



01 0
1010
00 1
01 11
1010
00 1
11 01 0
1010
00 1
11

TIC, APPRENTISSAGES ET CONSTRUCTION DES CONNAISSANCES

Rapport réalisé par

Yveline Le Grand

Pour la

**Direction de l'Apprentissage
Direction Générale Formation éducation
Conseil régional du Centre**

30 juin 2006

AVANT-PROPOS

Ce rapport constitue la première partie de la commande réalisée par la Direction de l'Apprentissage, Direction Générale Formation Education, du Conseil régional du Centre à Clic Attitude.

Afin d'accompagner la mise en œuvre de sa politique de développement des TIC dans les Centres de Formation d'Apprentis, le Conseil régional du Centre a souhaité avoir des éléments d'information sur :

- Les impacts des TIC sur les apprentissages, entendus comme processus de construction des connaissances, et non système de formation. Il s'agit d'un rapport de synthèse réalisé à partir des recherches scientifiques menées sur le domaine.
- Les pratiques numériques des apprentis de la région Centre. Il s'agit d'une enquête sous forme de questionnaire diffusé auprès de plus de 300 apprentis afin de connaître leur taux d'équipement et leurs usages. Ce questionnaire, déclaratif, couvre l'informatique, Internet et le téléphone portable.

01 0
1010
0100 1
10 11
00 1
11

SOMMAIRE

Animations et présentations multimédias	5
De quoi parle-t-on ?	5
Impacts sur les apprentissages, et points de vigilance.....	5
En somme... ..	8
Quelques références pour en savoir plus	8
Recherches d'information sur Internet.....	10
De quoi parle-t-on ?	10
Impacts sur les apprentissages, et points de vigilance.....	11
En somme... ..	13
Quelques références pour en savoir plus... ..	14
Environnements informatiques d'apprentissage (plates-formes)	15
De quoi parle-t-on ?	15
Impacts sur les apprentissages, et points de vigilance.....	16
En somme... ..	17
Quelques références pour en savoir plus... ..	18
Apprentissage collaboratif	19
De quoi parle-t-on ?	19
Impacts sur les apprentissages, et points de vigilance.....	20
En somme... ..	21
Quelques références pour en savoir plus... ..	21
Réalité virtuelle et apprentissage	22
De quoi parle-t-on ?	22
Impacts sur les apprentissages	23
En somme... ..	23
Pour en savoir plus	23
Jeux vidéos et apprentissage	24
De quoi parle-t-on ?	24
En somme... ..	25
Pour en savoir plus.....	25
TIC et difficultés d'apprentissage	26
De quoi parle-t-on ?	26
Impacts sur les apprentissages	28
En somme... ..	28
Pour en savoir plus.....	28
Tendances	29
Et maintenant... ..	29
Et demain... ..	29
Pour en savoir plus	30

Pourquoi équiper les centres de formation d'ordinateurs, de réseaux, de serveurs, d'espaces multimédias, de bornes WIFI ? Pour répondre aux exigences des référentiels de diplôme de niveau IV et supérieur ? Pour initier tous les apprenants, quels qu'ils soient, aux outils d'aujourd'hui et de demain ? Pour permettre aux formateurs d'accompagner leurs cours de supports plus attractifs pour un public peu capté par les cours traditionnels ? Ou pour permettre le développement de contextes pédagogiques dans lesquels l'apprenant intervient comme acteur principal, et non plus comme celui qui reçoit les connaissances données par le formateur ?

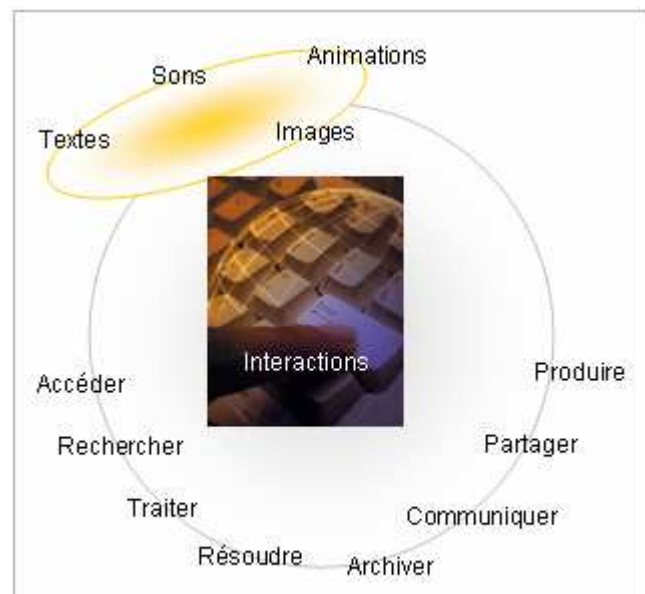
En elles-mêmes, les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) n'imposent pas leur utilisation, contrairement à l'Enseignement Assisté par Ordinateur dans lequel l'apprenant était canalisé dans un parcours linéaire lui imposant de faire telle leçon avant telle autre, et de réussir tel exercice pour passer au niveau supérieur.

Les TIC sont avant tout des technologies, des **outils**, qui proposent des fonctionnalités variées, que l'on peut énoncer en verbes d'action, voire d'interaction : communiquer, échanger, produire de l'information, la rechercher pour la traiter...

Le maître mot des TIC est « **interactivité** ».

L'utilisateur interagit avec la machine, le texte, le système pour animer son cours, pour aller chercher des informations, pour jouer, pour produire des réalisations quelles qu'elles soient (textes, documents multimédias, images, musiques, programmes informatiques...).

L'utilisateur interagit aussi avec d'autres utilisateurs, au travers de la machine et par le biais des réseaux, pour échanger des informations, des idées, des opinions, des expériences dans les forums de discussion ou sur les blogs, pour communiquer en temps réel avec son groupe, pour jouer, pour créer ensemble des programmes informatiques comme dans les communautés du logiciel libre, pour collaborer à des projets aussi divers soient-ils ...



Catégories d'actions proposées par les TIC

C'est là que se situe toute leur richesse. Les TIC ne sont que l'utilisation que l'on en fait. Elles placent de fait l'utilisateur dans une **posture d'acteur**.

Il en est de même lorsqu'il s'agit de formation. Et logiquement, le parallèle se fait entre 'utilisation des TIC' et 'apprenant acteur de sa formation', interagissant avec le système (recherche d'informations, production de documents), ou par le biais du système avec ses pairs (travail collaboratif, échanges électroniques) et avec ses formateurs (tutorat).

Action veut-elle dire apprentissage (apprentissage étant compris ici dans le sens « apprendre ») ? Si l'on s'en tient au vieil adage « c'est en forgeant qu'on devient forgeron », que les tenants du constructivisme auraient pu reprendre à leur compte, on a tendance à répondre oui sans hésitation. Pourtant chacun d'entre nous sait qu'agir, faire, réaliser est rarement suffisant en soi, si on ne peut échanger avec d'autres autour de la tâche accomplie et du résultat. La dimension sociale de l'apprentissage, les interactions entre pairs en particulier, sont fondamentales, comme le défendent les socioconstructivistes.

Apprendre, construire ses connaissances, créer du sens, du lien entre les choses, et non pas seulement apprendre par cœur, est néanmoins bien plus complexe que l'association action-interaction*.

Même si l'utilisation des TIC favorise ces deux éléments indissociables d'une démarche de construction des connaissances par l'apprenant, est-elle suffisante ? Apprend-t-on mieux avec les TIC que sans elles ? En quoi leur utilisation dans une séquence pédagogique pourrait-elle permettre à l'apprenant de mieux comprendre, mieux intégrer les connaissances requises et faire en sorte qu'elles aient du sens pour lui ? Est-ce automatique ou faut-il être vigilants sur certains aspects ? Quelles conditions pédagogiques mettre en œuvre pour favoriser, par le biais des TIC, cette construction des connaissances ?

En bref, que sait-on de l'impact des TIC sur l'apprentissage, au sens apprendre, et non système de formation ?

Les éléments de réponse à ces questions sont apportés par les recherches en psychologie cognitive, psychopédagogie, technologies éducatives..., souvent descriptives, souvent venant d'Amérique du Nord. Il ne s'agissait pas ici de faire une synthèse exhaustive de ce vaste domaine, mais plutôt d'essayer de mettre en évidence les points clés, en restant le plus concret possible et le plus près des préoccupations des centres de formation.

Ce rapport se présente donc en 7 parties correspondant à des situations identifiées.

- **Animations et présentations multimédias**

Ces supports sont perçus comme facilitant la transmission des savoirs du formateur vers l'apprenant, donnant aux explications un caractère plus concret, plus attractif. Pourquoi l'association texte-image animée paraît-elle pertinente ? Quels sont les principes à respecter pour qu'elle le soit ?

- **Recherches d'information sur Internet**

Le web est devenu en très peu de temps la source d'information favorite non seulement des apprenants mais aussi (surtout ?) des formateurs, parce que illimité, simple, intuitif. Cette simplicité apparente est-elle gage d'efficacité, de construction de connaissances et pas seulement d'accumulation d'informations ?

- **Environnements informatiques d'apprentissage**

Avec l'explosion des TIC, les plateformes de formation à distance ont fleuri, avec pour objectif de créer des environnements d'apprentissage, et en particulier des parcours individualisés. Peut-on généraliser ces pratiques ? Quels sont les prérequis chez les apprenants ? Peut-on se passer d'un accompagnement ?

- **Apprentissage collaboratif**

Les TIC évoluent vers toujours plus de technologies collaboratives facilitant les échanges et le partage entre les utilisateurs. Quels sont les bénéfices pour la mise en œuvre d'un apprentissage collaboratif ? Quels sont les points de vigilance ?

- **Réalité virtuelle**

Les environnements de réalité virtuelle étaient à l'origine des systèmes lourds et extrêmement onéreux. L'évolution technique, en particulier l'augmentation de la mémoire et de la vitesse des microprocesseurs, démocratise ces techniques qui favorisent l'apprentissage expérientiel.

- **Jeux vidéos et apprentissage**

Pourquoi s'intéresser aux jeux vidéo dans un travail sur l'apprentissage ? Les jeux vidéo mettent en pratique à la fois un certain nombre de caractéristiques de la réalité virtuelle (environnement 3D, réalisme...) et des principes collaboratifs (jeux en réseau, communautés de joueurs...). Ils demandent un investissement temps/énergie important et un apprentissage mettant en jeu des compétences complexes. Malgré ces efforts et la complexité des tâches, ou justement à cause de ça, ils connaissent un succès incroyable auprès des jeunes et des moins jeunes, succès qui donne à réfléchir.

- **TIC et difficultés d'apprentissage**

Logiciels ludo-éducatifs, didacticiels, soutien scolaire, accompagnement à la scolarité... le domaine pourrait être vaste. Nous avons choisi d'apporter un éclairage sur les aides technologiques à l'apprentissage, logiciels ou appareils, destinées à aider les apprenants dans leurs activités d'apprentissage comme dans leur vie quotidienne.

* Voir les ouvrages faciles d'accès de :

Pour chacun de ces chapitres, sauf celui consacré aux jeux vidéo essentiellement descriptif, un même plan a été suivi :

- **De quoi parle-t-on** – permet de décrire les situations d'apprentissage afin de partir de cas concrets
- **Impacts et points de vigilance** – permet de mettre en évidence les points clés concernant l'apprentissage
- **En somme** – permet de résumer les points à retenir

Le parti a été pris de ne pas alourdir le texte des références bibliographiques, non plus que de toutes les citer. À la suite de chaque chapitre, une liste succincte de références est donnée, qui permettra au lecteur qui le souhaite d'approfondir les notions abordées dans ce rapport.

ANIMATIONS ET PRESENTATIONS MULTIMEDIAS

DE QUOI PARLE-T-ON ?

Animations et présentations multimédias sont perçues comme des « facilitateurs ».

Les animations multimédias ont pour objectif de faciliter la compréhension du fonctionnement de systèmes dynamiques, tels que des processus biologiques, des systèmes électriques ou mécaniques, des phénomènes physiques, en permettant à l'apprenant de visualiser le fonctionnement des dits systèmes.

Ce sont généralement des séquences courtes, qui, contrairement à un enregistrement vidéo, permettent de schématiser ces fonctionnements dans une optique pédagogique, en colorant les éléments significatifs, en présentant des vues sous différents angles, y compris en coupe et en ajoutant des textes explicatifs.

Les présentations multimédias, type PowerPoint, sont un support sur lequel s'appuie un enseignant (ou un orateur quel qu'il soit) pour transmettre un contenu. Réalisé sous forme de diaporama animé, ces présentations visent à appuyer un discours par des éléments visuels statiques (textes, images, photos) ou dynamiques (animations, vidéos), destinés à en faciliter l'assimilation et à maintenir l'attention du sujet.

