responses. Item, relational, and complex tasks vary further in difficulty depending on the level of the

memory load or of distraction [...] Many theorists view working memory as a distinct functional and structural entity that requires examination and explanation in its own right. »^[10]

Parce qu'il a été prouvé que cette partie de la mémoire est responsable des processus complexes de l'activité qui requièrent une réponse immédiate : « Working memory supports cognitive activities such as solving mathematical problems, evaluating spatial layouts, or comprehending sentences, and it may be critical in language learning. It is one of several closely related short-duration memory systems. »^[9]

Cependant il faut remarquer que si bien la MT a un niveau de dispersion très élevé, peut-être est-ce dû à la raison que le respectable psychologue anglais Alan Baddeley a expliqué après de nombreuses recherches :

« C'est la vulnérabilité (être limitée et susceptible d'interférences) de la Mémoire à court terme qui l'a faite assez flexible, cela lui permet d'être prête ou disponible à recevoir toujours de nouvelles informations ». ^[10]

Ces premières études pour déterminer la mémoire ont montré que cette capacité dépend de plusieurs facteurs et certaines de leurs modalités. Ainsi, la capacité de retenir les stimuli auditifs est supérieure à celle des visuels. En outre, la capacité augmente dans la mesure où les articles peuvent être regroupés, et elle est déterminée par le nombre de groupe-

ments (aussi connus comme Chunks), et non pas par le nombre d'items, limité en moyenne à sept. Chaque groupe serait une pièce d'information intégrée, de telle manière qu'en se rappelant d'une partie on apportera la suivante et ainsi de suite. Par exemple, une date connue est plus qu'une succession de numéros et un mot est plus qu'une succession de lettres. La date et le mot constituent un groupement unique. C'est ainsi que l'amplitude de la mémoire du travail peut s'accroître en augmentant le numéro d'items dans chaque groupement. L'amplitude de mémoire pour les lettres sélectionnées par hasard (sans sens d'unité) serait environ de six, neuf quand elles forment des syllabes consonne-voyelle-consonne, et cinquante ou plus si les mots forment une phrase significative.

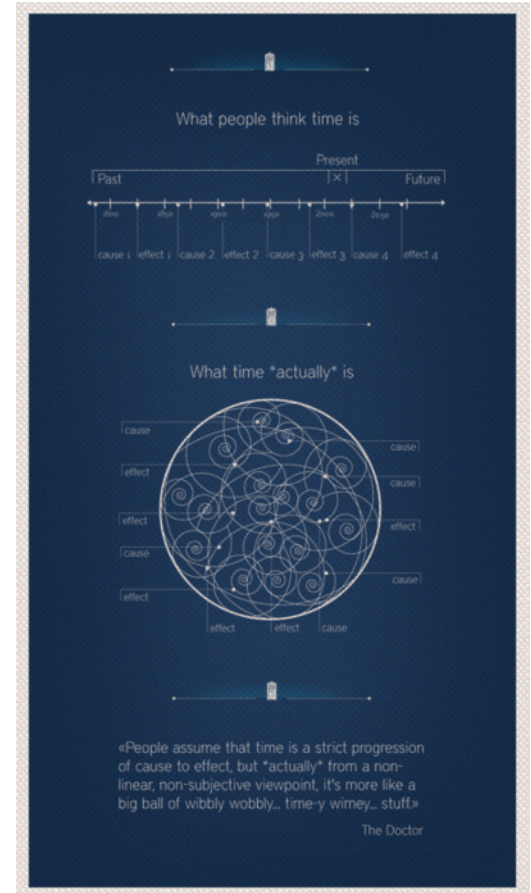
L'utilisation des règles mnémotechniques qui permettent de donner du sens à l'information et de la grouper, augmenterait la capacité de la MT, par conséquent, les dernières propositions sur la capacité de la MT dans le cadre de la mémoire du travail met davantage l'accent sur la quantité de ressources disponibles pour travailler avec l'information. Baddeley conclut également « La mémoire du travail reste en connexion avec la mémoire à long terme, qui permet d'accéder aux connaissances et aux expériences passées que le sujet a sur le thème qui est en lien avec la mémoire du travail. De cette manière, grâce aux contributions de l'ancienne information, le cerveau résout mieux les problèmes exposés. »^[9]

MÉMOIRE À LONG TERME

La mémoire à long terme retient l'information qui a eu lieu il y a de quelques secondes ou plusieurs années. Connaître le fonctionnement de la mémoire à long terme permet d'appréhender notre potentiel de mémorisation et de réfléchir à sa meilleure utilisation possible.

Mais, ce n'est pas seulement enregistrer qu'elle doit faire, comme explique Esposito, oublier constitue une capacité nécessaire pour distinguer et éliminer l'information insignifiante « Ultimately memory is responsible more for the loss of contents than for their preservation, more for forgetting than for remembering. The form of memory consists not in the identity of the remembrance, but rather in the difference remembering versus forgetting. For the very reason that memory condenses that which is to remain stable (and therefore will be remembered), it allows everything else to be forgotten; and precisely this ability to forget makes it possible for a system to develop the ability to recognize something new and take it into account. »

[12] Et, en accord avec la théorie connectiviste, dans un monde plein de données, cela s'organise et devient primordial pour gérer de grandes quantités d'information. La mémoire à long terme est la phase terminale du processus, et elle est particulièrement importante puisque l'apprentissage est considéré effectif lorsque les savoirs et le savoir-faire sont enregistrés et sont accompagnés par des modifications permanentes selon plusieurs facteurs et évolutions.



Pinpoints within a circle represent “causes,” and the swirls that spin out from them represent “effects.” Everything overlaps and is interconnected.

Sur le schéma représentant l'organisation de la mémoire à long terme, on distingue la mémoire déclarative et la mémoire non déclarative ou procédurale, dont l'importance réside en la force selon laquelle les souvenirs ont été stockés.

Parallèlement, Henri Bergson avait offert une distinction importante relative à ce qu'il appelle « souvenir spontané » et « souvenir appris » : « La répétition n'a donc nullement pour effet de convertir le premier dans le second ; son rôle est simplement d'utiliser de plus en plus les mouvements par lesquels le premier se continue, pour les organiser entre eux, et, en montant un mécanisme, créer une habitude du corps. Cette habitude n'est d'ailleurs souvenir que parce que je me souviens de l'avoir acquise ; et je ne me souviens de l'avoir acquise que parce que je fais appel à la mémoire spontanée, celle qui date les événements et ne les enregistre qu'une fois. Des deux mémoires que nous venons de distinguer, la première paraît donc bien être la mémoire par excellence. La seconde, celle que les psychologues étudient d'ordinaire, est l'habitude éclairée par la mémoire plutôt que la mémoire même. »^[4]



MÉMOIRE DÉCLARATIVE ET MÉMOIRE PROCÉDURALE

La mémoire déclarative est celle qui contient l'information qui est exprimée dans les concepts et qui peut être transmise entre les individus [et donc déclarative - des informations qui peuvent être déclarés]. La mémoire déclarative peut être

clairement explicitée oralement ou par écrit (on peut décrire comment on résout un problème, énumérer les capitales de l'Amérique, raconter en partie une expérience), décrire un protocole, décrire un raisonnement. Ces informations sont analysées dans l'hippocampe et permet la mémorisation de nom, de données, de musique et d'objets. Elle peut être épisodique si ces informations sont ciblées sur la mémoire d'une histoire ou d'un moment privilégié de la vie, soit sur le contenu émotionnel ; ou sémantique s'il s'agit de données ou d'informations qui ne sont pas liés à un événement.

Au contraire, la mémoire non déclarative ou procédurale est définie comme la mémoire par l'action. Non déclarative signifie que c'est pas possible de décrire les données qui sont dans cette mémoire oralement ou par écrit (il est presque impossible de décrire véritablement comment conserver l'équilibre au vélo). C'est un type de mémoire implicite qui peut être lié aux connaissances procédurales relatives à l'action. Ce type de mémoire peut intégrer des choses qui ne nécessitent pas une attention consciente et qui est capable de s'adapter aux stimulus sans importance dans l'environnement. L'action, excellente façon d'apprendre la technique, fait appel de manière directe à la mémoire procédurale, et de manière indirecte, mais très fortement, à la mémoire affective par le biais de la motivation.

Dans la mémoire déclarative on distingue les types suivants : La mémoire des habilités motrices, et la mémoire émotionnelle. La mémoire des habiletés motrices, est liée à l'application des





compétences qui sont devenues des habitudes introjectées, sans intervention consciente.

- ▶ La mémoire émotionnelle est liée à des émotions associées à des événements ou à des expériences d'apprentissage qui sont très intenses et se manifestent généralement sous la forme de sensations, selon Sousa^[13] une expérience émotionnelle puissante peut entraîner un rappel immédiat à long terme.

- Mémoire déclarative et procédurale diffèrent aussi dans leur façon de coder l'information. Plus il y a d'information à enregistrer dans la mémoire procédurale, plus l'acquisition se fera progressivement par l'expérience. Les informations déclaratives sont apprises consciemment et exige des essais de la part de la personne. Il est possible d'apprendre des informations déclaratives, après une seule présentation, mais cet apprentissage est extrêmement rare dans l'apprentissage procédural. La vitesse à laquelle l'information est oubliée diffère aussi dans les deux systèmes. Les informations déclaratives peuvent être rapidement oubliées, comme dans le cas des dates apprises pour un examen d'histoire. L'information procédurale est rarement oubliée, par exemple, on n'oublie pas comment lier les cordes des chaussures.
- ▶

« Classic economic theory, based as it is on an inadequate theory of human motivation, could be revolutionized by accepting the reality of higher human needs, including the impulse to self actualization and the love for the highest values. »

Abraham Maslow

La Motivation

Selon l'étymologie le mot « Motivation » vient de motif, qui lui-même est dérivé du latin *motivus*, relatif au mouvement. Alors, la motivation serait quelque chose qui « mettrait en mouvement » l'organisme. La motivation déclenche ou dynamise le comportement. Ainsi le passage d'un état passif à un état actif suppose une motivation :

« Le concept de motivation représente le construit hypothétique utilisé afin de décrire les forces internes et/ou externes produisant le déclenchement, la direction, l'intensité et la persistance du comportement. »^[17]

La motivation est la force qui nous pousse à faire des choses. Nous sommes motivés lorsque nous sommes prêts à faire quelque chose et, ainsi, nous sommes capables de persévérer dans l'effort de ce que est indispensable pendant le temps nécessaire pour atteindre l'objectif que nous nous sommes fixé. La motivation est souvent conçue comme une impulsion dans le corps, comme une attraction qui émane d'un objet et agit sur l'individu. En psychologie on la considère comme l'aspect dynamique de la relation d'un sujet avec le monde. La motivation concerne la direction active du comportement envers certaines catégories préférentielles de situations ou d'objets. Elle est considérée comme le processus de commencer l'action, de soutenir l'activité régulière dans le progrès et les modèles d'activité.^[14]

Abraham Maslow a développé un diagramme de hiérarchie des nécessités relatives à la motivation qui comprend : « five level model; physical needs at the bottom, then safety needs, social needs, esteem needs (the need for success) and self-actualization needs (to better oneself) at the top » C'est seulement quand on satisfait les besoins d'une étape, qu'on passe à la suivante.