Animations et présentations multimédias ont généralement bonne presse auprès des équipes pédagogiques :

- elles proposent en effet une alternative à l'expression verbale et traditionnelle du cours, interpellant chez l'apprenant différentes modalités sensorielles (écoute, vue)
- elles ont une dimension culturelle importante, l'image étant reconnue comme le « mode fondamental de la perception contemporaine » (télévision, affichages publicitaires, magazines, Internet...). Elles véhiculent ainsi une image de modernisme.

Multimédia :

Regroupement sur un même support numérique d'au moins deux des éléments suivants : texte, son, image fixe ou image animée

IMPACTS SUR LES APPRENTISSAGES, ET POINTS DE VIGILANCE

La possibilité de la présentation conjointe du son, de l'écrit, du graphique, de l'image fixe et animée est réputée favoriser l'apprentissage, en permettant de diversifier les modes d'expression et de présentation d'une même information.

L'association « image statique + texte »

La notion de contiguïté entre texte et image est une notion fondamentale dans le design des animations et présentations multimédias réalisées dans un objectif d'apprentissage. La présentation contiguë d'un texte et d'une image explicative/illustrative aide à construire des relations entre les notions exposées, à donner du sens, et ainsi à faciliter le travail de compréhension, de mémorisation et de transfert. Chacun se souvient d'un schéma, dessin, image qui l'a aidé à comprendre un concept, une notion, un système.

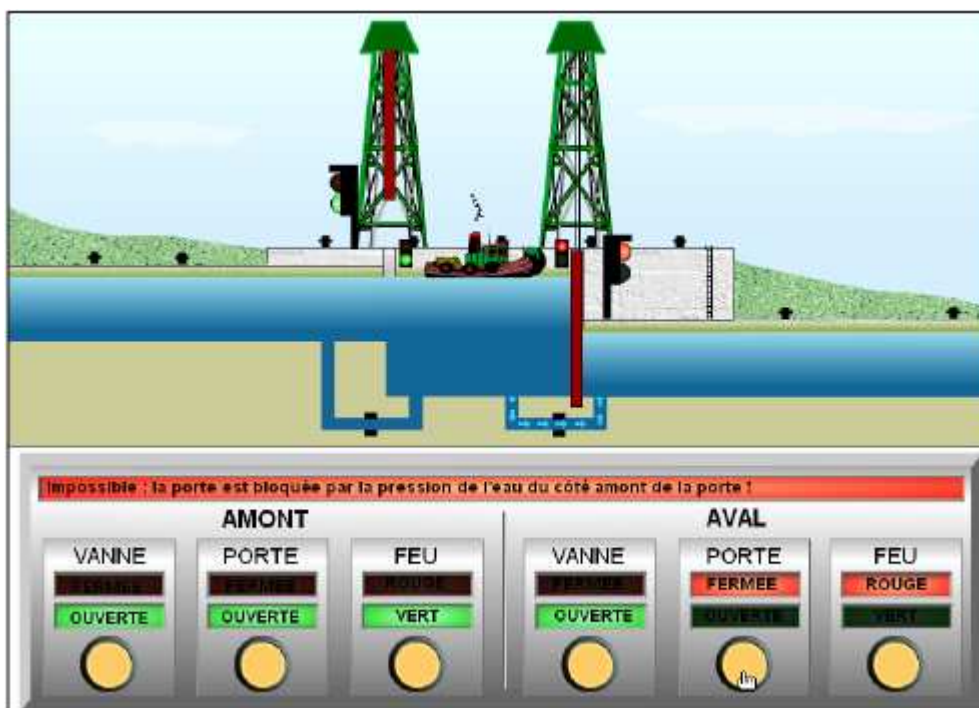
Néanmoins, cette opération n'est pas automatique. Ceci suppose, pour le moins, chez l'apprenant de bonnes capacités d'imagination et de représentation spatiale pour se projeter et construire lui-même ce lien entre les idées du texte et l'image contiguë.

Les animations graphiques

Les animations graphiques présentent une valeur ajoutée par rapport à un graphique statique quand il s'agit de représenter un élément qui implique un mouvement et d'en expliquer les relations structurelles ou fonctionnelles. Le taux de rétention et de transfert des informations est plus élevé pour une explication donnée à l'aide d'une animation qu'avec des images fixes.

Néanmoins plusieurs conditions sont à respecter :

- L'aspect ludique et attractif des animations peut distraire l'apprenant d'une réelle construction de connaissances. Il peut en effet éprouver des difficultés attentionnelles si trop d'éléments sont en mouvement en même temps, ou si l'objectif pédagogique n'est pas clairement défini.
- Pour être efficace, l'animation doit permettre de visualiser les micro étapes du fonctionnement du système expliqué et les transitions entre les différents états, ce qui peut supposer de visualiser ce fonctionnement en coupe, de l'intérieur ou selon des angles qui n'existent pas dans la réalité. Ainsi par exemple, l'animation figurée ci-dessous permet de visualiser le fonctionnement de l'écluse en coupe, et de faire fonctionner chacune des étapes nécessaires au passage d'un bateau d'un niveau de la rivière à l'autre. Ceci suppose néanmoins chez l'apprenant, la capacité à transférer la compréhension du fonctionnement schématisé en 2D sur ordinateur au fonctionnement réel d'une écluse (difficulté computationnelle).
- Le rythme de la présentation doit pouvoir être contrôlé par l'apprenant afin de respecter son rythme d'assimilation, et de lui fournir les moyens de contrôler la charge cognitive liée au traitement des informations. En d'autres termes, une animation qui se déroule automatiquement, ou le formateur qui déroule son cours même en s'appuyant sur un diaporama sophistiqué, n'auront pas automatiquement d'impacts positifs sur l'assimilation et la rétention des notions enseignées. Ainsi, si l'on reprend notre exemple d'animation, c'est l'utilisateur qui appuie lui-même et à son rythme sur les boutons qui vont permettre le fonctionnement de l'écluse.



Extrait d'une animation expliquant le fonctionnement d'une écluse et obligeant l'utilisateur à suivre les étapes fonctionnelles successives pour faire passer sa péniche d'un niveau de la rivière à l'autre (http://www.pragmasoft.be/carnets/geo/ecluse/ecluse_simulation.html)

Les animations sonorisées

Les animations sonorisées présentent l'avantage de mobiliser chez l'apprenant une modalité supplémentaire : l'ouïe, et donc d'améliorer la performance dans la réception des messages. L'exemple ci-dessous présente, sous format statique, le fonctionnement d'un piston.

Il est aisé d'imaginer que si l'apprenant appuie lui-même sur le piston (animation graphique autocontrôlée) et si le son obtenu dans le second cas est différent de celui obtenu dans le premier cas (animation sonorisée), la compréhension du phénomène sera grandement facilitée.

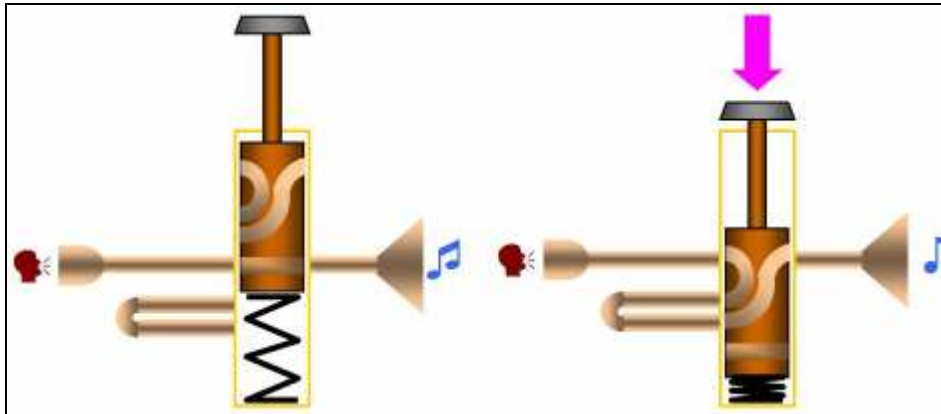


Image statique présentant le fonctionnement d'un piston dans un instrument de musique
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Piston>

Les modalités visuelles et auditives mobilisent, dans le cerveau, des zones différentes dédiées à la mémoire de travail. Les associer permet donc une meilleure mémorisation des notions à acquérir.

Néanmoins, il faut que le son associé à l'animation ait une réelle utilité, comme le seraient deux notes de musique différentes dans l'exemple du piston, ou encore une narration concise du phénomène. Par contre, un fond musical, ou des bruits divers ponctuant parfois l'apparition de textes dans les présentations multimédias, gênent la concentration et entrent en compétition avec la capacité de stockage en mémoire de travail.

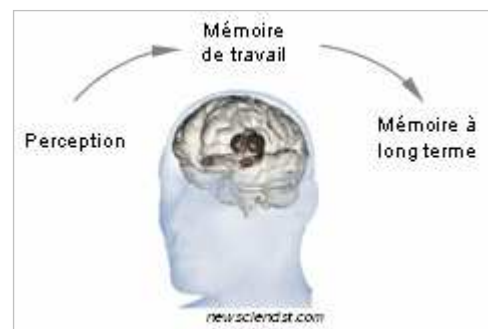
Un peu de théorie....

L'analyse des impacts de l'utilisation du multimédia en pédagogie s'appuie largement sur les résultats des recherches en psychologie cognitive, et en particulier sur la « théorie cognitive de l'apprentissage multimédia » développée par Richard E. Mayer, elle-même s'appuyant sur des travaux antérieurs et bénéficiant des travaux d'une foultitude de chercheurs.

La théorie cognitive de l'apprentissage multimédia s'appuie sur 3 postulats :

1) Les recherches scientifiques montrent que notre capacité à traiter (encoder) l'information, en vue de sa mémorisation, est différente selon qu'elle porte sur des données langagières ou visuelles et spatiales. Cette théorie du **double encodage** postule l'existence d'un processus qui s'applique aux informations verbales (lues et entendues) et qui est différent de celui qui s'applique aux images statiques et animées.

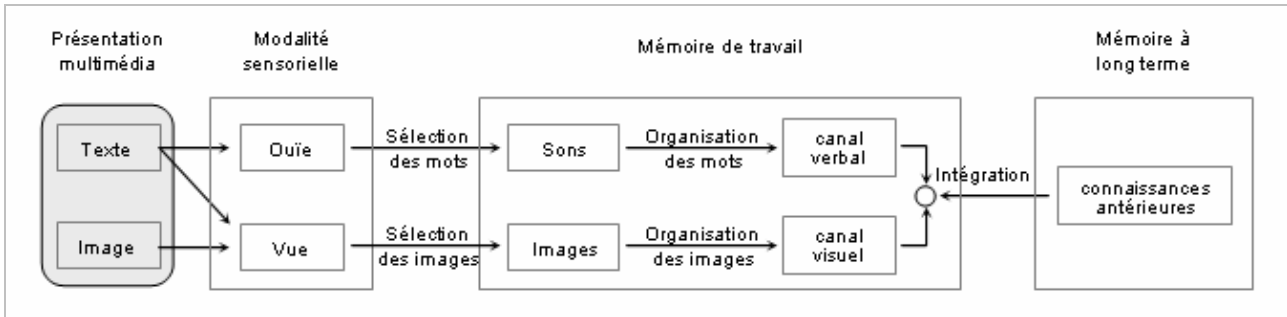
2) En outre, notre capacité de traitement est limitée. On ne peut prêter simultanément attention et maintenir simultanément en mémoire qu'un nombre très réduit d'informations. Cette mémoire temporaire, dite **mémoire de travail**, agit à la fois comme une interface entre la perception des informations et leur mémorisation à long terme, ou simplement pour traiter une information qui est oubliée à peine l'a-t-on utilisée (exemple, composer un numéro de téléphone).



3) Troisième postulat, le processus qui traite l'information pour qu'elle s'inscrive dans la mémoire à long terme ne peut se faire en dépit de l'individu. Ce processus suppose une **posture active de l'apprenant** qui peut se décliner en trois actions :

- prêter attention aux informations émises, et sélectionner les informations pertinentes ;
- organiser, structurer cette information, construire des relations entre les différents éléments (idées entre elles, texte et image...) ;

- intégrer les informations « entrantes » aux connaissances antérieures, construire des relations, du sens avec les connaissances déjà acquises.



Représentation schématique de la « théorie cognitive de l'apprentissage multimédia » selon R.E. Mayer

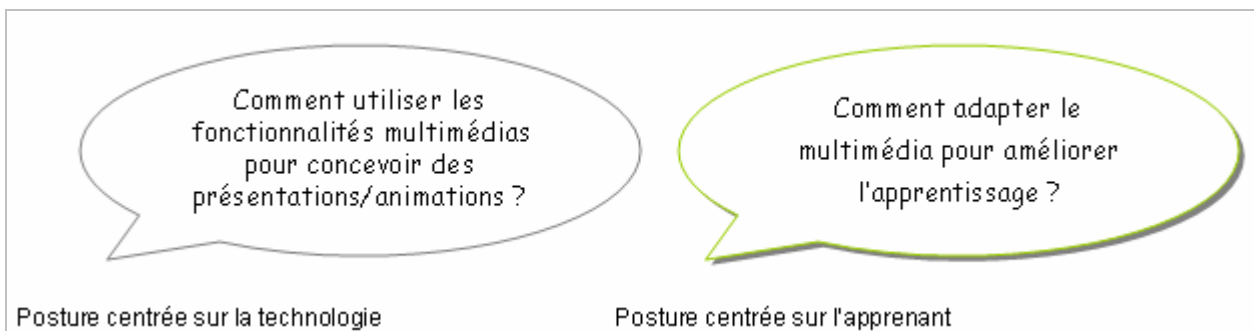
EN SOMME...

Pendant des siècles, l'essentiel de l'enseignement s'est fait sous la forme de textes, parlés et écrits. Acquérir de nouvelles connaissances était (est encore souvent) synonyme d'apprendre ses notes de cours ou des résumés de texte par cœur.

Aujourd'hui, les progrès récents des technologies multimédias, en terme de fonctionnalités et surtout de facilité d'utilisation, donnent aux enseignants les moyens techniques d'enrichir un enseignement essentiellement verbal par des présentations visuelles variées et, par là, de solliciter chez l'apprenant diverses modalités sensorielles et diverses zones mémorielles.

Néanmoins, l'explication multimédia d'un fonctionnement quel qu'il soit, ou l'utilisation de présentations multimédias comme support au cours, n'assure pas automatiquement que l'apprenant comprenne les notions enseignées, si on n'applique pas, pour la réalisation de ces contenus, une posture centrée sur l'apprenant, afin de lui permettre de :

- sélectionner la bonne information : ne pas donner trop d'informations différentes à la fois pour pallier les difficultés attentionnelles,
- organiser les informations : dérouler les animations par étapes successives et réaliser des présentations hiérarchisées avec des titres clairement identifiables,
- intégrer les informations : utiliser les ressources des mémoires de travail visuelles et auditives.



Il faut en outre être conscient du fait que tous les apprenants ne sont pas égaux face aux mêmes supports multimédias, aussi bien pensés et réalisés fussent-ils. Les recherches montrent en effet des différences individuelles importantes dans la compréhension, la rétention et le transfert des notions explicitées, liées d'une part aux connaissances antérieures de l'outil informatique et du sujet traité, et aux capacités visio-spatiales de l'apprenant.

QUELQUES REFERENCES POUR EN SAVOIR PLUS

Legros D., Crinon J. (2002) – *Psychologie des apprentissages et multimédia*. Armand Colin, Paris
Bourgeois E., Capelle G. (2006) – *Apprendre et faire apprendre*. Armand Colin, Paris

Mayer R.E. ed. (2005) – *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge Univ. Press, New York.

RECHERCHES D'INFORMATION SUR INTERNET

DE QUOI PARLE-T-ON ?

Dans les centres de documentation, Internet, plus précisément le Web, concurrence sévèrement les rayonnages des bibliothèques.

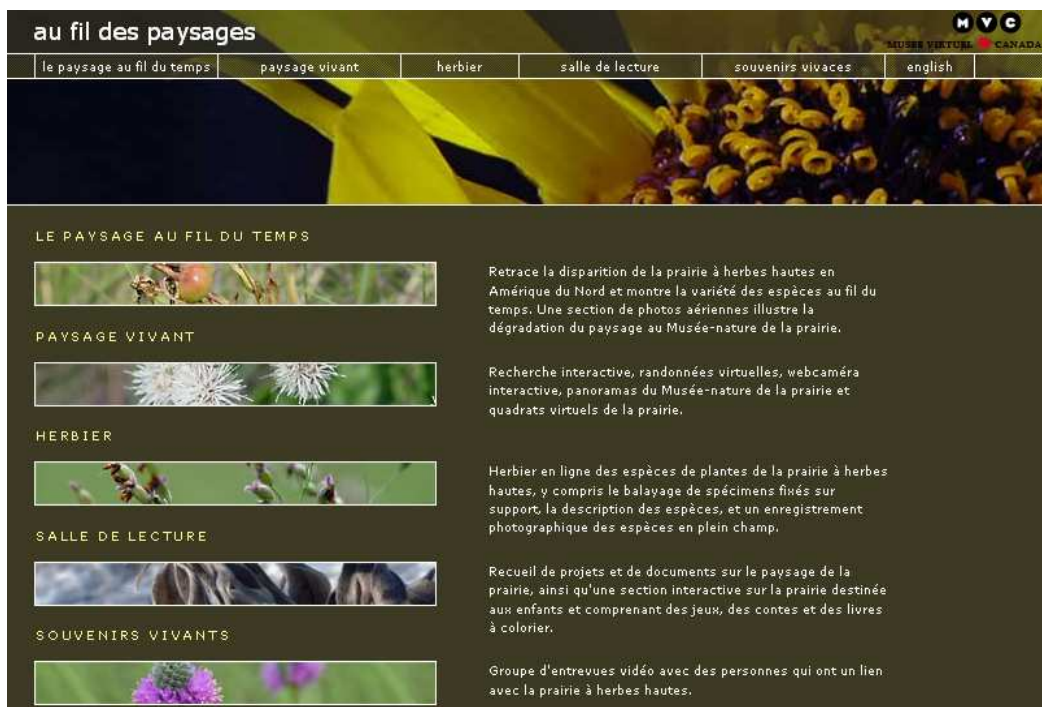
Considéré comme facile d'accès, ouvert sur une information quasi illimitée, le Web devient la source d'information préférée des jeunes quand il s'agit de réaliser un dossier thématique quel qu'il soit.

Le Web est le domaine des hypermédias. À l'instar des **documents multimédias**, les hypermédias associent plusieurs modes de représentation de l'information (texte, images, sons, animations). Leur spécificité réside dans leur complexité : les hypermédias sont composés d'unités documentaires distinctes liées entre elles par des hyperliens, selon une **structure non-linéaire** (à la différence des livres caractérisés, eux, par une structure linéaire).

Dans l'exemple ci-dessous, le site web du Musée Virtuel du Canada, la page d'accueil présente les différentes unités documentaires (le paysage au fil du temps, le paysage vivant, l'herbier...) auxquelles on accède selon son bon vouloir, sans ordre préétabli, et entre lesquelles on peut se déplacer selon une structure qui peut s'apparenter à un réseau, grâce aux hyperliens.

Hypermédia :

Ensemble de documents électroniques, multimédias ou textuels, liés entre eux par des liens (hyperliens) permettant de passer directement du document consulté au document lié



Un exemple de site web : une exposition du Musée Virtuel du Canada.

<http://www.museevirtuel.ca/>

L'utilisateur peut donc naviguer dans l'information au gré des clics, butiner comme disent les Québécois. Mais qu'en est-il quand il s'agit d'acquérir/construire de nouvelles connaissances, quand la recherche d'informations est partie intégrante du processus d'apprentissage ?

« L'information que l'on a rencontré et à laquelle on a accédé n'est pas la même chose que la connaissance construite sur sa base. L'information n'est pas la connaissance, c'est peut-être pour cette raison que nous parlons de l'autoroute de l'information et de l'ère de l'information, et non de l'autoroute de la connaissance ni de l'ère de la connaissance » Salomon (2000) cité dans Legros D. et Crinon J. (2002)

IMPACTS SUR LES APPRENTISSAGES, ET POINTS DE VIGILANCE

La non-linéarité caractéristique des hypermédias offre à l'utilisateur une grande liberté de parcours et est à l'origine d'un certain nombre d'idées communes :

- le texte imprimé, linéaire, représente un médium contraignant ;
- la structuration en réseau de l'information imite le fonctionnement de l'esprit humain. Son utilisation est présentée comme plus avantageuse car permettant une interaction naturelle et intuitive ;
- l'accès aisé à une grande quantité d'informations facilement manipulables favorise l'apprentissage ;
- les hypertextes possèdent, par leur structure non-linéaire, des caractéristiques qui rejoignent les principes constructivistes : les apprenants sont supposés recréer eux-mêmes une structure cohérente en sélectionnant les informations pertinentes.

Pourtant, les recherches empiriques sur les relations « hypermédias – apprentissage » nuancent largement ces propos, et l'hypothèse aujourd'hui la plus répandue postule que l'utilisation d'un hypermédia dans une optique de recherche d'information représente pour l'apprenant un effort de traitement important (coût cognitif) qui peut être préjudiciable à la construction des connaissances (surcoût cognitif).

Dans son utilisation de l'hypermédia, l'apprenant doit, en effet, à la fois gérer les caractéristiques de l'hypermédia (structure, fonctionnalités), gérer le processus de recherche d'information, et mobiliser ses compétences et connaissances antérieures.

Le danger est que pour pallier cet effort, l'apprenant se contente du premier site rencontré, et d'un rapide copier-coller des informations, sans la moindre évaluation de la qualité des informations, ou de leur pertinence réelle.

Capacités de l'apprenant à gérer les caractéristiques des systèmes hypermédias

La structure non-linéaire de l'hypermédia et la navigation directe d'un hyperlien à l'autre engendrent fréquemment un sentiment de **désorientation**. L'apprenant clique sur un lien, puis sur un autre, accumule des informations, et tout d'un coup ne sait plus où il est ni comment revenir sur ses pas.

Cet état s'accompagne d'un sentiment de **surcharge**. Il faut à la fois retenir ce qu'on a vu, choisir ce qu'on va voir ensuite... Et finalement l'apprenant n'arrive plus à comprendre, sélectionner ou retenir le contenu visualisé.

Ceci impacte directement la perception que l'apprenant a de sa capacité à réussir la tâche. Les utilisateurs novices ont ainsi tendance à tourner en rond dans les hypermédias, et à feuilleter et survoler les pages au lieu de les lire attentivement.

Pourtant, tous les hypermédias proposent des fonctionnalités qui ont pour objectif d'éviter cette désorientation. Ce sont les aides à la navigation : aides ponctuelles (boutons d'aide), structurelles (menus, index, plan du site...) ou historiques (parcours emprunté, modification de couleur pour les liens visités...).

La capture d'écran ci-après présente quelques unes de ces fonctionnalités (menus, changement de couleur des liens, moteur de recherche interne, titres).

Néanmoins, de fait, les apprenants ne maîtrisent pas spontanément ces dispositifs d'aide qui peuvent même perturber la lecture.

L'utilisation d'un hypermédia est donc faussement intuitive dès lors qu'elle a un objectif d'apprentissage et de construction des connaissances.

Les caractéristiques structurelles et fonctionnelles des hypermédias nécessitent d'être maîtrisées au travers d'un **apprentissage spécifique** et d'une **pratique régulière**, afin de ne pas représenter, dans le traitement de l'information, une charge qui vienne s'ajouter aux opérations de compréhension et de sélection des informations.



Exemples d'aides à la navigation dans un hypermédia

Capacités de l'apprenant à gérer la tâche (recherche d'information)

Techniquement, il s'agit de rechercher une information pertinente, dans un ensemble d'informations en pleine expansion, en utilisant les fonctionnalités d'outils (les moteurs de recherches) qui ont été conçus pour sélectionner les documents en fonction de la présence de mots-clés, et non en fonction de l'adéquation de leur contenu quant aux besoins informationnels de l'apprenant.

Cette démarche de recherche d'information nécessite pour l'apprenant de maîtriser des savoir-faire dans deux domaines :

- la **lecture** de documents non linéaires (stratégie de cohérence)

Pour utiliser les hypermédias dans une démarche de recherche d'information, ou d'apprentissage quelle qu'elle soit, l'apprenant doit d'abord être un bon lecteur : maîtriser la syntaxe, maîtriser les repères structurels (titre, sous-titre), être capable de construire du sens à partir des mots et des phrases lus. Le lecteur cherche à garder le fil de l'histoire ou de l'explication, c'est ce qu'on appelle la « stratégie de cohérence ».

- le **processus de recherche** / évaluation / sélection (stratégie de pertinence)

La recherche d'information demande une approche du texte totalement différente de la simple lecture/compréhension. Le lecteur doit hiérarchiser des informations issues de diverses sources, non pas en fonction de leur importance textuelle, ce qui est le cas pour la compréhension d'un document, mais en fonction de leur pertinence par rapport à l'objectif de recherche qui est défini préalablement pour répondre à un besoin d'informations (stratégie de pertinence).