Traditionnellement il y a une séparation presque absolue entre les aspects cognitifs et les aspects affectifs–motivationnels au moment d'étudier son influence sur l'apprentissage. Désormais il existe un intérêt croissant pour leur analyse comme une seule entité intégrée. Il est possible d'affirmer que l'apprentissage caractérise un processus cognitif et motivationnel en même temps, en conséquence, pour réussir à apprendre, il est indispensable de « pouvoir » le faire, en référence aux capacités, connaissances, stratégies, et compétences nécessaires (composants cognitifs) de chacun, mais aussi nécessaire de « vouloir » le faire, avoir la disposition, l'intention, et la motivation suffisantes (composants motivationnels). Les spécialistes les plus remarquables sur ce thème affirment qu'il faut posséder tant de « volonté » comme « capacité » pour que l'apprentissage ait un effet. Cela conduit à intégrer ces deux aspects. Comme cela a déjà été dit, la motivation serait l'un des facteurs psychologiques déterminants pour l'apprentissage. La motivation se divise en deux types : intrinsèque et extrinsèque. La première est relative aux effets incitatifs internes et est considérée proche de la théorie de Bandura sur l'auto-efficacité puisque la mo-

Hiérarchie des nécessités de Maslows et une comparaison avec les réseaux sociaux.

tivation intrinsèque émerge à l'intérieur des individus grâce à une expérience sensorielle passive, mais résultante d'activités agréables. Ainsi on peut aimer aller au cinéma ou écouter de la musique, mais il est impossible de définir ces activités comme des comportements activés par la motivation intrinsèque. Une autre chose il est que ces activités sensorielles encouragent notre intérêt à connaître la théorie musicale, apprendre à jouer d'un instrument de musique ou faire des études de cinéma.

La motivation extrinsèque est un besoin de renforcement qui dépend de plusieurs facteurs externes. Ce n'est pas l'action à réaliser qui attire l'individu, mais ce qui est reçu en échange de l'activité, ce qui se trouve en dehors de l'activité même. Quelques exemples : étudier pour obtenir une bonne note, travailler quelques heures supplémentaires pour gagner une prime de productivité, etc. Cependant, plusieurs recherches postulent que les récompenses ou tout autre forme de motivation extrinsèque annulent la motivation intrinsèque.

Aujourd'hui le but des pédagogues et chercheurs est de trouver comment développer les programmes et les outils d'étude de manière à cultiver la motivation intrinsèque des étudiants.

« Les acquisitions durables passent d'abord par l'action motrice. »

Maurice Merleau-Ponty

Le mouvement et la mémoire comme éléments essentiels du développement de l'intelligence



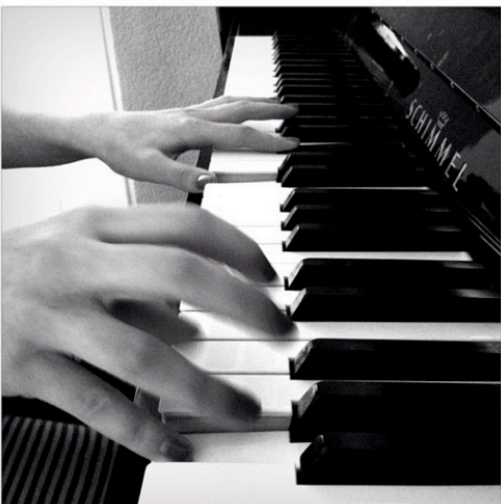
Tout ce que j'ai décrits dans les sections précédentes a pour objectif d'établir un cadre théorique pour expliquer le rapport qui est nécessaire avant de pouvoir aborder le sujet principal de cette étude qui est l'interaction dans l'éducation et par conséquent son rapport avec l'apprentissage. C'est en parlant de la mémoire, la motivation et les théories de l'apprentissage qu'on peut comprendre les exigences et les conditions optimales pour aménager la réception des connaissances. Ensuite, on verra comment ces concepts sont liés.

Comme tous les êtres vivants, on expérimente les mémoires sensorielles : visuelles, auditives, olfactives, gustatives, tactiles, kinesthésiques, chacune étant située dans des aires cérébrales distinctes. Les sensations sont le point de départ de la perception, et sans sensation il n'y a pas de perception et sans perception il n'y a pas de souvenir. Alors on peut dire que « Percevoir signifie avant tout connaître »^[9], percevoir est la seule manière d'avoir et de former de vrais souvenirs « en fait, il n'y a pas de perception qui ne soit imprégnée de souvenirs. Aux données immédiates et présentes de nos sens nous mêlons mille et mille détails de notre expérience passée. Le plus souvent, ces souvenirs déplacent nos perceptions réelles, dont nous ne retenons alors que quelques indications, simple « signes » destinés à nous rappeler d'anciennes images. »^[4] Mais perception et mémoire ont plusieurs caractéristiques en commun :

La perception va au-delà des sensations, elle est généralement définie comme le processus par lequel on confère de la signification aux sensations, la mémoire procède et stocke des informations importantes. Et pourtant, parmi les processus de base de la perception on trouve les processus de détection, de discrimination, de reconnaissance et d'identification, inévitablement impliqués dans le processus de mémorisation dans un cycle continu qui renvoie un feedback continuellement. « Le passé n'est que l'idée, le présent est idéo-moteur »^[4] perception et mémoire fonctionnent dans ces deux dimensions, comme mémoire sensorielle et perception de la réalité, et comme mémoire à long terme et perception des souvenirs.

La plupart des connaissances que contient le cerveau de l'individu ont été acquises ou construites à partir de connaissances et souvenirs qu'il possédait déjà, comme ceux qui viennent de la mémoire sensorielle. C'est-à-dire pendant l'enfance se crée la base de la pensée. « Avant l'âge de raison, l'enfant ne perçoit pas des idées mais des images. Ses sensations étant les premiers matériaux de sa connaissance, les lui offrir dans un ordre convenable c'est préparer sa mémoire [...] il apprend à sentir en regardant, palpant, écoutant, et surtout en comparant la vue au toucher »^[16] Ce message de Rousseau ouvre la voie à l'ère moderne de l'éducation. Piaget aussi établit l'enfance comme le démarrage de la faculté intellectuelle à travers du mouvement. Il existe un rapport assez fort au début du développement de la compréhension de l'espace « Parce que le bébé commence par construire, en coordonnant ses ac-





tions, des schèmes tels que ceux de l'objet permanent, des emboîtements à deux ou trois dimensions, des rotations et translations, des superpositions, etc. ... qu'il parvienne ensuite à organiser son espace mental. »^[16]

« La perception est la connaissance que nous prenons des objets, ou de leurs mouvements, par contact direct et actuel, tandis que l'intelligence est une connaissance subsistant lorsque les détours interviennent et augmentent les distances spatio-temporelles entre le sujet et les objets. »^[1]

Le rapport corps-esprit prend une importance plus spécifique et substantielle que celle qui concerne seulement la santé physique et l'exercice puisque « dans cet ensemble d'images que j'appelle l'univers, rien ne pouvait se produire de réellement nouveau que par l'intermédiaire des certaines images particulières, dont le type m'est fourni par mon corps [...] Le système nerveux n'a rien d'un appareil qui servait à fabriquer ou même à préparer des représentations. Il a pour fonction de recevoir des excitations, de montrer des appareils moteurs, et de présenter le plus grand nombre possible de ces appareils à une excitation donnée. Plus qu'il se développe, plus nombreux et plus éloignés deviennent les points de l'espace qu'il met en rapport avec des mécanismes moteurs toujours plus complexes. »^[4]

Le monde que l'individu connaît est constitué par les choses, les objets et les réactions les uns avec les autres au travers

du mouvement. La perception se nourrit de l'activité dans les mouvements qui la prolongent. Selon Bergson :

« Il n'y a pas de perception qui ne se prolonge en mouvement. L'éducation des sens consiste précisément dans l'ensemble des connexions établies entre l'impression sensorielle et le mouvement qui l'utilise. »

Pour lui, le mouvement est présent dans tout processus mental et est l'activité primordiale de l'intelligence:

« Localiser un souvenir ne consiste pas davantage à l'insérer mécaniquement entre d'autres souvenirs, mais à décrire, par une expansion croissante de la mémoire dans son intégralité, un cercle assez large pour que ce détail du passé y figure. Ces plans ne sont pas donnés d'ailleurs, comme des choses toutes faites, superposées les unes aux autres. Ils existent plutôt virtuellement, de cette existence qui est propre aux choses de l'esprit. L'intelligence se mouvant à tout moment le long de l'intervalle qui les sépare, les retrouve ou plutôt les crée à nouveau sans cesse : sa vie consiste dans ce mouvement même. Alors nous comprenons pourquoi la mémoire choisit, parmi les souvenirs semblables ou contigus, certaines images plutôt que d'autres images, et enfin comment se forment, par le travail combiné du corps et de l'esprit, les premières notions générales. »^[4] Piaget a une conclusion semblable à celle de Bergson et donne à l'intelligence un caractère organisationnel entre perception, la mémoire et la motricité : « Bien





plus, l'intelligence elle-même ne consiste pas en une catégorie isolable et discontinue de processus cognitifs. Elle n'est pas à proprement parler, une structuration parmi les autres : elle est la forme d'équilibre vers laquelle tendent toutes les structures dont la formation est à chercher dès la perception, l'habitude et les mécanismes sensori-moteurs élémentaires. »^[1]