La réussite d'une activité de recherche d'information suppose pour l'apprenant un certain nombre de prérequis et de compétences :

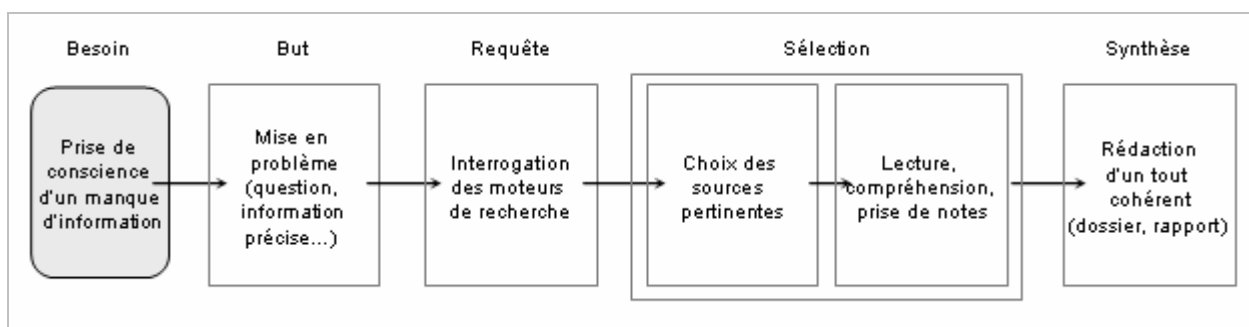
- Avoir conscience d'un manque d'informations et être capable de le formaliser en termes d'objectifs, qu'il s'agisse d'une information précise à trouver, d'une question à laquelle répondre, ou d'éléments qu'il faut réunir.

→ Avoir déjà une certaine connaissance du domaine à investiguer, et être capable de s'en servir pour cibler une requête, choisir des mots-clés suffisamment précis sans être trop restrictifs et sélectionner les sources qui semblent pertinentes au vu de la finalité de recherche.

→ Maîtriser les fonctionnalités des outils de recherche (moteurs, métamoteurs, forums...). L'observation de « chercheurs » novices et experts fait apparaître que l'expertise du domaine investigué est plus importante pour la réussite de l'activité que la maîtrise des outils de recherche.

→ Être capable de traiter l'information : prendre des notes, organiser les informations, détecter les incohérences et les redondances.

→ Être capable de synthétiser le contenu sélectionné pour en faire un tout cohérent.



Représentation schématique du processus de recherche d'informations

Capacités de contrôle attentionnel de l'apprenant

Selon l'opinion assez largement partagée par les chercheurs, l'activité de lecture/compréhension de texte sollicite à la fois la mémoire de travail et la mémoire à long terme. La construction du sens du texte suppose en effet a minima la création, en mémoire de travail, d'une image des mots lus, images auxquelles se combinent les connaissances antérieures, stockées en mémoire à long terme, pour activer telle ou telle signification du mot lu.

Ce processus est extrêmement rapide puisqu'on estime qu'un adulte entraîné peut lire quatre mots par seconde.

Dans la recherche d'information, l'activité se déroule en référence à un objectif de recherche, en fonction duquel l'information utile est sélectionnée. L'apprenant doit avoir cet objectif en permanence à l'esprit : pour bien chercher, il faut se rappeler ce qu'on cherche. Ceci constitue un facteur de charge supplémentaire pour la mémoire de travail, limitant la place disponible pour les autres traitements requis par l'activité de recherche.

En outre, la lecture d'informations non pertinentes contamine peu à peu la représentation de l'objectif. Les utilisateurs peuvent être distraits de leur tâche principale par des détails « séducteurs », intéressants, mais non pertinents. Et finalement on ne sait plus ce que l'on cherche.

La réussite d'une recherche d'information tient donc aussi aux capacités de l'apprenant à contrôler sa mémoire de travail, à désactiver et réactiver au besoin les informations référentes (objectif de la recherche, informations déjà lues...). Or cette capacité de contrôle attentionnel se développe tout au long de l'enfance et de l'adolescence, et beaucoup d'apprenants ne la maîtrise pas.

EN SOMME....

L'activité de recherche d'information sur Internet est loin d'être anodine dès qu'elle a pour objectif de permettre à l'apprenant de construire lui-même ses connaissances. Et il apparaît évident qu'on ne s'y lance pas sans un minimum de préparation.

Les novices ont besoin d'un environnement structuré.

Les études s'appuyant sur l'observation des utilisateurs montrent que le nombre de stratégies utilisées pour trouver l'information, et la qualité des informations récoltées, sont proportionnels au sentiment que

l'apprenant a de son efficacité personnelle. Le doute sur ses capacités et le manque de confiance freinent la capacité de l'apprenant à localiser l'information et à sélectionner l'information utile.

Les novices, peu habitués aux activités de recherche d'information, ont besoin d'un environnement structuré. Laissés seuls face à l'environnement très ouvert que constitue le Web, ils s'y perdent, ou se contentent du premier site de la liste obtenue dans Google.

Les cyberquêtes (webquests, enquêtes virtuelles), mises au point outre-atlantique, fournissent ce cadre dont ont besoin les apprenants peu familiers de la recherche d'information sur Internet. Ce sont des feuilles de route qui présentent le résultat attendu de la recherche, les étapes pour y arriver (consignes, enchaînement des activités), les ressources à solliciter (sites web), les critères et la grille d'évaluation de l'activité.

Les connaissances antérieures du domaine exploré sont un point fondamental.

Les résultats empiriques montrent que les apprenants n'utilisent pas spontanément les fonctionnalités des hypermédias de manière constructive mais suivent les liens proposés, sauf s'ils ont déjà des connaissances avancées sur le domaine exploré.

La structure non linéaire des hypermédias semble en effet plus compatible avec des connaissances antérieures élevées qu'avec des connaissances faibles : Avoir des connaissances antérieures relatives au domaine exploré favorise le maintien et l'intégration des nouvelles connaissances, ce qui libère des ressources en mémoire de travail pour une utilisation efficace de l'hypermédia.

Outre les connaissances du domaine, la maîtrise informatique influe aussi sur la performance de l'activité qu'il s'agisse des connaissances que l'apprenant a de l'utilisation des hypermédias (structure, aide à la navigation...) ou des connaissances générales liées à l'utilisation de l'ordinateur.

Il s'en suit que la mise en place d'une activité d'apprentissage fondée sur l'exploration des hypermédias, en particulier le Web, nécessite une phase de préparation qui prévoit a minima :

- l'acquisition des connaissances de base du domaine à investiguer ;
- une familiarisation de l'apprenant avec l'utilisation de l'Internet et de l'informatique.

QUELQUES REFERENCES POUR EN SAVOIR PLUS...

Tricot A., Rouet J-F (2004) – Activités de navigation dans les systèmes d'information. In : J.M. Hoc et F. Darses, *Psychologies ergonomiques : tendances actuelles*. PUF, Paris

Rouet J.-F., Coutelet B., Dinet J. (2004) – La recherche d'information dans les documents complexes : processus cognitifs, apprentissage et développement. Texte de la conférence invitée à la *Journée d'Etude sur le Traitement Cognitif des Systèmes d'Information Complexes*, Genève, juin 2004.

Amadiou F., Tricot A. (2006) – Utilisation d'un hypermédia et apprentissage : deux activités concurrentes ou complémentaires ? In : Apprentissage et Hypermédia, *Psychologie Française*, vol.51, n°1, Elsevier.

ENVIRONNEMENTS INFORMATIQUES D'APPRENTISSAGE (PLATES-FORMES)

DE QUOI PARLE-T-ON ?

Avec la généralisation des TIC, les concepts de Formation Ouverte et A Distance (FOAD) et d'individualisation des parcours ont pris un nouvel essor. Les plates-formes de formation destinées à administrer ces dispositifs ont fleuri, émanant du secteur marchand comme du secteur public.

Schématiquement, on peut distinguer deux grands types de plates-formes se rattachant chacun à une vision différente de l'apprentissage :

1. la plate-forme est le support de la transmission des connaissances
2. la plate-forme est le support de la construction des connaissances (ce second type sera abordé dans le prochain grand chapitre).

Dans le premier type, la plate-forme est orientée sur la **distribution des contenus pédagogiques** et sur **l'évaluation de leur acquisition** par le biais de QCM. C'est par exemple tel contenu de formation, où il faut avoir acquis l'étape 1 pour avoir le droit d'accéder à l'étape 2, ou tel parcours où il faut avoir fait le module 1 avant de pouvoir accéder au module 2.

Dans les années 90, les parcours individualisés, que l'on peut suivre à distance ou en local sur une plate-forme e-learning, voient progressivement le jour : les cours/contenus traditionnels sont découpés en modules correspondant chacun à un objectif en terme de connaissances à acquérir (granularisation). Les modules sont ensuite recombinaés dans des parcours individualisés adaptés aux besoins des apprenants, qui ont été évalués à l'entrée en formation.

EIAH (Environnement Informatique d'Apprentissage Humain) :

Par opposition aux environnements d'apprentissage de l'Intelligence Artificielle.

Environnement informatique conçu dans le but de favoriser l'apprentissage et intégrant des agents humains (apprenant, formateur, tuteur) et artificiels (outils informatiques), et offrant des conditions d'interaction localement ou à travers les réseaux, ainsi que les conditions d'accès à des ressources formatives humaines et/ou médiatisées, locales ou distribuées.

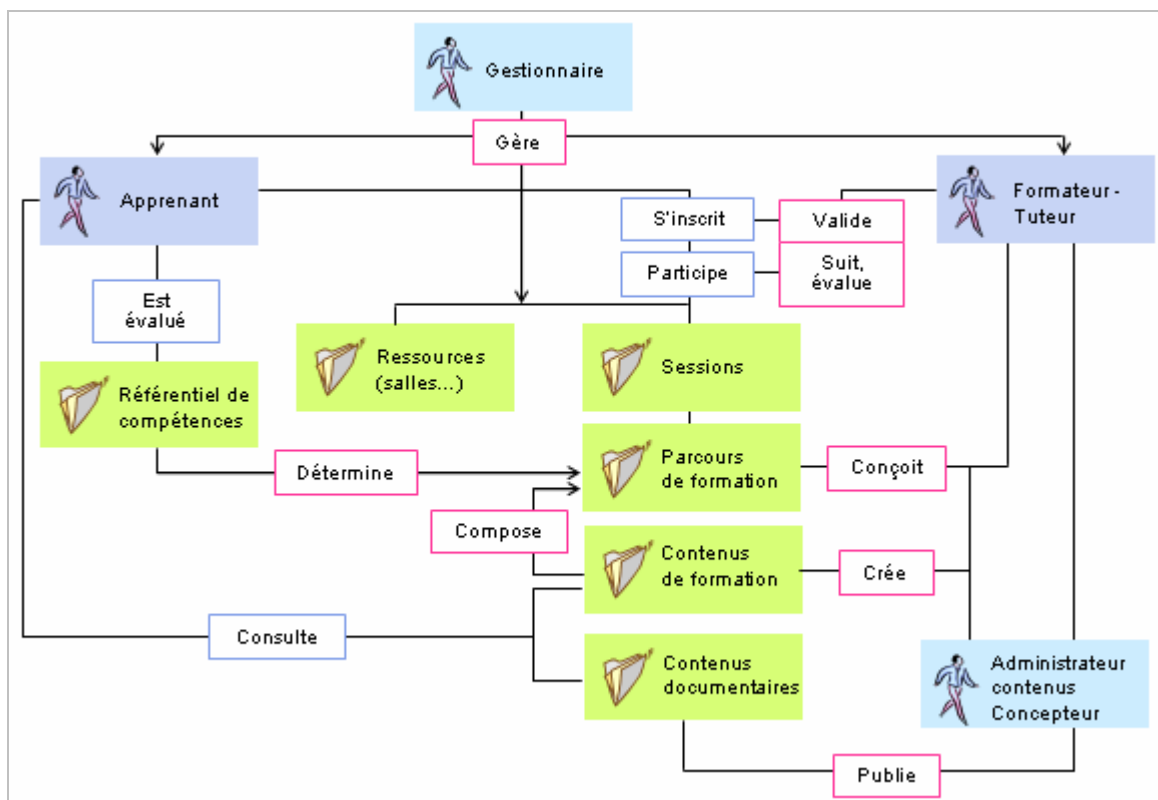


Schéma du fonctionnement d'une plate-forme e-learning (type 1)

IMPACTS SUR LES APPRENTISSAGES, ET POINTS DE VIGILANCE

Bien que la littérature sur le e-learning soit pléthorique, les études scientifiques sur les impacts du e-learning sur l'apprentissage et ses aspects cognitifs semblent assez rares, et avoir cédé la place aux recherches orientées sur les dispositifs d'apprentissage collaboratif auquel de ce fait est consacré le prochain grand chapitre.