Dès alors on peut conclure que l'apprentissage, lié à l'intelligence, est à la fois une activité aux conséquences physiques et aux conséquences psychologiques. Mme Montessori, la principale pionnière de la pédagogie active, remarque que l'enfant préfère souvent faire la reconnaissance par le toucher : « Quelquefois il lui arrive de ne pas reconnaître la lettre en la regardant ; la touche-t-il, immédiatement il se souvient et la nomme. » [17] En 1985 Jack Fletcher a publié le résultat d'une recherche sur le comportement de la mémoire d'enfants ayant des difficultés d'apprentissage. Il a trouvé que les enfants qui ont des difficultés en arithmétique obtenaient des notes significativement faibles par rapport aux enfants normaux pour des exercices de mémoire qui impliquaient des stimuli visuo-spatiales ; par contre, les enfants avec des difficultés de lecture sans difficultés en arithmétique avaient des scores faibles pour des exercices de mémoire verbale mais n'avaient pas de problèmes en exercices de mémoire visuo- spatiale. ^[18]

Récemment, diverses études ont permis de connaître plus à fond le rôle de l'activité sensori-moteur dans la mémoire et le

raisonnement logique-spatial. Les chercheurs de l'infocockpit (un système avec multiples moniteurs qui entoure les utilisateurs en essayant d'améliorer sa mémoire) postulent dans leur étude :

« One of the memory cues that we hope to provide is location. As we interact with the world, we cannot help but notice the location of objects in space. With little effort, we almost automatically encode location along with the information we remember ^[9]. People trying to remember a particular passage of text will often recall its position on the page ^[12]. However, they rarely recall which page it was on since the pages were stacked and occupied essentially the same position in space. Users manage multiple windows on the monitor in order to bring information to themselves. People have better memory of locations in 3D space if they turn their bodies rather than turning the world about them. » ^[falta]

Ce n'est pas nouveau et peut-être pas surprenant d'assurer que l'intelligence doit se procurer dès les premiers mois de l'existence. Même si on sait que l'humain peut continuer à apprendre après soixante ans, la première partie de la vie a une valeur irremplaçable dans l'acquisition des compétences et des capacités, qu'il est impossible de corriger par la suite.

« Human intelligence or brainpower consists of dozens of assorted cognitive skills, which they commonly divide into two categories. One bunch falls under the heading "fluid intelligen-

ce,” the abilities that produce solutions not based on experience, like pattern recognition, working memory and abstract thinking, the kind of intelligence tested on I.Q. examinations. These abilities tend to peak in one’s 20s. “Crystallized intelligence,” by contrast, generally refers to skills that are acquired through experience and education, like verbal ability, inductive reasoning and judgment. While fluid intelligence is often considered largely a product of genetics, crystallized intelligence is much more dependent on a bouquet of influences, including personality, motivation, opportunity and culture. »^[falta]

De nombreuses critiques concernant le connectivisme discutent le fait que le cerveau humain a une chose qui le fait complètement différent à la machine : le corps. La différence entre le cerveau humain et l’ordinateur est que le premier a un corps qui bouge, qui marche, qui voie, qui touche, qui perçoit.



Deuxième Partie

« La difficulté de retenir l'attention constitue l'écueil de l'éducation des enfants.»

Mme Montessori

Les supports éducatifs : leur fonction dans le processus d'apprentissage

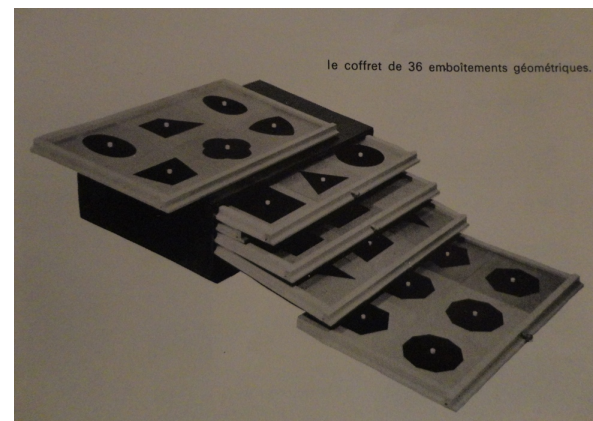


L'éducation a eu le soutien de quelques objets en réussissant le but de faire apprendre aux élèves. Depuis l'arrivée de l'empreinte, presque toute activité de formation est soutenue par des documents imprimés, référence pour les enseignants et les étudiants. Parfois, ils prennent la forme d'un ensemble de fiches d'activités, d'un manuel, d'un guide pratique, ou les plus communs, les manuels scolaires. La première moitié du XIX^{ème} siècle était le moment où était apparu le besoin de disposer d'un ensemble de médias et de supports qui permettent de mettre en œuvre deux fonctions de base de l'enseignement : faciliter le développement des activités d'apprentissage en classe et organiser et transmettre des connaissances aux élèves. Cependant « Ils existait depuis toujours d'une manière fragmentaire et sporadique, des jeux instructifs, associés à l'enseignement. Ils existent encore et, suivant les cas, un soulagement, une aide, un stimulant, un moyen mnémotechnique, une motivation... dont le seul mérite souvent contestable, et de faciliter l'enseignement par l'attrait qu'il y adjoint en utilisant le pouvoir du jeu.»^[17] Quelques éducateurs qui ont observé et analysé le comportement des enfants au début de leur vie, se sont rendu compte de la valeur que possèdent la perception du monde à travers des objets pour que le raisonnement et la pensée se développent. Pour cela ils ont remarqué cette question « Il nous paraît à présent peu croyable que l'éducation du corps ait été si longtemps séparée de l'éducation de l'esprit ou, plus

exactement, parfaitement ignorée des pédagogues. Rabelais a le mérite de la remettre en valeur et de replacer l'homme en harmonie avec son milieu naturel. » ^[16] Les premiers types d'objets étaient les jeux pour l'éducation de gestes, coordination de la motricité, la reconnaissance des couleurs, de poids et de formes, de l'ordre et de la logique de certaines figures. « Dès que les éducateurs ont été convaincus de l'importance du développement spontané de l'enfant, ils ont cherché à le favoriser par un matériel approprié [...] Le matériel éducatif permet à l'enfant par sa propre expérience, l'éducation de sens et le mène peu à peu à la découverte des idées. Il n'est pas envisagé comme un moyen pour faciliter l'enseignement: il est l'enseignement lui-même. Manipuler est apprendre. » ^[17]

Mme. Montessori avait rendu une importante hypothèse de ce fait, l'appelée « Pédagogie scientifique » donc à partir de l'observation et la méthode scientifique, elle a développé ses matériaux et sa philosophie. Montessori regardait les enfants dans une institution pour les enfants « inéducables » en jouant avec les restes de nourriture, parce qu'il n'y avait aucun objet dans la salle. Elle a vu qu'ils ne les avaient pas mangé, mais les avaient tripoté et elle a réalisé que ce dont ils avaient besoin était des objets à manipuler, que l'homme a besoin d'activité, de réalité, de cultiver son intelligence et sa personnalité :

“Nos cerveaux ont évolué pour nous aider à vivre dans un environnement dynamique, à y naviguer, y trouver la nourriture et échapper aux prédateurs. Il n'a pas évolué pour nous aider



Mme Montessori et un ancien objet éducatif.



à écouter quelqu'un, assis sur une chaise dans une salle de classe, puis à régurgiter l'information."

L'être humain n'est pas une entité passive. Comme on avait dit dans le dernier chapitre, la connaissance de l'environnement et l'interaction avec des objets qui le forment, posent les bases, pas exclusivement de la pensée, mais d'un raisonnement logique. « Non seulement les notions de rapports entre objets dans l'espace et le temps jouent un rôle fondamental dans la genèse de la géométrie mais elles sont la base de toute logique, que ce soit la mathématique, la science, la grammaire, l'art, la technique, le raisonnement philosophique. Ou toute autre possibilité de l'esprit humain. »^[16]



Les critiques des modèles, comme la méthode Montessori, doutent si dans certains cas il n'y a pas confusion entre apprentissage et divertissement. Mais le jeu n'est pas une activité inutile, n'est pas que de l'amusement, comme si le fait de jouer était nécessaire « De même que l'expérience de la vie développe la personnalité des adultes, le jeu développe la personnalité des enfants lorsqu'ils jouent seuls ou lorsque d'autres enfants ou bien des adultes apportent des inventions dans le jeu. En s'enrichissant, les enfants élargissent progressivement leur capacité de voir la richesse du monde réel extérieur. Le jeu, c'est la preuve continue de la créativité, qui signifie la vie. »^[30] Donc, Il faut préciser une séparation entre l'établissement de la discipline et l'enseignement de la connaissance à travers le jeu. Même si à cette époque il n'y avait pas une conception



dépréciative comme avant, il continue dans les institutions éducatives et la société, à y avoir une espèce de méfiance pour le jeu et la technologie dans l'éducation.

Les enfants du XXème siècle (que Piaget, Montessori et autres avaient étudié) ne sont pas les enfants d'aujourd'hui, le monde lui-même est substantiellement différent. Comme l'explique John Brown, expert en nouvelles façons de communication et apprentissage : « My generation tends not to want to try things unless or until we already know how to use them. Today's kids get on the Web and link, lurk, and watch how other people are doing things, then try it themselves. This tendency toward "action" brings us back into the same loop in which navigation, discovery, and judgment all come into play in situ [...] Learning becomes situated in action; it becomes as much social as cognitive, it is concrete rather than abstract, and it becomes intertwined with judgment and exploration. As such, the Web becomes not only an informational and social resource but a learning medium where understandings are socially constructed and shared. In that medium, learning becomes a part of action and knowledge creation. » ^[26]

Si les besoins actuels exigent de nouveaux défis, il faut adapter les supports d'enseignement, il y a soixante-dix ans ils étaient conformes aux technologies existantes dans cet environnement. Aujourd'hui, il est nécessaire qu'ils cherchent à inclure les technologies qui nous entourent actuellement. On constate que la tendance dans les théories de l'apprentissage



a une orientation claire: l'augmentation des capacités cognitives des enfants en stimulant la motricité, dans la poursuite de l'amélioration de la mémoire de travail, en même temps qu'elle contribue à la mémoire de long terme afin de mieux organiser le stockage. Parce que les enfants apprennent à connaître leur monde et générer leurs premières conceptions de la pensée logico-mathématique avec l'aide de l'expérience sensorielle en interaction avec les objets environnants et l'espace.