Les recherches sur les plates-formes de formation à distance s'accordent néanmoins sur certains points : l'utilisation de tels dispositifs demande des savoir-faire multiples, et un important degré d'autonomie et de motivation chez l'apprenant.

Savoir-faire multiples et capacités de stratégie et d'organisation

L'utilisation d'une plate-forme e-learning pour suivre une formation individualisée demande de la part de l'apprenant des savoir-faire multiples : maîtriser les outils de communication, maîtriser la lecture de supports multimédias et hypermédias, savoir utiliser un navigateur et savoir se repérer dans un espace virtuel... (Se reporter aux précédents chapitres).

Une bonne maîtrise technique des outils de la plate-forme semble favoriser l'apprentissage, sauf pour les apprenants en grande difficulté, qui peuvent acquérir la maîtrise technique des outils mais connaître des difficultés d'ordre cognitif par ailleurs.

E-learning est synonyme de formation à distance, de parcours individualisé, d'autonomie. L'apprenant doit alors faire preuve de capacités de planification de ses activités d'apprentissage et de rigueur d'exécution, en particulier en terme d'assiduité.

L'individu face à l'outil et à son parcours individuel doit se positionner et agir avec conscience de son propre apprentissage.

Autonomie

Dans son parcours individuel, l'apprenant est supposé piloter son apprentissage, ce qui implique la connaissance du milieu (plate-forme), des objectifs de la formation et des étapes de progression.

L'apprenant est autonome, ce qui ne veut pas dire seul.

Le tuteur joue un rôle fondamental dans les dispositifs e-learning pour veiller au développement de cette autonomie, prenant en charge les apprenants en début de cycle, et laissant progressivement un espace d'autonomie plus grand en fonction de l'évolution de chaque apprenant.

L'autonomie peut aussi être facilitée par le dispositif : indicateurs quantitatifs de progression et d'activité (pourcentage d'unités d'apprentissage réalisées, nombre de messages échangés...), indicateurs qualitatifs (échanges avec le tuteur et les autres apprenants).

La question de la distance

Les plates-formes e-learning sont vantées réduire les contraintes spatio-temporelles, permettant à l'apprenant d'accéder à sa formation « en tout lieu, à tout moment ».

Cette « virtualité » soulève d'autres problèmes qui ont été peu étudiés :

- l'absence de référencement visuelle : parfois on n'a jamais rencontré physiquement son tuteur ou les autres apprenants,
- le décalage dans les échanges : on rencontre une difficulté à un moment donné, mais la réponse du tuteur peut intervenir plusieurs heures plus tard.

EN SOMME....

Suivre un parcours individuel sur une plate-forme e-learning demande pour l'apprenant un investissement important : savoir-faire techniques et organisationnels, gestion de la distance, autonomie. Cet état de fait peut sans doute expliquer le relatif succès de ce type de formation à distance.

Le **tutorat** est l'un des moyens privilégiés pour maintenir la motivation de l'apprenant et son assiduité à suivre ses différents modules.

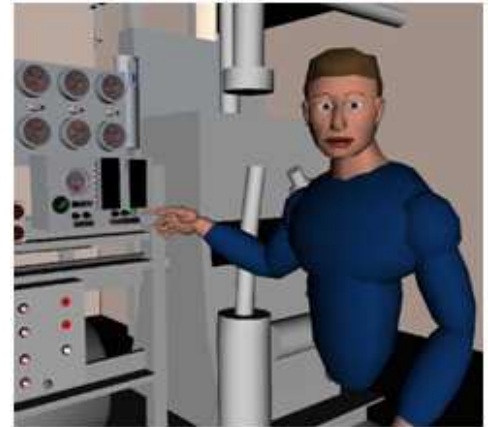
Plusieurs exemples de tutorat virtuel ont vu le jour, que ces personnages (agents pédagogiques virtuels) soient intégrés à une plate-forme ou plus fréquemment à un didacticiel multimédia.

Les agents pédagogiques virtuels

Les agents virtuels sont des agents logiciels qui sont intégrés aux programmes pour le bénéfice de l'utilisateur. La plupart n'ont pas de présence visible et ne se distinguent pas de l'environnement logiciel. Depuis quelques années, la tendance est de représenter ces agents sous la forme de personnages plus ou moins anthropomorphiques – ce sont par exemple les petits personnages qui accompagnent l'aide des logiciels de la suite Microsoft.

Ces agents interviennent comme intermédiaire entre l'utilisateur et le programme informatique, pour faciliter l'accès à l'information ou aider l'utilisateur dans la mise en œuvre de procédures particulières.

Dans le domaine pédagogique, l'agent virtuel, intégré à une plate-forme e-learning ou à un didacticiel multimédia, a pour fonction de conseiller l'apprenant et de lui donner du feed-back sur ces actions.



Steve - <http://www.isi.edu/isd/carte/>

L'objectif de l'agent pédagogique virtuel est d'alléger le processus de construction des connaissances (charge cognitive) : une partie des informations qui devraient être conservées en mémoire de travail sont accessibles d'un clic sur l'agent virtuel, de même les conseils et le feed-back fournis permettent à l'apprenant de réajuster ses actions.



www.unm.edu/~moreno/

Les recherches semblent montrer que pour que cette aide soit efficace, les agents pédagogiques doivent respecter cinq conditions :

- Ils doivent parler, plutôt que d'intervenir sous forme de textes s'inscrivant sur l'écran, et afin d'exploiter à la fois le canal visuel et le canal auditif/verbal de la mémoire de travail.
- Leurs paroles ne doivent pas être redondantes avec le texte apparaissant à l'écran, pour ne pas surcharger le canal verbal.
- Ils doivent être discrets, pour ne pas distraire l'attention de l'apprenant de la tâche à exécuter.
- Ils doivent aider à « faire » plus qu'à « retenir », car c'est en faisant qu'on construit ses propres connaissances.
- Ils doivent rendre la tâche plus motivante, plus intéressante.



QUELQUES REFERENCES POUR EN SAVOIR PLUS...

Baumgartner P. (2005) – The Zen art of teaching – Communications and interactions in eEducation

Grandbastien M., Labat J.M. ed. (2005) - *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Traité IC2 Information Commande Communication, Hermès

Linard M. (2000) – L'autonomie de l'apprenant et les TIC. *Réseaux humains / Réseaux technologiques*. Actes de la journée du 24 juin 2000, Université de Poitiers. http://oav.univ-poitiers.fr/rhrt/2000/presentation_actes.htm

Moreno R. (2005) – Multimedia Learning with Animated Pedagogical Agents. In. Mayer R. ed *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge Univ. Press, New York

Romero M. (2004) – Métacognition dans les EIAH. Mémoire de DEA, LIUM, Université du Maine, Le Mans

APPRENTISSAGE COLLABORATIF

DE QUOI PARLE-T-ON ?

L'apprentissage collaboratif vise à mettre en place des activités d'apprentissage impliquant les membres d'un groupe dans une réalisation commune. Il s'oppose en ce sens à l'apprentissage individuel et à l'apprentissage par compétition.

L'apprentissage collaboratif n'est pas né avec les T.I.C., loin de là, porté en avant par les tenants du constructivisme (Piaget) pour qui les apprenants ne sont pas de simples « enregistreurs » d'information mais au contraire des « constructeurs » actifs de leurs connaissances, et par l'approche socioculturelle (Vygotski) qui postule le rôle moteur de l'interaction sociale dans la construction des connaissances.

Collaboration :

Réaliser une tâche en commun du début à la fin

Coopération :

Partager les éléments d'une tâche de façon à ce que chacun en réalise une partie, puis rassembler les résultats individuels en un tout



Extrait de www.intime.uni.edu/coop_learning

L'introduction des ordinateurs dans les classes a remis en lumière l'apprentissage collaboratif, légitimant et facilitant les interactions entre les apprenants :

- interactions « sur » l'ordinateur : les apprenants travaillent par deux ou trois sur une application,
- interactions « autour » de l'ordinateur : un groupe partage un nombre restreint d'ordinateurs ou réalise une activité qui a recours à un moment ou à un autre à l'ordinateur,
- interactions « à travers » l'ordinateur : les apprenants réalisent des activités fondées sur l'utilisation des outils de communication et de collaboration (messagerie, wikis, tableaux blancs, forums...)

L'ordinateur prend dans l'activité d'apprentissage une autre fonction.

D'abord considéré comme porteur du changement par lui-même (utilisation du multimédia puis des hypermédias), il est, au travers de l'apprentissage collaboratif considéré comme un outil dont l'efficacité dépend de « ce qu'on fait avec et de quelle façon on le fait ».

C'est l'activité d'apprentissage elle-même qui paraît dorénavant porteuse du changement.

Les systèmes informatiques favorisant cet apprentissage collaboratif ont alors pour objectif de médiatiser et faciliter les processus et la dynamique de groupe en fournissant les outils propres à créer et faire vivre :

- des communautés de « discours » (échanges électroniques entre pairs) : par exemple, apprentissage d'une langue étrangère au moyen d'échanges de messages électroniques,
- des communautés d'apprenants : par exemple, forums de discussion des apprenants de telle ou telle formation,
- des communautés de pratiques : par exemple, suivi d'un projet pédagogique (journal de bord, espace partagé de stockage et d'élaboration de documents...).

L'accent est mis sur l'**activité** et la **collaboration**, sur l'expérience et son analyse, permettant à l'apprenant de réaliser concrètement des activités d'apprentissage collectives (mener à bien un projet, préparer et participer à un débat...), d'analyser les processus que lui-même et ses co-apprenants ont mis en oeuvre

pour réussir cette tâche (métacognition), et ainsi d'assimiler/intégrer de nouvelles connaissances et compétences.

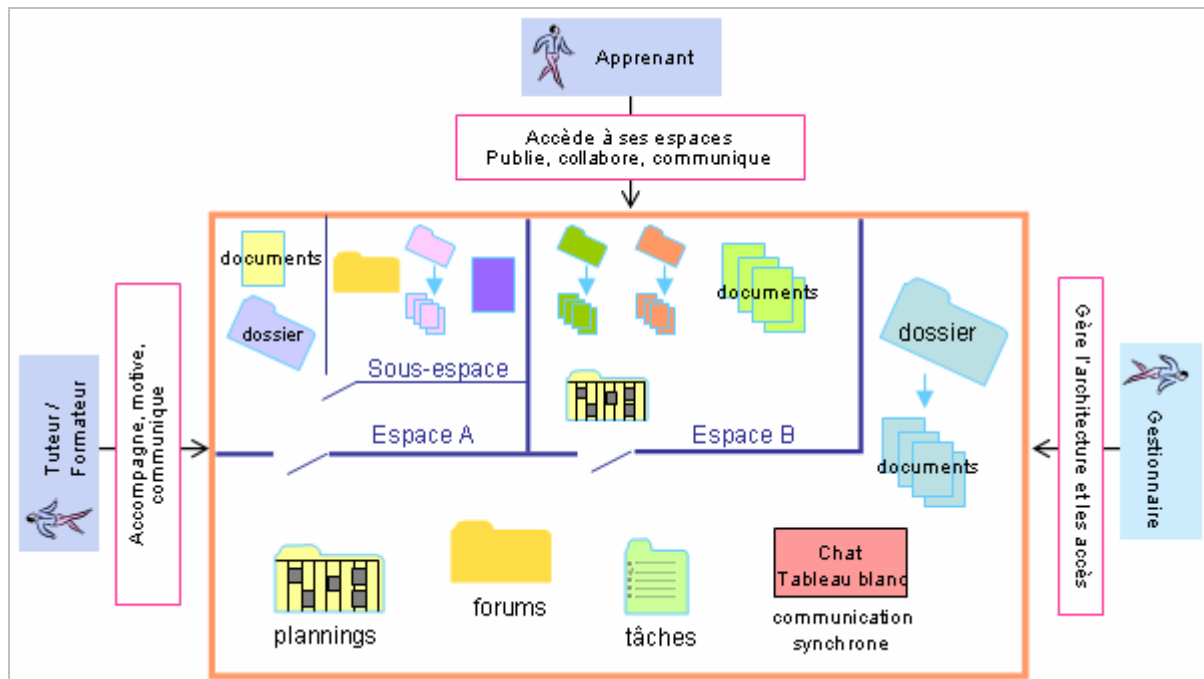


Schéma du fonctionnement d'une plate-forme collaborative (type 2)

Les plates-formes collaboratives fournissent les moyens de cette co-construction au travers d'outils de communication et de collaboration mis au service de la communauté : forums de discussion, partage de documents et de dossier, réalisation collective de documents, outils de suivi de projet (journal de bord, planning, gestionnaire de tâches), tableaux blancs, chats....