«The digital revolution is far more significant than the invention of writing or even of printing.»

Douglas Engelbart

Qu'est-ce que l'interactivité ? La différence entre interaction et interactivité

Le terme «interactivité» apparaît partout actuellement. Les dispositifs comme les ordinateurs, les portables, les tablettes tactiles, les tableaux numériques, lecteurs de musique ; mais également internet, les jeux vidéo, les produits multimédia, sont relatifs à l'interactivité, « Dès qu'il s'agira de la participation d'un spectateur ou d'agir sur une machine, on parlera d'interactivité et d'interaction »^[23]. L'interprétation plus générale a une relation étroite avec les aspects techniques du domaine de la science informatique et du monde de la technologie, l'interactivité est considérée comme une activité caractéristique (ou exclusive) des ordinateurs car elle surgit exclusivement de la naissance des technologies de l'information. L'interactivité est le terme qui décrit la relation de communication entre un utilisateur - acteur et un système (informatique, de vidéo ou autre). Selon ce concept, le niveau d'interactivité mesure les possibilités et le degré de liberté de l'utilisateur au sein du système et la réactivité de ce système par rapport à l'utilisateur, en qualité et en quantité ; et cette relation pourrait être mise en parallèle avec le schéma de communication: émetteur, récepteur et réponse. L'interactivité est la capacité d'un récepteur à commander un message non linéaire fourni par l'émetteur et dans les limites du support de communication. C'est à dire : « L'interactivité se concrétise par l'opérationnalisation de mécanismes qui permettront

l'interaction dans l'interface. » [22] dans un système informatique. La communication humaine est l'exemple de base de l'interactivité. Pour cette raison, les analyses conceptuelles sont basées sur les définitions anthropomorphiques - sociales.

Par contre, l'interaction est l'action permettant l'interactivité. Elle est simplement définie comme une influence réciproque entre deux acteurs. L'interactivité est le résultat d'une ou plusieurs interactions. Le mot interaction vient du latin, inter, entre, et actio, action, action réciproque. L'interaction est présente dans plusieurs moments de la vie ; elle n'est pas exclusive des ordinateurs. Au niveau du monde virtuel, c'est le dialogue entre l'utilisateur et le système, par l'intermédiaire d'un écran, d'outils, ou une surface. Dans tous les médias il y a au moins quatre entités principales: l'émetteur, l'environnement, le message, et le récepteur. Souvent, cela est réalisé par de support ou des appareils qui permettent la communication entre le sujet et la machine, mais les programmes et les applications sont également importants, et surtout dans la conception de interactivité – écran (la façon dont ils sont présentés à l'utilisateur). L'efficacité de l'interface est sa capacité à s'engager à l'utilisateur et donc soutenir l'interactivité. Par exemple, les systèmes complexes qui permettent de détecter et de réagir au comportement humain sont souvent appelés «interactifs». Dans cette perspective, l'interaction de l'homme comprend les réponses aux activités physiques, telles que le mouvement (le langage du corps) ou les changements d'états psychologiques.



C'est compliqué d'identifier la différence entre ces deux opérations en raison de sa proximité étymologique, la symbiose évidente qu'implique leur apparition et leur fonctionnement, et car c'est une conception qui est encore en évolution. Comme expose Svanaes « The question "What is interaction?" had for me slowly been transformed into the question "How is interaction experienced?" The first question is posed, and can only be answered, within "the world of ideas", while the latter asks for empirically-based answers. »^[21] Pour réussir à définir ces deux concepts, il faut parler du moyen qui les connecte: L'interface. Ces trois éléments sont interconnectés, presque symbiotiques, parce que « L'interactivité se concrétise par l'opérationnalisation de mécanismes qui permettront l'interaction dans l'interface. »^[22], donc on conclut que les actions réagissant entre eux, par le biais de l'utilisateur, sont indispensables en parlant des aspects interactifs.



« L'activité ne se réduit pas à l'acte, à son expression tangible, matérialisée. Elle est d'abord mouvement de la pensée, réflexion, manière d'investir la tâche, dimensions internes qui se dérobent à l'observation sensible. »

Jacques Bernardin

L'interface

Lorsqu'on utilise un outil, ou accède et interagit avec un système, souvent il y a « quelque chose » entre soi et l'objet de l'interaction. Ce « quelque chose », qui est à la fois une limite et un espace commun entre les deux, est l'interface. L'interface n'est pas nécessairement un objet mais un espace qui articule l'interaction entre le corps humain, l'outil (artefact, défini comme un objet ou un appareil de communication) et l'objet de l'action. C'est elle qui reçoit premièrement l'intervention, « l'interactivité suppose des choix et des décisions de la part de l'utilisateur sur les objets de dialogue et d'action de l'interaction (le quoi) dans l'interface (le comment) ». ^[22 brien]

Mais c'est Levy qui offre l'explication la plus globale et la plus complète en définissant que :

« Toutes les techniques, et non seulement les technologies intellectuelles, peuvent s'analyser en réseaux d'interfaces. Armes, outils, machines diverses, comme les dispositifs d'inscription ou de transmission, sont précisément conçus pour s'imbriquer le plus étroitement possible avec des modules cognitifs, des circuits sensori-moteurs, des potions d'anatomie humaine et d'autres artefacts en de multiples agencements de travail, guerre, ou de communication. La notion d'interface peut s'entendre encore au-delà du domaine des artefacts. Et c'est d'ailleurs sa vocation puisque l'interface est une surface de contact, de traduction, d'articulation entre deux espaces, deux

espèces, deux ordres de réalité différentes. D'un côté à l'autre, de l'analogique au numérique, du mécanique à l'humain, tout ce qui est traduction, passage est de l'ordre de l'interface [...] Elle évoque à la fois la communication (ou le transport) et les processus transformateurs nécessaires au succès de la transmission. L'interface tient ensemble les deux dimensions du devenir : le mouvement et la métamorphose, c'est l'opératrice du passage. » ^[24]

Dans les dispositifs physiques, les interfaces se composent de boutons, lumières, écrans, haut-parleurs. Dans tous les logiciels elles devront être acheminées par l'intermédiaire d'une interface double: d'abord, l'interface informatique - périphériques d'entrée et de sortie, principalement clavier, souris, écran et haut-parleurs - et d'autre part, les interfaces du système d'exploitation, généralement composé d'éléments tels que les fenêtres, les répertoires, les menus, les curseurs.

Les premiers ordinateurs n'avaient pas d'interface, les instructions et les données étaient saisies directement dans les emplacements de mémoire au démarrage par le biais de cartes perforées, et étaient lues à partir des registres du processeur, affichées directement dans un vidage binaire, aux cartes ou bandes perforées, ce qui devrait se traduire en quelque chose de lisible à l'aide des dispositifs mécaniques indépendants. Dans la recherche de l'interaction Homme - Machine (IHM), la conception de l'interface a utilisé beaucoup de métaphores. Elles ne sont pas littéraires, elles ont été créées pour aider



les utilisateurs à comprendre quelque chose qui pourrait être complexe, mais qui est simplifié par d'autres idées, ou concepts que l'on connaît déjà. Peut-être que la métaphore du bureau est le plus populaire pour nous aider à comprendre les logiques qu'utilise un système d'organisation et de structure de l'information en comparant des fonctions avec les images des objets typiques d'un poste de travail. Les développeurs les ont conçues pour que les gens sans connaissances informatiques (ou sans instruction de programmation) puissent utiliser un ordinateur comme n'importe quel outil. C'est pour cela que il existe un bureau avec des fichiers, des dossiers, etc. L'histoire de comment les interfaces graphiques ont évolué est plus évidente dans la chronologie des systèmes informatiques, son premier est plus évidemment mis en application naturelle.

L'EVOLUTION DES « GUI »

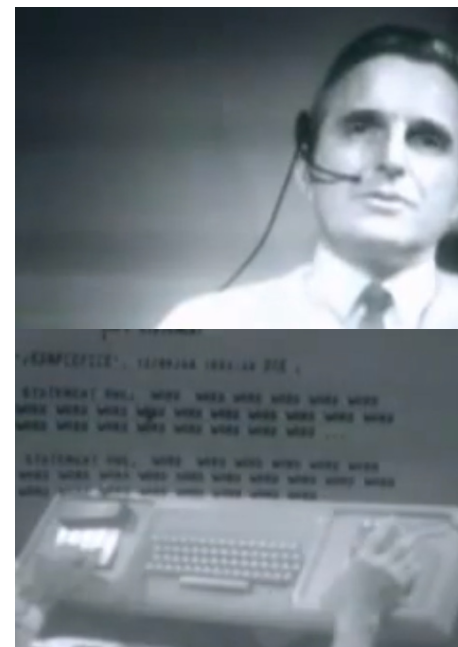
Après la deuxième Guerre Mondiale, est publié l'article « As We May Think », écrit par Vannevar Bush, il s'était rendu compte que le problème central de la science et la technologie était l'augmentation exponentielle de la connaissance.

« There is a growing mountain of research. But there is increased evidence that we are being bogged down today as specialization extends. The investigator is staggered by the findings and conclusions of thousands of other workers –conclusions which he cannot find time to grasp, much less to remember, as they appear. »

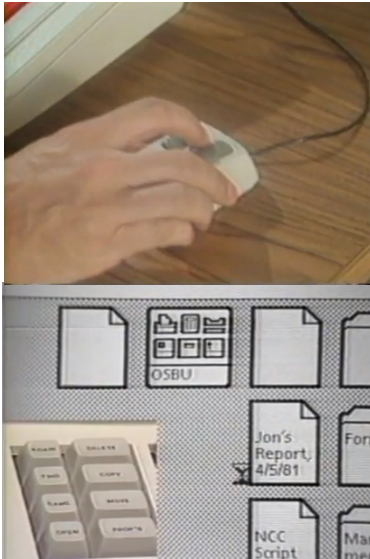


Il reconnaissait que la nécessité d'organiser la croissante quantité d'information requérait de nouvelles méthodes. Bush avait développé un prototype, surtout basé sur la conviction que dans une société post guerre, les décisions politiques seront faites par des experts qui devront avoir toute l'information disponible. Ce prototype est nommé « Memex » et est conçu comme soutien pour la mémoire « Bush saw Memex as an aid supporting humans mental activity by the use of an automatic procedure of indexing, saving and recalling information » [31]. Il n'a jamais été construit mais il est considéré comme le premier prototype hypertextuel et multimédia.

En Décembre 1968, aux laboratoires de Palo Alto, Douglas Engelbart a présenté ce qui aujourd'hui est connu sous le nom de « la mère de toutes les démos » (inspirée par Bush et son Memex): La base GUI que nous utilisons encore en cette époque, est gérée par un pointeur contrôlé par une souris, comportant des fenêtres de visualisation et de différentes applications en cours d'utilisation (ou vues de la même application), des icônes représentant des raccourcis vers les actions du système disponibles, et un menu comportant comme standard des actions connexes avec chaque application active. Et pour l'entrée et la manipulation des données au sein de chaque application, le dispositif principal était le clavier. La démonstration d'Engelbart incluait des exemples des applications vraiment révolutionnaires de l'époque, telles que la vidéoconférence, le courrier électronique, l'hypertexte, ou un éditeur de collaboration en temps réel. Et même s'il y a eu des raffinements successifs et des changements majeurs dans l'esthétique de



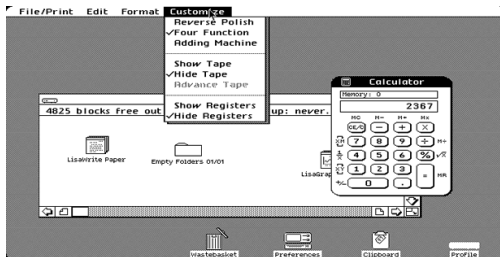
Engelbart pendant « la mère de toutes les démos »



cette proposition, les ordinateurs d'usage général utilisent encore ce schéma de l'interaction. Les systèmes d'exploitation comme on les connaît maintenant ont commencé à utiliser une interface graphique à partir des années quatre-vingt.

Le premier système décrit comme un bureau pleinement intégré, inclut les applications et l'interface graphique. Il était aussi connu comme « Star Xerox », rebaptisé plus tard comme « Point de vue » et, plus tard renommé encore une fois comme « GlobalView ».

Le Lisa OS, qui dans ce cas n'est pas l'abréviation de « Système d'exploitation », mais « Office System ». Propulsé par Apple avec l'intention d'être une station de traitement des documents. VisiCorp's Visi On, était la première interface graphique de bureau développé pour l'IBM PC. Le système visait aux grandes sociétés, de sorte que leur prix était quasiment inabordable pour l'utilisateur moyen à l'époque. Le système faisait usage de la souris (innovateur pour l'époque) mais il n'avait pas d'icônes.

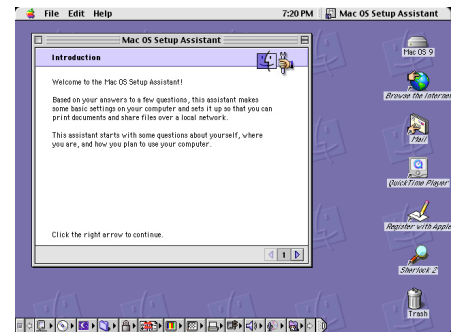
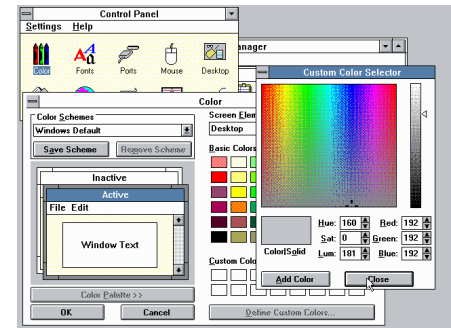
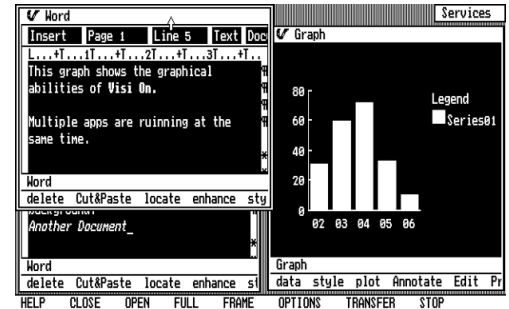


Le premier système opératif de Windows basé sur une interface graphique, la fondation de la plupart des choses que nous traitons en cette époque, avec des icônes lumineuses à une résolution de 32×32 pixels et graphiques en couleur, bien qu'il a été « meilleur » que son prédécesseur le MS-DOS (en ligne de code) parce qu'il était plus simple et avait moins de complications, Windows 1.01 n'était pas utile. Il y avait des icônes pour

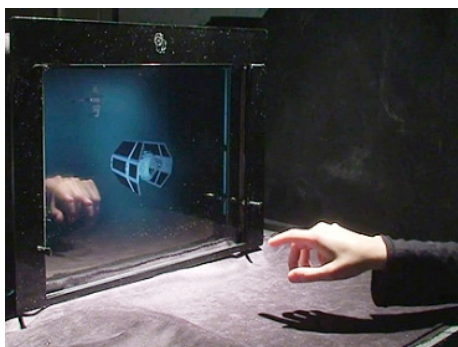
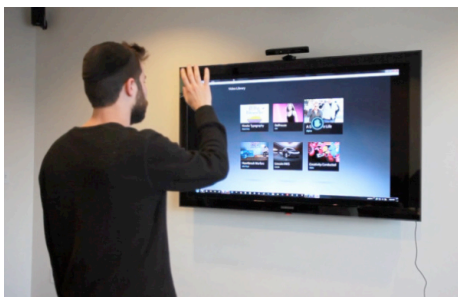
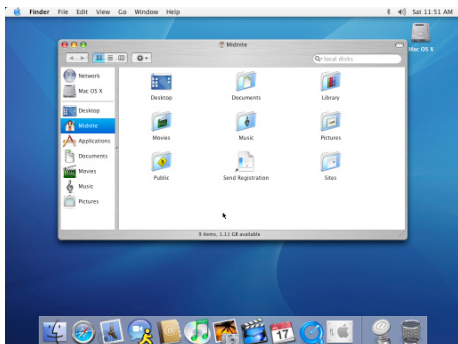
les exécutable ou les groupes de programmes, n'avait pas un réel soutien pour le multitâche, etc.

Quelques années plus tard, arriverait le Windows 3.0. Dans cette version, Microsoft exploitait le plein potentiel de l'interface graphique, en commençant à s'améliorer de manière significative. Le système d'exploitation fait usage de plus de 640 K de mémoire et d'espace disque dur, ce qui a permis un écran d'haute résolution et de meilleurs graphismes, comme Super VGA 800 × 600 et 1024 × 768. Microsoft embauché Susan Kare pour designer les icônes du système et mettre au point une conception unifiée de l'interface.

Pendant les années quatre-vingt-dix, Windows et Mac continuent à dominer le marché. En 1995 Microsoft a lancé la version 95 de son système. Avec une interface entièrement redessinée, a été ajouté le classique bouton "X" dans chaque fenêtre pour la fermer. L'équipe de design a donné des caractéristiques de statut (activé, désactivé, sélectionné, etc) à des icônes et autres éléments graphiques. Le bouton "Démarrer" apparaît en premier. C'était une grande étape pour des graphiques, indépendamment de la qualité du système d'exploitation. IMA-GE. Apple fait deux ans après une version de l'interface graphique avec les icônes de 256 couleurs par défaut. Le Mac OS 8 est l'un des premiers systèmes à adopter des icônes isométriques, également appelés pseudo-3D. Le thème gris platine est devenu une constante dans les interfaces graphiques futures. C'est l'époque à laquelle sont imposées les caractéristiques qui sont restées aujourd'hui.



Évolution des interfaces d'Apple.



Actuellement, le plus grand changement dans les interfaces d'utilisateur est qu'on a des dispositifs de grande puissance de traitement informatique. Ce n'est pas par hasard que l'on voit aujourd'hui avec enthousiasme des interfaces révolutionnaires comme celles des téléphone portable ou consoles de jeux vidéos, par exemple : Microsoft, méditant La Xbox a marqué le plus grand succès avec l'introduction de Kinect : Une console de performance puissante, mais sa meilleure qualité est une nouvelle interface : l'interaction basée sur la détection des mouvements du corps, qui permet de réaliser des activités différentes comme jamais auparavant présentées dans les jeux vidéo. Ce système de manipulation du monde virtuel a démystifié l'idée que la technologie devrait être passive. D'autre part, Apple a introduit l'interface iPhone, basée sur un petit écran tactile et de l'équipement orienté divertissement, l'information de référence rapide, et surtout popularisé par l'Ipad qui est apparu peu de temps après. Les interfaces qui auront le plus de succès seront celles qui s'intègrent à la vie courante.

On peut constater que la façon de penser et donc designer une interface a évolué en suivant les nécessités des utilisateurs et ayant une esthétique permise par les capacités du système qui la contient. Pour avoir une interface efficace, il faut tenir en compte le suivant « Optimally designed "interfaces" consider the limits of conscious perception and also assign a key role to beauty perception, which largely controls attention. Through the focused control of conceptual impressions

in virtual worlds, we endeavor not only to adequately present information to people (usability), but also to create successful designs that delight the users who are studying the information we present (emotion). » ^[12] La facilité d'usage d'une application est liée aux sentiments et à la capacité de l'utilisateur.