Les weblogs, qui sont à mettre au rang des outils de discussion, entrent dans cette catégorie de plate-forme. Ce sont des sites webs, sécurisés ou non, permettant à un ou plusieurs auteurs de publier des informations chronologiquement (weblog = journal web), auxquelles les visiteurs peuvent ajouter de brefs commentaires. Les weblogs sont très simples à créer et mettre à jour, et offrent la possibilité de diffuser le débat, quel qu'il soit, dans le monde entier.

Les wikis, quant à eux, poussent la notion de collaboration à son extrême, fondés sur le principe « tout le monde a le droit de tout modifier ». Personne n'est propriétaire de l'article publié sur le site wiki, les droits d'accès sont les mêmes pour tous dans une perspective de consensus idéal.

IMPACTS SUR LES APPRENTISSAGES, ET POINTS DE VIGILANCE

Les études portant sur « l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur » sont essentiellement descriptives. Peu d'études permettent de tirer des conclusions sur l'efficacité de ces pratiques en pleine expansion, et de démêler la part qui revient au travail en groupe de celle de l'utilisation des outils multimédias.

Le champ d'investigation est encore relativement nouveau et les résultats sont susceptibles d'évoluer, ou en tous cas de s'affiner.

Bénéfices observés de l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur

✦ Recherche et production d'informations

Réalisée en groupe et en réseau, cette activité entraîne une augmentation de la motivation des apprenants à lire et à écrire, de leurs connaissances du domaine et de la perception de leur efficacité personnelle.

✦ Résolution de problème :

L'effet « collaboration » semble fournir à l'apprenant une meilleure appréciation et compréhension de la diversité des points de vue sur un domaine ou un raisonnement, lui permettre d'apprendre à partir de l'expérience des autres, et d'articuler sa perception avec celle des autres en testant ses connaissances.

✦ Communication électronique entre pairs :

À mi-chemin entre l'oral et l'écrit, et ce d'autant plus si cette communication s'effectue de manière synchrone, elle permet à l'apprenant d'expérimenter la nature sociale du langage écrit, de rendre les échanges plus denses et les retours (feed-back) immédiats, et a semble-t-il un effet positif sur les compétences d'écriture : on écrit mieux en situation de communication qu'en situation purement scolaire.

✦ Communication en langue étrangère :

Les activités d'apprentissage se fondent sur l'approche communicative (apprendre en communiquant), la mise en autonomie des apprenants (communication entre pairs de langue maternelle différente) et leur responsabilisation (obligation de renvoyer les messages corrigés). Les échanges s'apparentent à de la conversation orale, mais chacun peut produire à son propre rythme. Les apprenants échappent ainsi à l'urgence des situations orales et à la peur de commettre des erreurs.

Points de vigilance

L'apprentissage en réseau demande, comme toutes les autres applications de l'ordinateur à l'apprentissage, à être intégré dans un contexte favorable qui prenne en compte, entre autres :

- Les aspects technologiques : virtualité des situations et délais de réponse peuvent provoquer des abandons prématurés.
- La nature des groupes : la taille des groupes, le niveau d'expertise des participants, leur motivation voire même le genre des participants comme tendraient à le prouver certaines études, peuvent avoir un impact sur la réussite des activités d'apprentissage.
- La nature de l'activité d'apprentissage : elle doit tirer un réel bénéfice d'une collaboration en ligne.
- Le rôle du tuteur : son enthousiasme, sa constance et son expertise semblent être les facteurs les plus importants pour stimuler la participation des apprenants.
- La construction des groupes : l'apprentissage collaboratif suppose que les apprenants soient engagés dans une collaboration active, avec un objectif partagé, le sentiment d'avoir quelque chose à gagner aux échanges avec d'autres apprenants et surtout une posture participative et solidaire. Le **sentiment d'appartenance au groupe** est la condition fondamentale du travail collaboratif, elle implique que les membres du groupe soient interdépendants, et se sentent individuellement engagés dans la réussite collective. La mise en place du travail collaboratif nécessite une phase préalable de travail sur « l'esprit d'équipe ».

EN SOMME...

L'apprentissage collaboratif s'avère être une méthode pédagogique efficace qui permet aux apprenants d'accroître leurs connaissances, d'apprendre à les contrôler, de promouvoir un développement cognitif et d'améliorer leurs compétences sociales.

Dans l'utilisation d'une plate-forme collaborative, les apprenants doivent mobiliser simultanément les compétences nécessaires à la tâche à réaliser, au travail en équipe et à la maîtrise des outils collaboratifs.

Ce champ de recherche est relativement nouveau, et il y a plus d'inconnu que de points élucidés quant à l'apport des technologies, à la nature de la collaboration, aux activités qui profitent le plus d'un travail collaboratif, au rôle du tuteur, à l'évaluation des compétences acquises.

QUELQUES REFERENCES POUR EN SAVOIR PLUS...

Teulier R., Tchounikine P., Charlet J. ed. (2005) - *Ingénierie des Connaissances*. L'Harmattan, Paris

Henri F., Lundgren-Cayrol K. (2001) - *Apprentissage collaboratif à distance : pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels*. Presses de l'Université du Québec, Sainte-Foy (Québec, Canada)

REALITE VIRTUELLE ET APPRENTISSAGE

DE QUOI PARLE-T-ON ?

Il est difficile d'avoir une définition précise de la réalité virtuelle tant les technologies mises en jeu et les domaines d'application sont en continuelle évolution.

Outre les aspects techniques (processeurs, plate-forme, périphériques), la réalité virtuelle se caractérise par deux éléments principaux :

- un environnement réaliste et en 3D, qui peut être parcouru en temps réel, avec une liberté similaire à celle que connaît dans le monde réel
- des interactions de l'utilisateur sur les objets et les événements.

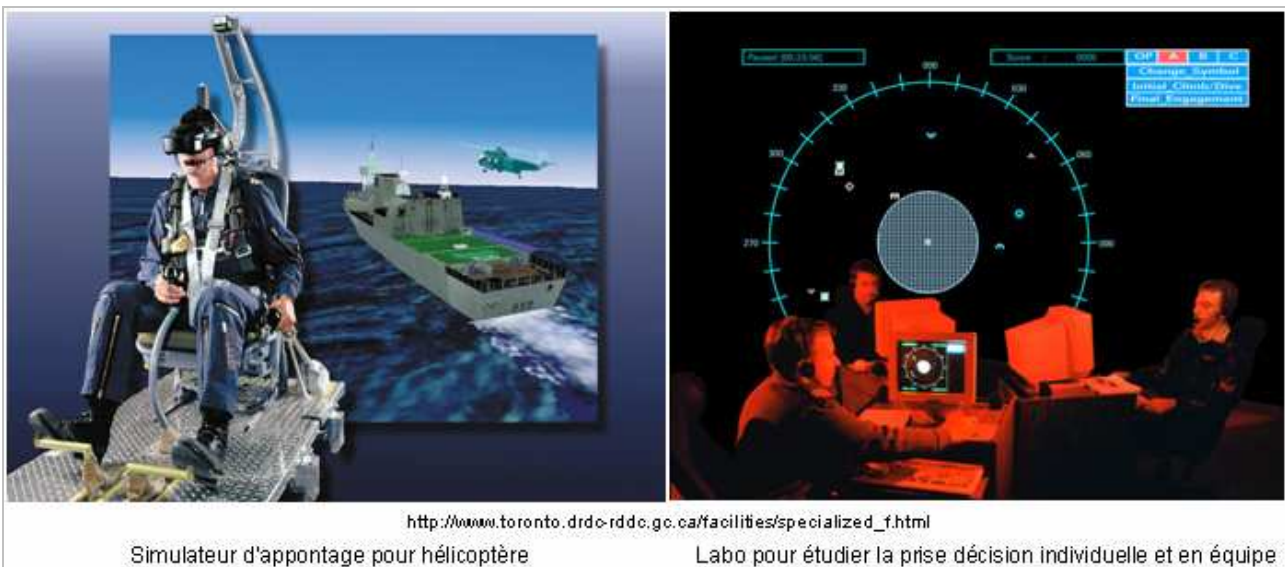
Appliquée au domaine de la formation, la réalité virtuelle a pour objectif de faciliter l'apprentissage expérientiel : l'apprenant est acteur dans un univers qu'il explore à son rythme et dans lequel il interagit en temps réel.

Ce sont essentiellement des formations individuelles. Il y a peu d'exemples d'environnements virtuels d'apprentissage multi-apprenants.

Son utilisation pour la formation a d'abord concerné les milieux militaires, industriels et médicaux.

Réalité virtuelle :

Simulation informatique interactive et immersive d'environnements 3D réels ou imaginaires



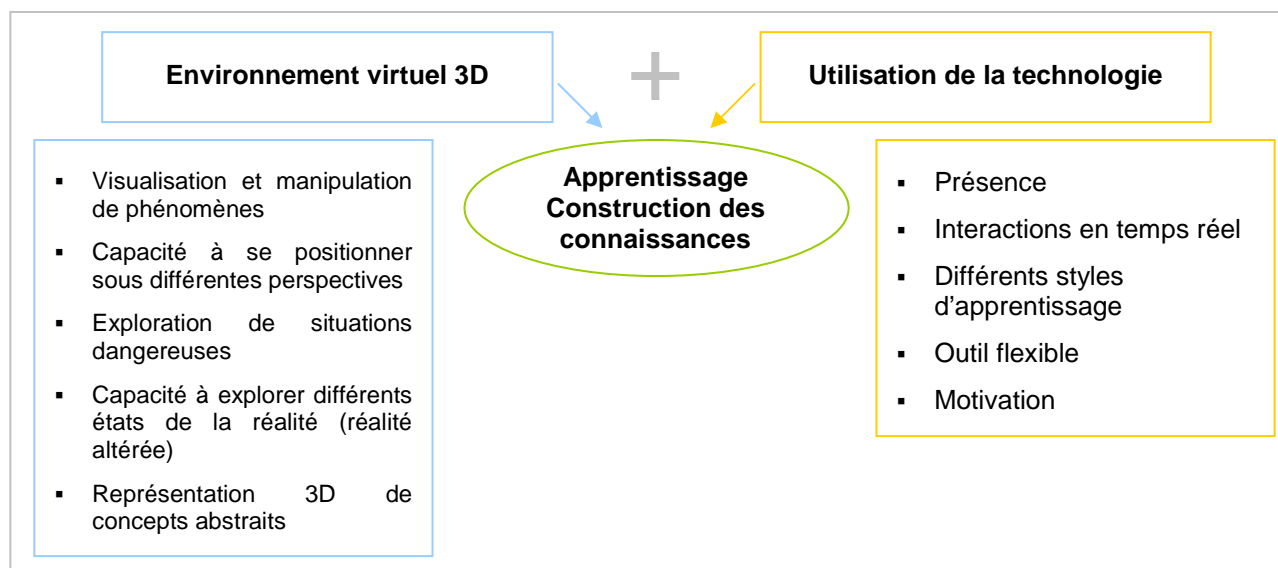
L'éducation spécialisée sollicite aussi pour évaluer ou former des personnes réfractaires aux méthodes scolaires :

- test des aptitudes spatiales des apprenants (capacités à retrouver un chemin, à se repérer dans un environnement)
- entraînement à se repérer dans un nouvel environnement
- formation aux savoir-faire quotidiens pour accroître l'autonomie et apprendre les gestes de base (Virtual City Project)
- formation aux savoir-faire sociaux (autistes).

Poussés à leur extrême, les environnements de réalité virtuelle permettent par l'intermédiaire de différents périphériques (casque visionneur, gants...) d'être en immersion totale et de ressentir les mêmes sensations que dans le monde réel.

IMPACTS SUR LES APPRENTISSAGES

L'apprentissage utilisant la réalité virtuelle bénéficie des effets liés aux environnements virtuels et aux possibilités d'interaction avec le milieu.



Schématisme des fonctionnalités favorables à l'apprentissage dans un environnement de réalité virtuelle

EN SOMME...

L'environnement virtuel donne aux apprenants l'opportunité et la liberté d'apprendre en interagissant et en expérimentant à leur propre rythme.

Cette liberté et le soin généralement apporté à l'esthétisme des environnements virtuels sont motivants mais pas nécessairement suffisants dans le cadre d'un apprentissage.

L'apprentissage requiert des interactions avec un tuteur (guidance, feedback) ou d'autres apprenants (collaboration, feedback), mais aussi le besoin de transférer et mettre en application dans le monde réel les techniques, procédures, concepts appris à l'utilisation de l'environnement virtuel.

Comme pour les autres outils multimédias mis au service de l'apprentissage, le design des environnements de réalité virtuelle doit donc se faire selon des principes pédagogiques et non technologiques.

Ces environnements de réalité virtuelle étaient, du fait de l'investissement financier nécessaire, assez inaccessibles pour un organisme de formation traditionnel. Le secteur marchand du jeu vidéo contribue à l'heure actuelle fortement à l'évolution et à la démocratisation de la réalité virtuelle. La question de l'impact que cela peut-il avoir sur le monde de la formation reste ouverte.

POUR EN SAVOIR PLUS

Cobb. S. Stanton Fraser D. (2005) – Multimedia Learning in Virtual Reality, in Mayer R. ed – *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press, New-York

JEUX VIDEOS ET APPRENTISSAGE

DE QUOI PARLE-T-ON ?

L'univers des jeux vidéos est extrêmement varié, depuis les jeux en animation qui permettent aux tout-petits d'apprendre à manipuler la souris jusqu'aux jeux en 3D réalistes, complexes, dans lesquels le joueur peut avoir des vues à 360° de l'univers dans lequel il évolue librement.

Pourquoi parler des jeux vidéo ici ?

D'abord, pour la place qu'ils occupent dans la vie des jeunes. Ainsi, en 2005, le produit culturel le plus vendu en France a été le jeu vidéo « Grand Theft Auto – San Andreas » avec 1 million d'exemplaires vendus (contre 800 000 exemplaires du Da Vinci Code).

Ensuite, parce que les plus sophistiqués d'entre eux, les jeux de type « Monde virtuel » demandent la mise en œuvre de compétences complexes : stratégie, prises de décision rapides, analyses de ses actions et réajustements..., compétences qui s'acquièrent aussi de manière complexe.

Les jeux qui se multiplient à l'heure actuelle sont les jeux en réseau de type « monde persistant virtuel ». Ce sont des jeux qui se déroulent sur Internet et dans lesquels s'immergent des milliers de joueurs du monde entier.

Parmi ces jeux, les MMORPG (Massively Multiplayer Online Role Playing Game) – Jeu de rôle en ligne multi joueurs en masse – permettent aux joueurs d'évoluer dans des univers continus dans le temps, que tel joueur soit connecté ou pas. Le jeu devient en quelque sorte un monde parallèle qui n'est pas centré sur le joueur mais qui a une vie propre.

Les univers, médiéval, science-fiction, fantastique, spatial, western..., sont souvent inspirés des auteurs fantastiques comme Tolkien (Le Seigneur des Anneaux).

Les modes de jeu sont nombreux, offrant à chacun un mode d'expression qui lui convient :

- joueur contre joueur (PvP)
- joueur contre système informatique (PvE)
- Crafting : Apprentissage de métiers
- Housing (personnalisation de maison) / création de ville
- Spéculation financière
- Vie sociale (organisation d'évènements...).



Carte du monde du jeu World of Warcraft
www.mondespersistants.com

Ci-dessous, un extrait du volet « Crafting » (apprentissage de métiers) du jeu World of Warcraft. On y parle compétences, aptitudes, maître d'apprentissage, collaboration, compétences de base...

Devenir un mineur

« En premier lieu, vous allez avoir besoin de conserver quelques points de compétences et ensuite de trouver un maître mineur ("mining trainer"). Vous aurez probablement besoin de demander autour de vous où les trouver. Après avoir appris la compétence minage de base, entrouvrez votre livre des aptitudes (appuyez sur "i") et recherchez l'icône "Trouver du minerai" ("Find Minerals") qui a été ajouté à vos aptitudes. Cela vous permettra de repérer des filons de minerai. Après un majuscule clique sur cette icône, déplacez-le dans un slot libre de votre barre d'action »

Et tout ça se passe sur un écran...

Chaque joueur choisit donc son rôle ou ses rôles dans le jeu et choisit aussi la « guilde » (regroupement virtuel de joueurs) qui lui correspond le mieux.

Chaque guilde est régie par un ensemble de règles et une hiérarchie auxquelles doivent se conformer les



Copie d'écran du jeu Rizom – www.mondespersistants.com

membres. Ceux-ci y sont interdépendants, ainsi par exemple les tailleurs, les mineurs, les cuisiniers ou encore les ingénieurs qui conçoivent et créent les objets usuels sont aussi importants pour la vie de la guilde et sa réussite que les soldats.

Le jeu se déroule dans un monde en perpétuelle évolution... comme dans la vraie vie.

Ce type de jeu se caractérise par une forte collaboration entre ses membres, qui ne se connaissent généralement qu'au travers de leurs personnages. Cette socialisation s'exprime dans le jeu et en marge du jeu dans les forums de discussion qui permettent de s'échanger conseils et astuces.

EN SOMME...

L'objectif au travers de ce bref exposé est d'attirer l'attention sur un phénomène qui touche les jeunes massivement et de plus en plus, avec le déploiement rapide du haut débit, et pas seulement les garçons.

1/3 des adeptes français des jeux vidéo sont des filles, 40% aux États-Unis où elles représentent aussi plus de la moitié des joueurs en réseau. Un effet des identités de substitution que prennent les joueurs dans ces mondes virtuels ?

Ces jeux ne sont plus non plus des « trucs d'ados ». Si une nouvelle génération de joueurs, nés dans les années 90, investit massivement ces jeux en réseau, les joueurs nés dans les années 70/80 n'ont pas pour autant arrêté de jouer. L'âge moyen des joueurs vieillit. Il est de 25 ans en Europe et de 28 ans aux USA.

Le décalage semble important entre la vraie vie et les aventures excitantes et trépidantes de ces mondes virtuels, aux fortes récompenses psychologiques.

Il est certainement difficile de passer de son rôle d'élément indispensable et reconnu de la guilde au rôle d'élève moyen. Il est peut-être, d'un autre côté, salutaire pour certains jeunes de trouver cette échappatoire où, au travers d'une identité de substitution, ils sont ce qu'ils ne peuvent être dans la vraie vie. Même si ce n'est qu'une minorité de joueurs qui tombe dans une addiction forte à ces jeux, la médiation d'un adulte paraît néanmoins être importante pour permettre au jeune de s'exprimer sur cette aventure virtuelle.

Moyen d'échanges, de partage, de rencontre, de réalisation, d'apprentissage, les jeux vidéo type « monde virtuel » paraissent tout sauf anodins dans ce qu'ils apportent aux jeunes. Ici pas de problème de concentration, de motivation, d'incapacité à s'investir mais une reconnaissance de ses aptitudes et de ses compétences, un rôle actif dans le groupe, des objectifs partagés...

POUR EN SAVOIR PLUS....

Foreman J. (2004) – Game Based Learning. *Educause Review*, sept-octobre 2004.

Séminaire BP TIC Animateur de lieux d'accès publics numériques - « Jeux vidéo, jeux en réseau : éducation ou addiction ? Journée du 10 janvier 2006 – http://www.generationcyb.net/article.php3?id_article=767 (visité fin juin 2006)

TIC ET DIFFICULTES D'APPRENTISSAGE

DE QUOI PARLE-T-ON ?

Accompagnement de la scolarité, soutien scolaire, remédiation... les TIC sont pressentis pouvoir apporter des solutions alternatives à des personnes en difficulté d'apprentissage, quelle que soit l'origine de ces difficultés.

Dès lors, toutes les observations effectuées précédemment sur l'utilisation des supports multimédias, l'utilisation des hypermédias (Internet), des plateformes, de l'apprentissage collaboratif et de la réalité virtuelle sont tout à fait valables pour des personnes en difficulté d'apprentissage, dans la mesure où elles utilisent généralement les mêmes outils techniques que les autres apprenants.

Pourquoi alors en faire un chapitre particulier ?

L'objet est simplement d'apporter un témoignage sur des technologies, essentiellement développées outre-atlantique : les aides technologiques (Assistive Technologies). Ces outils ont pour objectif de permettre aux personnes de vivre avec leurs difficultés et de progressivement les dépasser.

Technologies « assistives » - aides technologiques

Ces technologies sont des aides à l'apprentissage qui proposent une assistance technique en vue de faciliter ou de réaliser une tâche que la personne en difficulté ne peut accomplir ou accomplir difficilement sans le support de cette aide.

Elles sont destinées à contourner, dédramatiser et progressivement dépasser les difficultés d'apprentissage, en tous cas à permettre aux personnes concernées d'accéder aux mêmes documents et de réaliser les mêmes activités que les autres.

Elles permettent, par exemple, à l'apprenant de lire des documents correspondant à son niveau de développement plutôt qu'à sa capacité de lecture, ou encore d'écrire en se focalisant sur la production de son texte plus que sur la mécanique d'écriture.

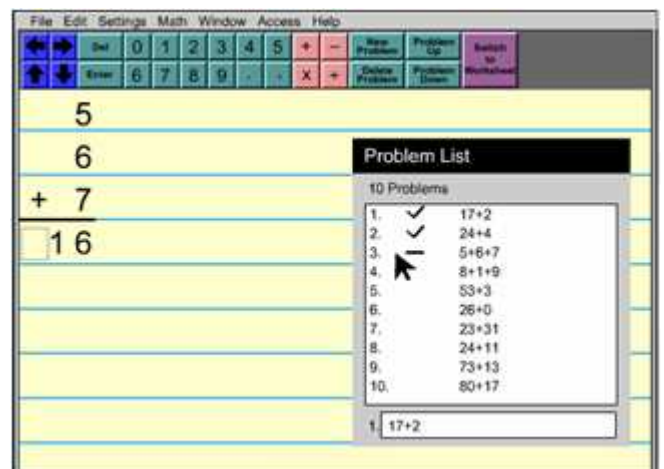
Les aides technologiques à l'apprentissage ont pour objectif de favoriser l'autonomie de la personne en difficulté et d'accroître ainsi son implication dans sa communication et son apprentissage. On trouve donc des outils destinés à favoriser l'écoute, les calculs, l'organisation et la mémoire, la lecture, l'écriture. Ci-dessous quelques exemples.

Aides technologiques pour le calcul

Ce sont des outils destinés à aider les personnes qui ont des difficultés à poser et à résoudre, sur papier, les opérations de base. Ils fournissent une aide visuelle et/ou auditive allégeant l'effort fourni par la personne.

On trouve deux types d'outils :

- Les feuilles de maths : ci-contre le logiciel MathPad qui accompagne oralement et visuellement la pose de l'opération.
- Les calculatrices « parlantes » présentant les mêmes fonctions qu'une calculatrice classique, mais prononçant les nombres, les opérateurs et les résultats à voix haute.

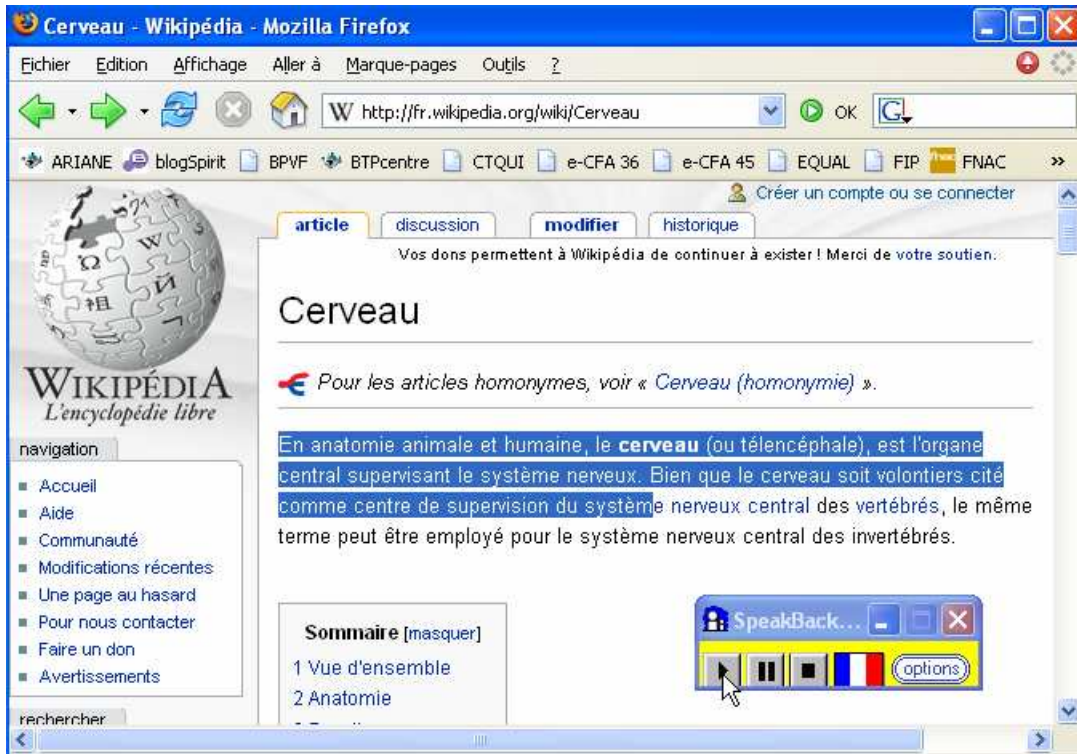


Aides technologiques pour la lecture

Il y a une grande variété d'outils pour aider les personnes qui ont des difficultés de lecture, depuis ceux qui transforment le texte écrit (lu) en texte parlé (écouté), à ceux qui accompagnent le texte écrit par des

sons et des éléments graphiques aidant a personne en difficulté à se repérer dans le texte et à repérer les éléments importants :