Le design de l'interaction détermine les possibilités de fonctionnement d'un système technologique: les actions possibles des personnes qui vont l'utiliser, et comment le système réagit à ces actions. « The mediation - the interaction - between man and computer is hardly a direct connection between two different systems, man and computer. Intelligence as a prerequisite for interaction can be located only in the medium as the bearer of communication » ^[12]. Cela veut dire que l'interface doit avoir la même intelligence que l'utilisateur, parler sa même langue.



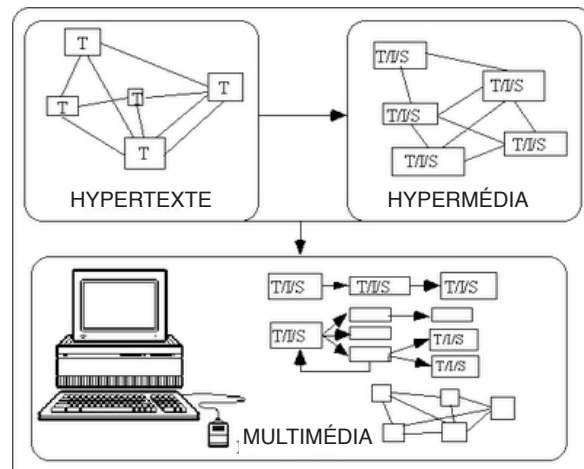
« The best way to predict the future is to invent it.»

Alan Kay

L'interactivité dans l'éducation

La actuelle rénovation dans le monde éducatif est pareille à la transition d'apprentissage des instituteurs particuliers à la scolarisation universelle qui est arrivée au XIXème siècle, comme résultat de la révolution industrielle. Dans l'ère de l'apprentissage, la plupart de ce que les gens ont appris a eu lieu en dehors de l'école. La scolarisation universelle a conduit aux gens à identifier l'apprentissage à l'école, mais ceci commence à se dissocier.

La présentation de l'information à travers des nouvelles technologies se caractérise par sa rupture avec le modèle d'organisation linéaire, propre de la culture imprimée. L'image, le son, et l'hypertexte révèlent une manière différente de l'organiser : la manière non linéaire. Par rapport aux méthodes traditionnelles d'accès à l'information qui sont séquentielles (affichage d'un film, ou la lecture d'un livre) les technologies numériques stockent l'information afin qu'il y ait une séquence d'accès unique de celle-ci, mais les différentes unités ou des segments d'information sont entrelacés par des nœuds semblables à un réseau, de tel manière que la lecture se fait de forme non linéaire, c'est l'utilisateur qui décide. Généralement, elles peuvent être utilisées dans la production de différents types de stimuli: les stimuli visuels utilisés principalement pour transmettre des informations par le biais du texte et des ima-





ges en utilisant des codes verbaux (par l'intermédiaire du langage écrit) et non verbale (par la gestion des attributs visuels, tels que la couleur, la texture, etc.) ; des stimuli auditifs par le biais des sons différents et de la voix humaine ; les stimuli tactiles, par l'organe de la peau en utilisant principalement des capteurs. Les nouvelles technologies s'articulent autour de quatre moyens basiques : l'informatique, la microélectronique, le multimédia et les télécommunications, éléments essentiels de la société contemporaine. Le multimédia est une espèce de système interactif de la connaissance, il est dirigé par un ordinateur qui crée, stocke, transporte et récupère les réseaux d'information textuelle, graphique, visuelle et auditive.

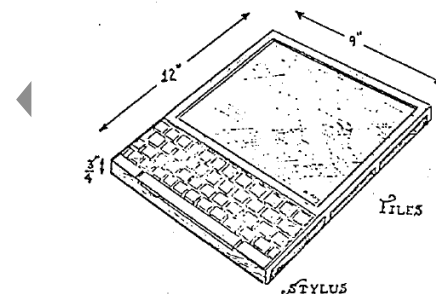
Mais avant d'entrer sur le sujet du multimédia et ses actuelles conditions dans le monde, je voudrais expliquer pourquoi sont considérées des outils stimulants et son rapport avec l'apprentissage.

Au début de la conception des ordinateurs, l'intention d'Engelbart était de développer le concept d'un système informatisé pour le développement de l'intellect, donc une interface appropriée est celle qui permet une harmonieuse combinaison des processus humains et mécaniques et qui peut contribuer à l'amélioration des habiletés cognitives de l'individu. Pour lui, il existait une segmentation hiérarchisée des habiletés cognitives de l'utilisateur. Premièrement il place la manipulation de(s) concepts, en suite la manipulation de(s) symboles, et tout en haut de l'échelle se trouve la manipulation manuelle

de symboles externes, que accroissent la capacité humaine de percevoir et imaginer : « The manual manipulation of external symbols includes transformation into graphic forms of representation by applying aids such as paper and pencil, ruler and compass. Engelbart argued that today's forms of thinking are fundamentally shaped by the way in which humans have learned to deal with symbolic forms of representation – in both written and spoken form. » [31] La symbolisation implicite dans les interfaces constitue un système de développement de l'intellect humain.

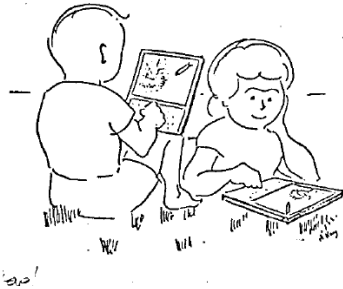
C'était à l'essor du développement de ces premières interfaces graphiques et encouragé pour la présentation de Engelbart, que Alan Kay avait imaginé le Dynabook, un dispositif multimédia portable (qui ressemble aux actuels Ipads) grâce auquel il est considéré le père des PCs. Il ne l'avait conçu pas comme un outil mais plutôt comme un moyen dynamique, universel et user-friendly :

« The intensely interactive and involving nature of the personal computer seemed an antiparticle that could annihilate the passive boredom invoked by television. But it also promised to surpass the book to bring about a new kind of renaissance by going beyond static representations to dynamic simulation. What kind of a thinker would you become if you grew up with an active simulator connected, not just to one point of view, but to all points of view of the ages represented so they could be dynamically tried out and compared.»



We now have some reasons for wanting the DynaBook to exist. Can it be fabricated from currently invented technology in quantities large enough to bring a selling (or renting) price within reach of millions of potential users? The set of considerations which pertain to the more practical aspects of the device such as size, cost, capability, etc.) are just as important as

Prototype du Dynabook.



Scénario d'usage.

Après avoir connu les travaux des collaborateurs et étudiants de Piaget, comme Seamus Papert et Jerome Bruner, il a proposé un modèle éducatif de type cognitiviste à l'interface du Dynabook, selon lequel : « Pupils best acquire their knowledge in self-controlled interaction with their environment [...] cognitive psychology replaces the linear model with dynamic, feedback-intensive model of the acquisition of knowledge in which humans with their physical and cognitive abilities occupy the focal point.»^[31] Papert pensait qu'en jouant et en créant des environnements ou des micro mondes artificiels dans l'ordinateur, les enfants seraient capables d'apprendre les concepts et les lois fondamentales des mathématiques, pour citer un exemple. Jerome Bruner, par contre, a élaboré un modèle par étapes qui expose le développement dans lequel sont remises les informations aux enfants selon la représentation des connaissances :

« Ability and knowledge are acquired in the first sensorimotor stage primarily through actions or the imitation of actions. In the second, iconic development stage, there arises the ability to absorb information represented by pictures (visually) or by other sensual perception. With this, pictures develop the important function of summarizing actions. In the third, symbolic stage of development, the ability to deal with abstract terms which can be created or transformed by usual formal rules evolves.»^[31]

Alan Kay avait conclu, en accordance avec l'étude de Bruner, que tout système computationnel comme le Dynabook (qui a inspiré le premier ordinateur de Xerox) devrait soutenir, et en conséquence motiver, les habilités sens-moteurs et iconiques des humains.

Dès lors il est possible de considérer que la raison principale d'utiliser l'interactivité comme faculté éducative existe parce que elle à été conçue pour cela. L'interactivité semble être le moyen idéal pour stimuler la transmission des savoirs et le raisonnement. Plutôt que un outil ou un moyen, « l'interactivité est une caractéristique du système d'apprentissage multimédia interactif qu'intègre une dimension physique et cognitive issue des différents contacts possibles entre l'apprenant et le système pour cheminer dans un réseau d'information à sa disposition mais, aussi et surtout, elle témoigne des choix cognitifs de l'individu en fonction des manipulations des informations disponibles. » ^[22] Et l'interactivité est aussi celle qui provoque la motivation grâce à l'action que l'apprenant fait pour comprendre et adapter son modèle mental aux nouvelles connaissances qui lui sont données à travers de métaphores, de symboles et de mouvements.

Tandis que John Seely Brown a déduit, postérieurement à ses expériences scientifiques chez Xerox, le suivant « Our observation of kids working with digital media suggests bricolage to us more than abstract logic. Bricolage, a concept studied by Claude Levi-Strauss more than a generation ago, relates to the





Métaphores de l'interface iphone-ipad :
calculatrice, boussole et bibliothèque.

concrete. It has to do with abilities to find something-an object, tool, document, a piece of code-and to use it to build something you deem important. Judgment is inherently critical to becoming an effective digital bricoleur. »^[26] Cette observation est semblable à la pensée de Montessori qui disait que l'enfant fait, construit ou est attentif aux activités nécessaires à son développement, puisque l'éducation « n'a jamais été ni ne sera jamais donnée par un maître qui réussisse à fixer l'attention, mais par l'objet. »^[16]

En ce qui concerne la conception de matériel pédagogique ou sa planification, il faut faire attention à ce qu'il implique défis possibles de surmonter, mais en même temps poser un challenge pour l'élève. D'ailleurs une grande source de motivation est l'autosuffisance, elle émerge plus facilement dans un environnement intuitif, ça veut dire, qui permette la communication de façon claire, qui parle la même langue de l'utilisateur, qui a des symboles et de métaphores compréhensibles.