- livres audio, dictionnaires vocaux
- logiciels OCR spécifique (Optical Character Recognition) qui permettent de scanner un texte imprimé et de le restituer sous forme vocale
- lecteurs d'écran : logiciels qui permettent une restitution vocale (voix de synthèse) d'un texte affiché à l'écran. Ce sont des outils extrêmement simples qui permettent au lecteur de sélectionner la portion de texte dont il veut prendre connaissance et de l'écouter. (voir copie d'écran ci-dessous)

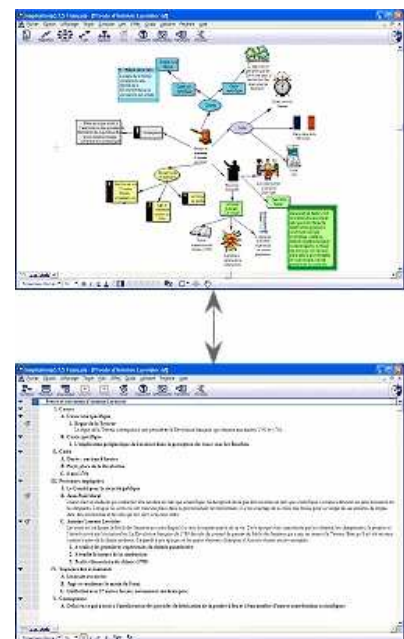


Copie d'écran du logiciel Speakback utilisé pour lire une page de l'encyclopédie Web Wikipedia

Aides technologiques pour l'organisation du travail et la mémoire

Ces outils ont pour objectif d'aider à s'organiser, à planifier ses tâches, à gérer son calendrier, ses adresses et téléphones... Ils sont de trois types :

- les gestionnaires de notes : ce sont des logiciels permettant de noter ses idées, de classer et stocker ses notes et de facilement les retrouver ;
- les assistants personnels (Personal Digital Assistant) : c'est un appareil numérique portable, utilisé principalement pour ses fonctions d'agenda, de répertoire téléphonique et de bloc-notes. Ce sont par exemple les Palm Pilot ;
- les idéateurs (organiseurs d'idées) aident les personnes qui éprouvent des difficultés marquées à prendre des notes, à planifier, à organiser l'information ou à créer des idées. L'outil peut servir à planifier la rédaction d'un texte ou à se donner une méthode de travail. Ce type d'aide fonctionne à partir de graphiques ou de schémas et favorise la création d'organigrammes et de cartes d'organisation d'idées (voir figure ci-contre).



Technologies éducatives utilisant les aides technologiques

Ce sont des outils qui intègrent l'utilisation des aides technologiques dans une démarche éducative.

Dans le cadre de la lecture / écriture, ce sont des logiciels qui utilisent une approche bimodale avec le surlignage automatique ou sélectif du texte parlé, et qui proposent des aides à la lecture, à l'écriture, à l'étude d'un document ou à la production.

Par exemple, pour l'étude d'un texte, ce type de logiciel peut donner accès à un dictionnaire vocal et à un thésaurus, permettre d'insérer des signets ou des commentaires vocaux dans le document, de surligner le texte en plusieurs couleurs (y compris des pages web) et d'éditer automatiquement la liste des mots surlignés, ou encore d'épeler un mot lettre à lettre ou par syllabes.



Barre d'outil « étude » du logiciel WYNN 4

IMPACTS SUR LES APPRENTISSAGES

Les observations réalisées lors du « Learning Disabilities and Technology Project » mené dans 34 écoles du district de Washington de 1997 à 2002 ont montré que l'utilisation des aides technologiques pour l'apprentissage avait un impact significatif sur les capacités et le comportement des apprenants ayant des difficultés d'apprentissage.

Les apprenants apparaissent plus désireux d'écrire, produisent des textes de meilleure qualité, et se montrent plus confiants dans leurs capacités scolaires et plus fiers de leur travail.

Les aides technologiques ont aussi un impact certain sur la mise en autonomie des apprenants : l'épellation des mots et le dictionnaire vocal permettent à l'apprenant d'apprendre seul l'écriture et le sens correct d'un mot. De même, la lecture vocale du texte lui permet d'accéder à des documents qui lui étaient interdits par ses capacités de lecture.

EN SOMME...

Grâce aux aides technologiques, logicielles ou matérielles, l'apprenant peut mener à bien les activités d'apprentissage correspondant à son niveau de développement, sans être limité par ses capacités scolaires (à lire, à écrire...). L'accent est mis sur ses capacités à faire et sur une mise en autonomie et en confiance.

POUR EN SAVOIR PLUS....

Apport des TIC à la réussite éducative de l'élève en adaptation scolaire - <http://www.csdm.qc.ca/recit-adapt-scol/ressources/aides/index.htm> (consulté en juin 2006)

Hyatt G., Black A., Hallow J. (2003) Using Technology to Improve Reading and Writing - Outcomes for Learning Disabled Students <http://www.cwu.edu/%7Esetc/ldtech/SequencedApproachReport.PDF> (consulté en juin 2006)

IGAENR ; IGEN. *L'accompagnement à la scolarité : pour une politique coordonnée, équitable et adossée aux TIC.* Paris : MENESR, mai 2006, PDF, 65 p. (399 ko) ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/syst/igaen/rapports/2006_010_acccompagnement_scolarite.pdf

TENDANCES

ET MAINTENANT...

L'objectif de ce rapport était de dresser un tableau de l'impact de l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication sur l'apprentissage, compris en tant que processus de construction des connaissances, et non système de formation.

Il s'agissait de fournir à la Direction de l'Apprentissage, mais aussi aux équipes pédagogiques des CFA, des éléments concrets montrant l'intérêt de développer l'usage des TIC dans la pédagogie, mais aussi d'attirer l'attention sur les points de vigilance.

De manière générale, qu'il s'agisse de rechercher de l'information sur Internet, d'utiliser une plate-forme de FOAD, de participer à des activités collaboratives, de réalité virtuelle ou de difficultés d'apprentissage, il apparaît que les TIC ne sont pas des outils anodins. Permettant de développer des compétences complexes, mettant l'utilisateur en posture d'acteur, elles interpellent l'organisation traditionnelle des cours, le rôle du formateur et la question même du savoir quand tous les cours théoriques sont déjà sur Internet.

La question du « pourquoi faire » est aujourd'hui dépassée. Les TIC font partie intégrante de notre vie quotidienne. Téléphone portable et Internet sont les outils de tous les jours des chefs d'entreprise comme des formateurs, en tous cas pour préparer leurs cours.

Reste la question du « comment faire »... comment penser et mettre en œuvre une autre manière de faire, dans laquelle les apprenants seraient les acteurs, le formateur un guide, un coach, un facilitateur et l'ordinateur un outil et rien de plus.

ET DEMAIN...

Il nous a semblé intéressant pour conclure ce rapport de faire état des perspectives énoncées dans le rapport annuel du projet Horizon mené par le New Media Consortium afin d'identifier et décrire les technologies émergentes susceptibles d'avoir un impact important sur l'apprentissage, l'enseignement ou la création en éducation.

Ce rapport, « Horizon Report 2006 », collaboration entre le New Media Consortium et la Educause Learning Initiative**, envisage les tendances actuelles, les challenges auxquels il va falloir faire face, et les technologies émergentes.

Les grandes **tendances** actuelles dans l'application pédagogique de ces technologies :

→ La construction dynamique des connaissances et l'utilisation des outils et processus de « l'informatique relationnelle » sont de plus en plus répandus et acceptés. Avec l'évolution des outils, les pratiques de communication et collaboration en ligne se sont répandues.

→ Les technologies personnelles portables (MP3, téléphones) sont vues, de plus en plus, comme un moyen de diffuser des services de toute sorte, y compris des services éducatifs.

→ Les apprenants (clients) attendent davantage de services, d'outils et d'expériences individualisés, et un accès ouvert aux médias, à la connaissance, à l'information et à la formation.

→ La collaboration entre apprenants est considérée de plus en plus comme une activité d'apprentissage fondamentale. Avec l'utilisation croissante des outils de collaboration en ligne, la construction de connaissances devient collective. Cette remise en lumière de l'apprentissage collaboratif conduit aussi à l'exploration des implications des jeux vidéo, et des environnements interactifs.

* Le New Media Consortium est un consortium international à but non lucratif de près de 200 écoles, universités, musées et organisations, des USA, Canada, Europe, Amérique latine et Japon.

** Educause est une association internationale à but non lucratif, ouverte aux institutions d'enseignement supérieur, à laquelle participe plus de 2000 écoles, universités et organisations éducatives.

Les **challenges** auxquels il va falloir faire face dans les 5 prochaines années :

- Évaluer les compétences des apprenants sur des bases non scolaires : comment évaluer la contribution d'un apprenant à une activité collaborative, et surtout comment évaluer les compétences qu'il a pu mobiliser et développer ?
- Savoir lire et écrire n'est plus suffisant quand il s'agit du traitement de l'information. Faire preuve d'esprit critique, être capable de chercher et d'évaluer un contenu informationnel, être innovant et créatif, sont des compétences de base qu'il est dorénavant nécessaire de développer.
- La question de la propriété intellectuelle et de la gestion des droits d'exploitation reste à régler, et devient cruciale avec le développement des collections et des contenus électroniques.
- Le « bouillonnement » technologique crée un besoin accru de support. Chaque nouvelle technologie arrive avec ses propres besoins de support technique, qui viennent s'ajouter au support à assurer pour les technologies déjà utilisées.
- Les projets expérimentaux, permettant de tester la faisabilité de la mise en œuvre de telle ou telle technologie ne prennent en compte que très rarement les conditions de leur déploiement à grande échelle. Ainsi tel projet qui a bien fonctionné avec un groupe de 20 apprenants pourrait être tout à fait inopérant avec l'ensemble d'un centre de formation.

Les **technologies émergentes**, qui seront adoptées par le monde de l'éducation (enseignement supérieur) dans un délai plus ou moins proche :

- **L'Informatique Relationnelle** (*Social Computing*), à savoir l'utilisation de l'ordinateur pour faciliter les interactions et la collaboration entre les utilisateurs (réunions virtuelles, communication synchrone, via MSN, par exemple, création de communautés d'intérêt), pratiques dont on constate l'explosion en particulier chez les ados. *Adopté par le monde de l'éducation à l'horizon 2007 ou moins*
- La **Diffusion Web Personnelle** (*Personal Broadcasting*) : avec ses racines dans les médias textuels (sites web personnels et blogs), la diffusion de séquences personnelles audio (podcasting) ou vidéo (vidéo blog ou vlog) est en croissance rapide, favorisée par le développement des appareils portables (enregistreurs MP3, téléphone 3G...). *Adopté par le monde de l'éducation à l'horizon 2007 ou moins*
- Le **Téléphone Mobile** : encore un peu, mais à peine, du domaine de la science-fiction, la diffusion de contenu et services pédagogiques sur les téléphones portables, est aujourd'hui rendue possible par le développement des téléphones 3G. *Adopté par le monde de l'éducation dans 2 ou 3 ans*
- Le **Jeu Vidéo Éducatif** (*Educational Gaming*) : un courant récent de la recherche s'intéresse aux concepts engagés par les jeux vidéo, aux effets du jeu sur la pratique, et à la structure de la collaboration dans une partie. *Adopté par le monde de l'éducation dans 2 ou 3 ans*
- La **Réalité Augmentée** (*Augmented Reality*) : actuellement utilisées dans les domaines de la médecine, des industries, de l'archéologie, ces technologies créent des représentations en 3 dimensions (3D) à partir de données abstraites (cf. reconstitution des temples grecs). Elles ont en ce sens la capacité de changer la façon dont on perçoit la réalité. *Adopté par le monde de l'éducation dans 4 ou 5 ans*
- La **Domotique** et les **Environnements Interactifs** (*Context-Aware environments and devices*) : Les recherches dans le domaine de la domotique donnent naissance à des appareils qui répondent à la voix, au mouvement ou à d'autres signaux. Dans les nouvelles applications, la partie immergée de l'informatique disparaît, offrant aux occupants un environnement qui répond à leurs injonctions, mouvements ou autres. *Adopté par le monde de l'éducation dans 4 ou 5 ans*

POUR EN SAVOIR PLUS

The Horizon Report – 2006 Edition <http://nmc.org/projects/index.shtml>