Les messages (comme les stimuli) qui sont contenus par l'interface sont diverses et incluent plusieurs combinaisons entre eux. Tout cela pour optimiser l'apprentissage dans la dimension de différents récepteurs sensoriels comme voix/ audio, texte/données, images /graphiques, animation/images vidéo. « Pour qu'un système d'apprentissage multimédia interactif permette la motivation, il doit présenter un haut degré d'interactivité. Plus l'interactivité est grande, plus le système d'apprentissage sera complexe quant à la structuration intrin-

sèque des contenus d'apprentissage et des contenus connexes (mode d'emploi, aide contextuelle, système expert ou système conseiller) et d'attributs de programmation. »^[22] Ce degré d'interactivité doit présenter au moins trois différents « qu'au moins trois messages doivent pouvoir être combinés et présentés simultanément pour qualifier un système de multimédia. »^[22] L'interactivité vient aussi soutenir les activités d'apprentissage de rodage par l'intégration des expériences cognitives permettant l'organisation et la restructuration des informations.

Entre les buts de l'apprentissage multimédia on trouve aussi que, en plus de motiver ou engager l'étudiant, plusieurs systèmes incluent des activités comme la rétroaction et l'incitation à faire des expériences en dehors de l'environnement multimédia pour renforcer la connaissance qui vient d'être apprise, le mener à la dimension 'analogue' est considéré un facteur de mémorisation à long terme.

Pendant la popularisation des ordinateurs dans les années quatre-vingt-dix, les systèmes éducatifs commençaient à exploiter le domaine numérique. Les salles de classe ont été équipées avec les ordinateurs et, au début de l'année 2000, ils avaient des encyclopédies multimédia (CD-Room's) dedans. On peut dire que la première décennie du XXIème siècle a présenté le progrès le plus significatif en termes de création et installation du matériel pédagogique multimédia. Pendant cette période on trouve la mise en œuvre des théories et prototypes que le





chercheurs avaient imaginé pendant le dernier quart du siècle passé, à l'intérieur et l'extérieur des écoles.

Par ailleurs les enseignants indiquent que cette génération d'enfants a une capacité d'attention très courte et ils attendent un mélange continu de divertissement avec l'apprentissage. La rapidité avec laquelle les gens peuvent traiter l'information entrante semble avoir augmenté aussi. Le terme qui concerne ce paragraphe correspond au concept du « Edutainment ». Ce concept qui associe l'éducation et l'amusement, a surgi comme le résultat de l'introduction de la télévision dans les sujets du domaine documentaire. Il est impossible de vérifier si les médias éducatifs sont arrivés au même niveau de développement ou faculté attirante que ceux désignés pour l'amusement, cela à cause de la nature subjective de ces matières. Si les enfants réagissent différemment, son champ d'attention est plus court, et surtout si l'ambiance dans laquelle ils grandissent est devenue numérique, il fallait leur mettre en pratique avec les objets virtuels comme on fait avec les physiques. Pour un nombre important des enfants, un dispositif qui montre son et vidéo n'est pas innovant parce ils sont déjà habitués à ceux-ci. Aujourd'hui, même si la technologie a rendu possible sa fabrication et qu'on a des appareils comme le dynabook, il est irréalisable d'inclure l'ipad ou un dispositif identique dans les institutions éducatives de la même façon qu'un simple cahier ou manuel. En effet les facteurs économiques sont encore responsables, mais les visionnaires de la technologie ont pré-

vu qu'à la fin de cette décennie on trouvera des équipes individuels communément dans les salles de classe. Les projets comme les ordinateurs portables « Classemate PC » d'Intel et Le XO-1 (avant ils étaient appelés \$100 -dollars- laptop) d'One Laptop Par Child Association, sont en train d'installer l'équipement nécessaire dans quelques pays. En fait, cette dernière, présentera pendant 2012 sa version tablette, baptisée comme le XO-3 et de prix inférieur à cent dollars.



Projet Classemate PC.

« First of all, we are born scientists. When we are born, we wonder “What’s out there?”, we begin to wonder about the sun, life, stars, ¿what makes the oceans?, ¿the weather?... We are born scientists. And then, something happens, when we hit the “danger years”, the danger years of junior highschool and highschool. That’s when it’s literally crushed out of us...”Every little flower of curiosity”, said Einstein, “is crushed by society itself”, because we have to learn all this facts, figures... Memorization, we think that memorization is Science, and that’s not true at all. Ahem, my daughter had to tak the Regis exam once and she had to memorize all this facts and figures about minerals,crystals, for a Geology exam. Nowhere did I see the true driving force of Geology, which is continental drift; that is the organizing principle for all of Geology. »

Michio Kaku

La révolution numérique éducative, un petit regard

Quand on parle de multimédia éducatif, on parle plutôt des objets d'apprentissage. Cette idée était développée selon la logique des blocks « lego », faciles à assembler et que conjointement construisent des structures plus complexes. Les objets d'apprentissage, sont des éléments d'instruction fondés sur le paradigme d'objet-orienté des langages de programmation. Cette orientation de l'objet apprécie beaucoup la création de ces composants (appelés "objets") qui peuvent être réutilisés dans de multiples contextes. "This is the fundamental idea behind learning objects: instructional designers can build small (relative to the size of an entire course) instructional components that can be reused a number of times in different learning contexts." [27] Pendant les dernières années on dit que tout l'apprentissage se fait grâce à la technologie qui émane d'eux.

La vaste gamme de ressources qu'ils offrent les faits difficiles de classifier, entre leurs principaux usages on récupère :

"Learning Objects are defined here as any entity, digital or non-digital, which can be used, re-used or referenced during technology supported learning. Examples of technology-supported learning include computer-based training systems, interactive learning environments, intelligent computer-aided instruction



Projet Synergie-Net

systems, distance learning systems, and collaborative learning environments. Examples of Learning Objects include multimedia content, instructional content, learning objectives, instructional software and software tools, and persons, organizations, or events referenced during technology supported learning.” [27]

Multiples objets d'apprentissage utilisés dans le domaine éducatif, se sont caractérisé par simplement déplacer l'information des manuels scolaires à l'écran. L'interaction était pauvre, plutôt à cause de la faible puissance des systèmes informatiques à ce moment là. Après, avec l'arrivée du son, de l'animation et de la captation de la vidéo, les vraies capacités de l'ordinateur ont été persuadées. Malheureusement on trouve plusieurs exemples des objets d'apprentissage qui contiennent que du texte et des images de façon linéaire, l'interaction est presque nulle. Cela est uniquement une translation d'information d'un moyen à un autre, pas la vraie interactivité, l'hypertextualité n'est pas encore suffisante. Même si actuellement cette évolution paraît être meilleure, il y a encore besoin de l'araser avec des jeux et des objets de divertissement qui constituent un intérêt plus attractif. La révolution numérique est entraîné par l'interaction, elle est parallèle à la transformation de l'éducation et représente aussi un changement des concepts et des modes de mise en œuvre de tels programmes et produits. Un livre numérique éducatif peut être assez excitant pour un individu éloigné de la technologie ou pour celui qui est déjà intéressé sur la thématique, mais pas pour l'étudiant habitué à autres stimuli plus motivants.

Parmi les multimédia interactifs qui se sont développés pour soutenir les contenus éducatifs, on trouve les suivants :

TABLEAUX INTERACTIFS

Les tableaux interactifs sont composés d'un écran tactile ou sensible à un crayon spécifique. Il y a aussi un ordinateur connecté à une vidéo projecteur qui fait le rendu visuel. Ils sont créés pour remplacer les tableaux normaux à craie dans les salles de classe. En France ils sont connus comme « tableaux blanc interactif.» Au Mexique le programme Enciclomedia a mis en place plus de 40,000 de ces équipements. Le logiciel consiste en un système qui concentre les modules correspondants à chaque cours, chacun possédant des interactifs, des vidéos et des jeux éducatifs. Le but de cette initiative est de montrer les ressources de façon facile, et de familiariser les enfants aux environnements informatiques.



Projet Enciclomedia

JEUX VIDÉO ÉDUCATIFS

La plupart des jeux vidéo les plus simples sont basés sur des essais et des erreurs afin que les utilisateurs apprennent ce qu'ils devraient ou ne devraient pas faire. Les autres, les plus compliqués, imitent la forme de jouer et la logique d'histoire des jeux vidéo traditionnels, par exemple, ils utilisent de l'animation 2D et 3D, design de caractères, etc. Le principal problème dans les jeux vidéo éducatifs est la nécessité d'un



Jeux éducatif pour Enciclomedia.



équilibre entre le contenu et le composant ludique. Il faut que les deux parties apparaissent pleinement intégrées dans la conception du jeu. Par exemple, si un jeu éducatif se développe pour pratiquer les mathématiques de base, il est tentant de demander au joueur la réponse d'une somme avant, par exemple, de lui permettre de tirer. Dans ce cas, la partie éducative est totalement séparée du jeu lui-même: il ne serait rien sans ces questions. La partie amusante retient l'attention, mais l'éducative la fait disparaître.

E-BOOK, APPLE

Récemment, Apple a présenté l'application « iBooks author » et la plateforme « iTunes U ». La première permet facilement la création de contenus et de cours interactifs, et la deuxième rend possible d'y accéder et de les organiser. McGraw Hill et Pearson Education sont deux éditeurs qui ont déjà des livres interactifs à la vente par le biais de l'iBook store, ils ont mis l'accent sur la création de matériaux pour les jeunes du secondaire, mais développent aussi des titres pour l'éducation de la petite enfance. La logique d'Apple est d'avoir des ressources qui soient à disposition des étudiants du monde entier, et de permettre aux enseignants de développer eux-mêmes les contenus. Par contre, il faut avoir ces appareils pour y accéder, cela en fait une plateforme fermée.

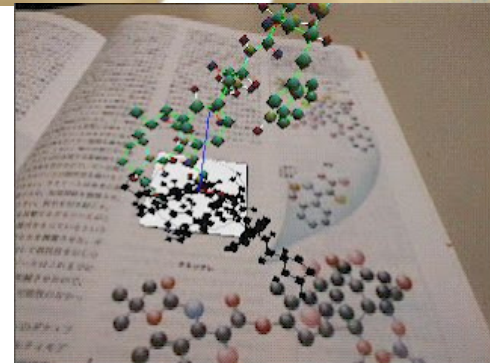
E-book par Apple.

LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

La réalité augmentée est une nouvelle technologie basée sur la lecture de différents codes qui permettent l'inclusion de modèles virtuels et de graphisme en 2D et 3D pour l'utilisateur. La RA n'est pas un substitut du monde réel par un virtuel, mais au contraire, maintient la réalité et l'utilisateur la voit complétée par des informations superposées sur elle. L'utilisateur ne perd jamais de contact avec le monde réel qui reste au champ de vue, il peut interagir simultanément avec des informations virtuelles superposées.

EDUKINECT

Microsoft a publié pendant l'année 2012 que le Kinect sera mis en vente pour le système Windows, ça permettra de concevoir des applications et des jeux destinés aux ordinateurs et par conséquent de penser le Kinect comme un outil au-delà des jeux vidéos. Maintenant il existe de nombreux développeurs qui sont en train de préparer des propositions d'applications et même de les créer, pour l'usage personnel ou à l'école. On peut imaginer une combinaison du Kinect et du programme qui a mis en place les tableaux blancs interactifs dans les écoles.



QR codes dans livres de science.





“Puppet Parade”, installation faite avec Kinect.

Le problème c’est de savoir si l’effort de mettre la technologie à l’école vaut la peine, mais, comme l’explique cet article, il faut tenir en compte plusieurs facteurs : “Educators would like to see major trials years in length that clearly demonstrate technology’s effect. But such trials are extraordinarily difficult to conduct when classes and schools can be so different, and technology is changing so quickly.” [29] L’environnement informatique, le hardware, les logiciels, internet, peuvent changer dans la durée d’un mois. Les mauvaises nouvelles sont que même s’il y a des objets et des ordinateurs, la différence entre les enfants qui les utilisent et ceux qui ne les utilisent pas, n’est pas encore significative “Some classroom studies show that math scores rise among students using instructional software, while others show that scores actually fall. The high-level analyses that sum up these various studies, not surprisingly, give researchers pause about whether big investments in technology make sense.” [29]

C’est la première fois qu’il existe la puissance pour créer d’environnements vraiment interactifs qui se mettent en place pour réellement améliorer la façon d’apprendre. Être attirants, motivants, pendant leur utilisation employer les mouvements des mains, les expressions gestuelles ou du corps entier, manipuler plusieurs symboles et donner une dimension physique à l’exercice mental.

“Imagination is the source of every form of human achievement. And it’s the one thing that I believe we are systematically jeopardizing in the way we educate our children and ourselves.”

Ken Robinson

Avantages des systèmes d'apprentissage multimédias éducatifs



L'alphabétisation technologique est une condition nécessaire, à l'heure actuelle, de sorte que soit possible d'accéder et de se conduire intelligemment par la culture et la technologie numérique (savoir rechercher des informations, de sélectionner, développer et le diffuser depuis tout support). Enfants, jeunes et adultes sont exposés à un flux constant d'informations. Il existe le phénomène paradoxal qui, en raison de plus d'informations, permet aussi plus de désinformation et que la quantité excessive de données entraîne la perte de leur signification. En conséquence, le nouveau défi éducatif est de former des sujets qui soient des utilisateurs intelligents de l'information qui leur permet de distinguer le pertinent du superflu. C'est ainsi que « Les technologies intellectuelles permettent de corriger certaines faiblesses de l'esprit humain en autorisant des traitements d'information du même type que ceux des « processus contrôlés », mais sans que les ressources de l'attention et de la mémoire à court terme soient saturées. »^[24] Les nouvelles technologies permettent en utilisant le corps, de mettre en pratique un « Apprendre en faisant », provoquent l'imitation après d'avoir regardé une action ou un exemple faits par une autre personne. Et tout ce qu'on a déjà vu sur la mémoire, la motivation et l'intelligence : « Les systèmes multimédias interactifs peuvent donc jouer un rôle important lors de l'acquisition de connaissances déclaratives, grâce aux possibilités de pré-

sentation multisensorielles qu'ils offrent. En ce qui concerne l'acquisition de connaissances procédurales, les habiletés de la plupart des disciplines demandent un haut niveau de pratique que l'enseignant n'a pas toujours le temps d'assurer. » [22]

Même si les contenus qu'il existe aujourd'hui dans les écoles n'ont pas montré encore l'avance miraculeuse que beaucoup de gens attendaient, ils représentent un plus-value. Par exemple, Karen Cator, directrice du bureau de Technologie éducationnelle aux États-Unis, dit « standardized test scores were an inadequate measure of the value of technology in schools [...] In places where we've had a large implementing of technology and scores are flat, I see that as great," she said. "Test scores are the same, but look at all the other things students are doing: learning to use the Internet to research, learning to organize their work, learning to use professional writing tools, learning to collaborate with others. » [29] Peut-être un aspect fascinant du multimédia c'est qu'il libère l'apprentissage de la présence physique obligatoire des professeures et des élèves :

« All around us people are learning with the aid of new technologies: children are playing complex video games, workers are interacting with simulations that put them in challenging situations, students are taking courses at online high schools and colleges, and adults are consulting Wikipedia. New technologies create learning opportunities that challenge traditional schools and colleges. These new learning niches enable people

of all ages to pursue learning on their own terms. People around the world are taking their education out of school into homes, libraries, Internet cafes, and workplaces, where they can decide what they want to learn, when they want to learn, and how they want to learn. »^[28]

L'espace pour dérouler l'apprentissage n'est plus uniquement l'école. Cela est bien expliqué dans l'article de Nicholas Jackson:

«Three new trends in particular are bringing education into the modern age and helping to improve learning outcomes: digital content (digital textbook sales are projected to grow rapidly over the next decade), mass distribution (the transformation of content from print to digital formats streamlines distribution and enables learning to happen anywhere), and personalized learning (new technologies generate individual learning profiles and custom solutions that ensure concept mastery). The education community is already adopting new technologies which will work together to result in more effective learning solutions, including game-based learning, learning analytics, cloud computing, personalized learning environments, and open content. »^[26]

Le droit universel à l'éducation doit être élargi, parce que les moyens de communication ont été élargis. Certes, le nouvel environnement numérique exige de concevoir de nouvelles activités éducatives, complémentaires à celles déjà existantes.



CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

- 1.- PIAGET Jean, La psychologie de l'intelligence, 1967
- 2.- HOTHERSALL, David, History of psychology, Boston: McGraw Hill, 2004.
- 3.- SKINNER, Frédéric, James H., The analysis of behavior: a program for self-instruction, New York, McGraw Hill, 1961.
- 4.- BERGSON, Henri, Matière et mémoire, Essai sur la relation du corps et l'esprit, Quadrige / Presses Universitaires de France, 1939.
- 5.- SIEMENS, George. Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital, 2004.
- 6.- BANDURA, Albert. Social Learning Theory, New York: General Learning Press, 1977.
- 7.- MITRA, Sugata. Hole in the wall, [Consultation: Décembre 2011]. Disponible: <http://www.hole-in-the-wall.com/>.
- 8.- BANDURA, Albert, Richard, "Aprendizaje social y desarrollo. de la personalidad". Septima edición, Ed. Alianza, 1983.
- 9.- SOHER, Barbara A, Working Memory
- 10- BADDELEY, AD. Working memory. Philos Trans R Soc London B 1983.
- 11.- LEWANDOWSKY, Stephan, Simon. Working memory computational models of, intermediate article.
- 12.- Total Interaction, Theory and practice of a new paradigm for the design disciplines. Edited by Gerhard M. Buurman. Ed Birkhäuser.
- 13.- SOUSA, David, Como Aprende el Cerebro. California: Corwin Press, Inc.,2000.
- 14.- Cofer, C. N. y Appley M. H., Psicología de la Motivación, México, Ed. Trillas, 2009.
- 15.- Vallerand, R. J. & E. Thill (dir.), 1993, Introduction à la psychologie de la motivation. Laval, Canada : Éditions Études Vivantes.
- 16.- MICHELET, André, Les outils de l'enfance 1, la pédagogie de l'action. Ed. Delachaux et Niestlé, 1972.

- 17.- MICHELET, André, Les outis de l'enfance 2, la conquête de l'intelligence Ed. Delachaux et Niestlé. 1972.
- 18.- ETCHEPAREBORDA, M.C., L. Abad Mas, DIFICULTADES DEL APRENDIZAJE REV NEUROL "Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje", 2005.
- 21.- SVANAES, Dag. Understanding interactivity - steps to a phenomenology of human-computer interaction. (2000). Ph.D. (Dr.Philos.) in computer science, NTNU, Trondheim.
- 22.-BRIEN, Robert. L'interactivité dans l'apprentissage: la perspective des sciences cognitives, "Revue des sciences de l'éducation", Vol. XXV, n° 1, 1999, p. 17 à 34.
- 23.- HUDELOT, M (2008). INTERACTIVITE ET COGNITION: l'étude de l'expérience interactive en art par une approche de psychologie cognitive, thèse de doctorat inedited, Université Paris 8 – vicennes – Saint-Denis.
- 24.- LÈVY, Pierre, Les technologies de l'intelligence, Éditions La Découverte, Paris, 1990.
- 25.- WILEY, David A., Erin, "Online self-organizing social systems: The decentralized future of online learning", Utah State University, 2002.
- 26.- SEELY BROWN, John, GROWING UP DIGITAL How the Web Changes Work, Education, and the Ways People Learn. Education at a distance magazine, février 2012
- 27.- WILEY, David A., Reusability.org, "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy" [Consultation : 12/2011]. Disponible : <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- 28.- COLLINS, Allan, Richard, Rethinking Education in the Age of Technology: The digital revolution and the schools, Columbia University, Teachers College Press, 2009.
- 29.- RICHTEL, Matt, "In Classroom of Future, Stagnant Scores", The New York Times, 3 Septembre 2011. Designing Learning Representations around Physical Manipulation: Hands and Objects, Andrew Manches – Sarah Price.
- 30.- WINNICOTT, Donald W, L'enfant et le monde extérieur, le développement des relations. Ed. Science de l'homme Paynot 1972.
- 31.- FREDEWALD, Michael, sd., "The continuous construction of the computer user: Visions and user models in the history of human-computer interaction". In Total Interaction, Theory and practice of a new paradigm for the design disciplines. Edited by Gerhard M. Buurman. Ed Birkhäuser